



PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO CEARÁ

SÍNTESE DO PLANO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADOR

Elmano de Freitas da Costa

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Ramon Flávio Gomes Rodrigues
Secretário

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Yuri Castro de Oliveira
Presidente

Denilson Marcelino Fidelis
Diretor de Planejamento

Tércio Dantas Tavares
Diretor de Operações

João Ricardo Filgueiras Rios
Diretor Administrativo-Financeiro

COMITÊ DE BACIA

DIRETORIA DO CBH

PRESIDENTE

Raul de Araújo Lima Neto

VICE-PRESIDENTE

Antônio Arnaldo Rodrigues da Silva

SECRETÁRIA

Izabela Cristiane Lima Silva

SECRETÁRIA ADJUNTA

Amanda Nunes Diógenes

COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

Associação Comunitária Capitão Simão Félix da Cunha de Pau Ferro
Titular: Antônio Arnaldo Rodrigues da Silva
Suplente: Ricardo Carvalho de Souza

Associação Comunitária Rural de Torta
Titular: Inácio Serafim de Vasconcelos
Suplente: Antônia de Almeida Vasconcelos

Associação Comunitária São Francisco do Paracuré
Titular: João Paulo Ferreira
Suplente: José Maria do Campos

Associação de Desenvolvimento Comunitário dos Familiares da Tabainha
Titular: Romana Machado de Vasconcelos
Suplente: Ana Rejane Vasconcelos Machado

Associação dos pequenos Produtores da Lagoa dos Bitonhos
Titular: Keila Aragão Fernandes
Suplente: Jarina Aragão da Silva

Associação dos Remanescentes do Quilombo Timbaúba
Titular: Raimunda Marcela Aguiar da Silva Galvão
Suplente: Francisca Cosmo Vieira Marciano

Companhia de água e esgoto do Ceará - CAGECE
Titular: Inácio Evangelista e Silva Neto
Suplente: Francisca Zélia Sousa Silva

SAAE de Granja
Titular: Francisco Gonzaga Souza de Aquino
Suplente: George Carneiro da Silva

Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR – BAC
Titular: Marcos Luan dos Santos Lima
Suplente: Ana Paula Lima do Vale

SOCIEDADE CIVIL

Associação Comunitária dos Moradores da Comunidade de Morrinhos e Adjacências
Titular: Raul de Araújo Lima Neto
Suplente: Antônio Inácio da Silva Filho

Associação dos Moradores de Retiro
Titular: Aldenir da Mota Soares
Suplente: Ticiane Gomes de Sousa Vieira

FAEC - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará
Titular: Francisco Azevedo de Souza
Suplente: Emerson Pinto Moreira

FETRAECE - Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores(as) Familiares do Estado do Ceará
Titular: Maria Leomézia Aguiar Braz
Suplente: Walison Rodrigues de Araújo

Instituto Federal do Ceará - IFCE de Camocim
Titular: Izabela Cristiane de Lima Silva
Suplente: Monique da Silva Albuquerque

Sindicato dos Trabalhadores(as) Rurais de Camocim
Titular: Francisco Luiz dos Santos
Suplente: Gilmário Pereira da Conceição

Sindicato dos Trabalhadores(as) Rurais de Senador Sá
Titular: Francisco Jailson Monteiro de Sousa
Suplente: José Andrade dos Santos

Sindicato dos Trabalhadores(as) Rurais de Tianguá
Titular: Manoel Vicente dos Santos
Suplente: Francinilson José da Silva Araújo

UVA - Universidade Vale do Acaraú
Titular: Bianca de Freitas Terra
Suplente: Patrícia Vasconcelos Frota

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Câmara Municipal de Barroquinha
Titular: Jodeal Oliveira de Alcântara
Suplente: Francisco Valdécio Rocha Souza

Câmara Municipal de Camocim
Titular: Antônio Emanuel Almeida Souza
Suplente: Mário Roberto Ferreira Lima

Prefeitura Municipal de Alcântara
Titular: Sílvia Leitão Ferreira Freire
Suplente: Vanessa Maria Rodrigues

Prefeitura Municipal de Ibiapina
Titular: Cristiane dos Santos Silva Coutinho
Suplente: José Humberto Alencar Sucupira

Prefeitura Municipal de Morrinhos
Titular: Francisco Odinei Vasconcelos Barbosa
Suplente: Paulene Maria dos Santos Rocha

Prefeitura Municipal de Uruoca
Titular: Wangeron Silva Araújo
Suplente: Everaldo Batista Lima

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Titular: Antônio Edilberto dos Santos
Suplente: Antônia Aparecida Magalhães Gomes

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
Titular: Marcos Antônio Monteiro Freitas
Suplente: Lúcia Sousa Melo Freitas

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Titular: João Dehon de Araújo Pontes Filho
Suplente: Raimundo Nonato Farias Monteiro

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Titular: Amanda Nunes Diógenes
Suplente: Margareth Muniz Silva

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente
Titular: Raquel Ferreira Gomes Rosa
Suplente: Francisco Frank Soares

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos
Titular: Márcia Soares Caldas
Suplente: Manoel Bartolomeu Gomes de Almeida

COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

Carlos Montiny Nogueira Isaías Filho
Cleverton Caçula de Albuquerque
Cristiane dos Santos Silva Coutinho
José Adeilson Medeiros do Nascimento
Lilian de Carvalho Lindoso
Marcos Antônio Monteiro Freitas
Mário Farias Júnior
Nayana de Almeida Santiago
Patrícia Vasconcelos Frota
Ricardo Madeira Tannús
Roberto Chaves Ferreira
Walber Cordeiro

SECRETARIA-EXECUTIVA GERÊNCIA REGIONAL DO COREAÚ

GERENTE

Francisco Hiago de Siqueira Gomes

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Leandro Araújo Silveira

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Guilherme Marques Farias

EQUIPE DE EXECUÇÃO DOS PLANOS DE REGIÃO HIDROGRÁFICA

COORDENAÇÃO GERAL

Elano Lamartine Leão Joca - COGERH
João Lúcio Farias de Oliveira - COGERH

Francisco de Assis de Souza Filho
Cientista Chefe Recursos Hídricos/FUNCAP-SRH-UFC

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Sandra Helena Silva de Aquino - FUNCAP-UFC
Ubirajara Patrício Alvares da Silva - COGERH

ELABORAÇÃO DA SÍNTESE DO PLANO

Samiria Maria Oliveira da Silva - FUNCAP-UFC
Tereza Margarida Xavier de Melo Lopes

FUNCAP-UFC

Ályson Brayner Sousa Estácio	Renata Mendes Luna
Amanda Rodrigues Costa	Rogério Soliani Studart Filho
Andrea Pereira Cysne	Samiria Maria Oliveira da Silva
Camile Miranda Dino	Thales Vieira Rocha
Francisco José Matos Nogueira Filho	Ticiano Marinho de Carvalho Studart
Gamarra Kelson Souza de Oliveira	Victor Costa Porto
Lucas Falcão Muniz	Virzângela Paula Sandy Mendes

COGERH

Ana Christine de Araújo Campos	Itamara Mary Leite de Menezes Taveira
Claire Anne Viana de Sousa	José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante
Clara de Assis Jerônimo Sales	Mateus Perdigão de Oliveira
Davi Martins Pereira	Micaella da Silva Teixeira Rodrigues
Edecarlos Rulim de Souza	Renata Vinhas Cruz
Henrique Silvestre Mendes	Zulene Almada Teixeira

● LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% Percentual

ANA Agência Nacional de Águas

CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

CBHs Comitês de Bacias Hidrográficas

CIPP Complexo Industrial e Portuário do Pecém

CMIP Coupled Model Intercomparison Project

COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CT Câmara Técnica

DNOCS Departamento Nacional de Obras contra as Secas

EMATERCE Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FIEC Federação das Indústrias do Estado do Ceará

FUNCEME Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará

GT Grupo de trabalho

GUT Gravidade, Urgência e Tendência

ha Hectare

hab Habitantes

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INMET Instituto Nacional de Meteorologia

IUT Impacto espacial, Urgência e Tendência

L Litro



mm Milímetros

MMCs Modelos de Mudança do Clima

°C Graus Celsius

PERH Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB Produto Interno Bruto municipal

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RH Região Hidrográfica

RHC Região Hidrográfica do Coreaú

SDA Secretaria de Desenvolvimento Agrário

SEMA-CE Secretaria do Meio Ambiente

SIGERH Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SOHIDRA Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH Secretaria de Recursos Hídricos

SSP Shared Socioeconomic Pathways

t tonelada

UC Unidade de Conservação

UFC Universidade Federal do Ceará

un Unidade

VAB Valor Adicionado Bruto

VCAS Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCIT Zona de Convergência Intertropical



● LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - PASSOS METODOLÓGICAS DA ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ.....	24
FIGURA 3.1 - DADOS DE POPULAÇÃO RESIDENTE - CENSOS DE 1970-2010	42
FIGURA 5.1 - EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DO COREAÚ	59
FIGURA 5.2 - DIAGRAMA UNIFILAR DOS RESERVATÓRIOS MONITORADOS DA RH DO COREAÚ	65
FIGURA 5.3 - TIPOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, CADASTRADAS NA RH DO COREAÚ.....	68
FIGURA 5.4 - SITUAÇÃO DAS CAPTAÇÕES CADASTRADAS.....	69
FIGURA 5.5 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE USO DAS CAPTAÇÕES CADASTRADAS.....	70
FIGURA 5.6 - DENSIDADE DE CAPTAÇÕES POR MUNICÍPIO	71
FIGURA 6.1 - DEMANDA HUMANA FUTURA DA RH DO COREAÚ.....	82
FIGURA 6.2 - DEMANDA FUTURA PARA OS MUNICÍPIOS DA RH DO COREAÚ NOS CENÁRIOS I, II E III	83
FIGURA 6.3 - DEMANDA HÍDRICA FUTURA DA IRRIGAÇÃO PARA A RH DO COREAÚ	84
FIGURA 8.1 - VAZÕES (L/S) APROVADAS NA RH DO COREAÚ (2012-2021)	96
FIGURA 8.2 - MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELAS ENTIDADES DO CBH COREAÚ.....	100



● LISTA DE MAPAS

MAPA DA INFRAESTRUTURA HÍDRICA	31
MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA	34
MAPA DAS ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS.....	39
MAPA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	41



● LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - QUANTITATIVO DAS PARTICIPAÇÕES NA ELABORAÇÃO DO PLANO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ.....	27
TABELA 3.1 - CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS...	29
TABELA 3.2 - ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ...	30
TABELA 3.3 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	40
TABELA 5.1 - COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DO COREAÚ EM L/S.....	58
TABELA 5.2 - VAZÃO OUTORGADA VIGENTE (L/S) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ POR TIPO DE USO.....	58
TABELA 5.3 - RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RH DO COREAÚ.....	62
TABELA 5.4 - CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES AFLUENTES AOS RESERVATÓRIOS DA RH DO COREAÚ PARA UMA GARANTIA DE 90%.	64
TABELA 5.5 - ESTADOS DE TROFIA.....	66
TABELA 5.6 - FREQUÊNCIA DOS ESTADOS DE TROFIA.....	67
TABELA 5.7 - CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE EFETIVA INSTALADA..	70
TABELA 5.8 - CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA.....	72
TABELA 5.9 - VAZÃO REGULARIZADA COM GARANTIA DE 90%.....	74
TABELA 5.10 - DISPONIBILIDADE EFETIVA DOS AQUÍFEROS SUBTERRÂNEOS.....	74
TABELA 5.11 - BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ.....	74



TABELA 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE UTILIZADAS NO BALANÇO HÍDRICO FUTURO.....	80
TABELA 6.2 - MÉDIA DAS VAZÕES AFLUENTES FUTURAS (L/S) PARA OS RESERVATÓRIOS PLURIANUAIS DA RH DO COREAÚ	86
TABELA 6.3 - VAZÃO REGULARIZADA FUTURA DA RH DO COREAÚ...	87
TABELA 6.4 - BALANÇO HÍDRICO FUTURO DA RH DO COREAÚ.....	88
TABELA 7.1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ NO PERÍODO DE 1912 A 2018	90
TABELA 7.2 - DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ NO PERÍODO DE 1911 A 2016.....	91
TABELA 8.1 - VAZÕES (L/S) APROVADAS NOS AÇUDES ISOLADOS DA RH DO COREAÚ (2012 – 2021)	95



● LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.1 - O ESPAÇO FÍSICO DO PLANEJAMENTO	21
QUADRO 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE, PARÂMETROS E HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS	77
QUADRO 9.1 - OBJETIVOS DOS EIXOS DE PLANEJAMENTO	101
QUADRO 9.2 - CRONOGRAMA E FONTE DE RECURSOS.....	102



● SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	16
2.	METODOLOGIA PARTICIPATIVA DE CONSTRUÇÃO DO PLANO... ..	22
3.	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	28
3.1	Infraestrutura hídrica.....	29
3.2	Solos e Vegetação.....	32
3.3	Clima.....	35
3.4	Aspectos ambientais.....	36
3.5	Aspectos demográficos e socioeconômicos	42
3.6	Segurança de Infraestrutura Hídrica.....	45
4.	ASPECTOS INSTITUCIONAIS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	47
4.1	Modelo cearense de gestão dos recursos hídricos e o PERH... ..	47
4.2	Instrumentos de Gestão das Águas.....	49
4.3	Histórico e funcionamento do CBH	53
5.	DEMANDA, OFERTA E BALANÇO HÍDRICO ATUAL.....	57
5.1	Demanda Hídrica.....	57
5.2	Oferta hídrica	63
5.2.1	Oferta hídrica superficial.....	63
5.2.2	Oferta hídrica subterrânea	67
5.3	Balanço Hídrico	73



6.	DEMANDA, OFERTA E BALANÇO HÍDRICO FUTURO	75
6.1	Demanda hídrica futura	80
6.1.1	Demanda futura da Irrigação	82
6.2	Oferta hídrica futura.....	84
6.3	Balanço hídrico futuro	86
7.	EVENTOS EXTREMOS.....	89
7.1	Eventos extremos de seca.....	89
7.2	Eventos extremos de cheia.....	91
8.	ALOCAÇÃO DE ÁGUA E CONFLITO PELO USO DA ÁGUA	93
8.1	Alocações dos reservatórios da RH do Coreaú.....	94
8.2	Conflitos pelo uso da água.....	96
9.	PLANO DE AÇÃO E PREVISÃO DE INVESTIMENTOS	101
10.	BIBLIOGRAFIAS	117



1. APRESENTAÇÃO

A gestão dos recursos hídricos envolve tomadas de decisão difíceis em face da crescente complexidade e incerteza que permeia os sistemas sócionaturais (MARINI, et al 2018). Mesmo que existissem conhecimentos perfeitos sobre os processos hidrológicos, abundância de dados e ferramentas de análise, as decisões de gestão da água envolveriam valores (sociais, culturais, econômicos e ambientais) concorrentes, que se tornam mais proeminentes com o aumento da escassez e da competição pelos recursos (TRAJKOVIC, 2016). Dessa forma, o planejamento tem papel central na definição da direção, programas e ações que auxiliem a tomada de decisão.

O planejamento dos recursos hídricos, especificamente, se concretiza em texto no documento chamado de Plano de Recursos Hídricos. Este plano é colocado na Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 como um dos instrumentos utilizados para implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Ele define a visão de longo prazo e os objetivos que se deseja alcançar com a gestão exercida no momento atual podendo ter diferentes abrangências espaciais, tais como, nacional, estadual e a nível de região e/ou bacia hidrográfica.

Atualmente, o planejamento delineado no Ceará foi materializado nos **Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Estado do Ceará.**

A adoção da metodologia participativa de construção dos planos permitiu o envolvimento colaborativamente dos diferentes atores sociais e a elaboração de documentos que retratam a realidade local e indicam programas e ações que melhor atendem aos desafios presentes na gestão das águas. Nesse contexto, a construção dos planos incorporou as vivências, o conhecimento e as experiências de comunidades locais, povos indígenas, organizações não-governamentais, sociedade civil, setor privado e governo. Com isso, o planejamento foi realizado de forma democrática, levando em consideração diferentes perspectivas.

Os **Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Estado do Ceará** são compostos de 03 documentos: o Diagnóstico, o Prognóstico e o Plano de Ação. O Diagnóstico é um documento técnico baseado nos estudos e base de informação existentes em cada região. No Prognóstico é vislumbrado os futuros possíveis e conjecturado as demandas e ofertas hídricas futuras. O plano de ação apresenta todos os programas e ações necessárias para alcançar o futuro desejado.

O Diagnóstico é constituído pelas seguintes temáticas:

- Caracterização física da região hidrográfica – hidrografia, infraestrutura hídrica, aspectos físicos (geologia, solo e vegetação), clima, pluviometria, fluviometria, qualidade da água, aspectos demográficos e sociais;
- Demanda atual – demanda hídrica outorgada, calculada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e

- demanda instalada (abastecimento humana, irrigação e dessedentação animal);
- Oferta hídrica – aspectos qualitativos e quantitativos das águas superficiais e subterrâneas;
 - Balanço hídrico – balanço concentrado entre a disponibilidade hídrica e a demanda hídrica;
 - Eventos extremos – extremos de seca e de cheia;
 - Questões ambientais – unidades de conservação, áreas degradadas, poluição, aspectos do saneamento básico, mineração, e outros impactos;
 - Gestão dos recursos hídricos – políticas, instrumentos e aspectos institucionais;
 - Alocação de água, conflitos e gestão de seca – vazões alocadas, conflitos pelo uso da água e estratégias de gestão de seca;
 - Segurança de barragem - classificação da barragem pela prioridade de intervenção, classificação da barragem pelo risco e dano potencial associado, ações desenvolvidas pela GESIN, inspeções de segurança, instrumentação e plano de segurança da barragem;
 - Síntese dos questionários – análise descritiva dos questionários de sondagem das percepções dos membros do CBH quanto a diversos aspectos da gestão dos recursos hídricos.

No prognóstico é apresentado a metodologia de construção dos cenários, a situação de partida das variáveis-chave, a projeção populacional, a oferta hídrica em cenário de mudança do clima, a história dos cenários prospectivos, a demanda futura e balanço hídrico futuro.

O plano de ação expõe a metodologia do levantamento e priorização das ações, a descrição dos programas para cada eixo temático, a previsão orçamentária e cronograma da execução das ações e a lista das possíveis instituições envolvidas na implementação das ações.

A elaboração desses três documentos perpassou por um trabalho intenso de coleta de dados, desenvolvimento/aprimoramento de metodologias, entrevistas e oficinas. Cada um desses documentos foi acompanhado e revisado pelo Grupo de Trabalho da Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - Cogerh, e pelas Câmaras Técnicas vinculada aos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs e constituídas para este fim. Eles também passaram por um processo de aprovação junto às plenárias desses comitês.

Aqui expomos a **Síntese do Plano da Região Hidrográfica do Coreaú**. Este plano foi construído no período de novembro de 2021 a julho de 2022 e contou com 326 participações de diferentes atores pertencentes a região e envolvidos com a gestão dos recursos hídricos. Dentre essas participações, 55,8% ocorreram na fase do diagnóstico, 21,8% no prognóstico e 22,4% no plano de ação.

O plano do Coreaú identifica programas, ações, previsão de orçamentos e fontes de financiamento para a gestão das águas até no ano de 2050. Assim, ele é o documento de referência que orienta a gestão nessa região.

A sua implementação requer a articulação de responsabilidades entre os diferentes atores. Eles podem se empoderar das informações contidas no Plano para efetivar a gestão e revisá-las periodicamente, de forma a incorporar mudanças, oportunidades e novos desafios relacionados a água.

Ressalta-se que esta Síntese expõe uma visão geral e condensada do Plano, permitindo que os leitores avaliem rapidamente sua relevância e determinem se precisam explorar o documento completo. Assim, além da apresentação inicial (Capítulo 1), este documento foi estruturado nos seguintes capítulos:

- Capítulo 2 – expõe as etapas metodológicas do processo participativo de elaboração dos planos;
- Capítulo 3 - apresenta de forma sintética as características físicas da região hidrográfica;
- Capítulo 4 – retrata o modelo cearense de gestão dos recursos hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), os instrumentos, bem como traz um estado da arte dos instrumentos de gestão da região;
- Capítulo 5 – apresenta a oferta, demanda e balanço hídrico atual;
- Capítulo 6 – exhibe a oferta, demanda e balanço hídrico futuro;
- Capítulo 7 – descreve sobre os extremos de seca e cheia;
- Capítulo 8 – expõe um resumo das alocações de água dos reservatórios e descreve os principais conflitos pelo uso dos recursos hídricos identificados no plano;
- Capítulo 9 – resume os programas, ações e previsão de investimentos para a região hidrográfica.

QUADRO 1.1 - O ESPAÇO FÍSICO DO PLANEJAMENTO

No Ceará, a Lei nº 14.844 de 2010 expõe que o planejamento e a gestão dos recursos hídricos tomarão como base a Bacia Hidrográfica. Fisicamente, esta unidade é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída (TUCCI, 2004). Contudo, ela não pode ser entendida apenas sob esse aspecto, pois toda bacia hidrográfica reflete heterogeneidades espaciais e temporais das propriedades da paisagem e suas respostas à complexidade dos fatores climáticos (MCDONNELL et al. 2007). Por isso, ela, também, é uma unidade socioeconômica e política (MARINI et al. 2018; REDDY et al, 2017] e, como tal, mostra uma relação causal entre as consequências a montante e a jusante.

Seguindo a definição física, toda bacia hidrográfica é uma região hidrográfica, mas nem toda região é uma bacia. Dessa forma, podemos definir diferentes configurações topográficas das unidades de gestão do Ceará, assim como, ocorre no contexto Federal, são elas:

- Acaraú e Curu – São conceitualmente bacias hidrográficas;
- Coreaú, Litoral e Metropolitana – Regiões formadas por um conjunto de bacias hidrográficas;
- Alto Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú, Médio Jaguaribe e Salgado – São as sub-bacias que formam a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe.

Diante dessas configurações adota-se o termo *Região Hidrográfica* para representar o espaço físico desse planejamento.

2. METODOLOGIA PARTICIPATIVA DE CONSTRUÇÃO DO PLANO

A elaboração dos **Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Estado do Ceará** deu-se por meio de uma Cooperação Técnico Científico entre a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – Cogerh e a Universidade Federal do Ceará – UFC. Essa cooperação ocorreu no âmbito do Programa Cientista Chefe de Recursos Hídricos, criado pela Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Funcap e permitiu que os planos fossem embasados em dois fundamentos: a produção de informações técnicas e a articulação política com os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).



Terceira Oficina do Prognóstico – Foto: Cogerh

Os passos metodológicos da construção dos planos estão expostos na Figura 2.1. Esse processo iniciou com a sondagem junto aos CBHs sobre

o interesse em atualizar os planos existentes ou elaborar um novo instrumento. Após essa sondagem, o grupo de trabalho formado por técnicos da Cogerh e especialistas da UFC iniciaram a discussão metodológica e a formulação de um **questionário** (Figura 2.1) que permitiu o levantamento inicial das percepções dos membros dos CBHs sobre os principais usos, problemas hídricos e ambientais, conflitos, aspectos institucionais e gerenciais das Regiões Hidrográficas.

Os técnicos dos Núcleos de Gestão e Operação das Gerências Regionais da Cogerh realizaram relatos de suas vivências, experiências e práticas por meio do **Grupo Focal**. Neste grupo, eles discutiram sobre sua trajetória, os sistemas hídricos, os arranjos institucionais, a alocação de água, as secas, etc.

Oficialmente, a elaboração do plano iniciou com a **Reunião de Partida**, realizada no dia 24 de novembro de 2021. Nesta reunião foi apresentada o plano de trabalho da região, a síntese da análise dos questionários supracitados, bem como o conceito, e a importância do Plano de Recursos Hídricos. Além disso, na **Reunião de Partida** foi enfatizado a relevância do processo participativo, e foi formada a Câmara Técnica de Acompanhamento da Elaboração dos Planos (CT).

Com as informações levantadas nas etapas anteriores e com uma base de dados secundários oriundas de instituições e/ou documentos oficiais foi elaborado o documento *Iniciando o Diálogo*. Este documento foi apresentado e discutido na **Audiência Pública- Iniciando o Diálogo**.

FIGURA 2.1 - PASSOS METODOLÓGICAS DA ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ



Na Região Hidrográfica do Coreaú, a Audiência Pública ocorreu no dia 15 de dezembro de 2021, através da plataforma Microsoft Teams em virtude das medidas sanitárias vigentes decorrentes da Pandemia de Covid-19. Nesta oficina ocorreram 02 grupos de trabalho (GTs), foram eles: i) Oferta e Demanda Hídrica; e, ii) Questões Ambientais.

O documento *Iniciando o Diálogo* foi o cerne do *Diagnóstico*, documento que concretizou a primeira etapa do Plano das Regiões Hidrográficas. Simultaneamente, a essa etapa foram realizadas **Entrevistas Semiestruturadas** com diferentes atores das regiões sobre aspectos futuros, em especial, sobre as demandas hídricas e as questões ambientais. Essas entrevistas fomentaram a etapa de Prognóstico.

O *Diagnóstico*, assim como o Prognóstico e o Plano de Ação, foi revisado pelo GT-Cogerh e CT para, posteriormente, ser discutido em reunião do CBH e avaliado a sua **Aprovação**.

A próxima etapa metodológica tratou da elaboração do *Prognóstico* que teve como primeiro passo a execução da **Oficina Sementes do Futuro**. Esta oficina foi guiada por questões norteadoras, elaboradas previamente ao evento, e pretendeu levantar informações prognósticas sobre três eixos temáticos, foram eles: i) Oferta hídrica; ii) Demanda Hídrica; e iii) Aspectos Ambientais.

A oficina Sementes do Futuro foi realizada dia 10 de março de 2022 e contou com a participação de 28 pessoas, entre técnicos da COGERH, membros da UFC/FUNCAP, representantes de instituições e atores-chave no gerenciamento dos recursos hídricos da RH do Coreaú (não necessariamente membros do CBH).

Com base nas informações oriundas das entrevistas e da oficina Sementes do Futuro e incorporando análises técnicas sobre as vazões futuras foi construído os cenários futuros de demanda, oferta e balanço hídricos da região. Em sequência, o Prognóstico foi encaminhado para revisão e incorporação de contribuições e sugestões da CT para, depois, ser realizado a sua apresentação na **Reunião de Aprovação**.

A próxima etapa metodológica referiu-se à elaboração do *Plano de Ação*. As contribuições advindas do Comitê da Bacia Hidrográfica do Coreaú (CBH Coreaú) ocorreram durante a execução de todas as fases do referido plano. Especificamente para a fase de Planejamento, estas contribuições se deram em duas oficinas de trabalho. A primeira foi realizada no formato presencial no dia 11 de maio de 2022 e a segunda no dia 30 de junho ocorreu de forma virtual.

Como etapa preparatória para estas quatro oficinas, a equipe da UFC/FUNCAP consolidou informações sobre as ações verbalizadas durante todo o processo de elaboração do plano e as sistematizou em uma planilha, vinculando-as à Programas organizados em cinco eixos temáticos: i) Oferta hídrica; ii) Demanda Hídrica; iii) Aspectos Ambientais; iv) Gerenciamento das Águas; e, v) Político-Institucional. Essa planilha, denominada de Matriz de Programas e Ações.

A planilha foi encaminhada antecipadamente para os membros do CBH Coreaú, Câmara técnica e demais convidados, contendo as quatro primeiras informações listadas anteriormente, para que os mesmos pudessem conhecer o instrumento que seria discutido e validado nas oficinas.

Concluída a validação de cada ação dos programas vinculados aos cinco eixos, passou-se para a fase de atribuição de prioridades – alta, média ou baixa - a partir da percepção consensuada dos participantes da oficina.

Com isso, o último passo metodológico constituiu na **Reunião de Aprovação do Plano** da Região Hidrográfica, realizada no dia 27 de julho de 2022. O número de participantes em cada etapa da elaboração do Plano da RH do Coreaú está exposto na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 - QUANTITATIVO DAS PARTICIPAÇÕES NA ELABORAÇÃO DO PLANO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

Etapa	Atividade	Nº de Participantes
Diagnóstico	Questionários	25
	Reunião de Partida	48
	Grupos Focais**	76
	Audiência Pública	NC
	Reunião de aprovação do Diagnóstico	13
Prognóstico	Entrevistas	20
	Oficinas de Cenarização	28
	Reunião de aprovação do Prognóstico	44
Plano de ações	I Oficina de Estratégias e Ações	26
	Reunião de Aprovação das Estratégias e Ações e do Plano de Região Hidrográfica	29
Diagnóstico		182
Prognóstico		71
Plano de Ações		73
Geral		326

*NC – Não contabilizado; ** Realizado com os técnicos da Gerência Regional.

Destaca-se que, foram utilizados diferentes recursos para viabilizar a interação social, desde a aplicação de questionários/formulários, realização de entrevistas semiestruturadas e realização de oficinas (virtuais e presenciais).



3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

Açude Itaúna – Foto: Cogeh



A Região Hidrográfica do Coreaú é caracterizada por um conjunto de 12 (doze) bacias independentes (Timonha, Tapuio, Corrente Laranja, Lago Seco, Coreaú, Jaguarapari, Pesqueiro, Forquilha, Mourão, Prata, Poeira e Itacolomi), a maioria das quais são de pequeno porte e pouca representatividade hidrológica.

Na RH do Coreaú tem-se três domínios hidrogeológicos distintos: as coberturas sedimentares, os depósitos aluvionares e as rochas cristalinas. Conforme PLANERH (2010) existem doze (12) Sistemas Hidrogeológicos nessa área, representados pelas Dunas/Paleodunas; pelo Domínio Hidrogeológico Poroso - Barreiras, Serra Grande, Pacujá, Sairi, Santa Terezinha, Frecheiras, Covão, Camocim, Coreaú e Aluviões; e pelas rochas ígneas e metamórficas do Embasamento Pré-cambriano - Domínio Hidrogeológico Fissural.

O plano dessa região apresenta a caracterização física da região sob vários aspectos: localização, hidrografia, infraestrutura hídrica, clima,

geologia, solo, vegetação, demografia e aspectos socioeconômicos, regime pluviométrico e fluviométrico. Além disso, ele expõe um capítulo que trata sobre os aspectos ambientais da região (áreas degradadas, mineração, unidades de conservação, etc) e sobre a segurança da infraestrutura hídrica. Aqui é exposto uma breve descrição dessas temáticas.

3.1 Infraestrutura hídrica

A RH do Coreaú possui oito açudes públicos de médio porte (capacidade entre 10 a 75 milhões de m³) com características plurianuais, gerenciados pela COGERH, com capacidade de acumulação de 296.018.997 m³ (Ceará, 2021) e dois de pequeno porte (TABELA 3.1). Existem dois reservatórios planejados para a Região: Frecheirinha, no município de Frecheirinha, e Canto das Pedras, em Granja, respectivamente, as capacidades são de 80,00 hm³ e 1.000,00 hm³.

TABELA 3.1 - CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m ³)
Angicos	Coreaú	1998	Rch Juazeiro	56.050.000
Diamante	Coreaú	1956	Rch Boqueirão	13.045.000
Diamantino II	Marco	1988	Inhanduba	18.040.000
Gangorra	Granja	1999	Rch Gangorra	54.400.000
Itaúna	Granja	2001	Rch Timonha	72.580.000
Martinópole	Martinópole	1984	Rch Rima	24.830.000
Premuoca	Uruoca	1981	Rch São Francisco	5.200.000
Trapiá III	Coreaú	1961	Rch Trapiá	3.411,74
Tucunduba	Senador Sá	1919	Rch Tucunduba	39.370.585
Várzea da Volta	Moraújo	1919	Rch Várzea da Volta	12.500.000
TOTAL				296.018.997

Fonte: COGERH, 2021.

Na área existem cerca de 1.270 espelhos de água mapeados pela FUNCEME de 2008-2017, obtidos utilizando-se imagens dos satélites

LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4 (FUNCEME, 2020) e possui sete adutoras convencionais, conforme TABELA 3.2.

AMR ALCÂNTARAS – Foto: Cogeh



Além dessas estruturas hídricas, uma rede de abastecimento de água dos núcleos urbanos com objetivo de suprir as fragilidades existentes no atual sistema está sendo trabalhada pelo Estado desde 2016, é o Projeto Malha d'Água. Na RH do Coreaú, o Projeto contempla os seguintes Sistemas Adutores: Coreaú, com cinco municípios (Coreaú, Frecheirinha (5), Moraújo, Senador Sá, Uruoca), Gangorra-Granja/Martinópolis (Martinópolis e Granja); Itaúna-Litoral Norte (Barroquinha, Camocim, Chaval); Tucunduba - Litoral Norte (Acaraú - Aranaú, Bela Cruz, Camocim - Guriú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Marco) e Sistema Adutor Ibiapaba Norte (Ibiapina, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará). O Mapa de Infraestrutura Hídrica mostra a infraestrutura hídrica existente e planejada na Região.

TABELA 3.2 - ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

ADUTORA	EXTENSÃO (Km)	FONTE (Reservatório)
Chaval/Barroquinha	10,74	Açude Itaúna
Adrianópolis/Timonha	30,58	Açude Gameleira
Frecheirinha	18,37	Açude Angicos
Ibiapaba	56,80	Açude Jaburu I
Martinópolis	10,74	Açude Martinópolis
Senador Sá/Uruoca/Jordão	33,00	Rio Coreaú Perenizado
Santa Terezinha	17,18	Açude Gangorra

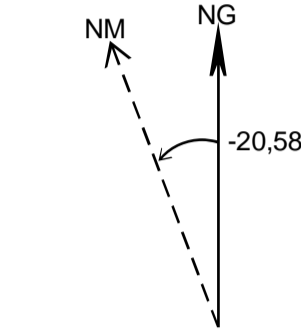
Fonte: Banco de Dados SAGREH. COGERH, 2021.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



INFRAESTRUTURA HÍDRICA



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

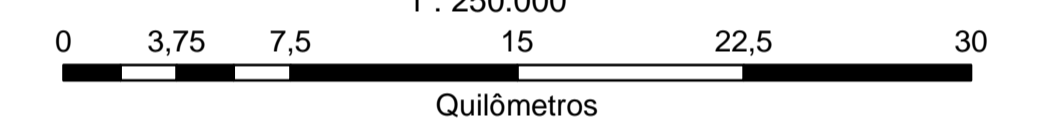
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

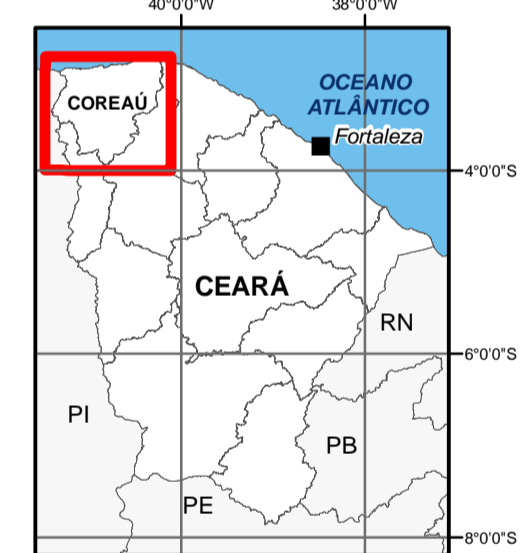
ESCALA:
1 : 250.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Território**
- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
 - Sedes Distritais (Ipece, 2018)
 - Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Sistema de Transportes**
- Rodovias (DER, 2018)
- Hidrografia**
- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogehr, 2020)
 - Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
 - Rios Principais (ANA, 2016)
 - Drenagem (ANA, 2016)

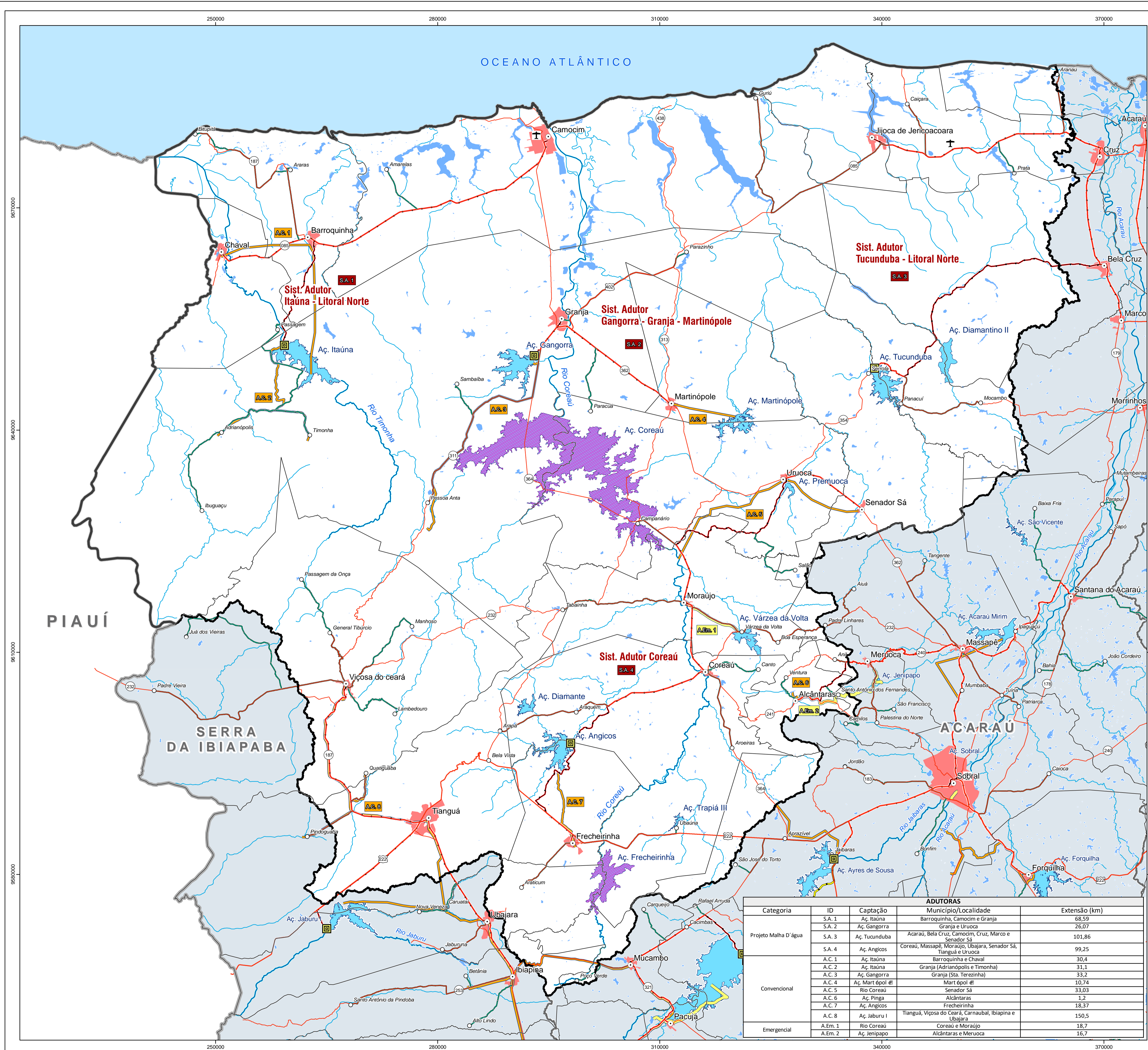
LEGENDA

- Reservatórios**
- Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
 - Em Planejamento (SRH, 2020)
- Eixos de Transferência Hídrica**
- Adutoras Convencionais (SRH/Sohidra/Cogerh)
 - Adutoras Emergenciais (Cogehr)
- Projeto Malha D'água (SRH, 2020)**
- Em planejamento*
- Captação
 - Ramal Adutor
 - Sistema Adutor Principal

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021



ADUTORAS				
Categoria	ID	Captação	Município/Localidade	Extensão (km)
Projeto Malha D'água	S.A. 1	Aç. Itaúna	Barroquinha, Camocim e Granja	68,59
	S.A. 2	Aç. Gangorra	Granja e Uruoca	26,07
	S.A. 3	Aç. Tucunduba	Acarau, Bela Cruz, Camocim, Cruz, Marco e Senador Sá	101,86
	S.A. 4	Aç. Angicos	Coreaú, Massapé, Moraujo, Ubajara, Senador Sá, Tianguá e Uruoca	99,25
Convencional	A.C. 1	Aç. Itaúna	Barroquinha e Chaval	30,4
	A.C. 2	Aç. Itaúna	Granja (Adrianópolis e Timonha)	31,1
	A.C. 3	Aç. Gangorra	Granja (Sta. Teresinha)	33,2
	A.C. 4	Aç. Martópolis	Martópolis	10,74
	A.C. 5	Rio Coreaú	Senador Sá	33,03
	A.C. 6	Aç. Pinga	Alcântaras	1,2
	A.C. 7	Aç. Angicos	Frecheirinha	18,37
	A.C. 8	Aç. Jaburu I	Tianguá, Viçosa do Ceará, Carnaubal, Ibiapina e Ubajara	150,5
Emergencial	A.Em. 1	Rio Coreaú	Coreaú e Moraujo	18,7
	A.Em. 2	Aç. Jenipapo	Alcântaras e Meruoca	16,7

3.2 Solos e Vegetação

A RH do Coreaú se estende por cerca de 130 Km de linha de costa, ao longo do litoral dos municípios de Barroquinha, Camocim, Jijoca de Jericoacoara, Cruz e Acaraú.

Evidencia-se na região, as serras e morros residuais, com relevos constituídos, predominantemente, por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas, apresentando-se dissecados em feições de colinas, relevos tabulares e em forma de inselbergs (COGERH, 2010). Com destaque para a serra da Meruoca, onde se verificam elevadas cotas altimétricas, superiores a 800m, com importantes tributários.

Souza (1986) cita que a depressão sertaneja na área possui níveis altimétricos variáveis entre 100-350 m, com relevo aplainado a levemente ondulado. Segundo COGERH (2010), destaca-se aí a presença dos planossolos háplicos, planossolos nátricos, argissolos, neossolos litólicos e neossolos flúvicos.

No maciço montanhoso da Meruoca, constituído por granodioritos e monzodioritos de idade cambriana predominam, nos topos, os solos profundos, bem a moderadamente drenados, com boa fertilidade natural, em especial Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos, suscetíveis a processos erosivos, principalmente nas maiores declividades, conforme CPRM (2014). Nos terrenos escarpados circundantes predominam os Neossolos Litólicos, solos rasos, pedregosos e com grande influência da rocha matriz em face da sua pequena espessura.

De acordo com COGERH (2010), nas serras secas e a sotavento das serras úmidas predominam os argissolos vermelho-amarelos, neossolos litóticos, chernossolos, afloramentos rochosos e neossolos flúvicos.

Na área mais próxima ao litoral e na foz dos rios observa-se a presença dos Gleissolos, desenvolvidos em áreas de várzeas e sob influência de lençol freático elevado. São solos pouco desenvolvidos, com textura que varia de argilosa até arenosa. Já na faixa de praia, onde há a presença de sedimentos marinhos e eólicos com areias finas e grosseiras e eventuais ocorrências de rochas de praia (“beach rocks”) ocorrem os neossolos e os solos quartzarênicos.

Em relação a vegetação, na região sudoeste da RH do Coreaú, parte da vegetação natural foi ocupada pela agricultura. Nessa área são encontradas a Floresta Estacional Semidecidual Submontana e a Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria (IBGE, 2018).

Próximo ao litoral predomina a atividade agrícola e a cobertura vegetal existente correspondente à Formação Pioneira com influência marinha arbustiva e Formação Pioneira com influência fluviomarina arbórea, como pode ser observado no Mapa de uso e ocupação do solo (MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO).

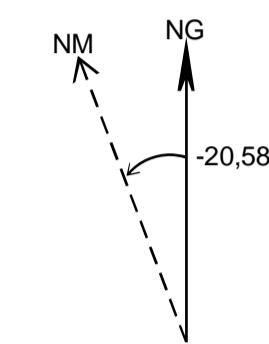
Na região central da RH do Coreaú predomina a Savana-Estépica Arborizada com palmeiras, vegetação estruturada em dois nítidos estratos: um, arbustivo-arbóreo superior, esparso; e outro, inferior, gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica e a Savana-Estépica Arborizada Parque com palmeiras, com características fisionômicas muito típicas, conforme IBGE (2018).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

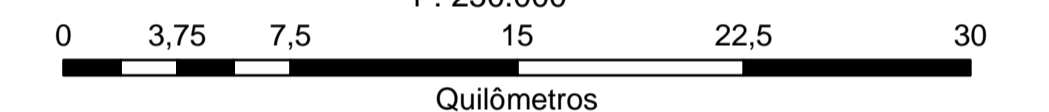
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

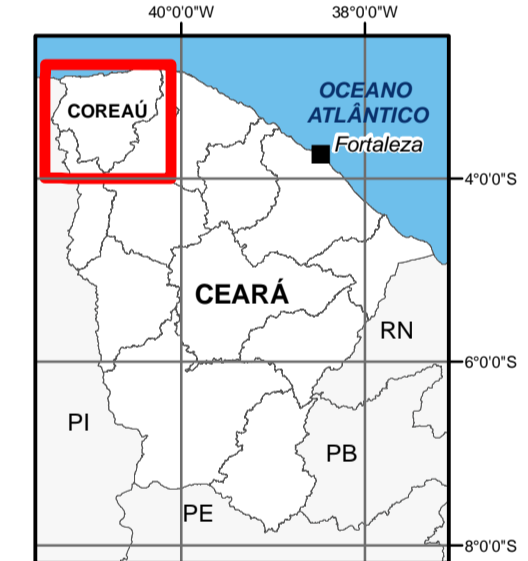
1 : 250.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

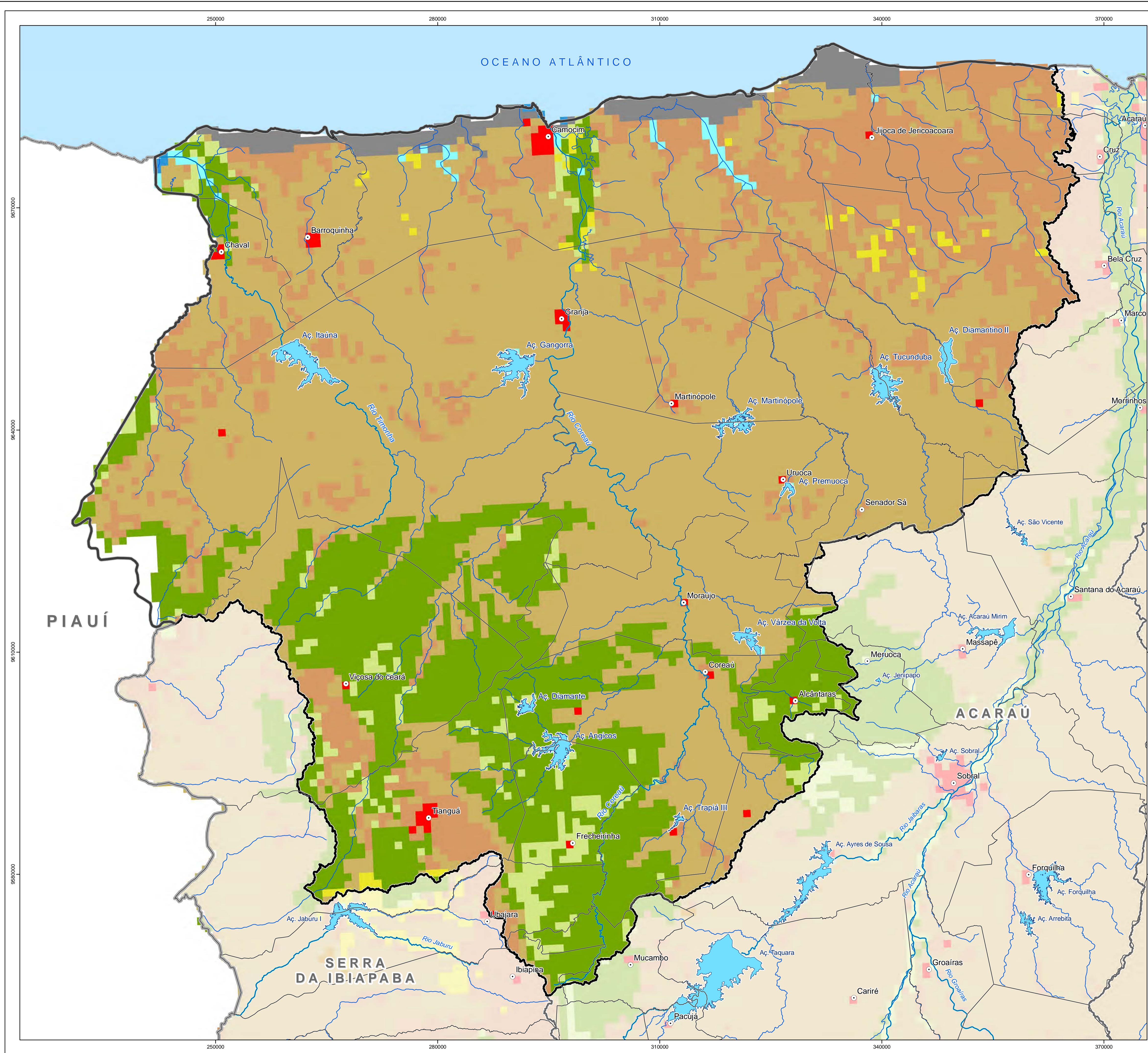
LEGENDA

- Classes de uso e cobertura da terra (IBGE, 2018)
- Área Artificial
 - Área Agrícola
 - Mosaico de Ocupações em Área Florestal
 - Vegetação Florestal
 - Vegetação campestre
 - Mosaico de Ocupações em Área Campestre
 - Corpo d'água Continental
 - Corpo d'água Costeiro
 - Área Descoberta

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Novembro - 2021



3.3 Clima

O clima da RH do Coreaú normalmente se apresenta bastante homogêneo. Segundo a classificação de Köppen, nesta região, em estudo realizado por Muniz et al. (2017) para o estado do Ceará, se apresenta como, predominantemente, tropical de savana (As), com inverno seco, e ao sul da Região, semiárido quente (Bsh).

As temperaturas possuem média anual em torno de 27,3° C. Observa-se que não consta informação de temperatura média para o mês de julho. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de agosto a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo o maior valor (32,9°C), em setembro.

A umidade média anual na área correspondente ao litoral da RH do Coreaú, caracterizada pela estação Acaraú, é cerca de 81,4%. Já para a área semiárida da RH, a umidade média anual, caracterizada pela estação Sobral, é de 69,8% (Tabela 2.6).

A evaporação anual média observada no litoral (estação Acaraú) foi de cerca de 1.864,5 mm, e na região semiárida (estação Sobral) foi de 2.344,7 mm com as maiores taxas sendo observadas, em ambas estações, nos meses de setembro, outubro e novembro.

Observa-se a alta variabilidade interanual das precipitações nessa região, ocorrendo, predominantemente, no primeiro semestre do ano, o que exhibe o regime de chuvas típico do Nordeste semiárido. Observa-se que na RH do Coreaú, as maiores precipitações médias (1.300 mm) ocorrem próximas as serras da Ibiapaba e Meruoca, e diminuem para 1.100 mm à medida que se aproxima da costa da RH.

3.4 Aspectos ambientais

A RH do Coreaú possui um litoral com extensão linear de cerca de 130 km. Na faixa de praia a morfologia é resultante de processos de acumulação, condicionados por ações eólicas, marinhas e fluviais, ocorridas isoladamente e/ou em conjunto. Correspondem a áreas muito instáveis onde qualquer intervenção é capaz de modificar a dinâmica local, sendo áreas de alta vulnerabilidade à ocupação, além de ter proteção legal. Basicamente tem-se extensos campos de dunas, de diferentes larguras e tipos, e várias lagoas intermitentes, onde se desenvolvem principalmente atividades de pesca artesanal, mariscagem, turismo.

As dunas móveis que alcançam as margens dos rios e dos lagos são fundamentais para aportar sedimentos, os quais, ao atingir o rio são levados para a faixa de praia, protegendo-a contra as erosões e o aumento do nível do mar, além disso, as dunas são importantes na manutenção do nível do lençol freático.

Nas áreas de dunas fixas ocorrem algumas atividades extrativistas como a coleta de frutos silvestres e de madeira e fibras, no entanto, verifica-se que nessa Região as áreas degradadas superam as conservadas, o que compromete essas práticas. Esse fato assume significativa importância na medida em que as dunas fixas são desestabilizadas pela supressão da cobertura vegetal que induz a retomada da deflação eólica, ou seja, à erosão provocada pelo vento fazendo com que fragmentos superficiais mais finos sejam retirados do local, com repercussões na descaracterização das paisagens litorâneas, além de comprometer o equilíbrio ecológico local.

Na planície fluviomarinha da RH do Coreaú, a degradação do mangue também é uma realidade, o ecossistema reconhecido como “ecossistema chave”, cuja preservação é essencial para a manutenção de outros existentes, muito além da floresta de mangues (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1999), vem sendo substituído juntamente com as áreas da planície fluviomarinha com apicuns e salgado, principalmente, pela carcinicultura, o que tem comprometido essas áreas consideradas “berçários” naturais tanto para as espécies características desses ambientes (camarões, caranguejos, siris e ostras) como para peixes de águas doces e marinhas, e para animais que migram para as áreas costeiras, em pelo menos uma das fases do seu ciclo de vida, além disso, representam fonte essencial de alimentos para as populações humanas ribeirinhas e costeiras, proteína de fácil captura.

A instalação de Parques eólicos na área tem sido alvo de muitos conflitos entre as comunidades tradicionais e os grandes empreendedores. As comunidades em todo o litoral têm levantado o problema da diminuição do acesso aos locais onde praticam a mariscagem e a pesca artesanal, o barulho dos aerogeradores que se localizam próximos às residências e o comprometimento do turismo cênico (Oliveira, 2011).

Na área dos Maciços Residuais ocorrem a degradação das remanescentes de recobrimento vegetal primário; a exploração agrícola em áreas incompatíveis com esse tipo de uso o que corrobora com os processos erosivos ativos; empobrecimento da biodiversidade; nascentes comprometidas; paisagens serranas descaracterizadas.

Na área da Depressão Sertaneja o desmatamento e as queimadas levam a uma alta vulnerabilidade e degradação da biodiversidade e a expansão

da desertificação em função de processos erosivos muito ativos e regime pluviométrico muito irregular e com secas recorrentes. Áreas fortemente degradadas em processo de Desertificação ocorrem na RH do Coreaú, especialmente nos municípios de Granja, Senador Sá, Moraújo, Coreaú, Uruoca, Chaval e Tianguá (MAPA ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS).



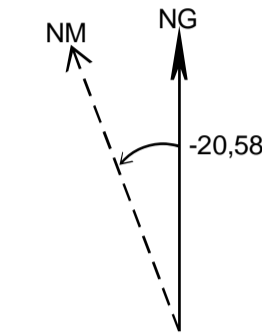
Na Região são extraídos a argila areia e o saibro, para uso na construção civil; argila, para fabricação de cerâmica vermelha; o minério de cobre, minério de ferro, de mangânes, filito, ilmenita, zircão, sienito e argila para uso industrial; calcário, para uso como corretivo de solo; água mineral para engarrafamento; dentre outros. Processos de extração mineral devem ser acompanhados e fiscalizados pelos órgãos competentes, tendo em vista que podem impactar o ambiente e ainda a saúde das populações próximas ao local da mineração.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

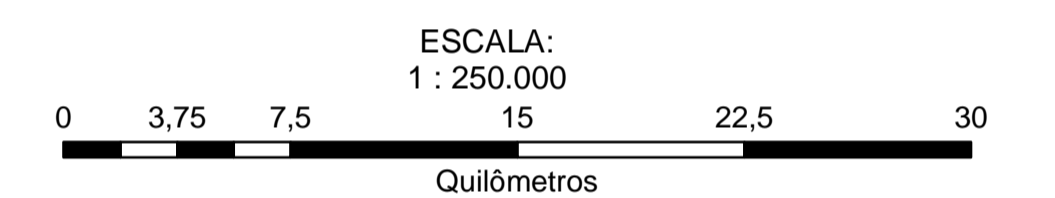
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

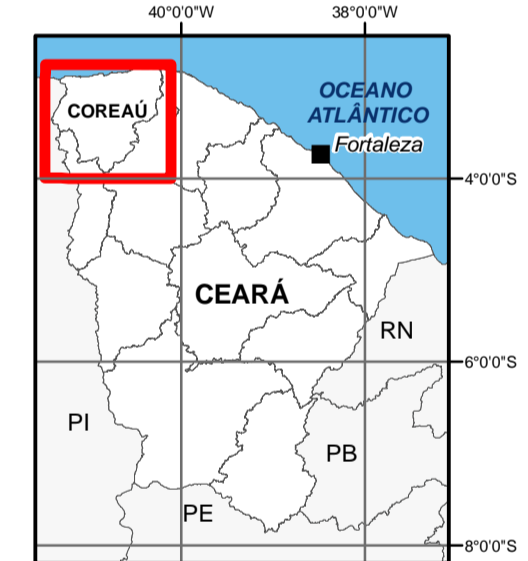
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

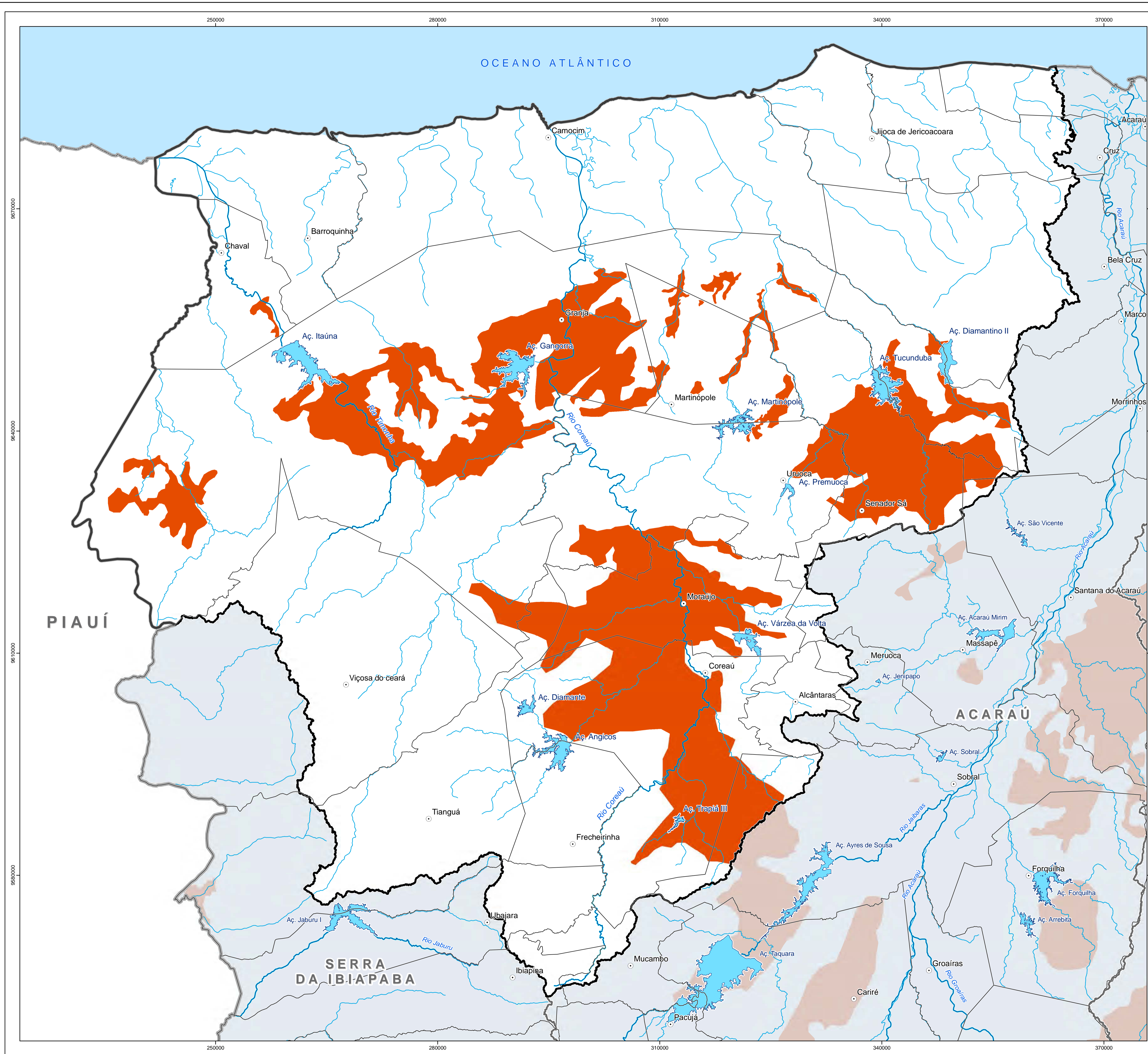
LEGENDA

- Áreas fortemente degradadas (Funceme, 2016)
- Áreas Fortemente Degradadas

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021



A Região Hidrográfica do Coreaú possui como Unidades de Conservação (UC) (TABELA 3.3, MAPA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO), 04 (quatro) APA's; 03 (três) Parques, sendo dois Nacionais e um Estadual e 02 (duas) Reservas Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

TABELA 3.3 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA

Unidades de Conservação			
Nome	Município na UC	Ecosistema	Área (ha)
APA da Lagoa de Jijoca	Jijoca de Jericoacoara e Cruz	Complexo vegetacional da zona litorânea	3.995,61
APA Delta do Parnaíba	Chaval e Barroquinha, no Ceará	Floresta perenifólia paludosa e Complexo vegetacional da zona litorânea	20.558,00
APA da Serra da Ibiapaba	Chaval, Granja, Moraújo, Tianguá e Viçosa do Ceará, no Estado do Ceará	Carrasco; Mata úmida; Mata seca e Caatinga	1.628.450,08
APA Serra da Meruoca	Alcântaras, Meruoca, Massapê e Sobral	Caatinga	29.361,00
Parque Nacional de Jericoacoara	Itapipoca	Complexo vegetacional da zona litorânea	8.850,00
Parque Nacional de Ubajara	Frecheirinha, Tianguá e Ubajara	Mata úmida; Mata seca	6.851,00
Parque Estadual das Carnaúbas	Granja e Viçosa do Ceará	Mata seca: caatinga arbórea e vegetacional litorâneo	10.005,05
Reserva Ecológica Particular RPPN Paulino Veloso Camêlo	Tianguá	Mata úmida	120,19
RPPN Fonte de Luz	Meruoca	Mata seca	7,00

Fonte: SEMA, 2021.

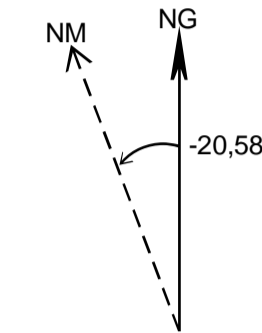
As UC's se constituem espaços territoriais, de características naturais relevantes, legalmente protegidos. Essa proteção objetiva garantir amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas, assegurando a preservação do patrimônio biológico, geológico e evolutivo de uma determinada área. (ICMBIO, 2016).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

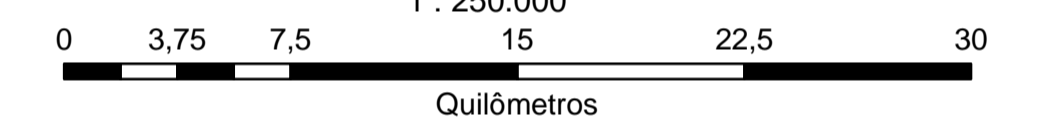
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 250.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

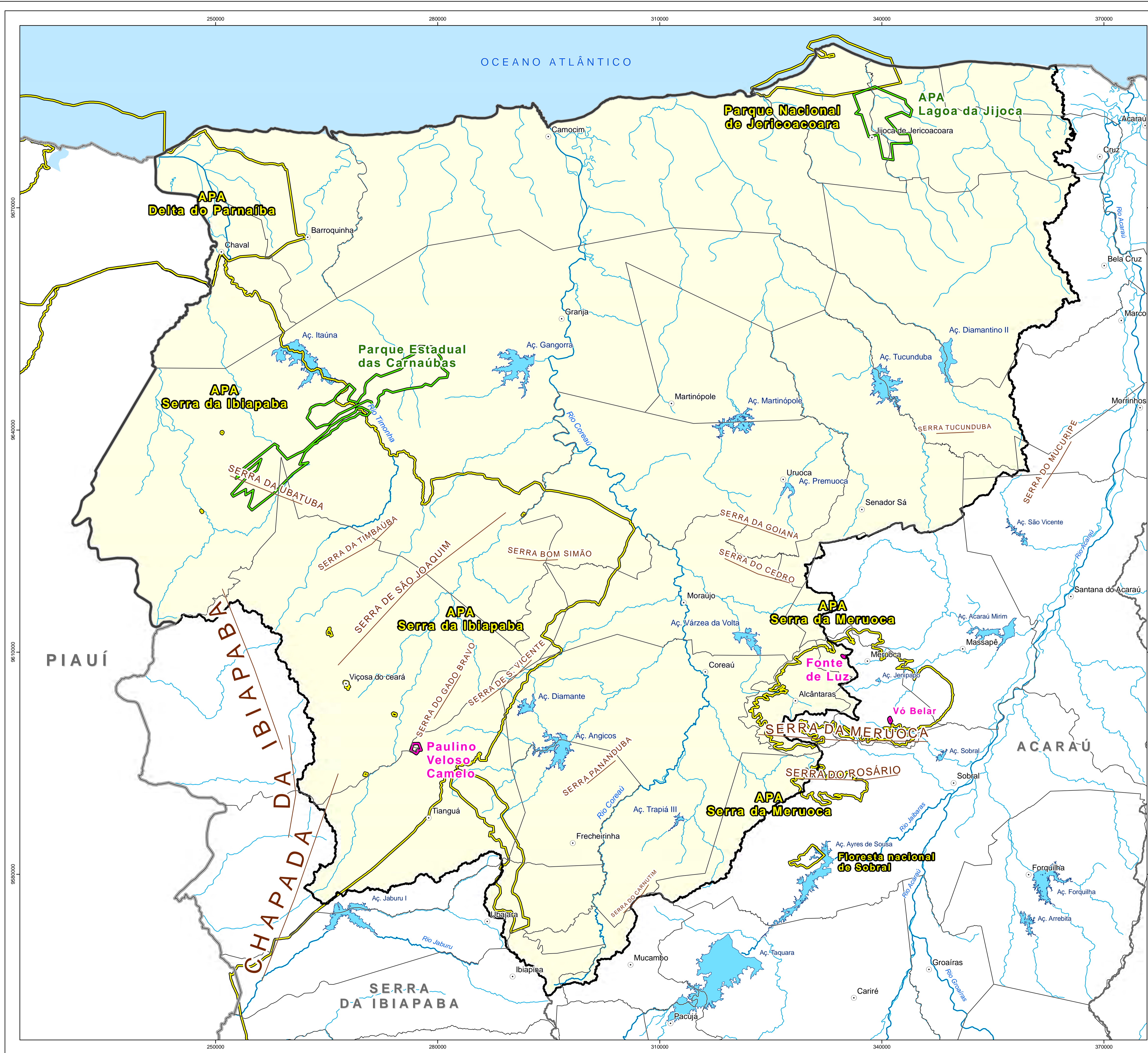
LEGENDA

- Categorias de Unidades de Conservação (Sema, 2021) (ICMbio, 2019)
- Unidade de Conservação Estadual
- Unidade de Conservação Federal
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

REALIZAÇÃO:



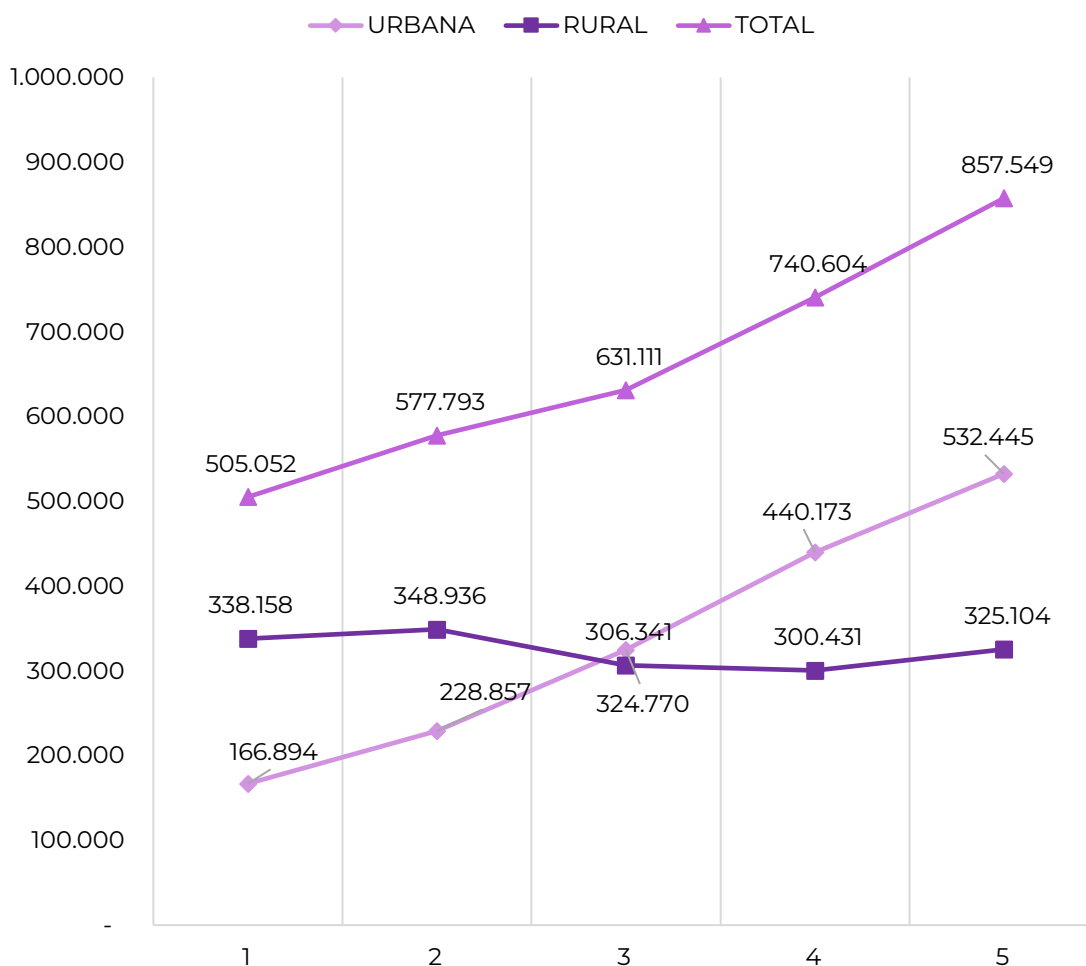
ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Novembro - 2021



3.5 Aspectos demográficos e socioeconômicos

Para a RH do Coreaú, dados do Censo Demográfico mostram um processo de urbanização semelhante ao de grandes centros em desenvolvimento, tendo em vista que além do crescimento populacional houve, também, com o passar dos anos, um aumento da parcela da população urbana, em relação à rural. Em 1970 representava cerca de 66,9% da população da Região, passando para 37,9% em 2010 (FIGURA 3.1).

FIGURA 3.1 - DADOS DE POPULAÇÃO RESIDENTE - CENSOS DE 1970-2010



Fonte: IBGE, 2019.

Na análise da evolução do PIB, os dados obtidos de 2018 (IPECE,2020), mostram que os municípios de Morrinhos, Chaval e Coreaú se encontravam entre os 10 com menores PIB *per capita* do Estado e Tianguá entre os 20 municípios com maior PIB *per capita*.

O Índice de Desenvolvimento Humano obtido a partir da média do IDH-Municipal (IDHM) divulgado pela ONU, através de seu Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) abrange três dimensões: longevidade, educação e renda.

Dentre os municípios da Região Hidrográfica, nove apresentam valores de IDHM inferior a 0,599 (Barroquinha, Chaval, Granja, Martinópole, Moraújo, Morrinhos, Santana do Acaraú, Uruoca e Viçosa do Ceará), representando um Baixo Desenvolvimento, um reflexo das componentes Educação e Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando no intervalo de 0,600 a 0,699, considerado Médio Desenvolvimento, a exceção de Sobral, que se configura como um município com alto IDHM.

A maioria dos municípios tem a maior participação de sua economia vinculada a atividade de Serviços (incluindo a atividade de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social - APU), isso é evidente para 149 municípios do Estado, e também para a Região Hidrográfica do Coreaú, onde se verificam os percentuais mais altos para 11, dos 15 municípios deste Setor. Além disso, na RH do Coreaú destaca-se a Indústria de Transformação, no qual as principais empresas se localizam nos municípios de Sobral, Tianguá, Camocim e Viçosa do Ceará.

Na área, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL de junho de 2021, estão localizados 02 Parques Eólicos em operação, com 61 aerogeradores, nos municípios de Acaraú (13) e Camocim (48), ambos com Usina Eolioelétrica já operando e uma solicitação de outorga em análise, no município de Viçosa do Ceará, além de 58 pedidos de outorga para implantação de Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas, em Martinópole (03), Granja (30), Camocim (23) e Tianguá (02), também na fase inicial do processo de outorga.

No que diz respeito à infraestrutura hídrica, água e esgoto, segundo dados dos prestadores que responderam o SNIS (2019), a parcela da população urbana efetivamente atendida por rede de abastecimento de água em relação à população urbana residente varia de 43,38% - Meruoca - a 100,00% - Granja e Sobral.

No âmbito do Programa Água para Todos, a área conta com sistema de abastecimento de água e com 10 Chafarizes instalados, o que beneficia 3.827 famílias da área rural, além disso encontra-se em execução projeto que beneficia mais 884 famílias (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020).

Um total de 18.444 cisternas foram construídas na área, especialmente pela ASA (11.299) e pela SDA (7.145), e 07 barragens subterrâneas, sendo 21 em Mucambo e 06 em Sobral. Além disso o Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR, possibilitou o acesso à água para 148 localidades, distribuídas em 23 municípios.

3.6 Segurança de Infraestrutura Hídrica

A gestão da segurança hídrica é fundamental para garantir de forma adequada e segura, a oferta de água na medida em que estão submetidas a riscos de naturezas diversas - riscos hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos, eletromecânicos, operacionais dentre outros- que demandam ações pautadas não apenas na gestão integrada dos recursos hídricos, mas, sobretudo, na gestão de riscos.

De acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens (2020), a COGERH é classificada como empreendedora de barragens e contabiliza 89 barragens sob sua responsabilidade, sendo uma delas o reservatório Gangorra, cujo potencial hídrico é subaproveitado, sendo destinado para abastecimento da cidade de Granja via SAAE e outras comunidades às suas margens, conforme relato obtido no grupo focal.

Em 2020, a COGERH realizou 248 inspeções em 156 barragens. Verificou-se que, em 2020, a RH do Coreaú registrou 238 anomalias entre pequena, média e grandes. Desse total, 146 (61,34%) foram classificadas como anomalias de grande magnitude.

A RH do Coreaú apresenta uma barragem classificada como prioridade de intervenção MÁXIMA -Trapiá III-, três como prioridade de intervenção MÉDIA – Angicos, Diamante e Diamantino II- e três com classificação de MÍNIMA prioridade: Gangorra, Itaúna e Martinópolis.

Ainda segundo a referida Lei, a classificação por **categoria de risco** em alto, médio ou baixo é feita a partir das características técnicas, do

estado de conservação da barragem, dos métodos construtivos, da idade e do atendimento ao Plano de Segurança de Barragem, podendo ser utilizado outros critérios definidos pelo órgão fiscalizador.

Em relação ao risco foi estimado os seguintes níveis: Barragem Angicos – Baixo; Diamante – Médio; Diamantino II – Médio; Gangorra – Baixo; Itaúna – Baixo; Martinópolis- Médio; Trapiá – Médio. O nível de risco permaneceu nessa classificação em 2019 e 2020.



Granja – Foto: Cogeh

Para a redução do risco, todo ano as Gerências Regionais realizam trabalhos de recuperação das anomalias possíveis de serem solucionadas de forma rápida, além de manter um Agente de Guarda e Inspeção Regular. Em casos de anomalias que as Regionais não têm condições de recuperar por conta própria, as obras de recuperação são efetuadas pela GESIN, seguindo a lista de priorização de intervenção de cada ano.

4. ASPECTOS INSTITUCIONAIS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS



38ª REUNIÃO ORDINÁRIA, AUDITÓRIO DO SINDICATO RURAL DE COREAÚ – Foto: Cogerh

O capítulo sintetiza três temas relacionados aos aspectos institucionais da gestão dos recursos hídricos, são eles: i) o modelo cearense de gestão e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH); ii) o estado da arte dos instrumentos de gestão; e, iii) o histórico e funcionamento do CBH.

4.1 Modelo cearense de gestão dos recursos hídricos e o PERH

O modelo cearense de gestão de recursos hídricos foi pioneiro no Brasil, implementado ainda no início da década de 1990, por meio da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, que estabeleceu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH). Desenvolvido antes da Política Nacional de Recursos Hídricos, o Ceará, ao lado de São Paulo, destacou-se na vanguarda do setor, adotando estratégias que enfatizam o caráter

público e finito da água, além da importância da gestão participativa e compartilhada.

Até então, a gestão hídrica no Ceará era predominantemente conduzida pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), com foco na construção de obras de infraestrutura para exploração agropecuária. Esse modelo, contudo, foi reformulado a partir dos anos 1970 e 1980, com iniciativas como a criação do Conselho de Recursos Hídricos (CONERH) e a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos, conhecido como Plano Zero, que marcou o início de uma abordagem mais integrada e estratégica, respondendo a crises de seca da época.

Com o governo de Tasso Jereissati, em 1987, houve avanços significativos, incluindo a criação da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e da Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA). A elaboração do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH), entre 1988 e 1991, consolidou a estruturação de políticas voltadas à gestão eficiente das águas, culminando na criação do SIGERH.

Um marco importante foi a fundação da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), em 1993, que implementou um modelo de gestão inovador e participativo. A COGERH tornou-se central na articulação entre governo, universidade e sociedade civil, promovendo a "alocação negociada de água", metodologia participativa aplicada inicialmente no Vale do Jaguaribe e replicada em outras regiões. Embora não seja formalmente reconhecida como instrumento de gestão, a alocação negociada obteve legitimidade

social pela eficácia na resolução de conflitos e pela integração de saberes técnicos e sociais.

O modelo cearense prioriza a gestão participativa, contando com a atuação de comitês de bacias hidrográficas, comissões gestoras e câmaras técnicas. Essa abordagem foi ampliada na última década, especialmente durante o período de seca iniciado em 2012, que motivou a criação do Comitê Integrado de Combate à Seca em 2015. Esse comitê, liderado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA), envolveu diversas instituições estaduais e municipais, além de organizações da sociedade civil, e resultou no Plano Estadual de Convivência com a Seca. O plano incluiu ações emergenciais e estruturantes, como perfuração de poços, instalação de dessalinizadores e construção de adutoras para garantir a segurança hídrica e alimentar da população.

O modelo cearense de gestão de recursos hídricos, baseado em uma abordagem integrada e participativa, tornou-se referência nacional, destacando-se pela capacidade de adaptação às mudanças e pela inclusão de atores sociais em processos decisórios. No entanto, continua sendo necessário seu aprimoramento constante para enfrentar desafios futuros, considerando as complexidades sociais, ambientais e hídricas das diferentes regiões do estado.

4.2 Instrumentos de Gestão das Águas

A Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 14.844 de 2010), em seu Artigo 5º, cita os instrumentos de gestão para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. São eles:

- A outorga do direito de uso de recursos hídricos e de execução de obras e/ou serviços de interferência hídrica;
- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Os planos de recursos hídricos;
- o Fundo Estadual de Recursos Hídricos;
- o Sistema de Informações de Recursos Hídricos;
- o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes;
- a fiscalização de recursos hídricos.

Dentre esses instrumentos de gestão, a outorga figura como alocação de água de longo prazo implantada no início dos anos 1990. Trata-se de um ato descritivo do estado - uma autorização de uso. Mas esse instrumento não goza de universalização, visto que nos territórios nem todos os usuários são outorgados. Ela é regulamentada pelo Decreto Estadual 33.559 de 29 de abril de 2020. O processo de emissão desse instrumento foi facilitado com a implementação da plataforma Outorga Online, que possibilitou realizar a solicitação por meio do site da COGERH.

Com relação aos usuários da Região Hidrográfica com outorgas vigentes, tem-se um total de 188 (maio de 2021) na região conforme descrito no capítulo 3. Contudo, o que se observou durante a realização do grupo focal - Oferta e Demanda – é que há uma defasagem entre as demandas outorgadas e a realidade da RH do Coreaú, ou seja, existe muitos usuários que não possuem a outorga.

Outro instrumento de gestão é a cobrança pelo uso da água bruta, que está implementada em todo o território cearense. Inclusive, o estado foi pioneiro na implementação deste instrumento, cuja definição de tarifa é feita a partir de estudos técnicos e a arrecadação é centralizada pela COGERH – modelo que difere do que tem sido implementado em outros entes da federação - para custear as despesas ou ações de gerenciamento. O modelo cearense aplica o princípio do subsídio cruzado para corrigir distorções entre valores arrecadados por região hidrográfica e gera receita própria que lhe garante autonomia em relação ao tesouro do estado para a execução das suas atividades.

A fiscalização dos recursos hídricos é regulamentada pelo Decreto 32.861 de 1º de novembro de 2018 e é atribuição do Órgão Gestor da PERH, ou seja, a SRH. Entretanto, a COGERH também atua na fiscalização, principalmente como suporte e intermediador entre os denunciante e a SRH. Em alguns momentos, a equipe da COGERH na região tem a necessidade de realizar a fiscalização, que ocorre com dificuldade, visto que não está entre suas atribuições e a companhia não pode ultrapassar seus limites institucionais, não havendo amparo legal para que ela realize plenamente o instrumento de gestão em questão.

Foi reforçado durante o Grupo Focal com a Gerência de Sobral que muitas demandas de fiscalização se relacionam ao meio ambiente ou mesmo na interface entre meio ambiente e recursos hídricos, o que pressupõe uma ação articulada com outras entidades, à exemplo da SEMACE e demais órgãos municipais.

Ressaltaram que o maior problema (na seara fiscalização) está na Vila de Jericoacoara, onde eles executam várias ações relacionadas à desvios de água e outras. Citou-se situações em que o usuário solicita outorga para uso doméstico quando na realidade seria para uso comercial. Portanto, a RH carece de campanhas de educação ambiental (para levar informações aos usuários e, conseqüentemente, ampliar a conscientização ambiental dos mesmos), mas também acrescer o quantitativo de profissionais responsáveis pela fiscalização.



Fiscalização de piscicultura em tanques escavados na bacia do Coreaú – Foto: Cogerh

O sistema de informações também se encontra implementado nessa região. Contudo, a maior parte das informações obtidas pelo CBH se dão através de pedidos feitos à Secretaria Executiva por meio de redes sociais e no momento das reuniões.

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos foi extinto por meio da Lei Estadual 16.852 de 20 de março de 2019 e em seu lugar passou a vigorar a Fonte Estadual de Recursos Hídricos, dotada de natureza orçamentária e financeira, estabelecida por meio da Resolução N° 09/2017 de 26 de dezembro de 2017 do CONERH.

Os planos de recursos hídricos, objeto dessa Síntese, a partir de 2021, passam a contemplar todas as regiões hidrográficas do Ceará, sendo que em alguns casos será feita uma atualização, como na RH do Coreaú.

A integração dos instrumentos de gestão constitui um grandioso desafio para o agente público e a sociedade civil. A adoção de um instrumento de forma isolada, sem conformidade com os demais, pode acarretar desvio quanto ao grande objetivo da política de águas: uso da água de maneira sustentável.

4.3 Histórico e funcionamento do CBH

A formação de Comitês de Bacias Hidrográfica (CBH) no Ceará teve início nos anos 1990 como instâncias de descentralização, mobilização, participação e promoção social com áreas de atuação locais. Um locus privilegiado onde as decisões devem ser discutidas e deliberadas de forma participativa, envolvendo os usuários de água, representantes da sociedade civil e representantes das três esferas do Poder Público.

Segundo o Decreto Estadual 32.470, de 22 de dezembro de 2017, os CBHs são entes regionais de gerenciamento de recursos hídricos. Eles possuem função consultiva e deliberativa, com área de atuação nas bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas que estejam sob sua jurisdição. Suas atribuições são:

- I. incentivo à deliberação sobre questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação com entidades interessadas;
- II. propor a elaboração e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;
- III. arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados. Caso os conflitos não sejam resolvidos nessa primeira instância, passam para a instância superior, ou seja, o CONERH. Em casos extremos, os conflitos podem ser encaminhados ao Ministério Público;
- IV. acompanhar a implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- V. construir comissões específicas e câmaras técnicas definindo, no ato de criação, sua composição, atribuições e duração;
- VI. constituir e homologar Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos.

A Gerência Regional da COGERH em Sobral foi instalada em fevereiro de 2001 e a partir de fevereiro de 2004 iniciou-se um trabalho de articulação e mobilização para formar o CBH Coreaú (PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ, 2010). Com esse intuito e a partir de reuniões com entidades governamentais e não governamentais da região, foi formada a Comissão Pró-formação do CBH Coreaú, formada então pelas seguintes representações:

Prefeitura de Viçosa do Ceará, Câmara de vereadores de Bela Cruz, Fundação de Saúde e Integração Social, Associação Uruoquense de Desenvolvimento e Solidariedade, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Secretaria da Ação Social/Coordenadoria de Defesa Civil (SAS/CEDEC), Associação dos Produtores de Angicos e Associação dos Produtores de Agricultura Orgânica do Sertão do Lambedouro (APOSEL). Nesse momento também foi formada uma comissão para elaborar o Regimento Interno do CBH Coreaú.

Nesse processo, entre os meses de maio e junho de 2005, foram realizados quatro (04) seminários regionais institucionais e, na sequência, onze (11) encontros regionais e municipais de recursos hídricos, ocorridos entre os meses de setembro e dezembro do mesmo ano. De acordo com documento encaminhado ao CONERH pela comissão Pró-formação do CBH Coreaú em março de 2006, os encontros regionais e municipais reuniram 228 entidades, sendo escolhidos 153 delegados, os quais participaram do Congresso de Constituição do CBH Coreaú, em 2006, culminado com a criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Coreaú, através do Decreto N° 28.233, de 04 de maio de 2006, tendo como Secretaria Executiva estabelecida na COGERH – Gerência Regional de Sobral.

Trata-se de um colegiado de caráter consultivo e deliberativo que segue a mesma lógica de representação dos demais CBH do estado. O CBH Coreaú é constituído por 30 instituições/membros assim distribuídos: 6 representantes do Poder Público Municipal, 6 representantes do Poder Público Estadual/Federal, 9 representantes dos Usuários, 9 representantes da Sociedade Civil, obedecendo a

seguinte composição regimental, conforme expresso no Decreto N°28.233//2006, constante no seu Regimento Interno, adequado ao Decreto N° 32.470, de 22 de dezembro de 2017.

Atualmente, embora a região hidrográfica seja composta por 26 municípios, 03 deles preferem participar das reuniões do CBH de Acaraú (Marco, Massapê e Sobral estão inseridos tanto na RH do Coreaú como na RH do Acaraú) e 01 deles prefere participar das reuniões do CBHSI (Ubajara está inserido tanto na RH do Coreaú como na RH da Serra da Ibiapaba – especialmente em razão da distância, segundo informações da Gerência de Sobral. Tem-se que apenas a representação do município de Camocim participa do CBH Coreaú desde a sua primeira formação em 04 de maio de 2006.

De acordo com as análises das atas, observou-se que o CBH Coreaú passou por três renovações, sendo que, por motivos de vacância de uma ou outra entidade, houve ao longo da trajetória do referido a inclusão/substituição de novos membros.



5. DEMANDA, OFERTA E BALANÇO HÍDRICO ATUAL



Açude Gangorra – Foto: Cogerh

O balanço hídrico da Região é ferramenta fundamental na gestão dos recursos hídricos, pois permite avaliar as disponibilidades hídricas e a distribuição da oferta e demanda nessa área. Com isso, é possível analisar a existência de escassez ou excesso de água em determinadas áreas e tomar decisões sobre a alocação de água.

5.1 Demanda Hídrica

O plano de recursos hídricos expõe as demandas hídricas das regiões hidrográficas sobre três vertentes: (iii) demandas oriundas do cadastro de outorga vigente; (ii) demandas calculadas pela ANA em seu Manual de Usos Consuntivos da Água; e, (iii) demanda calculada com base nos dados do Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2017), Mapeamento das áreas irrigadas da Funceme e Pesquisa Agropecuária Municipal (2019). O resumo dessas demandas para a Rh do Coreaú pode ser visualizado na TABELA 5.1 para diferentes usos.

TABELA 5.1 - COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DO COREAÚ EM L/S

Uso	Dados de Outorgas	Demanda Usos consuntivos - ANA	Demanda Instalada Vazão (L/s)	
			I*	II*
Abastecimento Humano	283,31	671,48	530,67	504,39
Industrial	3,15	62,65	-	
Irrigação	100,45	1.760,31	370,98	763,26
Dessedentação Animal	0,03	158,39	113,33	
Serviços e comércio	12,12	-	-	
Aquicultura	9,91	-	-	
Mineração	-	5,92	-	
Diluição de efluentes	17,88		-	
Demais Usos	3,28	-	-	
Total	430,13	2.658,75	1.014, 98	

*I – Demanda da Irrigação calculada com dados do Censo Agropecuária 2017.

*II – Demanda da Irrigação calculada com dados da FUNCEME (2020).

Na TABELA 5.1 percebe-se que os dados outorgados apresentam valores de demanda reprimidos para todos os usos quando comparados com os dados dos usos consuntivos da ANA e da demanda instalada. Tal fato indica que os dados outorgados não são, ainda, capazes de revelar a demanda real em virtude da sua não universalização.

A vazão total outorgada na região do Coreaú totaliza 430,13 L/s, destacando como principais usos o abastecimento humano e a irrigação que consomem respectivamente 65,87% e 23,35% desse total (TABELA 5.2). Essa vazão é registrada em 188 outorgas que possuem vigência em 2021 e que foram concedidas entre os anos de 2015 a 2021.

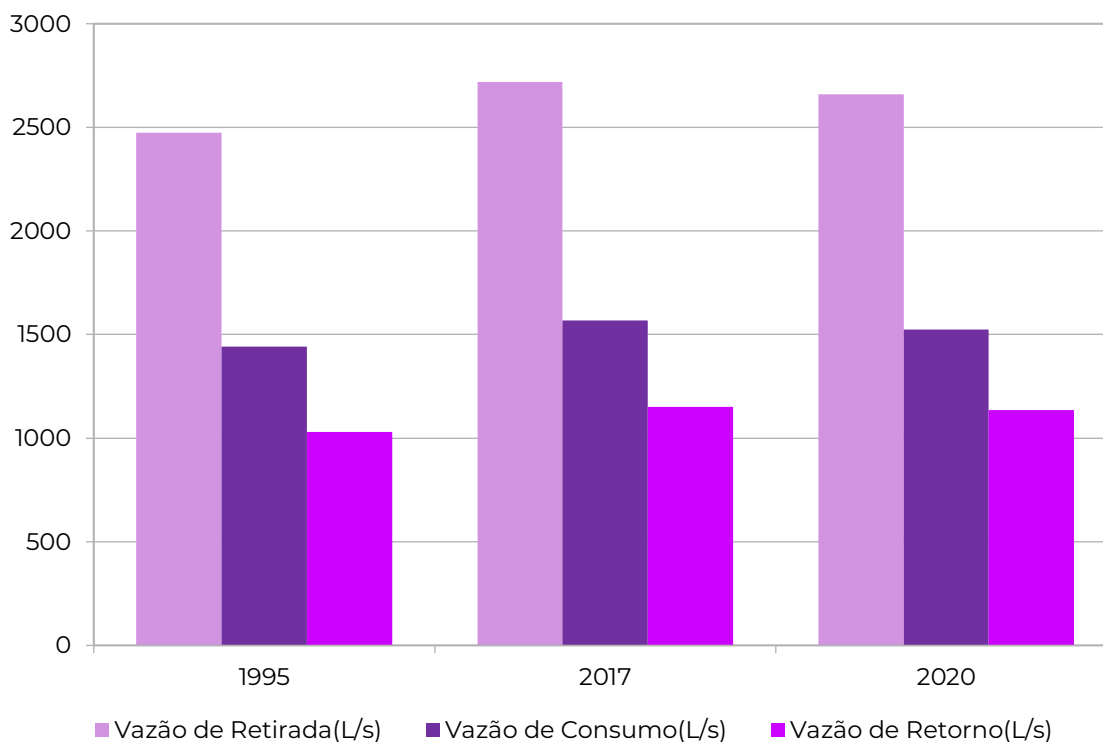
TABELA 5.2 - VAZÃO OUTORGADA VIGENTE (L/S) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ POR TIPO DE USO

Tipo de uso	Vazão Outorgada (l/s)
Abastecimento humano	283,31
Aquicultura	9,91
Demais usos	3,28
Dessedentação de animal	0,03
Diluição de efluentes	17,88
Industrial	3,15
Irrigação	100,45
Serviço e comercio	12,12
Total	430,13

Os dados da TABELA 5.2 apontam que os mananciais como as águas subterrâneas (43,07%) e rios ou riachos (25,18%) concentram as maiores vazões outorgadas na região. Os açudes monitorados que possuem usos outorgados são, majoritariamente, destinados para abastecimento humano, havendo apenas 1,5 L/s outorgados no açude Angicos para o setor de irrigação.

Tomando como referência os dados da ANA, a demanda para a RH do Coreaú em 2020 foi estimada em 2.658,75 L/s para vazão de retirada, 1.524L/s para a vazão de consumo efetivo e 1.135 L/s para a vazão de retorno aos corpos hídricos. A FIGURA 5.1 apresenta a evolução da demanda na região, considerando as vazões de retirada, consumo e retorno.

FIGURA 5.1 - EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DO COREAÚ



Observou-se nos dados da ANA, um crescimento do abastecimento urbano que passa de 275,35 L/s (1995) para 467,62 L/s (2020). O abastecimento rural totalizava em 1995 uma vazão de retirada equivalente a 180,51 L/s, que aumentou nos outros dois anos - 2017 e 2020 -, mas ao observar o ano de 2020 percebe-se que houve uma redução de 0,47 L/s. A mineração e o uso animal também aumentam suas vazões de retirada. Contudo, o aumento das vazões mais significativo ocorre na indústria, que eleva em 84% a vazão de retirada em 2020 em relação ao ano de 1995, saltando de 6,68 L/s para 62,65 L/s. As maiores vazões de retirada correspondem a irrigação ao se comparar com os outros usos, muito embora esta tenha reduzido sua vazão de retirada em 105,75 L/s em 2020 em relação ao ano de 1995.

Percebe-se que, dos municípios que compõem a referida região, Tianguá (89,78 L/s) e Camocim (89,55 L/s) apresentam as maiores demandas instaladas para abastecimento humano.

O turismo é uma das atividades econômicas que se destaca dentro do setor de serviço da RH do Coreaú e, por isso, impõe demandas de água sazonais para atender a população flutuante. Esta população se estabelece na região por um determinado período de tempo e não é contabilizada nos Censos Demográficos. Geralmente, ela ocupa os domicílios classificados como 'ocasionais' e "coletivos", o que torna difícil o conhecimento. A demanda sazonal da RH do Coreaú foi estimada em 26,28 L/s.

Para calcular a demanda instalada para a irrigação na RH do Coreaú foram utilizadas duas bases de dados: (i) Mapeamento da Funceme; e (ii) Censo Agropecuário 2017. Cabe destacar que o censo leva em consideração os estabelecimentos com 50 ou mais pés de uma determinada cultura impondo uma distinção nas bases de dados.

Considerando o mapeamento da Funceme, a RH do Coreaú possui 17.454,85 ha de área irrigada conforme o Relatório Técnico Áreas irrigadas em 2020 nas Regiões Hidrográficas do Coreaú, Acaraú, Curu e Litoral-CE. Desta forma, utilizando essa área total e o Kc médio equivalente a 0,7 e eficiência de 0,9, estima-se uma demanda hídrica para a irrigação de 763,26 L/s que é 7 vezes maior que a vazão outorgada vigente desse uso que equivale a 100,45 L/s.

Já segundo o Censo Agropecuário de 2017, tem-se um total 14.819 ha com irrigação e 48% da área instalada com lavouras temporárias. Além disso, tem-se que 58,29% da área irrigada está localizada no município do Acaraú. O segundo município com maior área irrigada na RH do Acaraú é Tianguá, com 1.690 ha. Assim, a irrigação possui demanda hídrica média de 370,98 L/s, com 78,07% requerido pela lavoura permanente e 21,93% pela lavoura temporária. Dentre os municípios, Tianguá e Ubajara apresentam as maiores demandas instaladas, 106,20 L/s e 73,18 L/s, respectivamente.

O cálculo da demanda instalada para dessedentação animal na Região Hidrográfica do Coreaú teve como referência a base dados da Pesquisa Pecuária Municipal de 2019 (IBGE) - número de cabeças por município por tipo de rebanho, bovinos, bubalinos, equinos, asininos e muares, caprinos e ovinos, suínos e galináceos - e informações contidas no

Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017) que tratam do consumo hídrico por cabeça/dia classificado por tipo de rebanho. Para este cálculo também foi considerado o percentual de área total que o município tem inserido na RH do Coreaú.

Os dados relativos à demanda total para dessedentação animal na RH do Coreaú, classificada por tipo de rebanho e por município, estão contidas na TABELA 5.3.

TABELA 5.3 - RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RH DO COREAÚ

Município	Bovino	Bubalino	Equino/Asinimos /Muares	Suíno	Caprino/Ovino	Galináceo	Total
Acaraú	0,46	0,00	0,05	0,10	0,15	0,03	0,79
Alcântaras	0,53	0,00	0,01	0,78	0,05	0,06	1,43
Barroquinha	1,13	0,00	0,06	1,42	0,32	0,08	3,00
Bela Cruz	2,54	0,00	0,22	0,65	1,05	0,14	4,61
Camocim	3,92	0,00	0,13	3,03	1,03	0,22	8,33
Chaval	0,93	0,00	0,07	0,90	0,35	0,02	2,27
Coreaú	6,92	0,00	0,17	1,50	1,55	0,14	10,27
Cruz	1,32	0,00	0,15	0,61	0,64	0,08	2,80
Frecheirinha	2,89	0,00	0,07	1,19	0,57	0,11	4,84
Granja	10,43	0,00	0,79	9,61	4,66	0,25	25,74
Ibiapina	0,26	0,00	0,01	0,23	0,03	0,02	0,55
Jijoca de Jericoacoara	0,65	0,00	0,07	0,62	0,43	0,07	1,84
Marco	2,06	0,00	0,08	0,37	0,42	0,12	3,06
Martinópole	0,74	0,00	0,03	0,33	0,09	0,09	1,27
Massapê	0,07	0,00	0,01	0,08	0,05	0,00	0,20
Meruoca	0,38	0,00	0,01	0,10	0,09	0,01	0,59
Moraújo	2,41	0,00	0,06	0,99	0,75	0,05	4,25
Morrinhos	0,21	0,00	0,01	0,02	0,04	0,00	0,29
Mucambo	1,62	0,00	0,05	2,35	0,52	0,36	4,90
Santana do Acaraú	0,17	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,21
Senador Sá	0,83	0,00	0,14	0,99	0,60	0,11	2,68
Sobral	1,43	0,01	0,04	0,13	0,54	0,02	2,17
Tianguá	2,53	0,01	0,11	0,88	0,39	1,20	5,12
Ubajara	0,79	0,00	0,03	0,81	0,43	0,03	2,09
Uruoca	2,89	0,00	0,04	3,29	0,61	0,50	7,34
Viçosa do Ceará	4,17	0,02	0,23	6,59	1,38	0,33	12,72
Total	52,29	0,04	2,61	37,57	16,78	4,04	113,33

Estimou-se a demanda instalada equivalente a 113,33 L/s, sendo 46,14% para dessedentação de bovinos. Os municípios de Granja e Coreaú apresentam maior demanda para esta classe de uso, com 10,43L/s e 6,92 L/s respectivamente. Mas ao observar a demanda total para todos os rebanhos da região, sobressaem Granja com 25,74 L/s e Viçosa do Ceará com 12,72 L/s. Os menores volumes demandados de água para dessedentação na região advém dos municípios de Massapê (0,20 L/s), Santana do Acaraú (0,21 L/s) e Morrinho (0,29 L/s).

5.2 Oferta hídrica

O diagnóstico da oferta hídrica é realizado considerando as águas superficiais e subterrâneas quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos.

5.2.1 Oferta hídrica superficial

A avaliação da oferta hídrica superficial é realizada por meio das vazões afluentes e dos indicadores hidrológicos (precipitação média e escoamento superficial). Esses dados foram estimados no âmbito do Projeto de Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos (PROJETO ALOCAR, 2021).

As características das vazões afluentes aos 10 reservatórios da RH do Coreaú são apresentadas na TABELA 5.4 para uma garantia de 90%. Observa-se na TABELA 5.4 que o Itaúna possui uma vazão afluente de 127,24 hm³/ano sendo o maior valor para a Região. Desse total, 52,22 % é vertido, 18,21 % é evaporado e 29,57 % é regularizado.

A FIGURA 5.2 apresenta um diagrama unifilar dos reservatórios monitorados da RH do Coreaú.

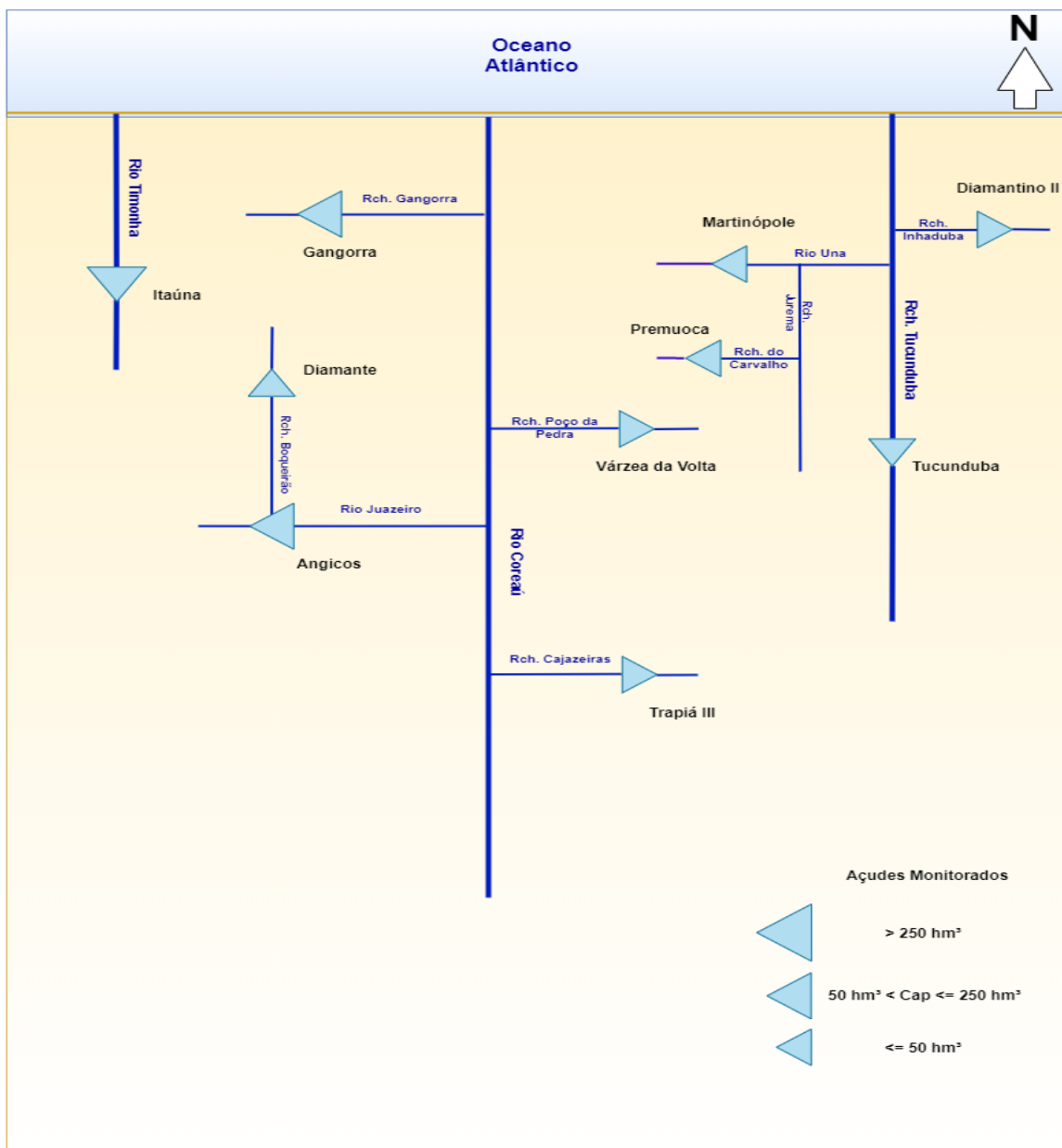
TABELA 5.4 - CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES AFLUENTES AOS RESERVATÓRIOS DA RH DO COREAÚ PARA UMA GARANTIA DE 90%.

Reservatório	Área da Bacia (Km ²)	Área não controlada	Vazões Afluentes médias		Coeficiente de Variação (CV)	Vazão afluente específica (m ³ /s/ Km ²)	Vazão afluente específica (l/ s-1 Km ²)	Regularizado	Vertimento	Evaporado
			hm ³ /ano	m ³ /s						
Angicos	289,95	257,63	43,35	1,37	1,18	0,42	424,19	28,27%	43,68%	28,05%
Diamante	32,32	32,32	4,69	0,15	1,04	0,06	57,35	35,71%	11,85%	52,44%
Diamantino II	102,65	102,65		0,00		0,00				
Gangorra	107,98	107,98	15,62	0,50	1,11	0,19	194,08	36,05%	9,77%	54,18%
Itaúna	769,58	769,58	127,24	4,03	1,06	1,29	1.293,32	29,57%	52,22%	18,21%
Martinópolis	149,18	149,18	18,23	0,58	1,11	0,14	140,47	22,44%	35,60%	41,96%
Premuoca	26,04	26,04	4,92	0,16	1,10	0,04	35,58	20,83%	47,98%	31,19%
Trapiá III	25,59	25,59	4,53	0,14	1,11	0,04	39,63	25,23%	44,37%	30,40%
Tucunduba	298,13	298,13	61,05	1,94	1,03	0,60	604,99	28,81%	50,85%	20,35%
Várzea da Volta	160,61	160,61	29,41	0,93	1,15	0,14	138,09	13,56%	67,48%	18,96%

*Área da bacia – área total de drenagem do reservatório (controlada e não controlada); Regularizado – percentual da vazão afluente ao reservatório que foi convertida em regularização; Vertimento - percentual da vazão afluente ao reservatório que é oriundo dos reservatórios de montante; Evaporado – percentual da vazão afluente ao reservatório que foi evaporado.

Fonte: Projeto Alocar (2021).

FIGURA 5.2 - DIAGRAMA UNIFILAR DOS RESERVATÓRIOS MONITORADOS DA RH DO COREAÚ



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 a 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 0,3m da superfície da água. Em geral, essas análises são realizadas em campanhas trimestrais nos açudes geridos pela COGERH.

Devido ao grande número de parâmetros é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice são utilizados dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na TABELA 5.5.

TABELA 5.5 - ESTADOS DE TROFIA

Estado de Trofia	Descrição
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	Indica produtividade alta, apresentando baixa transparência e sendo, em geral, afetados por atividade antrópicas.
Hipereutrófico	Indica produtividade muito alta, as águas são significativamente afetadas pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, podendo ocorrer florações tóxicas e mortandade de peixes e comprometendo fortemente seus usos.

As análises de qualidade utilizadas foram registradas no período de 2008 a 2019. Observa-se que neste período ocorreram 388 medições na Região Hidrográfica do Coreaú sendo estas distribuídas por todos os reservatórios. Os reservatórios com o maior número de monitoramentos

foram: Várzea da Volta (17 %), Itaúna (11 %), Angicos (11%), Gangorra (10%), Martinópolis (10%) e Trapiá III (10%). O Reservatório com menor número de medições é o Diamantino II, totalizando 4%. Na maioria das medições foi registrado o estado mesotrófico e apenas os açudes Diamante e Diamantino II não atingiram o estado hipereutrófico (TABELA 5.6).

TABELA 5.6 - FREQUÊNCIA DOS ESTADOS DE TROFIA

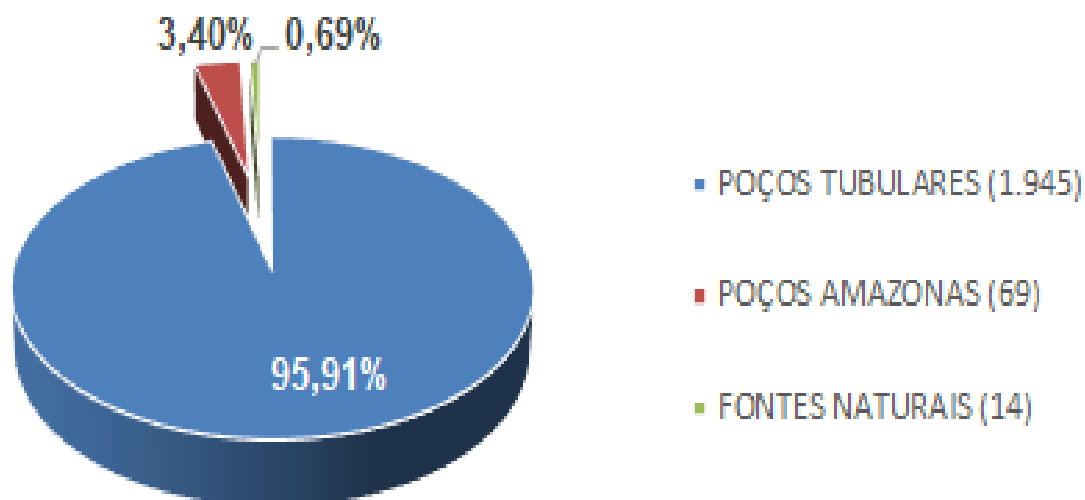
Reservatórios	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico	Número de medições
Angicos	14	8	16	5	43
Diamante	8	22	10	0	40
Diamantino II	2	7	8	0	17
Gangorra	6	10	21	3	40
Itaúna	12	12	15	2	41
Martinópolis	10	20	5	5	40
Premuoca	1	6	16	6	29
Trapiá III	4	4	26	6	40
Tucunduba	1	21	6	3	31
Várzea da Volta	4	27	28	8	67

5.2.2 Oferta hídrica subterrânea

O relatório sobre Oferta de Água Subterrânea na Bacia do Coreaú (FUNCEME, 2020) afirma que o ano de 1979 é um marco importante para obras de captação de água subterrânea, sobretudo as referentes a construção de poço tubulares, tendo em vista três fatores: (1) a criação do Departamento de Poços da Superintendência de Obras do Estado do Ceará (SOEC); (2) aquisição de 10 perfuratrizes roto-pneumáticas e (3) um quadro de 12 Geólogos a partir de 1981, fato que permitiu um incremento superior a 20 vezes da capacidade de construção de poços.

O resultado da sistematização dos dados das captações de águas subterrâneas da CPRM (SIAGAS) e dos cadastros de poços da FUNCEME, SOHIDRA, COGERH, e SDA, até 2020, apontam a existência de 2.030 captações d'água, distribuídas de acordo com a FIGURA 5.3.

FIGURA 5.3 - TIPOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, CADASTRADAS NA RH DO COREAÚ



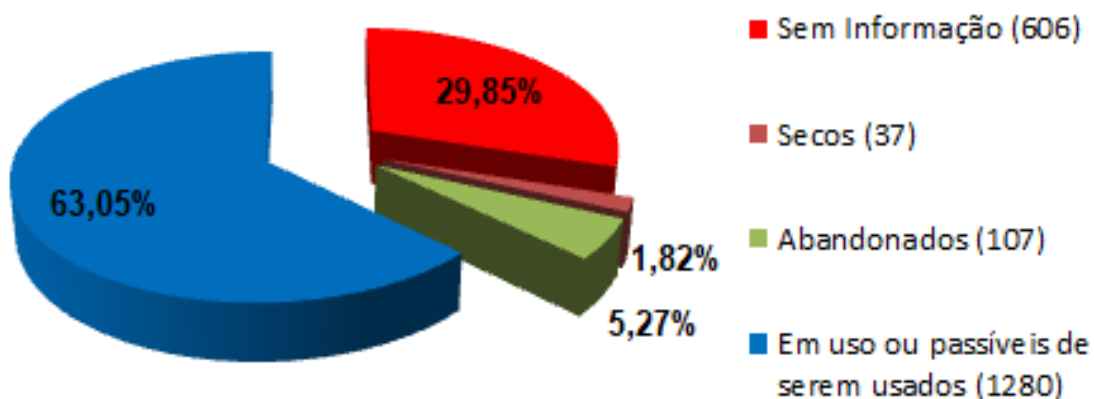
Fonte: FUNCEME, 2021.

Camocim, Tianguá, Coreaú e Jijoca de Jericoacoara apresentam as maiores quantidades de captações, 11,93%, 11,59%, 9,07% e 9,02%, respectivamente. Os municípios com percentuais mais baixo são Morrinhos (0,5%), Ibiapina (0,10%) e Santana do Acaraú (0,10%). Sobre as baixas captações por município, o relatório alerta que decorrem da pequena porção de seu território inserida na RH do Coreaú.

Totalizando 2.030 captações na RH do Coreaú, estas captam água dos seguintes aquíferos: porosos (49,11%), aluviais (3,79%), cársticos (4,33%) e fissurais (42,76%).

Em termos da situação de uso dos poços, as informações contidas nos cadastros e as que foram obtidas através de observações logísticas possibilitaram a seguinte classificação: Sem informações (29,85%); Secos (1,82%); Abandonados (5,27%) e em uso ou passíveis de uso (63,05%) ver FIGURA 5.4.

FIGURA 5.4 - SITUAÇÃO DAS CAPTAÇÕES CADASTRADAS



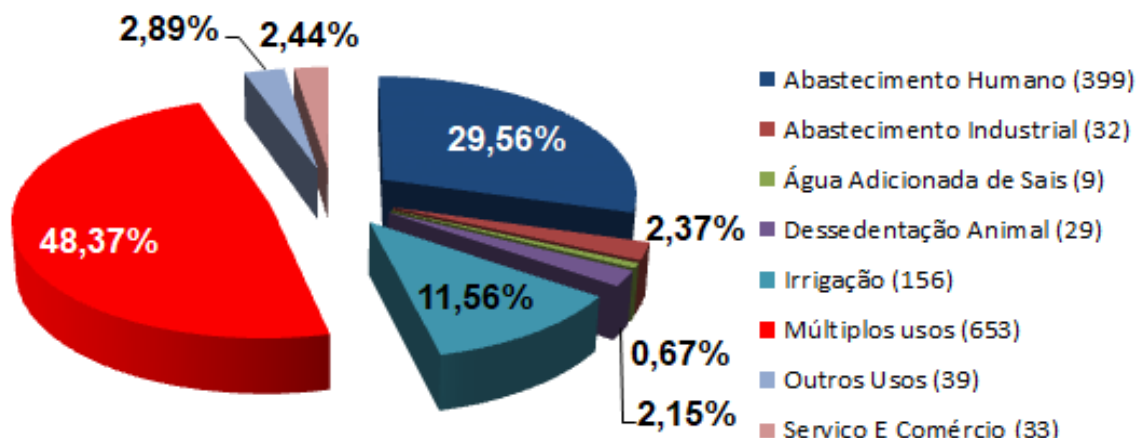
Fonte: FUNCEME, 2021

Em relação ao domínio das 2.030 captações, 1.998 (98,42%) têm essa informação, sendo 1.262 (63,16%) públicas e 736 (36,84%) privadas. Em relação às captações em uso ou passíveis de uso, 1.264 têm essa informação, sendo 649 (51,34%) públicas e 615 (48,66%) privadas.

As classes de uso das águas subterrâneas podem ser observadas na FIGURA 5.5. Destaca-se os múltiplos usos (39,46%), irrigação (26,51%), agricultura (15,56%) e abastecimento humano (15,18%).

Quanto à oferta das águas subterrâneas na Região Hidrográfica do Coreaú, a disponibilidade efetiva calculada a partir dos dados de vazão das captações em uso ou passíveis de uso totaliza 15,88 milhões de m³/ano para bombeamento de 8 horas/dia (TABELA 5.7), capaz de beneficiar, aproximadamente, 57.900 famílias de 5 pessoas com um consumo de 0,75 m³/dia.

FIGURA 5.5 - DISTRIBUIÇÃO POR CLASSE DE USO DAS CAPTAÇÕES CADASTRADAS



Fonte: FUNCEME, 2021

TABELA 5.7 - CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE EFETIVA INSTALADA

Aquíferos	Q _m	P	T	D _e (m ³ /ano)
Porosos	7,50	484	2920	10.599.600,00
Cársticos	7,58	40	2920	885.344,00
Aluviais	6,56	51	2920	976.915,20
Fissurais	3,42	341	2920	3.405.362,40
TOTAL				15.867.221,60

Q_m=Vazão média (m³/h); P = N^o de captações (com dados de vazão); T = Período de operação (2.920 horas por ano) e D_e = Disponibilidade efetiva (m³/ano)

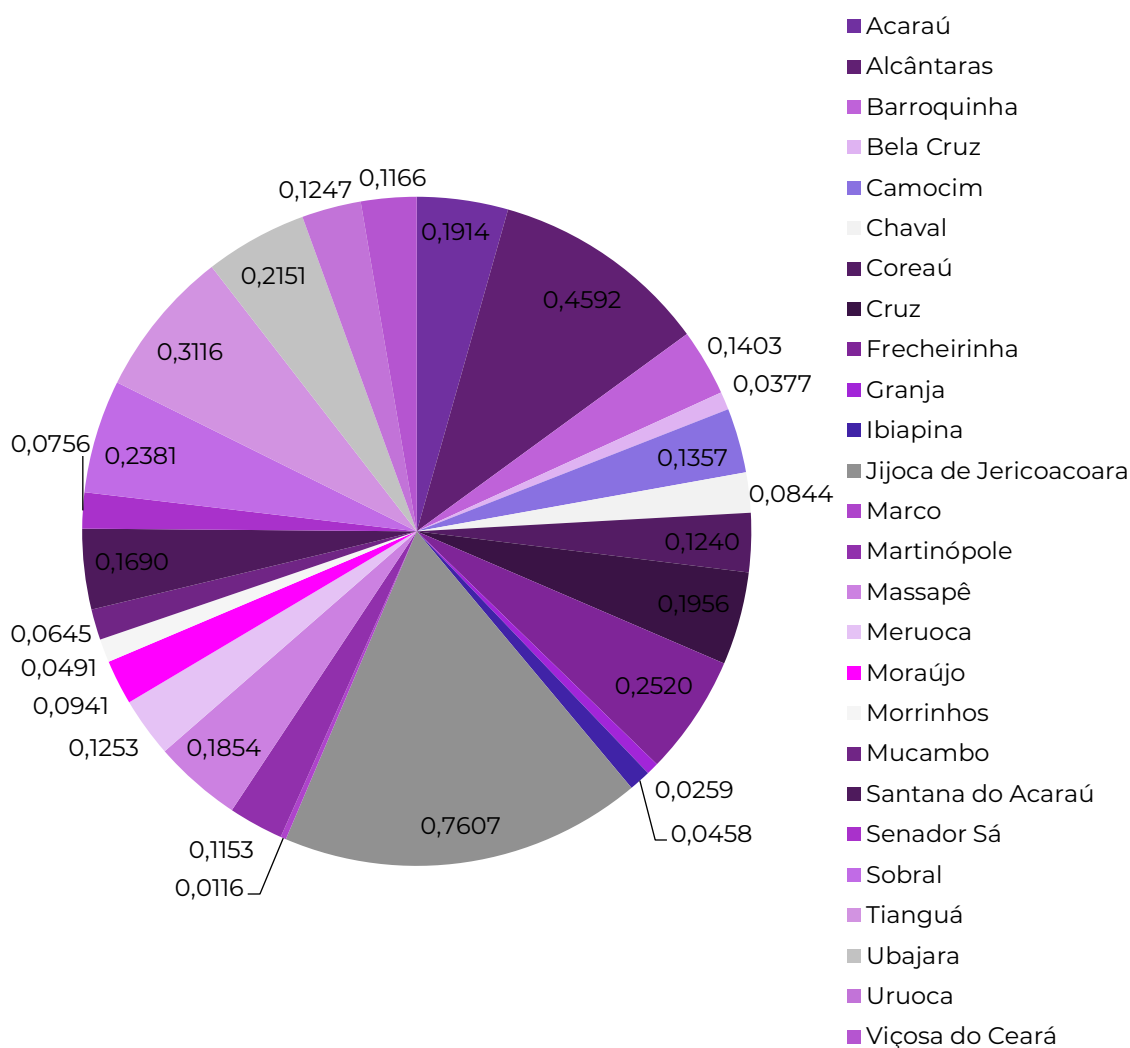
Fonte: FUNCEME, 2021

O relatório, citado anteriormente, também trata da densidade das captações dos municípios apresentada, representado pelo número de captações em uso ou passíveis de uso existentes em cada território inserido na RH do Coreaú, dividido por suas áreas em Km². Dos municípios que integram a região, o documento apontou como destaque o município de Jijoca de Jericoacoara com a densidade de 0,761 captações por Km² (FIGURA 5.6).

Para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas foram utilizados os dados disponíveis no documento oferta de água subterrânea na bacia do Coreaú - FUNCEME-2021 - Relatório interno.

A classificação quanto à qualidade tomou como referência o uso do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (STD), utilizando a classificação disponível no “Manual de Dessalinização da Água” (Silveira et al, 2015), apresentada na TABELA 5.8.

FIGURA 5.6 - DENSIDADE DE CAPTAÇÕES POR MUNICÍPIO



Fonte: FUNCEME, 2021

TABELA 5.8 - CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA

Concentração STD (mg/L)	Quantidade de poços	Classificação
<1000	24	Águas doces
1000-5000	17	Águas Ligeiramente Salobras
5001-15000	0	Águas Moderadamente Salobras
15001-35000	0	Águas Fortemente Salobras
>35000	0	Águas Marinhas

Fonte: Silveira et al, 2015

A Portaria PCR 5 do Ministério da Saúde de 28/09/1917, estabelece que a água com valores de STD até 1.000 mg/L é considerada potável.

Analisando os dados das captações em uso ou passíveis de uso (1.280) observa-se que apenas 640 (50,00%) tinham dados de TDS e 64,22% destas produzem água potável e 35,78% água imprópria para o consumo humano.

O relatório da Funceme (2021) indicou nos aquíferos porosos a existência de 229 (35,78%) captações. Destas 62,01% (142) produzem água potável, com valor médio de 419,41 mg/L enquanto que em 37,99% (87) há água imprópria para o consumo humano.

Enquanto nos aquíferos cársticos há uma menor quantidade de captações que totalizam 38 (5,94%), sendo 60,53% (23) com produção de água potável -, com valor médio de 524,45 mg/L - e 39,47% (15) apresentam água imprópria para o consumo humano.

Quanto aos aquíferos aluviais, o estudo indicou a existência de 60 (9,38%) captações. Deste total, 91,67% (55) produzem água potável, com valor médio de 344,17 mg/L e apenas 8,33% (5) apresentam água imprópria para o consumo humano.



5.3 Balanço Hídrico



Açude Diamantino II – Foto: Cogeh

O balanço hídrico permite avaliar o superávit ou déficit de disponibilidade hídrica que é representada pela vazão regularizada com garantia de 90% acrescida da oferta hídrica subterrânea. Na Região Hidrográfica do Coreaú verifica-se a vazão regularizada total de 2.958 L/s proveniente dos reservatórios (TABELA 5.9) e 503 L/s oriundos das águas subterâneas (TABELA 5.10). O que resulta em uma oferta total de 3.461 L/s.

Aponta-se que a demanda outorgada vigente na RH do Coreaú, considerando as três fontes de dados apresentadas, é da ordem de 430 L/s segundo as Outorgas, de 2658 L/s segundo os Usos Consuntivos da

ANA e de 1.014,98 L/s segundo a Demanda Instalada. Considerando o valor de oferta total de 3.461 L/s, tem-se um superávit da ordem de 3031; 802 e 2446 L/s respectivamente para cada uma das bases de demanda (TABELA 5.11). Conclui-se que a quantidade outorgada vigente está dentro do limite da vazão regularizada com 90% de garantia.

TABELA 5.9 - VAZÃO REGULARIZADA COM GARANTIA DE 90%

Reservatório	Vazão Regularizada (L/s)
Angicos	424,19
Diamante	57,35
Diamantino II	30,62
Gangorra	194,08
Itaúna	1293,32
Martinópolis	140,47
Premuoca	35,58
Trapiá III	39,63
Tucunduba	604,99
Várzea da Volta	138,09
Total	2958,31

TABELA 5.10 - DISPONIBILIDADE EFETIVA DOS AQUÍFEROS SUBTERRÂNEOS

Aquífero	Disponibilidade efetiva (L/s)
Porosos	335,881
Cársticos	28,055
Aluviais	30,957
Fissurais	107,909
Total	502,802

TABELA 5.11 - BALANÇO HÍDRICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

	Outorgas	Usos Consuntivos ANA	Demanda Instalada
Demanda Total	430,13	2658,75	1014,98
Oferta Total	3461,11	3461,11	3461,11
Balanço	3030,98	802,36	2446,13

6. DEMANDA, OFERTA E BALANÇO HÍDRICO FUTURO

O prognóstico da demanda, oferta e balanço hídrico baseia-se na construção de três cenários prospectivos:

- Cenário I – tem-se o prolongamento das tendências atuais no intuito de conduzir a região para um futuro verosímil;
- Cenário II – explicita a ruptura das trajetórias das variáveis-chave do sistema de recursos hídricos;
- Cenário III – aponta a imagem desejada do futuro.

Para Moritz et. al. (2008), a análise de cenários se caracteriza como o estudo criativo ou imaginativo sobre o futuro com abordagem e metodologia próprias. Nesse contexto, podemos dizer que os cenários são pequenas histórias sobre as transformações do macroambiente da RH do Coreaú.

Os cenários foram elaborados por meio de oficinas que ocorreram de forma virtual, via plataforma Microsoft Teams, por conta das medidas sanitárias vigentes devido à pandemia de Covid-19. Foram realizadas três oficinas, são elas:

1ª Oficina – Definição das variáveis-chave e parâmetros do sistema de recursos hídricos do Ceará;

2ª Oficina – Definição das hipóteses de evolução dos parâmetros e relações de causa e efeito dessas hipóteses;

3ª Oficina – Sementes de Futuro (tendências e incertezas) da RH do Coreaú.

Na **primeira oficina** realizadas com a equipe da UFC/FUNCAP e com o grupo de trabalho da COGERH foram definidas as variáveis-chave do sistema de recursos hídricos do Ceará, tendo como alicerce o Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará (CEARÁ, 2018). Essas variáveis foram distribuídas em cinco eixos temáticos: demanda, oferta, meio ambiente, gerenciamento das águas e político-institucional. Para cada variável identificada foi estabelecido um conjunto de parâmetros (Quadro 6.1).

Essas variáveis-chaves serviram de diretriz para a definição das que foram consideradas para a RH do Coreaú e que estão relatadas no item história dos cenários.

Na **segunda oficina**, também realizada com o grupo de trabalho da COGERH e a equipe da UFC/FUNCAP, foram definidas as hipóteses de evolução dos parâmetros e criados os futuros possíveis que, embora plausíveis, são significativamente diferentes. Essas hipóteses apresentadas no Quadro 6.1 foram pensadas para o Sistema de Recursos Hídricos e essa mesma sistemática foi adaptada para RH do Coreaú conforme as histórias dos atores colhidas em entrevistas semiestruturadas e na terceira oficina.

A **terceira oficina**, denominada de **Sementes de Futuro**, foi realizada dia 10 de março de 2022 e contou com a participação de 28 pessoas, entre técnicos da COGERH, membros da UFC/FUNCAP, representantes de instituições e atores-chave no gerenciamento dos recursos hídricos da RH do Coreaú (não necessariamente membros do CBH).

QUADRO 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE, PARÂMETROS E HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
Demanda	Abastecimento humano	População	Aumento da taxa média de crescimento	Redução da taxa média de crescimento	Mantém a taxa média de crescimento	-
		Consumo per capita	Aumento	Redução	Mantém	-
		Perdas na rede de distribuição	Aumento do IPD	Redução do IPD	Mantém o IPD	-
	Indústria	Eficiência do uso da água na indústria	Melhora	Piora	Mantém	-
		Número de indústrias	Aumento	Redução	Mantém	-
	Agropecuária	Eficiência do uso da água na irrigação	Melhora	Piora	Mantém	-
		Área irrigada	Aumento	Redução	Mantém	-
		Criação de rebanho	Aumento	Redução	Mantém	-
	Serviços	Turismo e Lazer	Expansão		Mantém	-
		Geração de energia	Expansão	Expansão	Expansão	-
Aqüicultura	Área	Aumento	Redução	Mantém	-	
	Consumo	Aumento	Redução	Mantém	-	
Oferta	Água superficial	Reservatórios planejados	Implementados 1 reservatórios	Não há implementação	Implementado 1 reservatório	-
		Lagoas	Maior uso para o abastecimento	Menor uso para o abastecimento	Não se aplica	-
	Eixo de transferência	Nível de implementação do Malha D'Água	Implementação de 02 SA	Implementação de 01 SA	Implementação de 01 SA	Não há implementação
		Aduadoras isoladas	Aumento	Redução	Mantém	-
		Canais	Aumento	Redução	Mantém	-
	Diversificação da matriz hídrica	Reuso	Maior utilização	-	Mantém	-
		Dessalinização	Implementação de usina	Não há implementação de usina	-	-
		Aproveitamento água chuva	Mantém	Reduz	Maior utilização	-
Água subterrânea	Poços	Maior uso para o abastecimento	Menor uso para o abastecimento	Mantém	-	

QUADRO 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE, PARÂMETROS E HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS (CONTINUAÇÃO)

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
Meio Ambiente	Qualidade da água	Rede coletora de esgoto	Aumento da taxa de esgotamento sanitário	-	Mantém a taxa atual de esgotamento sanitário	-
		Número de ligações da rede	Mantém	Mantém	Maior	-
		Existência de ETE's	Existe a montante dos reservatórios	Existe a montante de alguns reservatórios	Não existe	-
		Aterro sanitário (Consórcios de resíduos sólidos)	Existe	Não existe	-	-
		Uso de agroquímicos/salinização	Aumenta	Reduz	Mantém	-
		Manejo da aquicultura (tanque-rede)	Melhora	Piora	Mantém	-
		Áreas de Preservação Permanente (APP's)	Maior número	-	Mantém	-
		Revitalização de áreas degradadas	Expansão das áreas revitalizadas	-	Mantém	-
	Programas de educação ambiental	Existe	Não existe	-	-	
	Mudança climática	Eventos extremos de seca	Aumento da duração e severidade média das secas	-	Mantém a duração e severidade média das secas	-
Eventos extremos de cheia		Aumento de cheias	Redução das cheias	Mantém a média histórica de cheia	Não há eventos de cheia	
Gerenciamento das águas	Monitoramento qualitativo de águas superficiais e subterrâneas	Número de medição de pontos	Aumento	Redução	Mantém	-
		Variáveis de medição	Ampliação	-	Mantém	-
	Regulação de uso de águas superficiais e subterrâneas	Outorga	Universalização	Ampliação	Mantém	-

QUADRO 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE, PARÂMETROS E HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS (CONTINUAÇÃO)

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
Gerenciamento das águas	Regulação de uso de águas superficiais e subterrâneas	Fiscalização	Ampliação	-	Mantém	-
		Cadastro de usuários	Aumento do número de usuários cadastrados	-	Mantém o número de usuários cadastrados	-
		Quantidade de usuários cobrados	Aumento	-	Mantém	-
	Cobrança	Volume faturado	Aumento	-	Mantém	-
		Política tarifária	Melhora a estrutura existente	-	Mantém a estrutura existente	-
		Plano de Segurança de Barragem	Existe	Existe	Existe	-
	Segurança de barragens	Monitoramento (Inspeção e instrumentação)	Aumento	Mantém	Mantém	-
		Manutenção preventiva	Aumento	-	Mantém	-
		Manutenção corretivas	Aumento	Redução	Mantém	-
	Alocação negociada	Regulação	Ampliação	-	Mantém	-
		Aprimoramento	Existe	-	Inexistente	-
		Participação pública	Maior	Menor	Mantém	-
		Normatização dos acordos	Total	Parcial	Inexistente	-
		Conflitos pelo uso	Aumento	Redução	Mantém	-
		Universalização	Atingiu	Não atingiu	-	-
Político-institucional	Conjuntura política	Investimentos públicos	Aumento	Redução	Mantém	-
		Investimentos privados	Aumento	Redução	Mantém	-
		Investimentos público-privados	Aumento	Redução	Mantém	-
		Cooperações institucionais	Aumento	Redução	Mantém	-
		Transparência	Maior	Menor	Mantém	-
		Participação social	Maior	Menor	Mantém	-
		Arcabouço jurídico-normativo	Novas regulamentações	-	Aplicação das regulamentações existentes	-
	Comunicação	Ampliação dos canais de comunicação	-	Mantém os canais de comunicação	-	
	Capacidade institucional	Sustentabilidade institucional	Maior	-	Mantém	-

Ao identificar as variáveis-chave, foram criados os futuros possíveis que, embora plausíveis, são significativamente diferentes. Com isso, foram desenvolvidas histórias que descrevem como a transição do presente para esse estado final (ano 2050) pode se desenrolar ao longo do tempo (Ver o Prognóstico do Plano da Região Hidrográfica do Sertões de Crateús).

Com base nessas histórias, a estimativa da demanda e oferta hídrica futura baseia-se nas variáveis e situações apresentadas na TABELA 6.1.

TABELA 6.1 - VARIÁVEIS-CHAVE UTILIZADAS NO BALANÇO HÍDRICO FUTURO

Variáveis	Cenário I	Cenário II	Cenário III
População	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento da taxa média de crescimento
Consumo per capita	Mantém a situação de partida	Aumento da situação de partida	Redução em relação a situação de partida
Perdas na rede de distribuição	Redução do IPD	Mantém do IPD	Redução do IPD
Eficiência do uso da água na irrigação	Melhora a situação de partida	Mantém a situação de partida	Melhora a situação de partida
Área irrigada	Aumento da situação de partida	Redução da situação de partida	Aumento da situação de partida
Criação de rebanho	Mantém a situação de partida	Redução da situação de partida	Mantém a situação de partida
Reservatórios planejados	Implementados os reservatórios Canto das Pedras e Fricherinha	Implementado o reservatório Frecheirinha	Implementados os reservatórios Canto das Pedras e Freicherinha

6.1 Demanda hídrica futura

A demanda humana futura foi obtida pelo produto da população projetada pelo consumo per capita. Para os três cenários, a taxa média de crescimento da população da RH do Coreaú em 30 anos é igual a 1,49% (ver Tabela 6). Foi adotado o consumo per capita apresentado na seção 3.1.2 para o primeiro cenário, e para os cenários II e III foi hipotetizado, ao final dos 30 anos, um aumento/redução de 10% de



consumo per capita para a população urbana acima de 5.000 habitantes, aumento para o Cenário II e redução para o cenário III. Este aumento/redução depende da aplicação de medidas que modifiquem o comportamento do consumidor conforme detalhado no capítulo anterior. Dessa forma, preconizou-se que este aumento/redução começa a ocorrer após o ano de 2025.



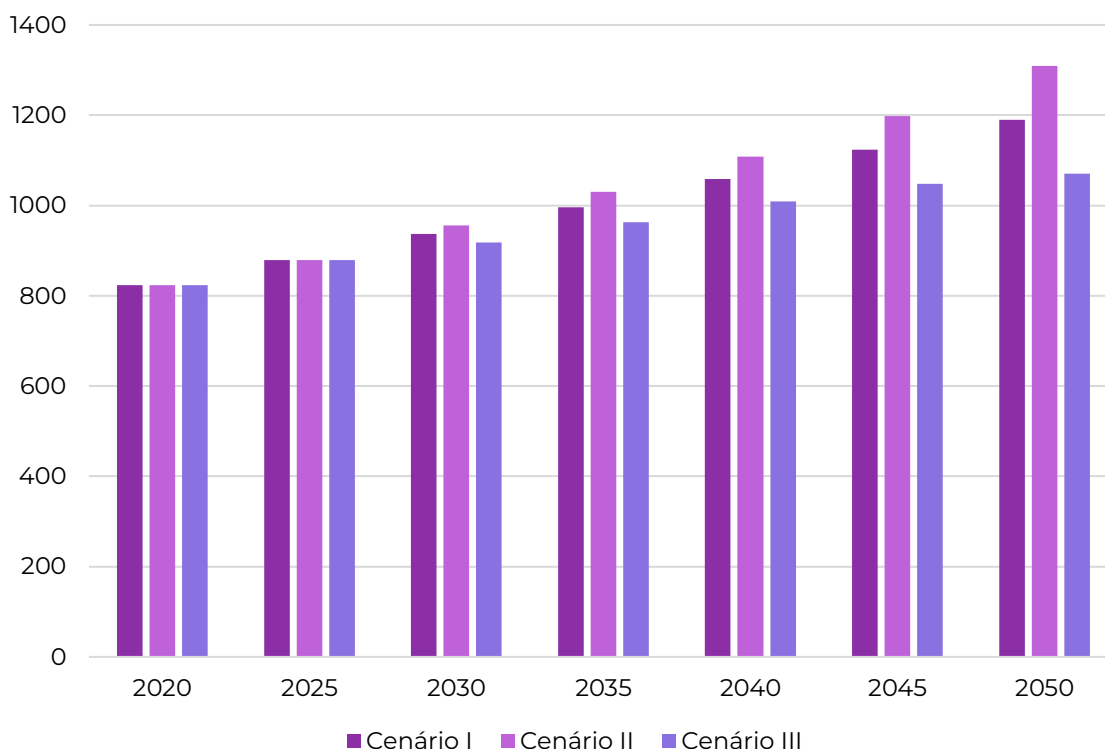
Itaúna – Foto: Cogeh

A demanda residente foi estimada em 1.138,28 L/s (Cenário I), 1.252,11L/s (Cenário II) e 1.024,45 L/s (Cenário III). O município de Tianguá expõe a maior demanda em todos os cenários em virtude do tamanho da população residente.

A demanda sazonal foi projetada em 51,68 L/s (Cenário I), 56,84 L/s (Cenário II) e 46,51 L/s (Cenário III). Estes valores representam um crescimento de mais de 75% em relação à situação de partida (26,28 L/s).

Estimou-se um valor de demanda total de abastecimento humano de 1.189,96 L/s para o cenário I; 1.308,95 L/s para o cenário II e 1.070,96 L/s para o cenário III na RH do Coreaú em 2050. A Demanda humana futura para os municípios da RH do Coreaú nos cenários I, II e III pode ser observada na Figura 6.1. A diferença percentual entre a demanda de abastecimento total de 2020 e 2050 é apresentada por meio de um gráfico radar na Figura 6.2 para os 3 cenários considerados.

FIGURA 6.1 - DEMANDA HUMANA FUTURA DA RH DO COREAÚ



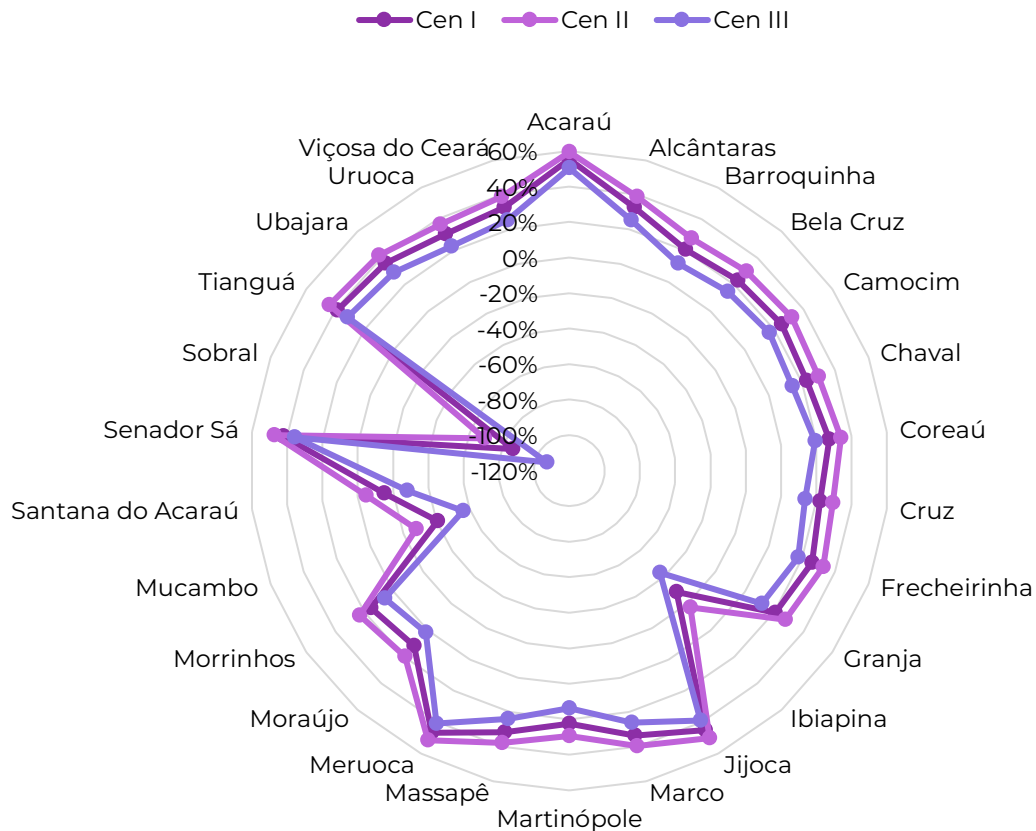
6.1.1 Demanda futura da Irrigação

A demanda instalada futura da irrigação foi calculada por meio da equação 1 sendo utilizados os dados disponíveis pela Funceme (2020).

$$Demanda = \frac{ETP \times Kc \times A}{n} \quad (1)$$

Em que n é a eficiência de aplicação, A é a área irrigada, ETP é a evapotranspiração e Kc é o coeficiente de cultura.

FIGURA 6.2 - DEMANDA FUTURA PARA OS MUNICÍPIOS DA RH DO COREAÚ NOS CENÁRIOS I, II E III



Para o prognóstico, na área irrigada da situação de partida foi imposta uma redução 35% (Cenário II) e um aumento de 20% (Cenários I e III) para 2050. A eficiência de uso possuía valor de partida alto com os municípios apresentando em média 0,8 de eficiência. Esses valores foram elevados para 0,90 em 2050 para os cenários que previam melhora (I e III). O aumento da eficiência foi incrementado de forma linear a partir da situação de partida até 2050.

Comparando o ano de 2050 com a situação de partida (370,98 L/s) estimou-se um aumento de 7% para os cenários I e III, e uma redução de 35% para o cenário II (Figura 6.3). Ressalta-se que foi imposta, para o cenário II, a redução da área irrigada em virtude do aumento da severidade e duração das secas. Essa situação impacta o desenvolvimento econômico e social da região que tem a irrigação como uma das suas principais atividades.

FIGURA 6.3 - DEMANDA HÍDRICA FUTURA DA IRRIGAÇÃO PARA A RH DO COREAÚ



6.2 Oferta hídrica futura

A oferta hídrica futura foi calculada por meio do modelo SMAP (LOPES, BRAGA E CONEJO, 1981) utilizando como base as precipitações e temperatura dos modelos de mudança do clima (MMCs). Para isso, foram considerados oito modelos do *Coupled Model Intercomparison Project* na sua versão mais recente, o CMIP6. Os modelos utilizados são: BCC-CSM2-MR, CanESM5, FGOALS-g3, MIROC6, MPI-ESM1-2-HR, MRI-ESM2-0, NESM3 e IPSL-CM6A-LR.

Os oito modelos foram avaliados no cenário SSP2 com forçante radioativa de $4,5 \text{ W/m}^2$ (SSP2-45). A forçante radioativa é usada para mensurar os efeitos das mudanças do uso do solo e das emissões de gases do efeito estufa sobre a dinâmica global das trocas de calor. Desse modo, o SSP-45 representa um cenário intermediário de emissões de gases de efeito estufa associadas à manutenção dos fatores socioeconômicos atuais.

As variáveis de temperatura e precipitação desses modelos foram corrigidas para serem utilizadas no cálculo das vazões afluentes futuras. Essa correção é necessária, pois as duas variáveis são fornecidas numa grade de escala global.

Para escolher os modelos climáticos, dentre os oito analisados, que melhor representam o clima local, foi observado o efeito deles sobre a variabilidade anual nos reservatórios Angicos, Itaúna e Tucunduba, no intuito de representar cada uma das bacias existentes na RH do Coreaú. O Angicos localiza-se na bacia do Rio Coreaú e concentra 18,93% da capacidade de armazenamento. Itaúna localiza-se na bacia do Rio Timonha e concentra 24,52% das vazões afluentes pela posição que ocupa na rede de fluxo dessa bacia. O reservatório Tucunduba situa-se na bacia do Rio Tucunduba e representa 13.30% da capacidade de armazenamento desta região.

A variabilidade anual foi representada pelo coeficiente de variação (CV) das séries de vazões afluentes futuras anuais. O CV característico da Bacia do Coreaú no clima presente é 1.1. Assim, observou-se quais modelos apresentaram CV próximos a esse valor e quais impunham a maior variabilidade no clima futuro (maior CV).

Vale ressaltar que o efeito da pequena açudagem é considerado de maneira implícita na calibração dos parâmetros na modelagem chuva-vazão. Além disso, pontua-se que as precipitações e temperaturas observadas são obtidas por meio de medições locais, assim, possuem uma menor incerteza quando comparadas a essas mesmas variáveis obtidas pelo processo de *downscaling*. Essa incerteza é transferida para as vazões afluentes na modelagem hidrológica.

A média das vazões afluentes futuras, no período de 2020 a 2050, para os modelos escolhidos podem ser visualizadas na TABELA 6.2. Os três modelos apresentam diferenças quanto a percentuais de redução ou aumento em relação a vazão afluente observada da região.

TABELA 6.2 - MÉDIA DAS VAZÕES AFLUENTES FUTURAS (L/S) PARA OS RESERVATÓRIOS PLURIANUAIS DA RH DO COREAÚ

Reservatório	Modelos de mudança do clima			OBSERVADO
	FGOALS-g3	CanESM5	MIROC6	
Angicos	1.550,00	1.270,00	2.060,00	1.370,00
Diamante	120,00	90,00	180,00	150,00
Diamantino II	150,00	130,00	240,00	0,00
Gangorra	340,00	270,00	510,00	500,00
Itaúna	4.410,00	3.460,00	5.860,00	4.030,00
Martinópole	970,00	900,00	1.290,00	580,00
Premuoca	150,00	140,00	200,00	160,00
Trapiá III	180,00	160,00	240,00	140,00
Tucunduba	1.230,00	1.150,00	1.720,00	1.940,00
Várzea da Volta	890,00	780,00	1.180,00	930,00

6.3 Balanço hídrico futuro

A disponibilidade hídrica futura foi representada pela vazão regularizada com 90% de garantia (Q90) que foi calculada com base nas vazões afluentes futuras dos modelos CanESM5, FGOLS-g3 e MIROC6. A utilização dos modelos climáticos nos três cenários prospectivos impõe que a mudança do clima é possível de ocorrer em

qualquer futuro e ela gerará efeito sobre a severidade e duração dos eventos extremos.

A TABELA 6.3. expõe os valores de Q90 dos reservatórios plurianuais da RH do Coreaú. Foi considerada a implantação do Reservatório Frecheirinha e Canto das Pedras para os Cenários I e III com a sua vazão regularizada prevista de conforme se encontra na biblioteca virtual da SRH (<http://www.ged.srh.ce.gov.br/>) e por informações confirmadas por funcionário do Setor de Estudo e Projetos da COGERH, para o Cenário II foi considerada a implantação apenas do reservatório Frecheirinha. Notou-se um aumento da regularização da RH do Coreaú em relação à atual de 8%, 24% e 17% para os modelos CanESM5, FGOALS-g3 e MIROC6, respectivamente.

As Q₉₀ da situação de partida dos reservatórios Frecheirinha e Canto das Pedras foram somadas no total dos três modelo, entretanto a do Canto das Pedras não entrará no balanço hídrico do cenário II conforme definido anteriormente.

TABELA 6.3 - VAZÃO REGULARIZADA FUTURA DA RH DO COREAÚ

Reservatórios	Vazão regularizada com 90% de garantia (L/s)			
	CanESM5	FGOALS-g3	MIROC6	Situação de Partida
Angicos	836,96	1164,64	1111,27	424,19
Diamante	51,65	81,50	114,85	57,35
Diamantino II	36,46	61,79	107,73	30,62
Gangorra	147,20	223,31	334,95	194,08
Itaúna	1458,43	2337,59	1788,11	1293,32
Martinópolis	395,64	608,99	467,67	140,47
Premuoca	73,10	99,42	86,94	35,58
Trapiá III	89,56	123,13	104,01	39,63
Tucunduba	520,67	744,34	639,71	604,99
Várzea da Volta	350,78	531,46	397,33	138,09
Frecheirinha	655,00	655,00	655,00	655,00
Canto das Pedras	8808,00	8808,00	8808,00	8808,00
RH do Coreaú	13.423,45	15.439,17	14.615,57	12.421,31

A vazão regularizada é influenciada por três fatores: topografia aberta e fechada, vazões afluentes médias e coeficiente de variação anual. O modelo CanESM5 apresentou maior variabilidade anual nas séries de vazões afluentes futura anual (CV alto) e, por isso, é um modelo de maior incerteza sendo indicado para representar a disponibilidade hídrica do cenário II. O modelo MIROC6 proporcionou vazões afluentes próximas das vazões históricas sendo representativo do cenário III e o FGOLS-g3 tornou-se representativo do cenário I.

Desse modo, o balanço hídrico nos três cenários está disponível na TABELA 6.4. Observou-se que o maior saldo hídrico ocorreu no cenário I e que o cenário II teve menor saldo hídrico, principalmente pela não adição do Canto das Pedras que possui vazão regularizada prevista de reservatório 8808 L/s. O cenário II impõe redução de área irrigada em virtude do aumento da duração e severidade das secas, ou seja, é um cenário de restrição da demanda hídrica.

TABELA 6.4 - BALANÇO HÍDRICO FUTURO DA RH DO COREAÚ

Balanço hídrico futuro		Cenário I	Cenário II	Cenário III
Disponibilidade futura (L/s)		15.439,17	4.615,45	14.615,57
Demanda futura (L/s)	Total	1.695,93	1.621,88	1.576,93
	Abastecimento humano	1.189,96	1.308,95	1.070,96
	Irrigação	392,64	239,27	392,64
	Dessedentação animal	113,33	73,66	113,33
Saldo (L/s)		13.743,24	2.993,57	13.038,64

Foi considerada a demanda da dessedentação animal verificada na situação de partida. Também foi considerada uma redução na demanda de dessedentação animal para o Cenário II, considerando a mesma taxa de redução de área irrigada (35% em 2050).

● 7. EVENTOS EXTREMOS

Os eventos extremos são desvios do estado climático moderado. Eles e a mudança climática estão intimamente relacionados. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) define a mudança do clima como uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático médio (incluindo sua variabilidade natural), que persiste em um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo). A mudança climática pode aumentar a frequência e intensidade de eventos extremos, tornando-os mais frequentes e graves.

7.1 Eventos extremos de seca

A seca é um fenômeno que ocorre em diversas partes do mundo, mas a forma como afeta o território e as pessoas que nele vivem e trabalham é diferenciada. Tal diversidade é fruto das peculiaridades relativas às características meteorológicas, hidrológicas, físicas, ambientais socioeconômicas e culturais de cada lugar.

Neste estudo, as secas são analisadas a partir do Índice de Precipitação Normalizado, ou mais conhecido pela sigla em inglês SPI. Esse índice de seca informa os desvios da chuva média mensal ocorridos ao longo da série histórica. Valores de SPI iguais a zero indicam que a chuva nesse período foi igual a chuva média, valores maiores que zero indicam chuvas acima da média e valores menores que zero indicam chuvas abaixo da média. Quanto maior o valor absoluto do SPI, maior o desvio padrão entre a chuva ocorrida e a média para o período analisado.

Ao analisar os eventos de seca na Região Hidrográfica do Coreaú, observou-se a ocorrência de um total de 25 eventos de seca entre os anos 1912 – 2018. O intervalo entre um evento de seca e outro foi de 4,3 anos, apresentando uma duração máxima de 6 anos, com maior severidade, igual a 5,1. A duração média de uma seca nesta região é de 2 anos com um coeficiente de variação de 0,71.

A severidade máxima das secas foi de 5,10 com média de 1,69 e coeficiente de variação de 0,71 (TABELA 7.1). Esta região apresenta uma menor tendência à ocorrência de secas prolongadas e severas por estar localizada ao norte do Estado do Ceará. Há uma maior variabilidade intra-anual causada pelas condições oceânicas, além de sofrer uma menor dependência da posição da ZCIT.

TABELA 7.1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ NO PERÍODO DE 1912 A 2018

Características	Estatísticas
Números de eventos de seca	25
Intervalo entre os eventos de seca (anos)	4,3
Duração máxima (anos)	6
Duração média (anos)	2,08
Coeficiente de variação da duração	0,71
Severidade máxima	5,10
Severidade média	1,69
Coeficiente de variação da severidade	0,91

Fonte: Projeto Alocar (2021)

A seca de 2012-2016 é um dos acontecimentos mais adversos já registrado para a maioria das regiões hidrográficas. Especificamente na região hidrográfica do Coreaú onde dentre os 25 eventos de seca identificados, ela apresentou um dos maiores índices relativos a duração em anos – 6 anos – e a severidade registrada (5,10 anos).

Merece destaque que a seca de 1978-1983 se equipara em termos de duração e severidade (6 anos e 4.915 de severidade). O período de seca entre os anos de 1951-1954 também é relevante (4 anos de duração e severidade de 3.984). A duração e severidade dos demais eventos ocorridos na bacia expostos na TABELA 7.2 – 25 eventos – revela que na Região de Coreaú apresenta uma duração entre 1 e 6 anos, atingindo uma severidade média de 1.69.

TABELA 7.2 - DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ NO PERÍODO DE 1911 A 2016

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1976	1976	1	0.15
2007	2007	1	0.205
1956	1956	1	0.281
1972	1972	1	0.343
1911	1911	1	0.355
1987	1987	1	0.495
1928	1928	1	0.525
1960	1960	1	0.596
2005	2005	1	0.755
1966	1966	1	0.964
2010	2010	1	1.016
1958	1958	1	2.843
1919	1919	1	2.882
1948	1949	2	0,414
2001	2002	2	0.52
1969	1970	2	1.045
1997	1998	2	2.036
1914	1915	2	2.394
1936	1938	3	1.351
1930	1932	3	2.281
1990	1993	4	3.232
1941	1944	4	3.58
1951	1954	4	3.984
2012	2016	5	5.103
1978	1983	6	4.915

Fonte: Projeto Alocar (2021)

7.2 Eventos extremos de cheia

No que concerne aos períodos de cheias, os meses mais chuvosos compreendem o quadrimestre fevereiro-maio, para a maioria dos

municípios, com destaque para os meses de março e abril, período em que geralmente verificam-se os acumulados mais expressivos em virtude da máxima atuação da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, o principal sistema atmosférico que ocasiona chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro.

Entre os anos de 1991 a 2012, a Defesa Civil do Estado registrou, para o Ceará um número de 273 inundações excepcionais, caracterizadas como desastre. Entre esses registros a Região Hidrográfica do Coreaú apresentou 23 dos seus municípios, com ocorrências de 1 a 3 eventos/município, no período dos 13 anos, os quais ocorreram nos anos de 2003, 2005 e 2011 (01 evento), 2004 (10 eventos), 2008 (11 eventos), e 2009 (22 eventos).

Em 2004, segundo Xavier (2004) a atividade das frentes frias foi muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Estado do Ceará, tendo sido considerado um ano atípico.

Em 2008 vários sistemas meteorológicos atuaram conjuntamente, contribuindo para a ocorrência de chuvas acima da média histórica em grande parte da Região Nordeste do Brasil, especialmente no sul do Estado do Ceará, em que o mês de março foi considerado um dos mais chuvosos, conforme boletim de informações climáticas do CPTEC/INPE (CHUVAS, 2008).

Condições sinóticas favoráveis à chuva no ano de 2009. Isto é, anomalias causadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se manteve na sua posição mais ao sul, e as Ondas de Leste ou Distúrbios Ondulatórios de Leste (OL/DOL) que incrementaram o cenário, garantiram a umidade para a região.

● 8.ALOCAÇÃO DE ÁGUA E CONFLITO PELO USO DA ÁGUA

A alocação de água corresponde à distribuição de um recurso escasso entre múltiplos usuários, em função da disponibilidade hídrica. Ela é realizada em longo prazo, por meio da outorga de direito de uso, e em curto prazo por meio da alocação negociada de água.

O ritual da alocação negociada de água divide o ano em dois períodos: possibilidade de chuvas e período seco. Tal divisão tem por propósito viabilizar conhecimento sobre o que foi possível acumular de água nos açudes no primeiro semestre do ano, disponibilizando informação que compõe uma das dimensões da gestão: a oferta de água disponível.

As atividades são distribuídas em todos os meses do ano, muito embora haja uma intensificação de ações no período que antecede o mês de junho em função dos preparativos para as reuniões de alocação. Momento marcado pela preparação da operação dos açudes que envolve reuniões para definição das diretrizes e para construção dos cenários.

De forma genérica, o ritual envolve atividades como levantamento de dados; reuniões ampliadas com a diretoria; logística; mobilização; reuniões das Gerência Regionais – GR e interlocução com os Comitês, Comissões e/ou câmaras técnicas. Ritual que tem sido adaptado em função da realidade de cada região hidrográfica, do perfil dos membros dos colegiados e da equipe técnica. Somado a essa flexibilização, a estrutura de tomada de decisão da alocação negociada de água também sofreu modificações em função do

período de seca iniciado em 2012 ao incorporar novos elementos, como por exemplo, a definição de premissas (AQUINO, 2020).

Em relação à dinâmica de alocação negociada de água na RH do Coreaú é oportuno destacar que mesmo antes da constituição formal do CBH Coreaú já existia uma dinâmica de reuniões em alguns açudes isolados para a discussão das vazões a serem liberadas. Com a constituição do CBH, em 2006, já em sua primeira reunião ordinária, o CBH Coreaú deliberou sobre o calendário de reuniões nos 08 açudes da RH que à época, eram monitorados pela COGERH. Geralmente nas reuniões do CBH Coreaú se definem os parâmetros de alocação, bem como um calendário de reuniões com a presença de um representante do Comitê em cada reservatório.

8.1 Alocações dos reservatórios da RH do Coreaú

Como dispositivos regulatórios, os parâmetros de alocação (com vazões mínima e máxima) são apresentados pelos técnicos da Gerencia Regional de Sobral para discussão e aprovação. Esses parâmetros são definidos a partir dos cenários apresentados pela equipe técnica. A definição dos cenários se dá da seguinte forma: primeiramente se atualiza das demandas instaladas para os açudes, realizando coletas de informações e medições de vazões. Com base nessa atualização, tem-se a demanda instalada tanto para montante quanto para jusante de cada açude. Com essa demanda monta-se os cenários. Segundo a Gerência de Sobral, nos últimos anos, foram apresentados cenários para os açudes passíveis de alocação, sendo eles: Angicos, Gangorra, Tucunduba e Martinópolis.

Depois da definição dos parâmetros, o CBH Coreaú, através de um ou mais representante, participa das reuniões nos açudes isolados, quando se define a vazão a ser liberada pelos próximos meses. Na TABELA 8.1, observa-se as vazões anuais aprovadas nos açudes isolados da RH do Coreaú.

TABELA 8.1 - VAZÕES (L/S) APROVADAS NOS AÇUDES ISOLADOS DA RH DO COREAÚ (2012 – 2021)

AÇUDE	Vazões alocadas (L/s)									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ANGICOS	360	220	200	25	330	380	380	380	370	370
DIAMANTE	0	0	10	10	10	15	15	17	11	11
DIAMANTINO II	0	0	0	0	0	5	10	10	10	10
GANGORRA	150	175	140	140	140	145	140	140	140	140
ITAÚNA	115	125	75	75	90	115	130	130	150	150
MARTINÓPOLI	40	40	13	15	15	20	25	25	40	40
PREMUOCA	25	25	3	0	0	3	3	10	20	20
TRAPIÁ III	25	0	12	12	15	18	18	15	12	15
TUCUNDUBA	100	100	80	80	30	40	70	100	90	90
VÁRZEA DA VOLTA	80	0	0	0	20	80	0	70	24	25

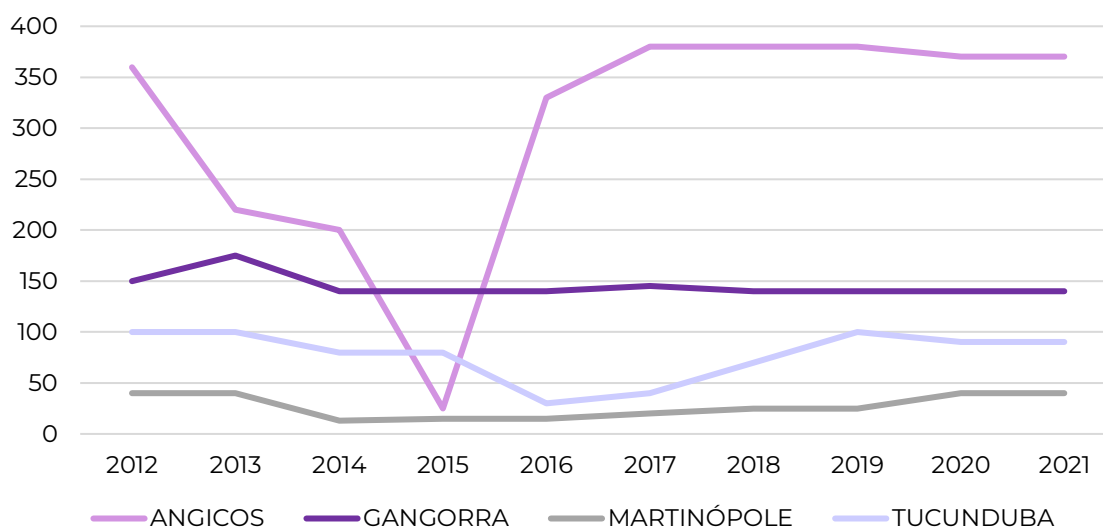
Fonte: Gerência da COGERH/Sobral

Observando a tabela pode-se inferir que o ano de seca mais crítico na RH do Coreaú foi 2015, especialmente se observarmos a alocação de água para o açude Angicos, que saltou de 360 L/s em 2012 para 25L/s em 2015. Para o açude Martinópole registrou-se uma redução de 40L/s para 15L/s. Os açudes Premuoca e Várzea da Volta apresentaram volume crítico neste período, ou seja, o primeiro atingiu um volume de 5,6% em 2015 e 0,6% em 2016; já o segundo atingiu um volume de 2,5% em 2014.

A FIGURA 8.1 apresenta graficamente as vazões alocadas entre 2012 a 2021 para os açudes Angicos, Gangorra, Tucunduba e Martinópole, para os quais foram elaborados cenários pela equipe técnica.

Segundo informações da Gerência de Sobral as vazões aprovadas corresponderam as que efetivamente foram realizadas no processo de operação dos reservatórios. Para efetivar o cumprimento das decisões sobre vazões aprovadas durante as reuniões de alocação, a COGERH teve que buscar maior otimização no uso dos recursos hídricos, ampliar as campanhas de fiscalização e desenvolver ações de sensibilização junto aos usuários e moradores da região, orientando-os quanto a necessidade de utilização racional da água.

FIGURA 8.1 - VAZÕES (L/S) APROVADAS NA RH DO COREAÚ (2012-2021)



Fonte: Gerência da COGERH/Sobral

8.2 Conflitos pelo uso da água

O Conflito como elemento de “sociação” na tradição simmeliana (1983), rompe com a visão funcionalista que o associa a um fato patológico. Trata-se de uma relação social sempre em um contexto singular e situada que envolve disputas, queixas e brigas. Por outro lado, convoca os atores a buscar estratégias para minimizá-los ou consensuar acordos no caso dos conflitos alocativos.

Os conflitos alocativos no campo dos recursos hídricos podem ser acionados por decisões de abastecimento, formas de uso e ocupação do solo, uso degradante dos recursos, definição de prioridades, transposição e deslocamento das águas, implementação de políticas públicas, demarcação de premissas, quebra de regras e dos acordos celebrados em arenas de alocação, dentre outros fatores.

Na RH do Coreaú registram-se problemas quanto ao uso da água do reservatório Várzea da Volta, um açude federal de responsabilidade do DNOCS. Durante a realização dos grupos focais com os técnicos da GR de Sobral, bem como a partir da análise das atas, foi possível reter que a comunidade ribeirinha não reconhece a autoridade do CBH Coreaú/COGERH, no que se refere às atribuições pertinentes à Política Estadual de Recursos Hídricos.

Os técnicos da Gerência enfatizaram que o conflito no açude Várzea da Volta, em Moraújo, está relacionado ao abastecimento humano e já existe um procedimento administrativo no DNOCS e um inquérito na Polícia Federal. Desde 2018 a COGERH fez um reconhecimento de atores nessa região por conta da necessidade de alocação de água. Algumas pessoas à montante (especialmente pescadores) não queriam que a água fosse liberada e as à jusante precisavam da água para dessedentação animal e consumo humano, gerando o impasse. Foram feitas as alocações, aprovando as vazões a serem liberadas, porque o açude estava cheio em 2018. Acontece que se chegou a uma situação em que pessoas da comunidade “sumiram com o volante da

comporta”, impedindo a viabilidade da operação. Posteriormente, a COGERH recuperou o volante e tentou-se fazer uma nova abertura no ano seguinte, sendo que a população mais uma vez danificou o equipamento “à marretadas” e até hoje existe esse impasse.

Em 2019, segundo os mesmos, houve a definição de alocação de água após várias discussões com os usuários e participação de membros do Comitê. Essas liberações beneficiariam várias comunidades, contudo mesmo após uma manutenção realizada pela COGERH para que o açude fosse aberto novamente, houve muita hostilidade por parte da comunidade em relação à Companhia e novas depredações ocorreram. Na ocasião, a comunidade “baixou a estrutura da comporta à marretadas” e impediram a liberação da água, sendo feito um boletim de ocorrência na Polícia Civil.

Outro conflito pautado pelos técnicos existe em função dos usos numa perenização no rio Coreaú, continuação do rio Juazeiro, próximo ao açude Angicos. Nesse trecho, com possibilidade de perenização de 80 km tem-se cidades (Coreaú, Moraújo, Senador Sá, Urouca e à montante do açude, Frecheirinha) e, conseqüentemente, algumas comunidades (Campanário e outras). Como de costume, todo segundo semestre é feita a alocação com aprovação de vazão para atender parte desse trecho, sendo isto, segundo os interlocutores, a razão do conflito desde 2004/2005, pois essa perenização para atender a todo trecho inviabilizou a capacidade do açude.

Outro conflito apontado nas atas e durante os grupos focais com a equipe técnica da Gerência Regional foi o existente no açude Gangorra. Trata-se de um conflito em função da qualidade da água:

Há cerca de 10 anos atrás foram implantados alguns empreendimentos privados para a produção de tilápia em gaiola no respectivo açude. Na época foi fornecido a outorga e informado que a água era de qualidade boa, contudo, após certo tempo, apresentou situação de eutrofização, algo muito preocupante para a região. Fato que desencadeou questionamentos quanto a realização desta atividade, inclusive da prefeitura, associando-a a questão da qualidade da água. Essa discussão gerou uma demanda do CBH Coreaú para COGERH que realizou um estudo, cujos resultados foram sistematizados em uma nota técnica apresentada ao Comitê. A empresa se retirou do açude, mas as análises da água ainda apresentam índices de eutrofização, carecendo de estudos para se saber o que vem causando esse problema e se há alguma relação com a piscicultura. Os estudos anteriores não chegaram a uma conclusão definitiva a esse respeito.

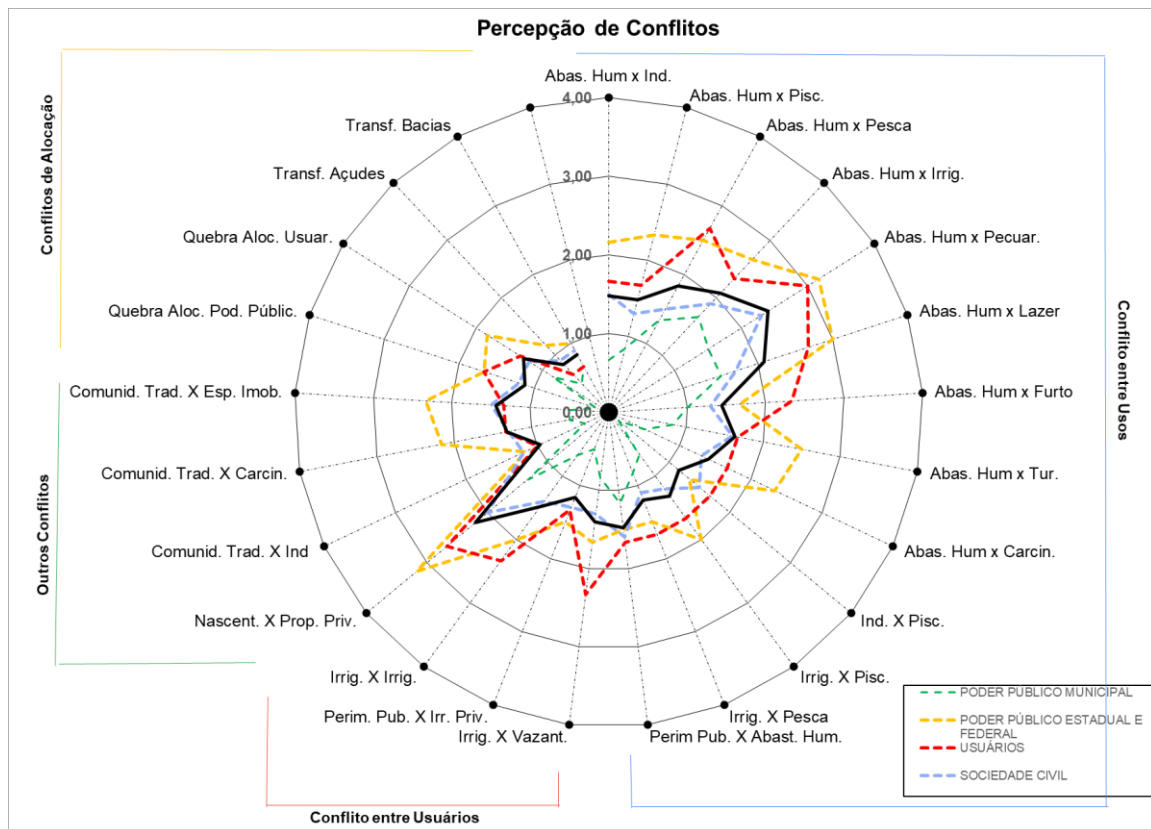
Durante o período de seca iniciado em 2012, a partir das análises das atas, foi possível observar a existência de conflitos de ordem ambiental. Um deles ocorreu no açude Tucunduba em função da retirada irregular da palha de carnaúba e animais soltos; outro no açude Angicos, com a instalação de uma vacaria em suas margens (ATAS CBH Coreaú, 2012). Nesse mesmo período foi relatado nas atas a existência de conflitos para ampliar liberação de água do açude Trapiá III.

A percepção dos conflitos por parte dos membros do CBH Coreaú pode ser observada na Figura 8.2. Contata-se que as disputas geradas entre a conservação das nascentes e a propriedade privada figura

como o tipo de conflito que mais se destaca na percepção do poder público estadual e federal, juntamente com os conflitos entre abastecimento humano x lazer e abastecimento humano x turismo, os quais ultrapassaram a marca de 3,00. O grupo de usuários também atribuíram percepções aproximadas ao poder público estadual e federal, embora tenha sido menor que 3,00 e maior que 2,00.

Destarte que o poder público municipal apresentou as menores percepções em relação aos conflitos existentes na Região Hidrográfica de Coreaú. Já a sociedade civil apresentou as maiores percepções para os conflitos entre a conservação das nascentes e a propriedade privada, chegando a marca um pouco acima de 2,0.

FIGURA 8.2 - MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELAS ENTIDADES DO CBH COREAÚ



9. PLANO DE AÇÃO E PREVISÃO DE INVESTIMENTOS

Os programas e as ações da Região Hidrográfica do Coreaú têm o horizonte temporal de 30 anos e materializam a terceira fase de atualização do Plano de Recursos Hídricos que foi iniciado em novembro de 2021. Foram definidos dezenove programas que estão alocados em cinco eixos temáticos (QUADRO 9.1).

QUADRO 9.1 - OBJETIVOS DOS EIXOS DE PLANEJAMENTO

Eixo	Objetivo
Demanda hídrica	Definir programas e ações para o gerenciamento da demanda e conservação da água
Oferta hídrica	Elucidar programas e ações para o incremento da oferta hídrica através da diversificação da matriz de abastecimento
Gerenciamento das águas	Determinar programas e ações para a melhoria da gestão das águas com ênfase nos instrumentos de gestão
Meio ambiente	Propor programas e ações para proteção dos recursos hídricos e melhoria da qualidade da água
Político- institucional	Estabelecer programas e ações que promovam o fortalecimento do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH)

O cronograma e as possíveis fontes de recursos das ações apresentadas em cada um dos programas estão disponíveis no QUADRO 9.2. Os valores, majoritariamente, têm como referência os custos apresentados no Plano de Ações Estratégias dos Recursos Hídricos do Ceará – PAE de 2018. A atualização para os custos de obras utilizou o Índice Nacional de Custos da Construção – INCC-M e para os demais foi utilizado o Índice Geral de Preços (IGP-M). Alguns custos foram estimados a partir de outras fontes, cujas especificações estão descritas nas notas ao final do quadro.

QUADRO 9.2 - CRONOGRAMA E FONTE DE RECURSOS

Programas e Ações específicas	Tipologia de Soluções	Fonte de Recursos	Previsão orçamentária		Cronograma					
			Unidade	Valor	2021-2025	2025-2030	2030-2035	2035-2040	2040-2045	2045-2050
Gestão da Demanda Humana										
Realizar avaliação hidrogeológica para o abastecimento humano de água deficiente nas comunidades Fazenda Velha, Canafístula, Timbaúba, Boa Esperança, Cauã e Pau Ferro (Moraújo)	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	4.619.259,06 ⁽¹⁾						
Realizar estudo para viabilização do abastecimento humano das comunidades de Baliza, Batatão, Canto das Pedras e Bracoatiaria (Uruoca).	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	2.882.787, 81 ⁽²⁾						
Realizar estudo para viabilização do abastecimento das comunidades de São Miguel (Camocim), São Joaquim, Bom Princípio e Lagoinhas (Bela Cruz).	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Implantar e ampliar sistema de distribuição de água encanada para as comunidades Lagoa das Pedras (distrito de Amarelas),	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						

Olho d'Água, Tremendal e Baixa Grande (Camocim).										
Estudar demandas de poços profundos na bacia e perfuração desses em áreas deficitárias de água.	Mapeamento	Tesouro estadual, FECOP, Convênio Federal	R\$	2.670.908,52						
Realizar avaliação hidrogeológica para o abastecimento humano de água deficiente na comunidade de Preá/Cruz e comunidades adjacentes (Caiçara de Baixo, Córrego dos Teixeiras, Córrego dos Anas, Macambira, Santo Estevão)	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Realizar avaliação/estudo hidrogeológico na faixa litorânea do município de Camocim para definição da região livre de intrusão salina	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Melhorar o sistema de abastecimento público dos distritos de Arapá e Bela Vista (Tanguá)	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	10.082.883,30 ⁽³⁾						
Realizar estudo e perfuração de poços para abastecimento humano das comunidades de Jaguarapi e Boa Vista (Martinópolis).	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Realizar estudos sobre impactos na demanda hídrica	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual,	R\$	250.000,00						

referentes a instalação e operação de novos hotéis, loteamentos e resorts na RH Coreaú		Prefeituras municipais								
Realizar estudo para a viabilização do abastecimento das comunidades de Lagoa do Maio e Sambaíba (Município de Cruz)	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	302.443,18 ⁽⁴⁾						
Estudar a viabilidade técnica da transposição da Lagoa das Cangalhas para o Lago Seco, passando pelo lago do Boqueirão (transposição de bacias)	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Estudar de viabilidade técnica para abastecimento de Camocim pelo açude Itaúna	Estudo	CNpq, Funcap, Tesouro Estadual, Prefeituras municipais	R\$	#						
Ampliação da Eficiência da Irrigação na produção agrícola										
Implementar e ampliar manejos de irrigação que propiciem uma maior eficiência no uso da água para as culturas	Estrutural	Governo Federal, Banco do Nordeste, Operação de crédito	R\$/ha	6.500,00						
Realizar atualização cadastral de usuários/irrigantes	Monitoramento	Tesouro Estadual, Recursos próprios da Cogerh	R\$	188.933,91						
Monitorar e fiscalizar de irrigantes	Fiscalização	SRH e COGERH	R\$/mês	7.239,19						

Capacitar irrigantes sobre manejo hídrico nos métodos de irrigação com maior eficiência	Capacitação	Governo estadual Recursos próprios da Cogerh	R\$/curso	6.543,46 ⁽⁶⁾						
Melhoria da Eficiência do Uso da Água na Indústria										
Adequar tecnologias para o reuso da água na indústria	Estrutural	Prefeituras municipais, Investimento Privado	R\$	2.000.000,00						
Gestão da Demanda Urbana										
Buscar redução das perdas de água tratada, decorrentes de furto, desperdícios ou defeito na distribuição, com a implantação e ampliação dos Distritos de Medição e Controle (DMC), de forma progressiva, iniciando nos municípios de maiores volumes operacional e alcançando os demais municípios.	Estrutural	Cagece, Banco Mundial	R\$/m de rede	3,02						
Buscar redução das perdas em trânsito do sistema de água bruta para a manutenção adequada dos sistemas de adução.	Conservação da água	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	R\$	2.000.000,00						
Gestão da Demanda Aquícola										
Disciplinar e fiscalizar ostensivamente a atividade de carcinicultura	Fiscalização	SRH e COGERH	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						

Criar um sistema de informação com banco de dados de pesca e aquicultura	Projeto	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh, Governo Federal	R\$	35.000,00						
Regulamentar a criação de peixes nos açudes.	Regulamentação	Governo Federal, Governo estadual	R\$	100.000,00						
Realizar estudos sobre a capacidade de suporte dos reservatórios	Estudo	Tesouro Estadual, Funcap, CNPq	R\$	450.000,00						
Incremento da Oferta Hídrica Superficial										
Construir açude Canto das Pedras	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	232811250 ⁽⁷⁾						
Realizar estudo hidrológico da lagoa das cangalhas, visando determinar a capacidade de suporte recarga	Estudo	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	15.000,00						
Estudar a viabilidade técnica da construção de adutora do açude angicos ao Jordão (Município de Moraújo)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	44531580,87 ⁽⁸⁾						
Estudar a viabilidade técnica da construção do açude Boqueirão (Rio Jurema)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	#						
Elaborar o Projeto para Construção do açude Caiçara (açude Frecheirinha) em Frecheirinha.	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	78789259,62 ⁽⁹⁾						

Construir Sistema Adutor Gangorra Granja/Martinópolis (Martinópolis e Granja)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	84565591,73 ⁽¹⁰⁾						
Construir Sistema Adutor Itaúna-Litoral Norte (Barroquinha, Camocim, Chaval)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	181130656,01 ⁽¹⁰⁾						
Construir Sistema Adutor Tucunduba - Litoral Norte (Acará - Aranaú, Bela Cruz, Camocim - Guriú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Marco)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	188230472,01 ⁽¹⁰⁾						
Construir Sistema Adutor Ibiapaba Norte (Ibiapina, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	248157322,87 ⁽¹⁰⁾						
Construir Sistema Adutor Coreaú (Coreaú, Frecheirinha, Moraújo, Senador Sá, Uruoca)	Estrutural	Tesouro estadual, Governo Federal, Operação de crédito	R\$	205056178,56 ⁽¹⁰⁾						
Incremento da Oferta Hídrica Subterrânea										
Realizar estudo para avaliar a dinâmica das lagoas litorâneas.	Estudo	Tesouro estadual, SRH, Recursos próprios COGERH	R\$	#						
Realização de estudos de impacto das águas subterrâneas nos processos de alocação negociada de águas, em especial nos períodos de escassez hídrica	Estudo	Tesouro Estadual, FECOP. Governo Federal	R\$	450.000.00						

Mapear e outorgar os poços existentes	Monitoramento	Tesouro Estadual, SRH e Recursos Próprios da Cogerh	R\$	3.000.000,00						
Construir barragens subterrâneas visando fixar as comunidades nos locais de moradia.	Estrutural	Governo do estado	R\$/Barra gem	47.040,92 ⁽¹²⁾						
Diversificação da Oferta Hídrica										
Construção de cisternas de placas visando atender a demanda difusa.	Estrutural	Governo Federal, Tesouro estadual, FECOP	R\$/Barra gem	4404,71 ⁽¹¹⁾						
Elaborar políticas públicas que incentivem o reuso da água	Planejamento	Governo Federal, Governo do estado								
Expandir a implantação de sistemas de reuso de águas cinzas e negras em comunidades rurais	Estrutural	Tesouro Estadual, Governo Federal, Operação de Crédito	R\$	1.278.983,62						
Implementar programa de reuso da água junto à usuários industriais e de serviços	Conservação da água	Fiec, Governo Federal	R\$	19.841.034,73						
Banco de Informações da Gestão da Águas										
Desenvolver um Banco de dados e sistemas de informação para disponibilização de informações sobre os sistemas hídricos, demandas, usuários e outras informações	Projeto	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh, Governo Federal	R\$	48.000,00						

geradas nos planos de recursos hídricos										
Aprimoramento dos Instrumentos de Gestão										
Atualizar cadastro de usuário	Monitoramento	Tesouro Estadual, Recursos próprios da Cogerh	R\$	188.933,91						
Mapear os corpos hídricos, pela COGERH, da região hidrográfica do Coreaú.	Mapeamento	Tesouro Estadual, Recursos próprios da Cogerh	R\$							
Intensificar campanhas de acesso à outorga.	Gestão	Tesouro Estadual, SRH, Recursos próprios da Cogerh	R\$	#						
Elaborar estudo para definição da capacidade de pagamento dos setores usuários. Aprimoramento do sistema de cobrança pelo uso da água com vistas a equidade e eficiência de uso	Estudo	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	250.000,00						
Fortalecer e aprimorar o sistema de outorga de uso de recursos hídricos	Autorização de uso	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	300.000,00						
Prestar conta dos custos de investimento e de operação, administração e manutenção (OAM) em infraestrutura hídrica dos corpos hídricos	Gestão									
Fortalecimento e aprimoramento da alocação negociada de água										
Criar Comissões Gestoras	Gestão									

Melhorar a divulgação anual dos resultados da alocação negociada de água	Comunicação	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	1.000,00						
Gestão de Conflitos										
Media conflito pela posse da terra entre quilombolas e rendeiros nas proximidades do açude Várzea da Volta	Gestão de conflitos									
Capacitar para o aperfeiçoamento das técnicas de mediação de conflitos para membros do comitê, comissões gestoras e usuários.	Capacitação	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$/pessoa	6.543,46 ⁽⁶⁾						
Mediar o conflito entre carcinicultores x pescadores artesanais pelo acesso a Camboas em Camocim	Gestão de conflitos									
Planejamento de secas										
Estabelecer sistema de planejamento proativo de secas	Planejamento	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	200.000,00						
Identificar indicadores ecodinâmicos para caracterização dos problemas das secas (definição das zonas semiáridas x litorâneas)	Estudo	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	#						
Gestão da Qualidade da Água dos Mananciais										
Normatizar e fiscalizar na liberação de água para o	Ampliação de pessoal	SRH e COGERH	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						

carnaval nos açudes e rios da bacia do Coreaú										
Ordenar uso de Balneário do açude Trapiá III (esgotos jogados dentro do açude).	Ampliação de pessoal	SRH e COGERH	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						
Conservação e Manutenção dos Açudes Estaduais e Federais	Manutenção	Governo Federal, Governo estadual, SRH, COGERH e DNOCS	R\$/barragem	1932725355 ⁽¹⁴⁾						
Realizar ampliação do saneamento básico	Estudo	Prefeituras Municipais, Cagece, Governo Federal	R\$/ligação	4.309,69						
Realizar estudos sobre reservas hídricas subterrâneas, bem como estudos hidrogeológicos e hidroquímicos (o estudo deve ser direcionado para identificar as reservas que estão ameaçadas de sobreexploração ou salinização)	Estudo	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	R\$	325.000,00						
Implantar coleta seletiva do lixo nos municípios da região	Estrutural	Prefeituras								
Construir ETEs, prioritariamente à montante dos reservatórios	Estrutural	Governo Federal, Operação de Crédito	R\$	3,3 x habitante/do micílio						
Elaborar e/ ou implementar atualização dos Planos	Estudo	Prefeituras Municipais,	R\$/plano	700.000,00						

Municipais de Saneamento Básico e implantação de consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos		Cagece, Governo Federal								
Ordenar as atividades do açude Tucunduba (criação de porcos nas margens das lagoas de estabilização do açude)	Ampliação de pessoal	SRH e COGERH	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						
Disciplinar do uso dos Recursos hídricos para Turismo e Lazer	Ampliação de pessoal	Governo do estado	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						
Fiscalizar a pesca com “batidas”, com uso malha abaixo do permitido e com tapagem nos açudes	Ampliação de pessoal	Governo do estado	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						
Coibir animais de criação dispersos nas margens e penalizar os proprietários.	Ampliação de pessoal	Governo do estado	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾						
Atualizar o mapeamento de poços profundo nos municípios	Mapeamento	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$	2.670.908,52						
Incentivar a agroecologia e a produção orgânica.	Proteção Ambiental	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	R\$	625.000,00						
Manutenção do sistema de esgoto sanitário de Uruoca e Flecheirinha, visando eliminar os extravasamentos	Estrutural	Governo estadual								

Proteção Ambiental dos Mananciais									
Identificar e preservar as nascentes e olhos d'água / matas ciliares/encostas.	Proteção Ambiental	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	RS/ha	16.377,00 ⁽¹³⁾					
Ampliar fiscalização para coibir o desmatamento em áreas de APP	Ampliação de pessoal	Governo do estado	R\$/mês	7.239,19 ⁽⁵⁾					
Realizar inventário ambiental dos Açudes da Bacia	Estudo	Tesouro Estadual, Recursos Próprios da Cogerh	R\$/Barra gem	92.430,65					
Fazer cumprir a legislação para o uso de agrotóxico na região da Ibiapaba.	Articulação institucional								
Realizar estudo de impacto socioambiental em áreas de manguezal da RH do Coreaú	Estudo	Tesouro Estadual, Prefeituras, Funcap e CNPq	R\$	350.000,00					
Fortalecer o ecoturismo e turismo rural e Comunitário	Gestão	BNB Operação de Crédito, Iniciativas privadas							
Construir viveiros comunitários de mudas nativas e frutíferas não invasoras para ações de reflorestamentos	Proteção Ambiental	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	RS/ha	16.377, 00 ⁽¹³⁾					
Educação ambiental									
Realizar campanhas educativas nos meios de comunicação incentivando a preservação dos recursos naturais.	Proteção Ambiental	Prefeituras Municipais, Tesouro Estadual, Governo Federal	R\$/camp anha	30.000,00					

Implantar Programa Selo Verde nas Escolas	Conservação Ambiental	Governo do estado e prefeituras								
Implantar programa educação de ambiental	Proteção Ambiental	Tesouro Estadual, Governo Federal e Operação de Crédito	R\$	47.787,00 ⁽¹³⁾						
Elaborar e Implantar o Plano de Combate e Controle nas áreas de carnaubais e demais áreas na RH do Coreaú em função da invasão da unha-do-diabo	Estudo	Tesouro Estadual, Prefeituras, Funcap e CNPq	R\$	350.000,00						
Capacitar membros do Comitê para o uso racional e conservação das águas	Capacitação de Pessoal	Recursos próprios da Cogerh	R\$/curso	6.543,46*						
Mitigação dos impactos do setor produtivo sobre os recursos hídricos										
Avaliar os impactos sociais e ambientais da implantação de parques eólicos na região	Estudo	Tesouro Estadual, Prefeituras, Funcap e CNPq	R\$	200.000,00						
Realizar avaliação técnica, fiscalização e proposição de medidas mitigadoras e compensatórias quanto ao impacto da extração de minérios sobre os recursos hídricos da RH do Coreaú	Estudo	Tesouro Estadual, Prefeituras, Funcap e CNPq	R\$	450.000,00						
Programa Cidades Sustentáveis										
Realizar estudos para fomentar a construção sustentável de novas	Estudos	CNPq, Funcap, ANA	R\$	350.000,00						

edificações, bem como construções verdes.										
Criar e implementar instrumentos legais e administrativos para viabilizar a construção sustentável de novas edificações e de construções verdes.	Regulamentação	Prefeituras Municipais	R\$	60.000,00						

NOTAS:

não é possível estimar por ausência de informações técnicas.

1 a 4. Valores estimados considerando a população e a distância da fonte hídrica mais próxima.

5. Valor estimado a partir de duas fontes de referência: R\$ 3.537,85 (salário fiscal)-ceartransparente.ce.gov.br/portal-da-transparencia/servidores ; R\$ 3.701,34 (Veículo utilitário + combustível)- Custo obtido do contrato de alugel de veículos da cogeh (Contrato nº 27/2018, <http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20210506/do20210506p01.pdf#page=48>) e combustível a partir de pesquisa realizada no site: <https://precodoscombustiveis.com.br/pt-br/city/brasil/ceara/fortaleza/948>.

6.Referente a curso com 16/h/a para 34 participantes contido no PLANO DE CAPACITAÇÃO PARA O COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS LONTRA E CORDA (2018). Foi realizada atualização utilizando IGPM.

7. Valor teve como base Orçamento do PLANERH de Março de 2018. Foi realizada atualização utilizando os INCC-M de Março de 2022.

8 ADUTORA DE ANGICOS - COREAÚ/MORAÚJO/URUOCA/SENADOR SÁ. Valor retirado do processo licitatório nº VIPROC 08020651/2020 realizada pela Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH em 25/02/2021.

9.Fonte Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH. Valor referente a construção do açude.

10. Valor teve como base projeto elaborado pela SRH de Junho de 2017. Foi realizada atualização utilizando os INCC-M. Foi incrementado os valores referentes aos ramais para atendimento dos distritos e a elaboração do projeto do sistema.
11. Valor retirado do processo licitatório nº VIPROC 11114337/2021 realizada pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário - SDA em 12/11/2021.
12. Para a elaboração da estimativa de custos de implantação de Barragens Subterrâneas adotou-se como média uma extensão de 80 metros e uma profundidade de 6 metros. Devido a falta de informações sobre a quantidade e características de barramentos a serem implantados, a elaboração de estimativas para diferentes tamanhos de barramento não apresentará grande impacto para o plano de ações.
13. O custo foi estimado na plataforma disponível no endereço eletrônico: <http://quantoefloresta.escolhas.org/>. A simulação considerou o custo por hectare para plantio de mudas nativas para a MATA ATLÂNTICA LITORAL NORDESTE por ser a região mais semelhante dentre as que estão disponíveis na referida plataforma.

● 10. BIBLIOGRAFIAS

ADECE. Perímetros públicos irrigados do Ceará, 2011.

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaAguanaAgricaulturalIrrigada.pdf>. Acesso em 24 jun 2021.

AQUINO, S. H. S. de. Entre Escassez, Prioridades e Negociações: a COGERH e os trajetos e destinos das águas que vêm do sertão para a metrópole. 2019. 265 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BARREIRA, I. A. F. Compasso da participação: Interesses e reconhecimento de direitos na disputa por recursos hídricos. Relatório: Projeto Alocar, 2021.

BURSZTYN, M. O poder dos donos: planejamento e clientelismo no Nordeste. Rio de Janeiro: Garamond; Fortaleza: BNB, 2008.

CEARÁ. Relatório Anual de Segurança de Barragens 2020. Fortaleza: COGERH-SRH 2021.

_____. Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará. Ceará: SRH, 2018.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - CGEE (2016). Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/DesertificacaoWeb.pdf>

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico]. Revisão do plano de gerenciamento das águas das bacias metropolitanas e elaboração dos planos de gerenciamento das águas das bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no estado do Ceará. Fase 1: Estudos Básicos e Diagnóstico. CONTRATO 029/2009/COGERH. Maio/2010

FERREIRA, H. R. S.; MARCIAL, E. C. Violência e segurança pública em 2023: cenários exploratórios e planejamento prospectivo. Brasília: Ipea, 2015.

FUNCEME [Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos] – , Relatório Técnico Integração Mapeamento dos Espelhos D'Água do Estado do Ceará (2008-2017). Gerência de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente-GEPEM. Fortaleza. Dezembro, 2020. 16p.

_____. Relatório Técnico Integração Mapeamento dos Espelhos D'Água do Estado do Ceará (2008-2017). Gerência de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente - GEPEM. Fortaleza. Dezembro, 2020. 16p.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia. Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará. Fortaleza: 2009. 52p. ISBN:978-85- 62406-04-1

GODET, M.; DURANCE, P. A prospectiva estratégica. Para as empresas e territórios. DUNOD. 180p. 2011.

IBGE. [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Censo Demográfico 2010 – Aglomerados Subnormais – Informações Territoriais, IBGE, Rio de Janeiro. 2013

_____. Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Série Estudos e Pesquisas em Geociências, nº 4, 111p. Rio de Janeiro, 1996.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Produção Agrícola Municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/06/2021.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/06/2021.

_____. Manual técnico da vegetação brasileira 2012. IBGE, Rio de Janeiro.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará [IPECE]. Agropecuária e extração vegetal. Disponível

em:<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/05/2021.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará [IPECE]. Índices de Desenvolvimento. Disponível em:<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 16/05/2021.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará [IPECE]. Índices de Desenvolvimento. Disponível em:<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/05/2021.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change]. Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf >. Acesso em: 22 ago. 2021.

_____. Panel on Climate Change. Climate Change]. Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf >. Acesso em: 22 ago. 2021.

IPECE. Indicadores Econômicos do Ceará 2020. Cavalcante A. L.; Suliano, D. I. C. Paiva; W. de L. Trompieri Neto; Pontes, N. P. A. C.; Lima; R. Soares. Fortaleza – CE, 2020. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/12/Indicadores_Economicos2020.pdf. Acesso em 19 jun 2021.

LIMA, I. M. M. F. Caracterização Geomorfológica da Região Hidrográfica do Rio Poti. 1982. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1982.

LOPES, J. E. G.; BRAGA, B. P. F.; CONEJO, J. G. L. SMAP -A Simplified Hydrological Model, Applied Modelling in Catchment Hydrology, Ed. V.P.Singh, Water Resources Publications, 1982

MARCIAL, E. C. Análise estratégica: estudos de futuro no contexto da inteligência competitiva. Brasília: Thesaurus, 2011.

MARINI, D.; MEDEMA, W.; ADAMOWSKI, J.; VEISSIÈRE, S. P. I.; MAYER, I.; WALS, A.E.J. Socio-psychological perspectives on the

potential for serious games to promote transcendental values in IWRM decision-making. *Water*, 10 (2018), 10.3390/w10081097

MCDONNELL, J.J.; SIVAPALAN, M.; VACHE', K.; DUNN, S.; GRANT, G.; HAGGERTY, R.; HINZ, C.; HOOPER, R.; KIRCHNER, J.; RODERICK, M.L.; et al. Moving beyond heterogeneity and process complexity: A new vision for watershed hydrology. *Water Res. Res.* 43, p. 1–6, 2007.

OLIVEIRA, J.M. Ecodinâmica e vulnerabilidade ambiental da zona estuarina do Rio Zumbi, litoral oeste do Ceará. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia. Fortaleza, 2011. 87p.

PONTES FILHO, J. D.; SOUZA FILHO, F. D. A.; MARTINS, E. S. P. R.; STUDART, T. M. D. C. Copula-Based Multivariate Frequency Analysis of the 2012–2018 Drought in Northeast Brazil. *Water* 2020, 12, 834. <https://doi.org/10.3390/w12030834>

PROJETO ALOCAR. Diagnóstico da Alocação Negociada de Água. Fortaleza: FUNCAP/UFC/COGERH, 2021.

PROJETO ALOCAR. Diagnóstico da Alocação Negociada de Água. Fortaleza: FUNCAP/UFC/COGERH, 2021.

REDDY, V. R.; SAHARAWAT, Y.S.; GEORGE, B. Watershed management in South Asia: A synoptic review. *J. Hydrol.* 551, p. 4–13, 2017.

ROSA, L. P.; OBERMAIER, M. (Ed.) Mudança climática e Adaptação no Brasil: Uma análise Crítica, Meio Ambiente. *Estud. av.* 27 (78) · 2011

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. São Paulo: USP, Instituto Oceanográfico, 56p., 1999.

SEMA [Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará]. Avaliação ambiental estratégica da política de saneamento ambiental do Ceará. Projeto PforR (Banco Mundial) – Eixo: Qualidade da Água. Produto 4 – Relatório Final Consolidado. Abril, 2017. 626p.

SILVA S. M. O; ARAÚJO, B. A.; LEMOS, W. D. L.; SILVEIRA, C. S. S. SOUZA FILHO, F. A. Estratégias de Alocação de água em período de escassez

hídrica: O programa águas do Vale. In: XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Anais..., 2012.

SNIS [Sistema Nacional de Informações para Saneamento]. Painel de informações sobre saneamento. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto. Acesso em: 20/06/2021

_____. Painel de informações sobre saneamento. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua. Acesso em 20 jun 2021.

SOUZA FILHO, F. A. de. Aspectos conceituais dos conflitos alocativos em recursos hídricos: uma primeira aproximação. Relatório: Projeto Alocar. 2021

_____. de. História da Alocação de água no Ceará. Relatório: Projeto Alocar. 2021b.

SOUZA, M. J. N. de ; SANTOS, J. O. ; OLIVEIRA, V. P. V. de. Sistemas Ambientais e Capacidade de Suporte na Bacia Hidrográfica do Rio Curu-Ceará. Revista Continentes (UFRRJ), v. I, p. 119, 2012.

SOUZA, M. J. N. de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará, in: Souza, M. J. N. de; Lima, L. C.; Moraes, J. O. de (Org.) Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Ed. FUNECE, Fortaleza: 2000, pp. 13-98.

TRAJKOVIC, S.; O. Kisi, M. Markus, H. Tabari, M. Gocic, S. Shamshirband Hydrological hazards in a changing environment: early warning, forecasting, and impact assessment. Advances in Meteorology (2016), pp. 1-2, 10.1155/2016/2752091, 2016

TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p

XAVIER, T. Ma. B. S. Chuvas Intensas em Janeiro/Fevereiro 2004 no Ceará e a Previsão em Anos de Neutralidade no Pacífico. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v. 28-29, p. 17-26, 2004.