

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADOR

Camilo Sobreira de Santana

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

João Lúcio Farias de Oliveira
Presidente

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento

Roberto Bruno Rebouças
Diretor de Operações

Denílson Marcelino Fidelis
Diretor Administrativo-Financeiro



COMITÊ DE BACIA

DIRETORIA CBHSC

PRESIDENTE

Antonia Nilce Pereira de Souza

VICE-PRESIDENTE

Enoch Saboia Coutinho

SECRETÁRIO

Cícero Lacerda de Deus

SECRETÁRIO ADJUNTO

Francisco Teobaldo Gonçalves Marques



COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

Associação Comunitária de Malhada Vermelha e Região

Titular: Manoel Lacerda Loiola

Suplente: Antônio Eric da Silva Pinto

Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Grotá

Titular: Raimundo Cassimiro de Sousa

Suplente: Marinho da Silva Oliveira

Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal – ASSUSA

Titular: Francisco Teobaldo Gonçalves Marques

Suplente: Francisco Barbosa Farias

Associação dos Vazanteiros de Independência/CE

Titular: Antônia Alvina de Araújo

Suplente: Maria da Piedade Pereira da Silva

Colônia de Pescadores e pescadoras Artesanais Z-58 de Novo Oriente

Titular: José Ribamar do Nascimento

Suplente: Antônio Alexandre Albuquerque

Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE

Titular: Francisco Fernando de Amorim Silva

Suplente: Lucicleide Maria da Silva

Conselho dos Povos Indígenas: Tabajara, Calabaça e outros de Poranga e Região – CIPO

Titular: Raimunda Gomes Marinho Sampaio

Suplente: Antonio Sérgio Marques da Silva

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Ipaporanga

Titular: Teovane Rodrigues de Sousa

Suplente: Vanessa Barros Pereira

Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR

Titular: Sônia Maria Ximenes Aragão Sales

Suplente: Antônio Marcos Diogo Leitão

SOCIEDADE CIVIL

Área Pastoral Nossa Senhora do Bom Sucesso

Titular: Antônio Adonys Farias Sobrinho

Suplente: Maria Socorro Sampaio Carvalho

Associação Caatinga

Titular: Gilson Miranda do Nascimento

Suplente: Antônio Olavo Vieira das Chagas

Associação dos Professores de Independência – APROFI

Titular: Antonia Nilce Pereira de Souza

Suplente: Paulo Eduardo Gomes Coutinho

Cáritas Diocesana de Crateús – CDC

Titular: Jair Marciel de Melo

Suplente: Edevaldo Melo Ribeiro

Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Estado do Ceará – FETRAECE

Titular: Brás Sousa Rodrigues

Suplente: Maria Aparecida Soares de Souza

Instituto Agropolos do Ceará

Titular: José Edivaldo Rodrigues Melo

Suplente: Katherine Cavalcante de

Azevedo Aragão Albuquerque

Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Independência

Titular: Euclídia Cordeiro Santiago de Paiva

Suplente: Rosilene Gonçalves de Oliveira

Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares – STRAAF de Quiterianópolis

Titular: Francisco Pinheiro do Nascimento

Suplente: João Silva de Macedo

Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares – STRAAF de Tamboril

Titular: José Oliveira Ribeiro

Suplente: Marcos Aurélio Alves Santos

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Prefeitura Municipal de Crateús

Titular: Marcelo Ferreira Machado

Suplente: Lourismar Oliveira Gomes

Prefeitura Municipal de Independência

Titular: José Rogério Bezerra Pacífico

Suplente: José Yuri Freire Farias

Prefeitura Municipal de Novo Oriente

Titular: Enoch Saboia Coutinho

Suplente: Alonso Alves da Silva

Prefeitura Municipal de Poranga

Titular: Jaeger Holanda Pinho

Suplente: Antônio Cristovam Alves Melo

Prefeitura Municipal de Quiterianópolis

Titular: Cícero Lacerda de Deus

Suplente: Antônio Rodrigues de Souza

Prefeitura Municipal de Tamboril

Titular: Edmilson Rodrigues de Araújo

Suplente: Francileuda Ambrósio Melo

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF

Titular: Leandro Aguiar de Oliveira

Suplente: José Orlando Soares Oliveira

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS

Titular: Não foi indicado

Suplente: Não foi indicado

Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará – EMATERCE

Titular: Edivaldo Costa dos Santos

Suplente: Lindinalva Oliveira da Cunha

Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH

Titular: Márcia Soares Caldas

Suplente: Carlos Magno Feijó Campelo

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará – SEMA

Titular: Tatianna Karinne Angelo Ferreira

Suplente: Doris Day Santos da Silva

VACÂNCIA

Titular: Vacância

Suplente: Vacância



COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

Adervan Fernandes Sousa
Alan Michell Barros Alexandre
Antonia Nilce Pereira de Souza
Antônio Olavo Vieira das Chagas
Cícero Lacerda de Deus
Enoch Saboia Coutinho
Francisco Teobaldo Gonçalves Marques
Gilson Miranda do Nascimento
Jorge Ricardo Felix de Oliveira
Leandro Aguiar de Oliveira
Sônia Maria Ximenes Aragão Sales
Tatianna Karinne Angelo Ferreira

SECRETARIA-EXECUTIVA

GERÊNCIA REGIONAL DE CRATEÚS E SERRA DA IBIAPABA

GERENTE

Francisco Rodrigues Pessoa dos Santos Júnior

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Ewerton Torres Melo

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Helder Horácio de Lucena



EQUIPE DE EXECUÇÃO

COORDENAÇÃO GERAL

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento da COGERH

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

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Ticiania Marinho de Carvalho Studart - FUNCAP-UFC
Ubirajara Patrício Alvares da Silva - COGERH

FUNCAP-UFC

Ályson Brayner Sousa Estácio
Amanda Rodrigues Costa
Andrea Pereira Cysne
Francisco José Matos Nogueira Filho
Gabriela de Azevedo Reis
Gamarra Kelson Souza de Oliveira
João Dehon de Araújo Pontes Filho
Louise Caroline Peixoto Xavier

Lucas Falcão Muniz
Renan Vieira Rocha
Renata Mendes Luna
Samiria Maria Oliveira da Silva
Sandra Helena Silva de Aquino
Taís Maria Nunes Carvalho
Thales Vieira Rocha
Virzângela Paula Sandy Mendes

COGERH

Ana Christine de Araújo Campos
Claire Anne Viana de Sousa
Clara de Assis Jerônimo Sales
Davi Martins Pereira
Edcarlos Rulim de Souza
Henrique Silvestre Mendes

Itamara Mary Leite de Menezes Taveira
José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante
Mateus Perdigão de Oliveira
Micaella da Silva Teixeira Rodrigues
Renata Vinhas Cruz
Zulene Almada Teixeira



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROPACTO Pacto de Cooperação da Agropecuária Cearense
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM Agência Nacional de Mineração
ARCE Agência Reguladora do Estado do Ceará
CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
CBH Comitê de Bacia Hidrográfica
CBHSC Comitê de Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús
CEPED Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTEC Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DNOCS Departamento Nacional de Obras contra as Secas
DOL Distúrbios Ondulatórios de Leste
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPA Ministérios do Boletim Agrometeorológico
FAEC Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará
FIEC Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FUNASA Fundação Nacional de Saúde
FUNCEME Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
ha Hectare
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDHM Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INMET Instituto Nacional de Meteorologia
INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPECE Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

IVAs Inventários Ambientais

L/s Litro por segundo

M³/s metros cúbicos por segundo

mm Milímetros

°C Graus Celsius

OL Ondas de Leste

PDTR Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável

PERH Plano Estadual de Recursos Hídricos ou Política Estadual de Recursos Hídricos

PIB Produto Interno Bruto municipal

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RH Região Hidrográfica

RHSC Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús

SDA Secretaria de Desenvolvimento Agrário

SDR Secretaria de Desenvolvimento Rural

SEFAZ-CE Secretaria da Fazenda

SEMA-CE Secretaria do Meio Ambiente

SEMACE-CE Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SFB Serviço Florestal Brasileiro

SIGEL Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SOHIDRA Superintendência de Obras Hidráulicas

SPI Índice Padronizado de Precipitação

SRH Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

UC Unidade de Conservação

t tonelada

VAB Valor Adicionado Bruto

VCAS Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCIT Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. ESQUEMA TOPOLÓGICO DA RHSC.	44
FIGURA 2.2. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) EM CRATEÚS.	63
FIGURA 2.3. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO CRATEÚS.	64
FIGURA 2.4. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DE PICHÉ NA ESTAÇÃO CRATEÚS (MM).	65
FIGURA 2.5. INSOLAÇÃO MÉDIA NA ESTAÇÃO CRATEÚS (EM HORAS).	66
FIGURA 2.6. NEBULOSIDADE EM DÉCIMOS DE CÉU ENCOBERTO NA ESTAÇÃO CRATEÚS.	67
FIGURA 2.7. OPERADORAS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	71
FIGURA 2.8. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO IAPI (540007).	72
FIGURA 2.9. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO CRATEÚS (540000).	73
FIGURA 2.10. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO SUCESSO (440020).	73
FIGURA 2.11. IMAGENS DO SATÉLITE GOES-12 NO CANAL INFRAVERMELHO DA POSIÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) EM 23 DE ABRIL DE 2008.	78
FIGURA 2.12. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL NORTE DO NEB.	80
FIGURA 2.13. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DE UMA FRENTE FRIA PRÓXIMA AO SUL DO ESTADO DA BAHIA.	81
FIGURA 2.14. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÓRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR (VCAS).	82
FIGURA 2.15. IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-7, CANAL INFRAVERMELHO.	82
FIGURA 2.16. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU.	86
FIGURA 2.17. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU.	86
FIGURA 2.18. DADOS DE POPULAÇÃO - CENSOS DE 1970 - 2010.	90
FIGURA 3.1. QUANTIDADE DE OUTORGAS CONCEDIDAS POR TIPO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH SERTÕES DE CRATEÚS.	105

FIGURA 3.2. PERCENTUAL DAS VAZÕES POR TIPO DE USO EM OUTORGAS COM OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	106
FIGURA 3.3. VAZÃO OUTORGADA (EM M ³ /S) POR TIPO DE USO CONSUNTIVO VÁLIDA EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	106
FIGURA 3.4. VAZÕES OUTORGADAS (EM L/S) POR TIPO DE USO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	107
FIGURA 3.5. OUTORGAS VIGENTES (EM L/S) POR MANANCIAL E TIPO DE USO.	109
FIGURA 3.6. OUTORGAS EM VIGÊNCIA POR TIPO DE USO E MANANCIAL (EM HM ³ /ANO).....	110
FIGURA 3.7. INÍCIO DE VIGÊNCIA DAS OUTORGAS POR MANANCIAL (VAZÃO EM L/S).....	110
FIGURA 3.8. EVOLUÇÃO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS COM OUTORGAS VIGENTES.....	111
FIGURA 3.9. VOLUME ANUAL OUTORGADO (EM HM ³ /ANO) POR TIPOS DE REQUERENTES E POR TIPO DE USO DA ÁGUA (OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021).	112
FIGURA 3.10. DEMANDA POR MUNICÍPIO NA RHSC (EM L/S) (ADAPTADO ANA, 2019).....	116
FIGURA 3.11. DEMANDA POR TIPO DE USO NA RHSC (ADAPTADO ANA, 2017).	116
FIGURA 3.12. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO POR MUNICÍPIO NA RHSC.	120
FIGURA 3.13. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR TIPO DE REBANHO.....	131
FIGURA 3.14. DEMANDAS CALCULADAS POR TIPO DE USO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	133
FIGURA 4.1. LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	136
FIGURA 4.2. DIAGRAMA UNIFILAR DA TOPOLOGIA SIMULADA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	139
FIGURA 4.3. NÚMERO DE POÇOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	145
FIGURA 4.4. VAZÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	147
FIGURA 4.5. LINHA DO TEMPO DA INSTALAÇÃO DE POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	148
FIGURA 4.6. INCREMENTO DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (1975 – 2021).	149

FIGURA 4.7. EVOLUÇÃO TEMPORAL DA OFERTA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (1975 – 2021).	149
FIGURA 4.8. PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	150
FIGURA 4.9. VAZÃO ESPECÍFICAS MÉDIAS POR PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	151
FIGURA 4.10. VAZÃO ESTABILIZADAS MÉDIAS POR PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.	151
FIGURA 4.11. CONDIÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS (2008 E 2019).....	154
FIGURA 4.12. SÉRIE TEMPORAL DOS ESTADOS TRÓFICOS E VOLUME ARMAZENADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS..	156
FIGURA 4.13. STD MÉDIOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	158
FIGURA 5.1. BALANÇO HÍDRICO NA RHSC POR MUNICÍPIO.....	160
FIGURA 6.1. ILUSTRAÇÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DA SECA.	166
FIGURA 6.2. DISPERSÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DAS SECAS REGISTRADAS PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS. EM VERMELHO SÓLIDO, A SECA COM INÍCIO EM 2012.....	168
FIGURA 6.3 PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS. AS LINHAS DE CONTOURNO CORRESPONDEM AO PERÍODO DE RETORNO; OS PONTOS AZUIS SÃO OS EVENTOS DE SECA QUE OCORRERAM AO LONGO DA SÉRIE TEMPORAL, E EM VERMELHO, A SECA INICIADA EM 2012.....	170
FIGURA 8.1. PRINCIPAIS MARCOS POLÍTICOS-INSTITUCIONAIS DA POLÍTICA CEARENSE DE RECURSOS HÍDRICOS.	198
FIGURA 10.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ANOMALIAS POR MAGNITUDE POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.	253
FIGURA 10.2. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS BARRA VELHA, CARNAUBAL E COLINA.....	256
FIGURA 10.3. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS CUPIM, FLOR DO CAMPO E SÃO JOSÉ III.	257
FIGURA 10.4. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS SUCESSO, DO BATALHÃO E JABURU II.....	258
FIGURA 10.5. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES PARA A CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS.	260
FIGURA 10.6. NÍVEIS DE RISCO E PARÂMETROS ANALISADOS.	261

FIGURA 10.7. FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO.....	263
FIGURA 10.8. RISCO DAS BARRAGENS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	266
FIGURA 10.9. FOTOS ANTES E APÓS OBRA DE RECUPERAÇÃO NA BARRAGEM COLINA.....	270
FIGURA 11.1. PARTICIPAÇÃO NOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA RHSC POR SETOR DO CBH.....	274
FIGURA 11.2. TEMPO DA ENTIDADE NO CBH-SC - PODER PÚBLICO, SOCIEDADE CIVIL OU USUÁRIO.....	275
FIGURA 11.3. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DO REPRESENTANTE NO CBH-SC.	275
FIGURA 11.4. CONHECIMENTO QUANTO A EXISTÊNCIA DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	277
FIGURA 11.5. PORCENTAGEM DO APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO DOS MEMBROS DO CBH-SC EM RELAÇÃO AO PLANO DE BACIA.....	278
FIGURA 11.6. PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	279
FIGURA 11.7. PERCEPÇÃO DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS.....	282
FIGURA 11.8. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELO CBH.....	285
FIGURA 11.9. PERCEPÇÃO DOS CONFLITOS – TODOS OS ENTREVISTADOS.	286
FIGURA 11.10. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSC.....	288

LISTA DE MAPAS

LOCALIZAÇÃO.....	32
MAPA BÁSICO.....	34
HIPSOMETRIA.....	37
HIDROGEOLOGIA.....	40
ESPELHOS D'ÁGUA.....	42
INFRAESTRUTURA HÍDRICA.....	46
GEOLOGIA SIMPLIFICADA.....	48
LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO DE SOLOS.....	53
VEGETAÇÃO.....	56
SISTEMAS AMBIENTAIS.....	58
CLIMA.....	62
POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.....	70
PLUVIOMETRIA MÉDIA.....	75
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS.....	84
LIMITES MUNICIPAIS.....	92
VULNERABILIDADE.....	172
ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS EM PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO.....	177
PROCESSOS MINERÁRIOS.....	183
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	188

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1. AGENDA DA ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	28
TABELA 2.1. PERCENTUAL DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS TOTAL OU PARCIALMENTE NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS..	33
TABELA 2.2. PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS E CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO.	43
TABELA 2.3. ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	45
TABELA 2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) EM CRATEÚS.....	63
TABELA 2.5. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE CRATEÚS.....	64
TABELA 2.6. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DE PICHÉ NA ESTAÇÃO CRATEÚS (MM).....	65
TABELA 2.7. INSOLAÇÃO MÉDIA NA ESTAÇÃO CRATEÚS (EM HORAS).....	66
TABELA 2.8. NEBULOSIDADE EM DÉCIMOS DE CÉU ENCOBERTO NA ESTAÇÃO CRATEÚS.....	67
TABELA 2.9. ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	68
TABELA 2.10. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO IAPI (540007).....	72
TABELA 2.11. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO CRATEÚS (540000).....	72
TABELA 2.12. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO SUCESSO (440020).....	73
TABELA 2.13. POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	85
TABELA 2.14. POSTO FLUVIOMÉTRICO ESCOLHIDO PARA CARACTERIZAR O REGIME DE VAZÕES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	85
TABELA 2.15. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU (M ³ /S).....	86
TABELA 2.16. PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA REALIZADA PELA COGERH NA RHSC.....	87
TABELA 2.17. PONTOS DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA QUALIÁGUA NA RHSC.....	88
TABELA 2.18. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO.....	90

TABELA 2.19. POPULAÇÃO DOS NÚCLEOS URBANOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	91
TABELA 2.20. DISTRIBUIÇÃO DO PIB POR SETORES.	94
TABELA 2.21. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO- MUNICIPAL – IDHM.	95
TABELA 2.22. QUANTIDADE DE EMPRESAS INDUSTRIAIS.	96
TABELA 2.23. QUANTIDADE PRODUZIDA LAVOURAS TEMPORÁRIAS E PERMANENTES - 2019 (TONELADAS).	96
TABELA 2.24. PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA.	97
TABELA 2.25. NÚMERO E ÁREA DE IMÓVEIS RURAIS - 2005.	98
TABELA 2.26. EFETIVO DOS REBANHOS, POR TIPO DE REBANHO - VARIÁVEL - EFETIVO DOS REBANHOS (CABEÇAS).	99
TABELA 2.27. ATENDIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.	100
TABELA 2.28. QUANTIDADE DE CISTERNAS E BARRAGENS SUBTERRÂNEAS.	101
TABELA 2.29. ÍNDICE MUNICIPAL DE ALERTA.	102
TABELA 3.1. QUANTIDADE DE OUTORGAS CONCEDIDAS POR TIPO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH SERTÕES DE CRATEÚS.	104
TABELA 3.2. VAZÕES POR TIPO DE USO EM OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS (EM HM ³ /ANO, M ³ /S E L/S).	105
TABELA 3.3. VAZÕES OUTORGADAS (EM M ³ /S E L/S) POR TIPO DE USO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	107
TABELA 3.4. OUTORGAS VIGENTES EM 2021 POR MANANCIAL E TIPO DE USO (EM M ³ /S E L/S).	108
TABELA 3.5. VAZÃO OUTORGADA POR TIPOS DE REQUERENTES E POR TIPO DE USO DA ÁGUA (OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021) (EM M ³ /S E L/S).	112
TABELA 3.6. DEMANDAS POR TIPO DE USO – METODOLOGIA ANA – PARA A TOTALIDADE DO MUNICÍPIO (EM M ³ /S E L/S).	115
TABELA 3.7. DEMANDAS DA RHSC POR MUNICÍPIO E POR TIPO DE USO – METODOLOGIA ANA (EM M ³ /S E L/S).	115
TABELA 3.8. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO URBANO POR MUNICÍPIO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	118
TABELA 3.9. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO RURAL POR MUNICÍPIO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	119
TABELA 3.10. RESUMO DAS DEMANDAS HUMANAS INSTALADAS NA RHSC.	119
TABELA 3.11. COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA POR TIPO DE APLICAÇÃO.	121

TABELA 3.12. KC'S CALCULADOS.	122
TABELA 3.13. ÁREAS TOTAIS IRRIGADAS POR MUNICÍPIO, PRINCIPAL MÉTODO DE IRRIGAÇÃO, PRINCIPAIS CULTURAS E KC' DAS CULTURAS.	123
TABELA 3.14. DEMANDAS INSTALADAS PARA IRRIGAÇÃO NA RHSC POR MUNICÍPIO (EM M ³ /S E L/S).....	124
TABELA 3.15. DIVISÃO DO REBANHO DE BOVINOS POR TIPO DE PRODUÇÃO (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017).....	126
TABELA 3.16. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NA RHSC.	127
TABELA 3.17. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS DE LEITE NA RHSC.....	127
TABELA 3.18. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE EQUINOS/ASININOS/MUARES NA RHSC.....	128
TABELA 3.19. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE CAPRINOS/OVINOS NA RHSC.	128
TABELA 3.20. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE SUÍNOS NA RHSC.....	128
TABELA 3.21. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO GALINÁCEOS NA RHSC.....	129
TABELA 3.22. RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RHSC.....	130
TABELA 3.23. COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	131
TABELA 3.24. DEMANDAS CALCULADAS POR TIPO DE USO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	133
TABELA 4.1. LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	137
TABELA 4.2. CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES AFLUENTES AOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	142
TABELA 4.3. VOLUMES E PERCENTUAIS REGULARIZADO, SANGRADO E EVAPORADO (G=90%).	142
TABELA 4.4. VOLUMES REGULARIZADO, SANGRADO E EVAPORADO (G=95%).	143
TABELA 4.5. TIPOS DE POÇOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	144
TABELA 4.6. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.	147
TABELA 4.7. TIPO DE CAPTAÇÃO NOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.....	150

TABELA 4.8. ESTADOS DE TROFIA DE ACORDO COM A METODOLOGIA DA COGERH.	153
TABELA 4.9. FREQUÊNCIA DOS ESTADOS TRÓFICOS DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (2008 E 2019).	154
TABELA 4.10. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA.	157
TABELA 4.11. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA POR MUNICÍPIO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.	157
TABELA 5.1. BALANÇO HÍDRICO POR MUNICÍPIO NA RHSC.	160
TABELA 6.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS NO PERÍODO DE 1911 A 2018.	167
TABELA 6.2. DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS NO PERÍODO DE 1911 A 2018.	168
TABELA 6.3. PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	169
TABELA 7.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA SERTÕES DE CRATEÚS.	187
TABELA 8.1. MARCOS POLÍTICOS E INSTITUCIONAIS DA GESTÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ.	199
TABELA 8.2. DIRETORIAS DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS – CBHSC.	208
TABELA 8.3. COMPOSIÇÃO DO CBHSC - PODER PÚBLICO MUNICIPAL.	209
TABELA 8.4. COMPOSIÇÃO DO CBHSC - PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL.	209
TABELA 8.5. COMPOSIÇÃO DO CBHSC – SOCIEDADE CIVIL.	210
TABELA 8.6. COMPOSIÇÃO DO CBHSC – USUÁRIOS DE ÁGUA.	211
TABELA 8.7. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE CARNAUBAL.	219
TABELA 8.8. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE FLOR DO CAMPO.	220
TABELA 8.9. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE JABURU II.	220
TABELA 8.10. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE SUCESSO.	221
TABELA 8.11. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE COLINA.	221
TABELA 8.12. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE BARRA VELHA.	221
TABELA 9.1. VAZÕES APROVADAS E REALIZADAS NOS AÇUDES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.	227

TABELA 9.2. SÍNTESE DAS ATAS DAS REUNIÕES ORDINÁRIAS E EXTRAORDINÁRIAS DO CBH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.....	236
TABELA 10.1. PESOS DOS NÍVEIS DE PERIGO.....	254
TABELA 10.2. CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS BARRAGENS VISTORIADAS EM 2020 NA RHSC.....	254
TABELA 10.3. CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS DAS BARRAGENS DA RHSC -2019 E 2020.....	265
TABELA 11.1. OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS NA RHSC.....	280
TABELA 11.2. PERCEPÇÃO DA INCIDÊNCIA DOS CONFLITOS (PROVÁVEIS E EXISTENTES).	283
TABELA 11.3. ANÁLISE DOS ASPECTOS GERENCIAIS E INSTITUCIONAIS.....	287

SUMÁRIO

MENSAGEM DA SRH	22
MENSAGEM DA COGERH	24
1 APRESENTAÇÃO	26
2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	31
2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica	35
2.2 Aspectos físicos	47
2.3 Clima	61
2.4 Estações pluviométricas	67
2.4.1 Regime Pluviométrico	71
2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica	74
2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica	76
2.5 Estações Fluviométricas	83
2.6 Qualidade da água	87
2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos	89
3 DEMANDA ATUAL	103
3.1 Demanda hídrica outorgada	104
3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA	113
3.3 Demanda Instalada	117
3.3.1 Abastecimento Humano	117
3.3.2 Irrigação	120
3.3.3 Dessedentação animal	125
3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados	131
4 OFERTA HÍDRICA	134
4.1 Aspectos Quantitativos	134
4.1.1 Águas superficiais	134
4.1.2 Águas subterrâneas	144
4.2 Aspectos Qualitativos	152
4.2.1 Águas superficiais	152
4.2.2 Águas subterrâneas	156

5	BALANÇO HÍDRICO	159
6	EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS.....	163
6.1	Eventos extremos de seca	165
6.2	Eventos extremos de cheias.....	170
7	QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA	175
8	FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL	190
8.1.	Política Nacional de Recursos Hídricos	190
8.2	O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos	192
8.3	O processo da divisão da bacia hidrográfica do Poti-longá.....	203
8.4	Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões dos Crateús.....	206
9	ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA	223
9.1	Alocação Negociada de Água	223
9.2	Vazões alocadas	226
9.3	Conflitos pelo uso da água	229
9.4	Estratégias de gestão de seca.....	232
9.5	Síntese das atas das reuniões ordinárias e extraordinárias do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús.....	235
10	SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS NA RHSC	250
10.1	A gestão da segurança de barragens pela Cogeh	252
10.1.1	Classificação da barragem pela prioridade de intervenção	252
10.1.2	Classificação da barragem pelo risco e dano potencial associado	259
10.1.3	Classificação de risco	260
10.1.3	Classificação pelo dano potencial associado.....	263
10.2	Resultado da Classificação do Risco para a RHSC	264
10.3	Ações desenvolvidas pela GESIN na RHSC	266
10.3.1	Monitoramento da instrumentação das barragens da RHSC	266
10.3.2	Barragem Flor do Campo	267
10.3.3	Barragem Barra Velha	268
10.3.4	Barragem Jaburu II	268
10.3.5	Barragem Batalhão.....	269

10.3.6Obras de recuperação em barragens por contrato de obras públicas.....	270
10.4Planos de segurança de barragens.....	271
11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS	273
12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	290

MENSAGEM DA SRH

Amigos,

O Sistema de Gestão Hídrica do Estado do Ceará tem como missão implementar políticas de recursos hídricos, de forma integrada e participativa, promovendo a oferta, gestão e preservação da água e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará. Uma importante ação realizada pela Gestão foi a criação do Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará, que foi organizado em seis eixos estruturantes da política estadual de recursos hídricos, trazendo de forma objetiva as prioridades do setor, as intervenções hídricas e as ações de gestão e de governança. O Plano tem o objetivo de orientar a atuação do Governo do Estado no setor de Recursos Hídricos, com foco na ampliação da segurança hídrica, participação social da gestão, aperfeiçoamento de sistemas de informação, desenvolvimento de estratégias de promoção da demanda de água e da sustentabilidade.

Neste ambiente de planejamento e inspirado na realização do plano estadual e de planos anteriores, nascem os Planos de Recursos Hídricos de Regiões Hidrográficas do Ceará que contam com o apoio da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), Comitês de Bacias Hidrográficas do Ceará, Fundação Cearense de Apoio Científico e Tecnológico (Funcap) e Universidade Federal do Ceará (UFC) e terão o importante objetivo de apresentar, de forma personalizada, as possibilidades e os anseios de cada região.

Por meio de um amplo processo estruturado de diálogos entre Gestão e Comitês de Bacias Hidrográficas, foram identificados pontos estratégicos para orientar ações de fortalecimento da gestão hídrica,

inspirados na evolução da Política de Recursos Hídricos do Estado. Com a produção destes Planos teremos caminhos para trilharmos possibilidades de um futuro mais assertivo e fortalecendo o espírito de gestão e participação com foco na segurança hídrica do Ceará.

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário dos Recursos Hídricos

MENSAGEM DA COGERH

Ao tempo em que fechava seu primeiro quarto de século, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) deparava-se com mudanças na legislação que rege as estatais brasileiras. A esse encontro associou-se o anseio vanguardista da companhia, pioneira no desenvolvimento e implantação de um modelo de gestão de recursos hídricos com a participação direta da sociedade civil, por meio dos processos de alocação negociada de águas. A Cogerh chegava à maturidade, mas com a inquietação típica da juventude.

A Lei 13.303, também conhecida como Nova Lei das Estatais, encontrou solo fértil no que já vinha acontecendo na Cogerh, que sempre primou pela busca no novo, do moderno. Foi na esteira desse novo arranjo legal que áreas foram criadas ou remodeladas, novos desafios encarados de frente. Tanto áreas-fim – como a de manutenção da infraestrutura hídrica – quanto áreas gerenciais, como governança e compliance surgiram na estrutura da companhia. Mas, também, áreas próprias de um mundo corporativo aberto ao novo, como a socioambiental e a de inovação.

Neste ambiente de inflexão, no qual se investe fortemente em equipamentos e ferramentas gerenciais, mas também nas pessoas, a Cogerh estabeleceu parceria com a Fundação Cearense Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), no âmbito do Programa Cientista Chefe, para elaborar Planos de Recursos Hídricos das regiões hidrográficas do Ceará.

Como é da cultura da Companhia, um amplo processo estruturado de diálogos entre núcleos de Gestão da Cogerh e Comitês de Bacias Hidrográficas, sempre mediado pela equipe do Programa Cientista Chefe, possibilitou a identificação de pontos estratégicos para orientar

ações de fortalecimento da gestão hídrica, sempre amparados na evolução da Política de Recursos Hídricos do Estado. A construção destes Planos inaugura uma nova etapa da longa e bem-sucedida trajetória da Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará, fortalecendo o espírito de gestão e participação, com foco na segurança hídrica do Ceará.

O contexto de baixa disponibilidade hídrica e de ocorrência de rios intermitentes, associados à crescente demanda de água, principalmente para abastecimento humano e irrigação, e à poluição decorrente da precária infraestrutura de saneamento das cidades e/ou de efluentes decorrentes de atividades produtivas, tornam a gestão da água na Região Hidrográfica ainda mais desafiadora e colocam a alocação de água e a operação dos reservatórios de cada região como questão central do seu plano de recursos hídricos.

Os planos deverão refletir a dinâmica da região hidrográfica em um contexto de escassez hídrica, recebendo diversos insumos oriundos da articulação entre as instituições, notadamente aquelas com responsabilidade na gestão dos recursos hídricos. Alinhado a esse contexto, terão foco na governança do sistema de gestão de recursos hídricos, visando o fortalecimento desse sistema, o aprimoramento do conhecimento em temas estratégicos e o aprimoramento dos processos de alocação negociada de água, de forma a apoiar a regulação do uso da água na bacia e propiciar uma gestão mais eficiente desse recurso.

João Lúcio Farias
Presidente da COGERH

1 APRESENTAÇÃO

A Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, em seu Capítulo V, define seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. O primeiro deles é o Plano de Recursos Hídricos, que materializa, em textos, o planejamento, e viabiliza sua concretização em termos de ações a médio e longo prazo. Ele pode ser temático e ter uma maior ou menor abrangência espacial. Assim, têm sido formulados planos de recursos hídricos a nível nacional, estaduais e planos de bacias hidrográficas.

Os Planos de Bacias Hidrográficas do Ceará têm por finalidade fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, compatibilizando os aspectos quantitativos e qualitativos do uso das águas. Eles são documentos que definem a agenda dos recursos hídricos, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, programas e investimentos prioritários. Eles são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos.

Com esta visão, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará - SRH, firmou Termo de Cooperação Técnico Científico com a Universidade Federal do Ceará – UFC no contexto dos seis eixos de atuação da companhia: Desenvolvimento Institucional, Estudos e Projetos, Gestão Participativa, Instrumentos de Gestão, Monitoramento e Operação e Manutenção. Através desta cooperação mútua e no âmbito do Programa Cientista Chefe de Recursos Hídricos, criado pela Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, que tem como objetivo unir o meio acadêmico e a gestão pública, serão elaborados os Planos de Recursos Hídricos das 12 regiões hidrográficas do Estado. A construção destes planos está embasada em dois

fundamentos: a produção de informações técnicas e a articulação política com o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH).

A participação dos usuários está respaldada na Política Estadual de Recursos Hídricos que a inclui como uma das premissas fundamentais no gerenciamento das águas juntamente com a descentralização e a integração. Esta atuação, certamente, permitirá o fortalecimento do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.

O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús compõe-se de três etapas: Diagnóstico, Prognóstico e Planejamento. O Diagnóstico é a base do planejamento. Nessa etapa é realizado o esforço de integração e análise dos dados existentes na área compreendida pela região hidrográfica. O Prognóstico busca estimar as demandas de água no futuro e avaliar os impactos sobre a qualidade e quantidade, considerando as ações necessárias para compatibilizar esses dois aspectos. A etapa de Planejamento visa mitigar, minimizar e se antecipar aos problemas relacionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de forma a promover os usos múltiplos e a gestão integrada.

Especificamente, busca-se propor ações e estratégias que proporcionem a melhoria da segurança hídrica e a minimização da ocorrência de conflitos pelo uso dos recursos hídricos tendo como base: (i) a avaliação das secas e cheias; (ii) o levantamento de informações sobre a estrutura de demanda hídrica e sobre as questões relacionadas ao saneamento ambiental tais como o lançamento inadequado de efluentes urbanos e a destinação inadequada dos resíduos sólidos; (iii) o entendimento de problemas ambientais como o assoreamento dos reservatórios, os desmatamentos nas Áreas de Preservação Permanente (APP), o crescimento desordenado de comunidades e núcleos urbanos e as ocupações irregulares.

O Plano da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús é um instrumento novo. Em 2021, em etapa anterior à realização da Reunião de Partida do Plano (16/06/2021), os membros do CBHSC foram convidados a participar de um questionário online para identificar, na percepção do CBH, os principais usos, problemas hídricos e ambientais, conflitos, aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

As atividades desse planejamento ocorrerão no período de junho de 2021 a janeiro de 2022 conforme a Tabela 1.1. Essa agenda foi construída em parceria e conformidade com o CBH de forma a permitir a máxima participação social.

TABELA 1.1. AGENDA DA ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

JUNHO/ 2021	
Dia 16	Reunião de partida do plano de recursos hídricos da região hidrográfica
JULHO/ 2021	
Dia 14	Audiência Pública (Iniciando o diálogo com a RHSC)
SETEMBRO/ 2021	
Dia 01 Dia 22	Reunião de aprovação do Diagnóstico Workshop (cenarização)
NOVEMBRO/ 2021	
Dia 10 Dia 24	Reunião de aprovação dos cenários Workshop (estratégias e ações)
JANEIRO/2022	
Dia 27	Aprovação das estratégias e ações do Plano de Recursos Hídricos da RHSC

Este documento, nomeado Diagnóstico da RHSC, apresenta uma descrição da atual situação da Região Hidrográfica, fruto das discussões realizadas na Audiência Pública na RHSC, dos relatórios dos grupos

focais - configurações do arranjo institucional, oferta e demanda no gerenciamento dos recursos hídricos - e de dados já existentes contidos nas seguintes fontes:

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)
- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)
- Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE)
- Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS)
- Fundação Nacional de Saúde (Funasa)
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Populacional 2010 e Censo Agropecuário 2017
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
- Lei Estadual dos Recursos Hídricos (14.844/2010)
- Lei Nacional dos Recursos Hídricos (9.433/1997)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992 e 2005 (PERH)
- Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR)
- Projeto RADAMBRASIL
- Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA)
- Serviço Florestal Brasileiro (SFB)
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)
- Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)

Ele está dividido em 10 capítulos a contar com esta apresentação. No segundo capítulo é realizada uma caracterização da Região Hidrográfica com foco na hidrografia e infraestrutura hídrica, mas

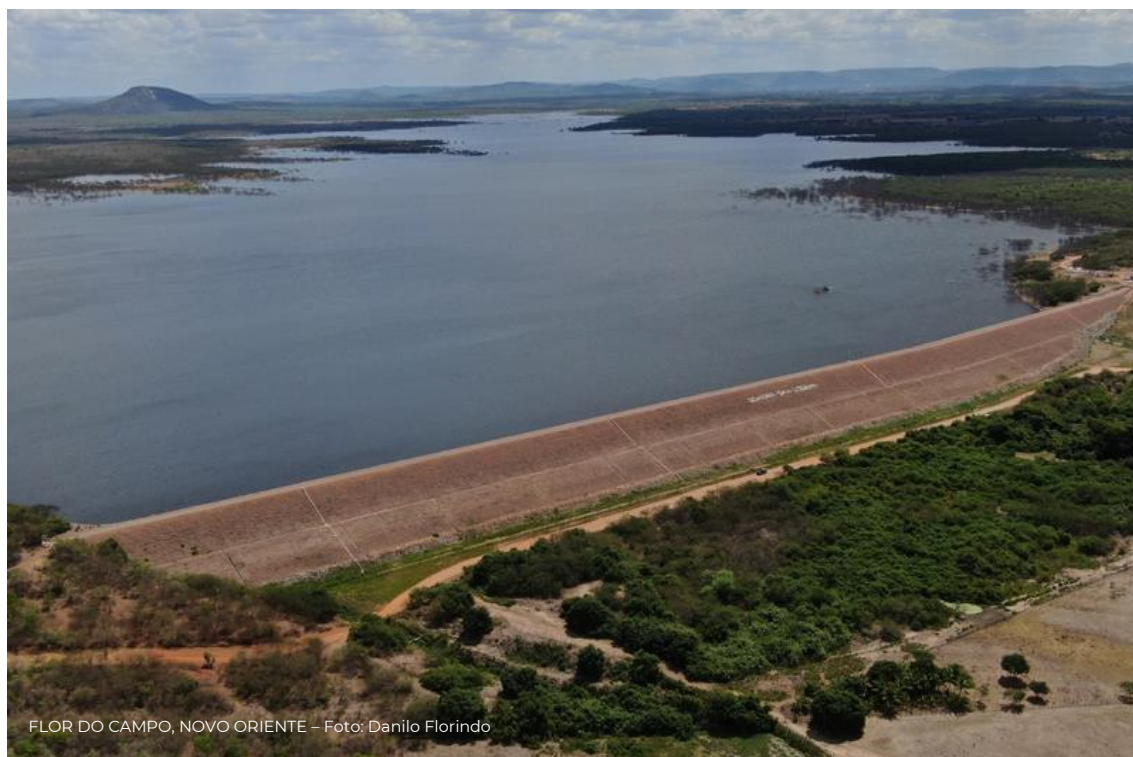
destacando os aspectos físicos, demográficos, socioeconômicos e climatológicos que embasarão os capítulos seguintes. O terceiro capítulo aborda as demandas hídricas da bacia sob três vertentes: demanda outorgada, estimada por metodologia da ANA e a demanda instalada. No quarto capítulo é realizado uma descrição da oferta hídrica; as informações nestes dois capítulos permitiram a estimativa do balanço hídrico, apresentado no quinto capítulo. O sexto capítulo analisa os eventos extremos na RH (secas e cheias), o sétimo capítulo trata das questões ambientais, o oitavo das questões institucionais, o nono capítulo trata da alocação de água e as estratégias de gestão de seca. E, finalmente, no décimo capítulo é apresentado uma síntese dos questionários mencionados anteriormente e, em seguida, as referências bibliográficas.



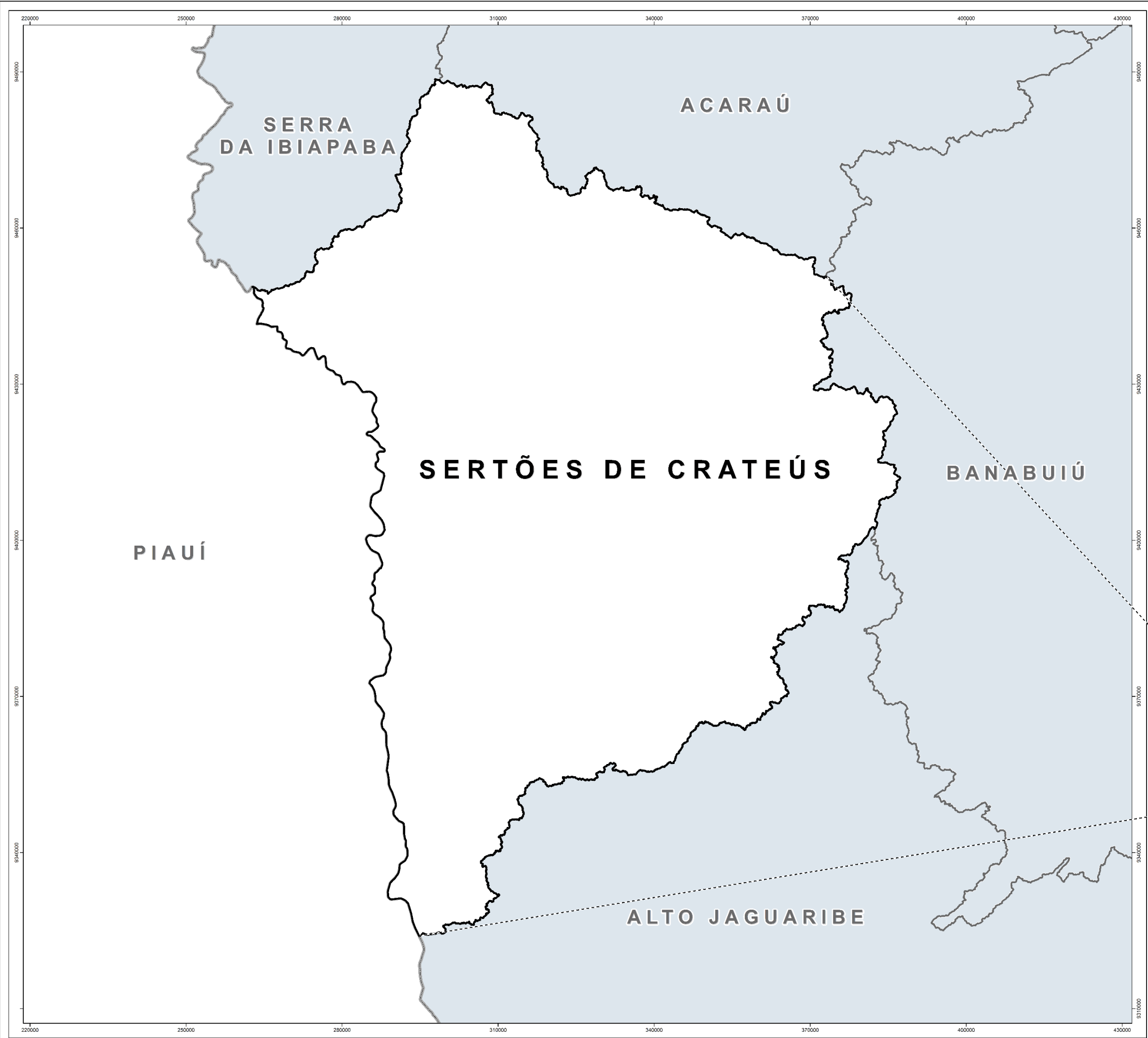
BARRAGEM DO BATALHÃO, CRATEÚS - Foto: Danilo Florindo

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (RHSC) localiza-se na porção ocidental do Estado do Ceará, entre as latitudes 4°36'44"S - 6°07'40"S e longitudes 40°00'00"W - 41°09'16"W. Limita-se ao norte com as regiões hidrográficas da Serra da Ibiapaba e do Acaraú, a leste com a Região Hidrográfica do Banabuiú, ao sul com a do Alto Jaguaribe e a oeste com o estado do Piauí, ocupando uma área de 10.793,80 km². (Mapa de localização). Trata-se de uma área Federal, tendo em vista que é parte integrante da Região Hidrográfica do Parnaíba, que abrange ainda os estados do Piauí e Maranhão.



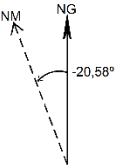
Esta Região Hidrográfica compreende parte da rede de drenagem da margem esquerda do rio Poti em território cearense, cujos principais afluentes são o Riacho do Meio, Riacho de Dentro, Riacho dos Cavalos, Rio Diamante, Riacho Cachoeira, Rio Pinheiros e Riacho dos Campos.



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



LOCALIZAÇÃO



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

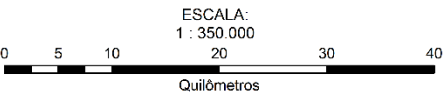
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

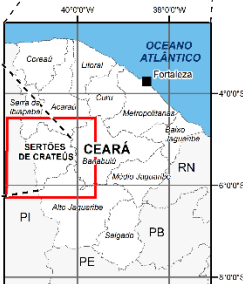
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogerh, 2020)
 - Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
 - Limite Estadual (Ipece, 2021)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

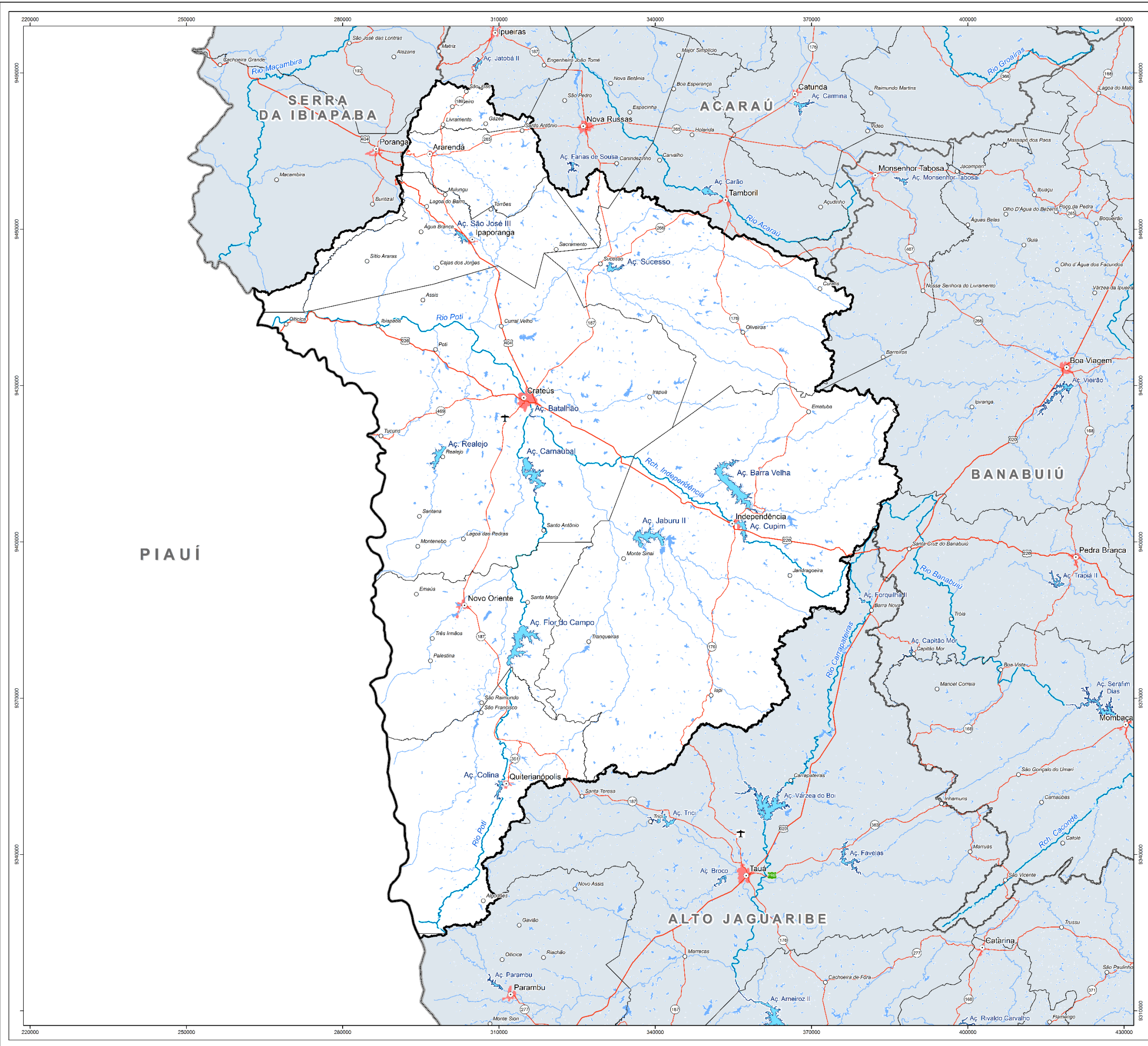
Seus limites perpassam por vários municípios do Ceará, alguns com uma área representativa dentro da RHSC, outros não, conforme se pode-se observar na Tabela 2.1, a qual apresenta a área de cada um deles na Região Hidrográfica e seu percentual.

TABELA 2.1. PERCENTUAL DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS TOTAL OU PARCIALMENTE NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Município	Área Total do Município (Km²)	Área do Município pertencente à Região Hidrográfica (Km²)	Área do Município pertencente à Região Hidrográfica (%)
Ararendá	342,3	342,0	99,9%
Boa Viagem	2.833,3	3,0	0,1%
Crateús	2.981,8	2981,8	100,0%
Independência	3.221,6	3219,9	99,9%
Ipaporanga	704,9	704,9	100,0%
Ipueiras	1.483,7	137,4	9,3%
Monsenhor Tabosa	892,1	2,2	0,2%
Nova Russas	736,9	67,2	9,1%
Novo Oriente	947,6	947,6	100,0%
Parambu	2.313,9	3,1	0,1%
Pedra Branca	1.301,3	1,3	0,1%
Poranga	1.311,4	85,3	6,5%
Quiterianópolis	1.042,2	1037,6	99,6%
Tamboril	2.014,0	1263,8	62,8%
Tauá	4.009,4	9,4	0,2%

Embora se verifique que alguns dos municípios possuam percentuais baixos dentro da Região, tendo sua área pouco representatividade, para este Plano serão considerados e trabalhados por pertencerem ao Comitê de Bacias dos Sertões de Crateús e participarem das reuniões nesta Região Hidrográfica.

Todas as cidades da área são interligadas por rodovias pavimentadas. As Federais, BR-226 no sentido leste-oeste e BR-404, cruzam a região no sentido transversal, em direção ao Piauí. No âmbito estadual, perpassam pela região as CE-176, CE-187, CE-189, CE-192 e CE-351, sentido norte-sul e CE-267, CE-469, sentido leste-oeste, dentre outras (Mapa básico).

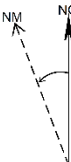


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



MAPA BÁSICO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

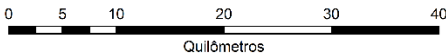
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Território

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Sedes Distritais (Ipece, 2018)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Áreas Urbanas (Ipece, 2019)

Sistema de Transportes (DER, 2018)

- Rodovias
- Aeroportos Estaduais
- Postos Estaduais

Hidrografia

- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Corpos d'água (Funceme, 2018)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021

2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica

A RHSC possui como rio principal o rio Poti, no seu alto curso. O rio nasce na serra dos Cariris Novos (Planalto da Ibiapaba), em rebordos de planalto sedimentar, com altimetrias médias de 700 a 800m, na localidade de Jatobá, Olho D'água da Gameleira, cerca de 30km da sede do município de Quiterianópolis (CE) (SRH/ Engesoft/ Montgomery Watson America, 2000).

Esse Planalto, segundo IBGE (1996), pode ser caracterizado por duas cuestas, Ibiapaba e Serra Grande. Segundo o mesmo documento a Serra que bordeja a margem direita do Poti denomina-se localmente de Ibiapaba e a que margeia a borda esquerda, de serra Grande. A primeira faz parte da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (RHSI) e a segunda da RHSC.

Ao escoar para norte o rio encontrou uma falha geológica (CPRM, 2019) e inflectiu para oeste, realizando o trabalho de escavamento acentuado no embasamento e de erosão restrita nas rochas paleozoicas sedimentares, modelando assim o cânion, enquanto nivelava o nível de base.

No Ceará a partir da sua nascente o rio segue, cerca de 192 km, no sentido Sul-Norte, passando por Novo Oriente (CE) até atingir o município de Crateús (CE), onde logo depois flui no sentido Leste-Oeste, em direção ao Piauí, tendo como principal afluente à margem esquerda o Riacho do Meio e, à margem direita, o rio Macambira, o qual faz parte da RHSI. O Poti inicia seu percurso com forte inclinação, cerca de 1,15%, até, aproximadamente, o km 35, posteriormente essa declividade se reduz, escoando em cotas de 400 a 200m (SRH, 1992).

Ainda conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH, 1992) a Região Hidrográfica possui feição física singular, com um perímetro composto na sua maior parte por terrenos montanhosos - na divisa à oeste, com o Piauí, tem-se a Serra da Ibiapaba, no limite com o Alto Jaguaribe, as Serras de Joaninha, Guaribas e Pipocas - diminuindo a elevação das formações elevada à nordeste; e com área interior de relevo suave a muito suave, tendendo a uma forma de meio círculo (Mapa de hipsometria)



RIO POTI - Foto: Associação Caatinga

A hidrografia no alto curso fluvial do rio Poti, na RHSC, escoa em sua maior parte por embasamento cristalinos, onde forma uma drenagem do tipo dendrítica; sendo este padrão nas áreas onde se encontram pedimentos extensivamente aplainados, subdendrítico.

Essa drenagem é densa e composta de pequenos tributários que descem as encostas, apresentando pequenas amplitudes altimétrica sem seus perfis longitudinais, os quais rapidamente alcançam o nível de base geral do amplo pediplano cristalino, abaixo de 300 metros de altitude. Exceção ocorre para os cursos d'água que recortam o *front* da Ibiapaba e que são os responsáveis pelo retalhamento dessa escarpa (Lima, 1982).

A faixa drenada do lado esquerdo da Região Hidrográfica é mais estreita que a do lado direito, isso corrobora para que os afluentes da esquerda, que nascem nas escarpas da Serra da Ibiapaba, tenham menor extensão, destacam-se aí os Riachos de Dentro e dos Cavalos. Além disso, apresentam gradientes pouco inclinados e perfis transversais com vertentes planas ou ligeiramente côncavas, desta forma resultando em uma rede potamográfica que é reflexo direto das condições meso-climáticas.

Na margem direita do rio Poti na RHSC estão os rios Jatobá, Riacho do Mato e o mais importante dos afluentes do Poti em solo cearense, o Riacho do Meio, formado pela confluência entre os Riachos Independência e Jucá.

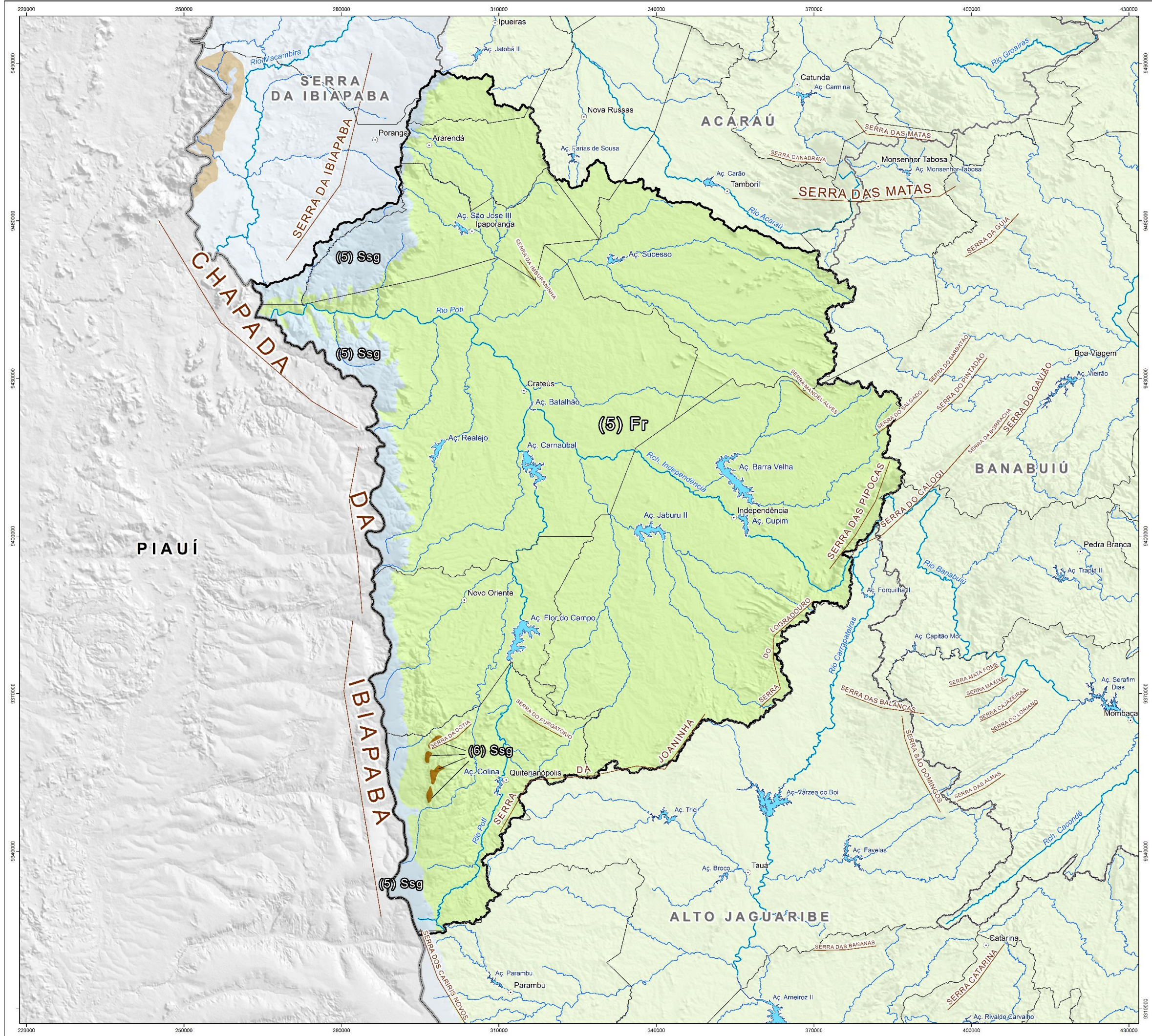
Nessa Região prevalecem dois domínios hidrogeológicos, as rochas cristalinas e os depósitos aluvionares. Destes, as rochas cristalinas predominam totalmente na área (mais de 80%) e representam o que é

denominado comumente de “aquífero fissural”. Como nesse tipo de rocha basicamente não existe uma porosidade primária, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (Brandão & Feitosa, 1998) (Mapa Hidrogeológico).

Os mesmos autores citam que as vazões produzidas por poço em áreas com essas características são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido é, na maior parte das vezes, salinizada. Desta forma tem-se um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas, entretanto, há que se ressaltar que, embora sendo baixo, pode ser capaz de abastecer pequenas comunidades ou podem funcionar como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

Os sedimentos da Formação Serra Grande representam, na região, o domínio de mais alto potencial do ponto de vista hidrogeológico. As coberturas terciário-quaternárias compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastantes reduzidas, têm pouca expressão como mananciais para captação de água subterrânea.

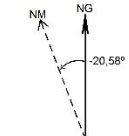
Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativamente alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente quando se trata de regiões semiáridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas. (Brandão & Feitosa, 1998).



PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



HIDROGEOLOGIA



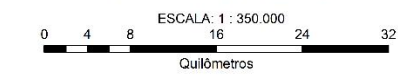
Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)

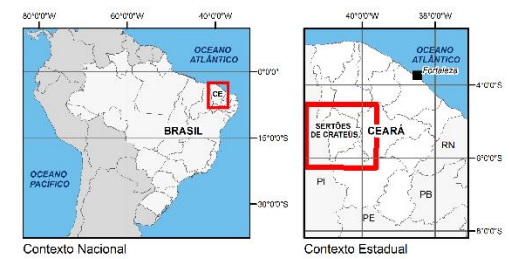
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°

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)
- Rodovias Federais (DER, 2018)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo

LEGENDA

- Unidades litostратográficas (CPRM, 2014)
- GRUPO SERRA GRANDE
- (5) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
 - (6) Ssg Unidade granular (Gr) de produtividade pouco produtiva ou não aquífera.
- EMBASAMENTO FRATURADO INDIFERENCIADO
- (5) Fr Unidade fraturada (Fr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021 PP2.mif

Na área existem cerca de 1.841 espelhos d'água mapeados pela FUNCEME de 2008-2017, obtidos utilizando-se imagens dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4 (FUNCEME, 2020), o que se deve principalmente às características climatológicas da área e à pouca capacidade natural de reservas hídricas (Mapa de espelhos d'água).



BARRAGEM DO BATALHÃO, CRATEÚS – Foto: Danilo Florindo

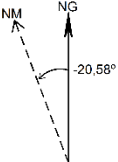


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



ESPELHOS D'ÁGUA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

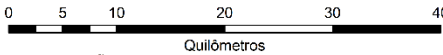
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

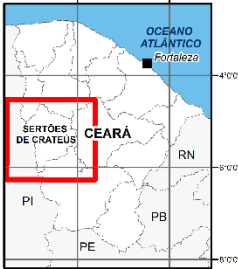
ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Cratêus (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

- Espeiros d'água (Funceme, 2008-2017)
- Espeiros d'água

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021

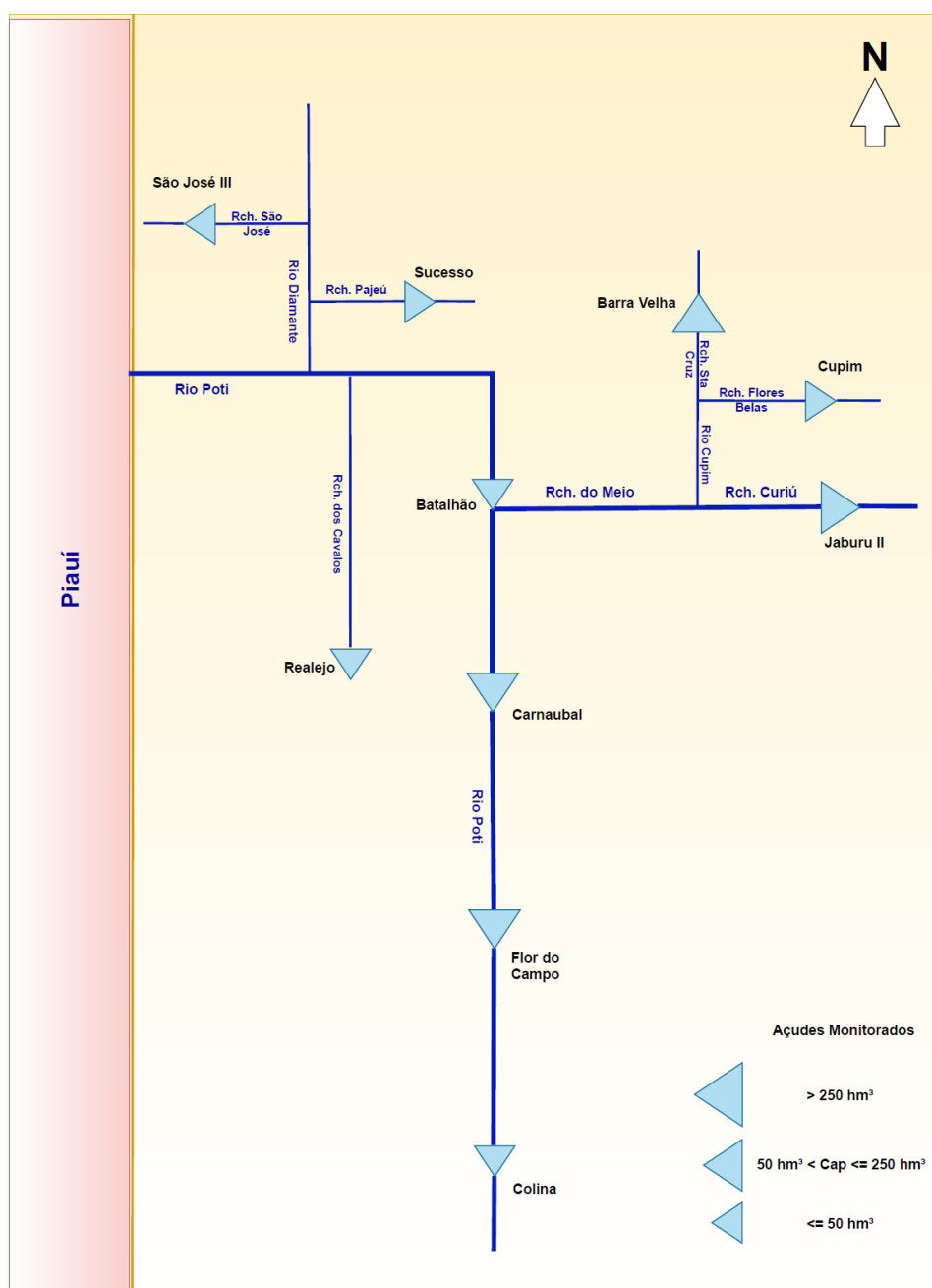
A RHSC possui 10 açudes públicos de características plurianuais gerenciados pela COGERH (Tabela 2.2), com capacidade de acumulação de 436.038.000 m³ (Ceará, 2021). Destes, três - Barra Velha, Flor do Campo e Jaburu II - são de grande porte, possuindo capacidade superior a 75 milhões de m³, de modo a tentar garantir o atendimento das demandas entre anos subsequentes, devido às características semiáridas da Região. Já a média açudagem (capacidade entre 10 a 75 milhões de m³) é representada por dois barramentos – Carnaubal e Realejo. Na área existe ainda um reservatório em construção, o Fronteiras, cuja capacidade de acumulação será de 488.140.000 m³. A Figura 6 mostra o diagrama unifilar da rede de drenagem principal da RHSC.

TABELA 2.2. PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS E CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO.

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m ³)
Barragem do Batalhão	Crateús	EXÉRCITO	*	Rch do Meio	1.638.000
Barra Velha	Independência	ESTADO	1999	Rch Sta Cruz	99.560.000
Carnaubal	Crateús	ESTADO	1990	Rio Poti	73.200.000
Colina	Quiterianópolis	DNOCS	1998	Rio Poti	4.290.000
Cupim	Independência	DNOCS	1998	Rio Cupim	4.600.000
Flor do Campo	Novo Oriente	ESTADO	1999	Rio Poti	105.000.000
Jaburu II	Independência	DNOCS	1984	Rio Jaburu	101.641.000
Realejo	Crateús	DNOCS	1980	Rch Carrapateiras	31.550.000
São José III	Ipaporanga	*	*	Rch São José	7.960.000
Sucesso	Tamboril	ESTADO	1988	Rch Cassimiro	6.600.000
TOTAL			436.038.000		

*Não informado

Fonte: Banco de Dados SAGREH - COGERH, 2021.

FIGURA 2.1. ESQUEMA TOPOLÓGICO DA RHSC.

A RHSC conta com 265,20 km de adutoras construídas, sendo 26,60 km de adutoras do tipo Adutora Convencional, e 238,60 km Adutora Emergencial. Uma das adutoras realiza a importação de águas da Região Hidrográfica do Acaraú, tendo sido construída para atendimento à demanda em período de crise hídrica (2013-2017) (Tabela 2.3).

TABELA 2.3. ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

ADUTORA	EXTENSÃO (Km)	SISTEMA ADUTOR
Adutora convencional	13,5	Açude Flor do Campo - Novo Oriente
Adutora convencional	13,1	Açude Carnaubal - Crateús
Adutora emergencial	14,8	Açude Carnaubal - Crateús
Adutora emergencial	156,0	Açude Araras – Crateús e Nova Russas
Adutora emergencial	40,2	Açude Flor do Campo – Quiterianópolis
Adutora emergencial	27,6	Açude Jaburu II - Independência

Fonte: Banco de Dados SAGREH. COGERH, 2021.

Além dessas estruturas hídricas, o Estado desde de 2016, busca suprir as fragilidades da rede de abastecimento de água dos núcleos urbanos existentes no atual sistema, por meio do Projeto Malha d'Água, cuja finalidade além de adensar a rede de adutoras, considerando todos os centros urbanos e realizando a captação de água diretamente nos mananciais, é implementar estações de tratamento de água para posterior adução aos núcleos urbanos integrados ao sistema, buscando garantir água de qualidade às populações (Funceme, 2021).

A malha foi traçada de modo otimizado e considerando o dimensionamento dos sistemas, e quando viável, a população rural mapeada. Na RHSC o Projeto contempla o Sistema Adutor Fronteiras, com sete municípios atendidos - Ararendá, Crateús, Independência, Ipaporanga, Novo Oriente, Poranga e Quiterianópolis. O Mapa de infraestrutura hídrica mostra a infraestrutura hídrica existente e planejada na Região.



PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



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)

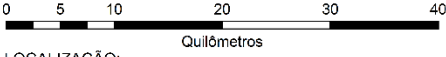
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

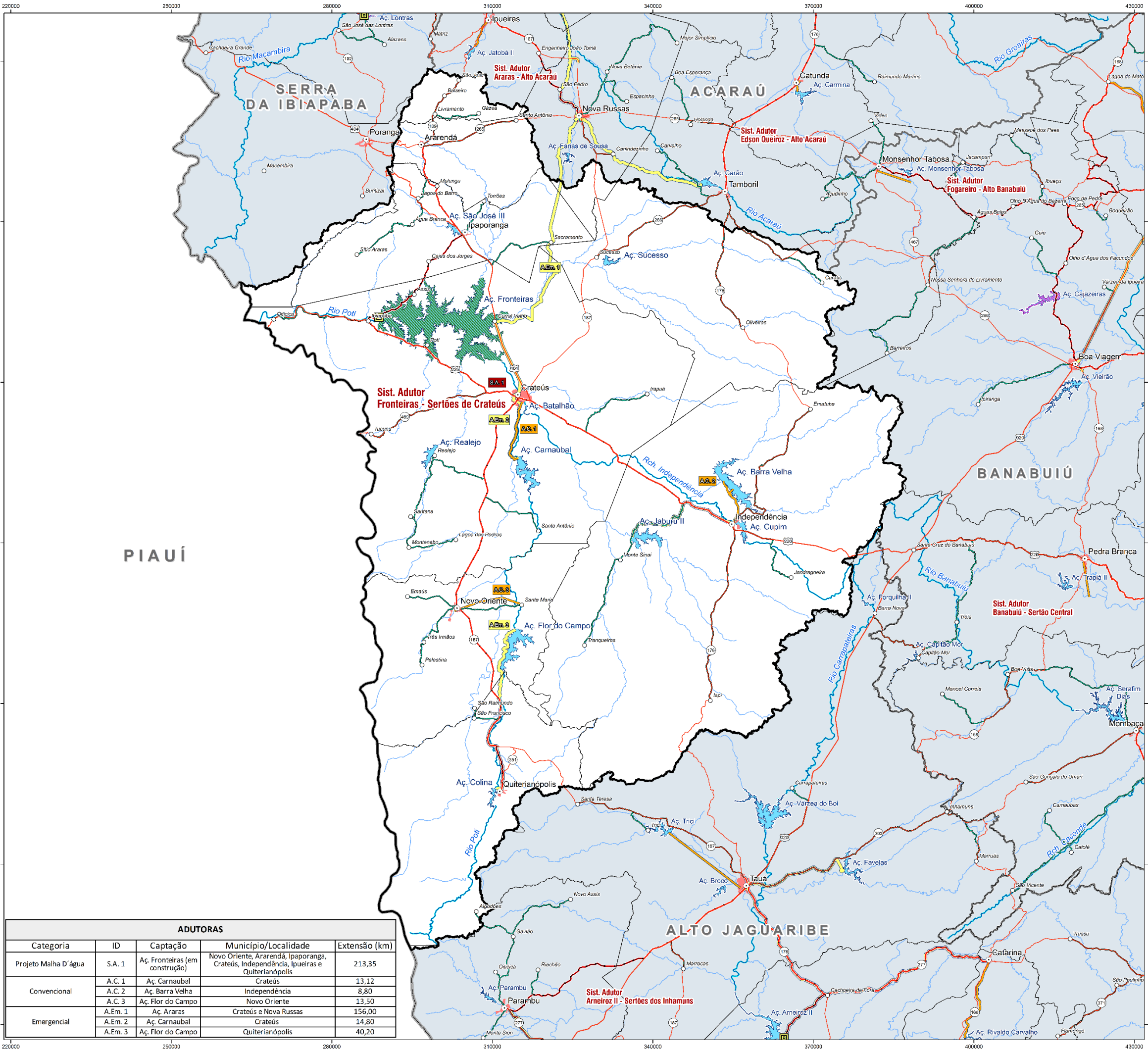
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



ADUTORAS				
Categoria	ID	Captação	Município/Localidade	Extensão (km)
Projeto Malha D'água	S.A. 1	Aç. Fronteiras (em construção)	Novo Oriente, Ararendá, Ipaoranga, Crateús, Independência, Ipueiras e Quiterianópolis	213,35
	A.C. 1	Aç. Carnaubal	Crateús	13,12
	A.C. 2	Aç. Barra Velha	Independência	8,80
Convencional	A.C. 3	Aç. Flor do Campo	Novo Oriente	13,50
	A.Em. 1	Aç. Araras	Crateús e Nova Russas	156,00
Emergencial	A.Em. 2	Aç. Carnaubal	Crateús	14,80
	A.Em. 3	Aç. Flor do Campo	Quiterianópolis	40,20

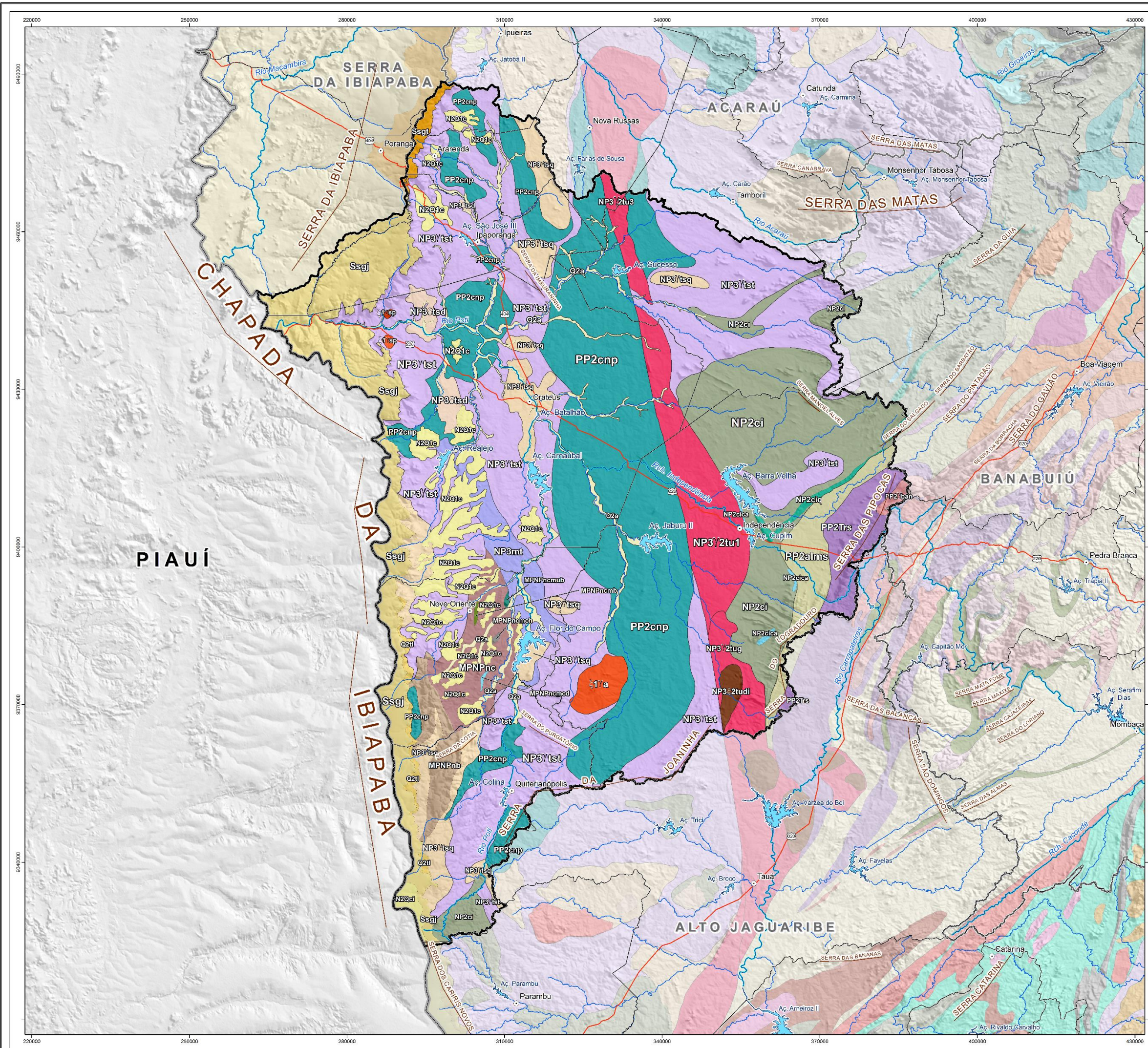
Dados obtidos no IPECE (2017), em Ceará Mapas Interativos, trazem informações sobre a existência de 4.061 poços na Região Hidrográfica. Estes dados têm como fonte a SOHIDRA (661 poços), SDA (21 poços) e CPRM (3.379 poços).

Informações mais atuais, até junho de 2021, ainda estão sendo consolidadas, devido às várias obras executadas no último período de estiagem, por vários órgãos diferentes. Desta forma, não puderam ser utilizadas no momento da confecção deste Plano.

2.2 Aspectos físicos

O conhecimento dos aspectos físicos da Região Hidrográfica é fundamental para o entendimento das características locais, onde os processos hidrológicos ocorrem, permitindo identificar os elementos componentes da área, seus atributos e relações, a fim de ressaltar limitações e potencialidades que poderão ser ainda mais impactadas pela componente socioeconômica.

A RHSC está inserida numa área de contato entre duas grandes estruturas geológicas distintas: a Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí (denominada também como Bacia Sedimentar do Parnaíba) e o escudo cristalino Pré-Cambriano. O contato entre essas duas estruturas representa a fronteira entre os estados do Ceará e Piauí, destacando-se aí uma faixa descontínua de litígio cuja área total é de aproximadamente 2.600 km² (LIMA, 1982) (Mapa de geologia simplificada).



PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



GEOLOGIA SIMPLIFICADA



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 : 350.000

0 4 8 16 24 32
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Rodovias Federais (DER, 2018)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Cratéus (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo: The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

LEGENDA

Unidades litoestratigráficas (CPRM, 2020)

Coberturas Sedimentares Cenozóicas

- Q2a Depósitos aluvionares
- Q2II Depósitos de tálus recentes
- N2Q1e Depósitos colúvies-eluviais

Grupo Serra Grande (Ssg)

- Ssgj Formação Jacó
- SsgI Formação Tianguá

Suíte Intrusiva Pós-Orogênica

- E1* Corpos Granito: (a) Alecrim (sp) Serra do Picote

Suíte Tauá

- NP3/2tu (1) Corpo Pedra Lisa (3) Corpo Nova Russas (g) Litofácies Tauá, granito
- NP3/2tudi Litofácies Tauá, diorito

Unidade Memos dos Tordões

- NP3mt Predomínio de gnaisses calcissilicáticos

Complexo Tamboril - Santa Quitéria (NP3/tst)

- NP3/tstq Unidade Granitóide Santa Quitéria
- NP3/tstd Unidade Diorito Boi
- NP3/tst Unidade Tamboril

Grupo Ceará (NP2ca)

- NP2ci Formação Independência Predomínio de xistos aluminosos e paragneisses, por vezes migmatizados e migmatíticos: (q) Quartzitos (ca) Rochas calcissilicáticas e mármores

Grupo Novo Oriente (MPNPn)

- mpn Formação Caruabas Xistos diversos, além de metassiltitos e rochas calcissilicáticas
- MPNPns (mub) Rochas metatramáficas (mst) Metacalcários dolomíticos (mch) Metacherts com tumalinito (mb) Rochas metamáficas representadas por anfibolitos
- MPNPnb Formação Bonsucesso

Unidade Orognaissos Bananeira

- PP2/ban Orognaissos graníticos, granodioríticos e localmente sieníticos.

Complexo Canindé Ceará

- PP2cnp Unidade Paranaíse Migmatito

Complexo Algodões

- PP2alms Unidade Metasedimentar

Complexo Trêz

- PP2/mir Unidade Metatantalito Mirador
- PP2/trs Unidade Supracrustal

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021
PP2 mir



A geologia da RHSC é representada, preponderantemente, pelo embasamento cristalino, compreendendo o Grupo Caraíba no setor leste, e no limite extremo oeste, a Formação Serra Grande. Derivando destes, respectivamente, tem-se as unidades geomorfológicas da Depressão Sertaneja e a do Planalto da Ibiapaba, esta última correspondendo à área de contato entre duas grandes estruturas geológicas distintas: a Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí e o escudo cristalino Pré-Cambriano.

Segundo IBGE (1996), a área do Planalto da Ibiapaba pode ser caracterizada por duas cuestas, a da Ibiapaba e a da Serra Grande. Segundo o mesmo documento a Serra que bordeja a margem direita do rio Poti denomina-se localmente de Ibiapaba e a que margeia a

borda esquerda, de Serra Grande. A primeira faz parte da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba e a segunda da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

A área do Planalto da Ibiapaba na RHSC, Serra Grande, dispõe-se de sul para norte através de escarpamento contínuo, abrupto e bastante festonado, abrange toda a porção ocidental do Ceará nos limites com o Estado do Piauí. A continuidade só é interrompida na área de superimposição do rio Poti.

A RHSC corresponde a uma área que testemunha a atuação de longos e intensos processos de erosão, sendo considerada como área de circundesnudação periférica, constituindo-se numa verdadeira área de aversão, deprimida entre a Ibiapaba e os Cariris. (Ribeiro e Albuquerque, 2017)

Predominam na Região as rochas do embasamento cristalino de idade pré-cambriana, representadas por gnaisses, granitos e migmatitos diversos. Sobre esse substrato repousam arenitos de textura grossa, arcoseanos ou caulínicos, com intercalações de siltitos e folhelhos, de idade silurodevoniana (Formação Serra Grande). Os relevos planálticos do topo da Ibiapaba estão assentados em arenitos e conglomerados da Formação Serra Grande, de idade siluriana, que corresponde à base da bacia sedimentar do Parnaíba.

Ocorrem ainda, coberturas aluvionares, de idade quaternária, encontradas ao longo dos principais cursos d'água que drenam os municípios (CPRM, 1998), cuja extensão, espessura e granulometria estão condicionadas à capacidade de transporte das drenagens, da topografia e da fonte geradora do material transportado.

O relevo na maior porção do território é caracterizado por topografias suaves e pouco dissecadas da Depressão Sertaneja, com altitudes

variando de 200 a 500 m, resultado da superfície de aplainamento em atuação no Cenozóico.

Na superfície aplainada da Depressão Sertaneja, nas porções leste dos municípios de Tamboril e Independência, destacam-se na paisagem os Maciços Residuais, com altitudes chegando até 800 metros. A oeste de Ipaporanga, Crateús, Quiterianópolis e de Novo Oriente estabelece-se o planalto sedimentar da Serra Grande, cuestiforme da Ibiapaba, com altitudes cujos máximos situam-se a 900 m acima do nível do mar, para este último município. (Brandão & Feitosa, 1998)

Em termos gerais, essa Região Hidrográfica caracteriza-se por apresentar climas quentes, com chuvas de verão, com um aumento gradativo de condições de umidade no sentido nascente/foz, pois, à medida que se dirige para oeste, tem-se um índice mais significativo de pluviosidade, consequência de um conjunto de fatores atmosféricos e geográficos. Lima (1982)

O clima predominante é do tipo Tropical Quente Semiárido, com uma pequena faixa do Clima Tropical Quente Semiárido Brando na borda oeste da RHSC, tendo em vista os condicionantes geomorfológicos propiciados pelo Planalto da Ibiapaba (SOUZA, 2000).

Os tipos de solos se encontram relacionados à origem e evolução de fatores que traduzem as características dos condicionantes climáticos. Em sua maioria, segundo Embrapa (2006), apresentam-se com textura média e baixa, compreendendo, na região, predominantemente, solos do tipo Planossolos, Argissolos e Luvisolos (Mapa de levantamento exploratório de solos).

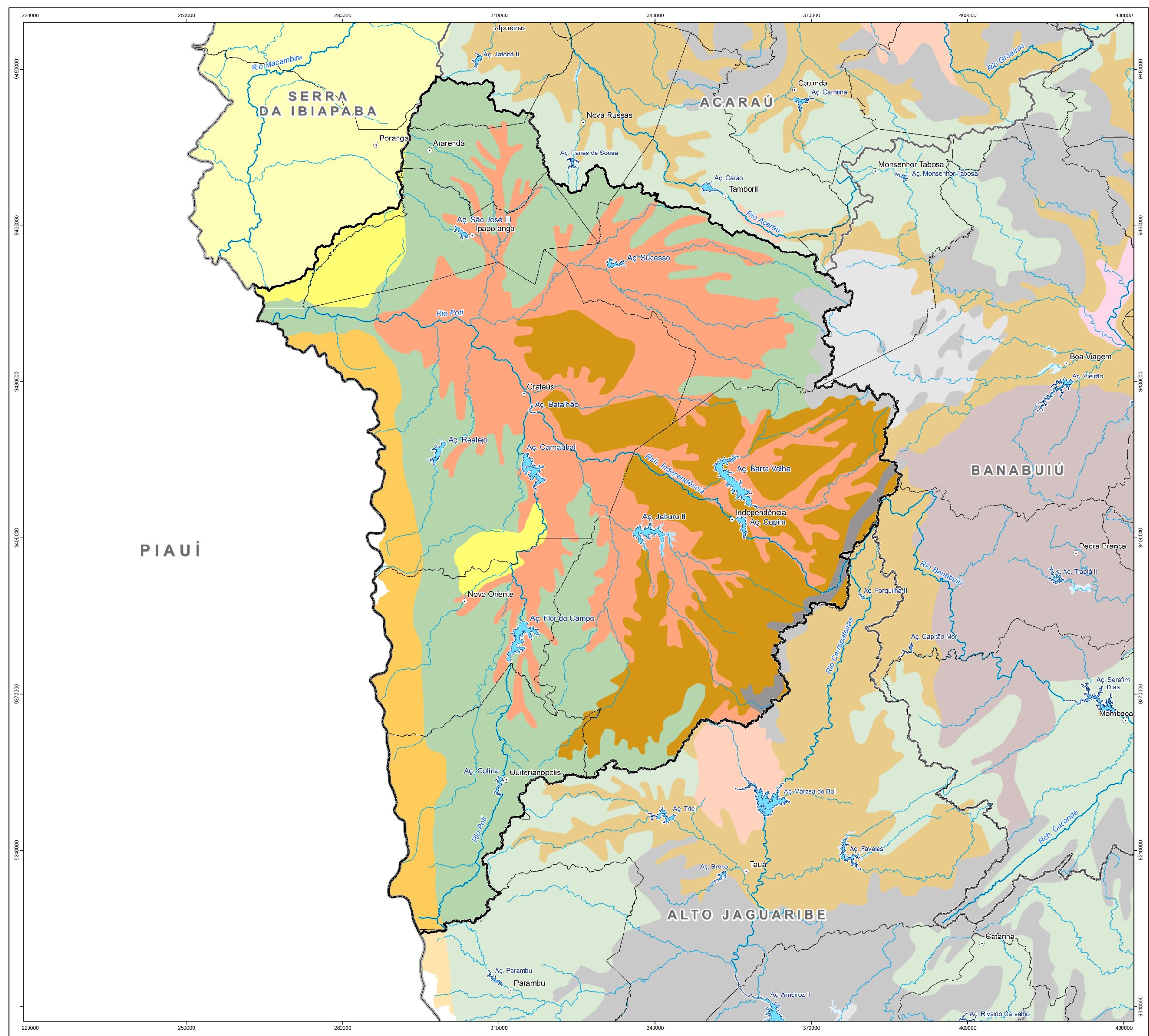
As altitudes médias do Planalto da Ibiapaba como um todo estão em torno de 750m, porém, tanto de norte para sul como de leste para oeste, as condições ecológicas são substancialmente diferenciadas. Ao sul,

onde as condições de semiaridez se pronunciam, o escarpamento é mais retilíneo e as condições ecológicas denunciam um recobrimento generalizado de caatingas. Os solos com predominância de areias profundas limitam práticas agrícolas em virtude das deficiências edafoclimáticas

No topo da Ibiapaba, os solos são profundos, bem drenados, muito friáveis, porosos e com baixa fertilidade natural (Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos), além de possuírem baixa coesão e adesão entre suas partículas e pequena capacidade de retenção de umidade e de nutrientes (Neossolos Quartzarênicos Órticos) (IBGE-EMBRAPA, 2001).

Nos Sertões Ocidentais e nos Sertões dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba onde ocorre superfície pediplanada, inserida nas depressões sertanejas semiáridas ou subúmidas secas, truncando rochas do embasamento cristalino, os solos são, em geral, rasos e susceptíveis à erosão, sendo vulneráveis à salinização, o mesmo ocorrendo para os Sertões ao sul da Região Hidrográfica, tem-se nesta região os Planossolo Háplicos Eutróficos e os Luvissois Crômicos Órtico, com a predominância destes últimos.

Nas Serras, Morros e Cristas Residuais há a preponderância dos Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, com fertilidade natural média a alta.

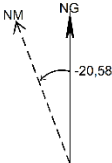


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



**LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO
RECONHECIMENTO DE SOLOS**



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

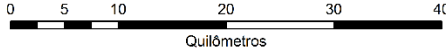
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

- Classes de Solos (Funceme, 1972)
Obs: Classificação de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (SBCS) para o 1º nível categorico.
- Água
 - Argissolos
 - Latossolos
 - Luvisolos
 - Neossolos Litólicos
 - Neossolos Quartzarênicos
 - Neossolos Regolíticos
 - Planossolos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021



O tipo de vegetação ou classe de vegetação predominante no sertão semiárido, de acordo com a Classificação do IBGE (IBGE, 1992), é a Savana-estépica, que comporta quatro subgrupos de formações: Savana-estépica Florestada, Savana-estépica Arborizada, Savana-estépica Parque e Savana-estépica Gramíneo-lenhosa.

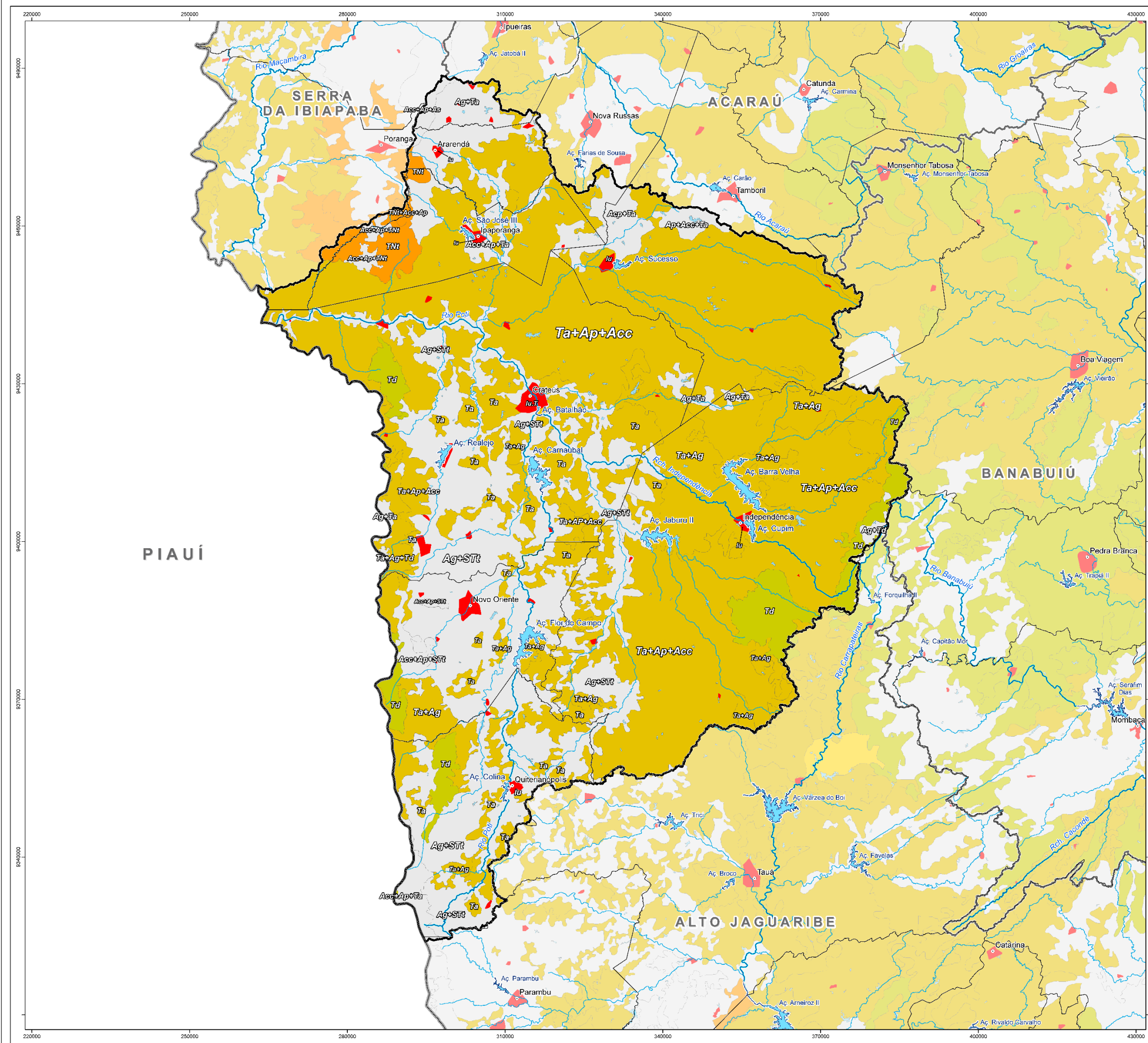
Na RHSC, devido ao clima severo que domina a áreas e às suas características, verifica-se uma vegetação com alta frequência de elementos xerófitos, sobretudo cactáceas e bromeliáceas, o que define

a fitofisionomia Savana Estépica, característica da Caatinga. (Mapa de uso e ocupação do solo).

Assim, a vegetação evidencia as condições semiáridas, com seu ambiente natural limitado refletido diretamente no recobrimento florístico, caracterizando-se, principalmente pela perda das folhas no período seco. Esse tipo de recobrimento vegetal possui influências múltiplas sobre a dinâmica do ambiente, uma vez que interfere na ação dos processos morfoclimáticos, na pluviosidade, temperaturas do solo e do ar, impactando na umidade e no trabalho que é exercido pelos agentes modeladores da superfície (SOUZA, 2000).

Na área da Depressão Sertaneja à leste da Região Hidrográfica, predomina a Savana Estépica Arborizada recobrimdo quase a totalidade da região que contém os tributários da margem direita do rio Poti. Apresenta um padrão fisionômico predominantemente composto por caatinga arbórea, ocorrendo manchas de caatinga arbustiva aberta na região de Crateús e Independência. Neste último município a vegetação encontra-se bastante degradada, configurando-se como uma Área Susceptível à Desertificação (ASD), situação que detectada também para Tamboril e área a nordeste de Crateús. Já na margem esquerda do Poti predominam a agricultura e a pecuária.

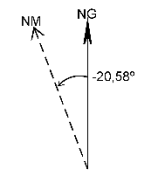
Na área do Planalto da Ibiapaba há o predomínio do carrasco, vegetação xerófila arbustiva densa alta, de indivíduos lenhosos, com troncos finos e uniestratificados e pela quase ausência de Cactáceas e Bromeliácea, diferente da caatinga (Mapa de uso e ocupação do solo).



PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



VEGETAÇÃO
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)

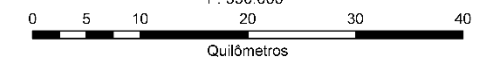
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350 000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Áreas urbanas (IBGE, 2012)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Cratéus (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

- Classes de vegetação (IBGE, 2018)
- FLORESTA OMBRÓFILA**
- As - Floresta Ombrófila Aberta Submontana
- SAVANA ESTÉPICA**
- Ta - Savana-Estépica Arborizada
 - Tas - Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
 - Td - Savana-Estépica Florestada
 - Tnt - Contato Savana-Estépica/Floresta Estacional - Ecotono
 - STt - Contato Savana/Savana Estépica - Ecotono
- ÁREAS DE TENSÃO ECOLÓGICA**
- Acc - Agricultura com Culturas Cíclicas
 - Acp - Agricultura com Culturas Permanentes
 - Ag - Agropecuária
 - Ap - Pecuária (pastagens)
 - Iu - Influência urbana
 - Corpo d'água continental

REALIZAÇÃO:



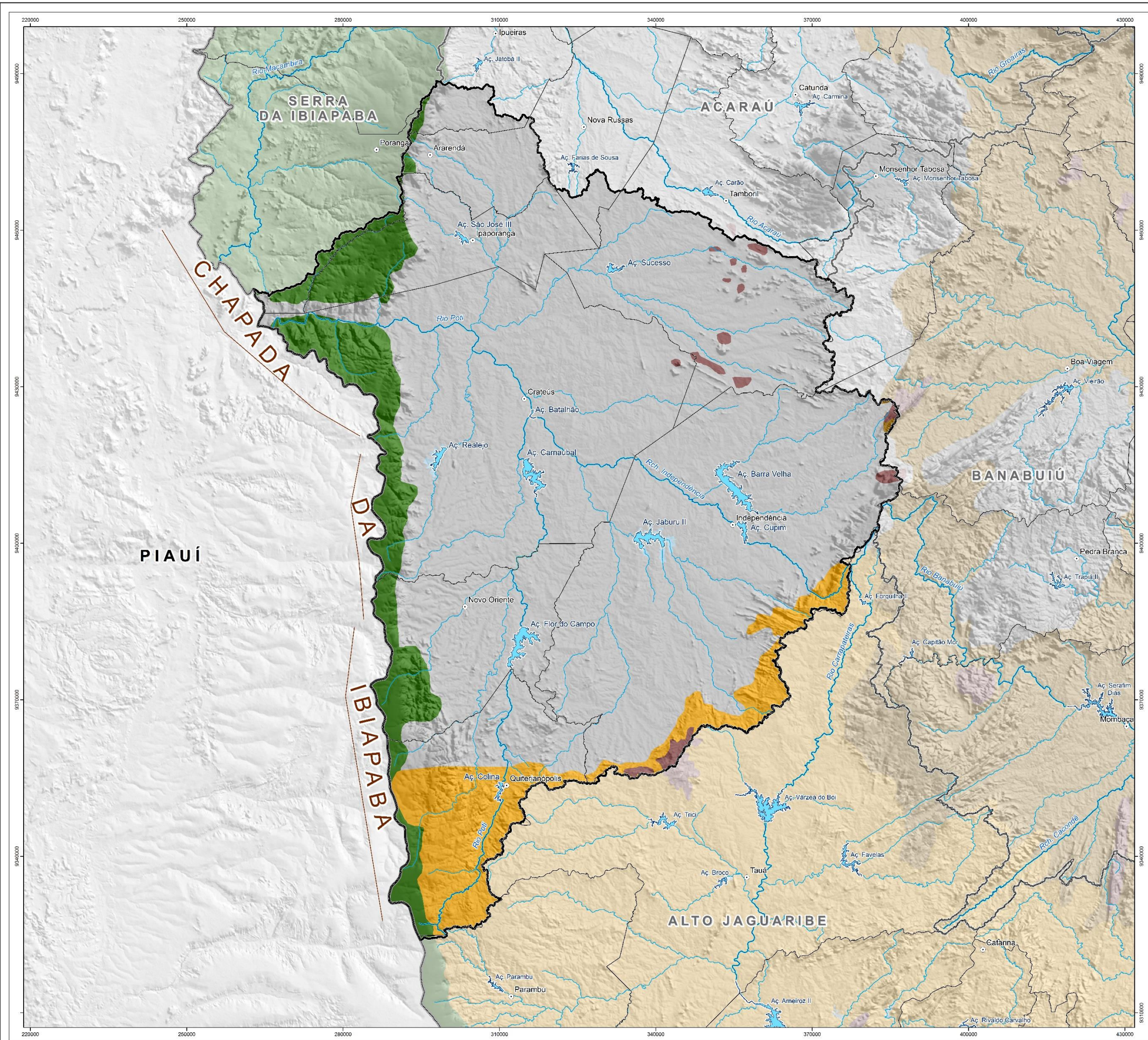
ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Julho - 2021

A diversidade litológica, associada às variações do micro e do mesoclima, configuram um mosaico de diferentes sistemas ambientais, submetidos a profundas transformações decorrentes do processo histórico de uso e ocupação. Cada um desses sistemas representa uma unidade de organização do ambiente natural onde se estabelecem relacionamentos entre seus componentes.

Sob o ponto de vista geoambiental e em consonância com a macrocompartimentação geomorfológica, três unidades se destacam e são representadas: (1) pelo Planalto da Ibiapaba, (2) pelos níveis rebaixados da Depressão Sertaneja e (3) pelos níveis serranos dos maciços residuais.



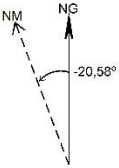
Dentre os sistemas ambientais baseado na caracterização de Souza (1979), com ênfase nos estudos de natureza geomorfológica, a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús se apresenta compartimentada da seguinte forma (Mapa de sistemas ambientais).



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



SISTEMAS AMBIENTAIS



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 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

Relevo

The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

LEGENDA

- Classes de Sistemas Ambientais (Funceme, 2009)
- Água
 - Cristas Residuais
 - Planalto da Ibiapaba
 - Sertões Centro-Ocidentais
 - Sertões Ocidentais
 - Sertões do Sul

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

- Planalto da Ibiapaba

O Planalto Cuestiforme da Ibiapaba compõe um setor espacial com superfície elevada, apresentando altitude média em torno de 650-750 m, capeada por arenitos em estrutura dissimétrica, conglomerados e até siltitos da Formação Serra Grande. Compreendendo o Reverso Imediato e Rebordos Úmidos, e o Reverso seco, caracterizando-se por um relevo de cuesta, vertente íngreme voltada para leste e um reverso suave no sentido contrário, com condições climáticas úmidas na escarpa e no reverso imediato, tendendo a condições mais secas para oeste. Os solos na área são espessos, ácidos com baixa fertilidade natural, com predomínio de Latossolos recoberto, em algumas áreas, Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular (Matas úmidas) fortemente descaracterizada, em alguns setores pelo uso agrícola, e de Neossolos Quartzênicos no reverso seco.

Considerando as características ambientais, este setor apresenta relevo plano ou suavemente ondulado, com solos profundos, pluviometria moderada e chuvas bem distribuídas. Os solos possuem baixa fertilidade natural, com baixa reserva de nutrientes, associado à escassez de recursos hídricos superficiais e a profundidade do lençol subterrâneo, com ecodinâmica estável.

- Planície Fluvial do rio Poti

A planícies fluviais e lacustres se constituem em superfície de agradação composta de sedimentos arenosos e areno-argilosos, incluindo siltes, argilas e cascalhos. Compreendem áreas geralmente planas em faixas de aluviões e áreas de baixadas inundáveis, apresentando escoamento de caráter intermitente sazonal, tendo em vista a preponderância do clima semiárido. A ecodinâmica deste setor é categorizada como de transição, com tendência à instabilidade e,

também, pela identificação da predominância dos processos de pedogênese e/ou morfogênese.

- Sertões Ocidentais e dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba

Constituem uma superfície pediplanada, inserida nas depressões sertanejas semiáridas ou subúmidas secas, truncando rochas do embasamento cristalino, e possuindo superfície aplainada com caimento topográfico suave em direção aos interflúvios sertanejos e aos fundos de vales, incluindo como destaque a calha principal do Rio Poti. Caracterizam-se por uma pluviometria escassa e irregular, por solos rasos e susceptíveis à erosão, pela vulnerabilidade à salinização dos solos e águas, sendo áreas com tendência à instabilidade ecodinâmica.

- Sertões do Sul

Os Sertões do Sul estão encaixados na superfície pediplanada das depressões sertanejas semiáridas ou subúmidas secas, truncando essencialmente rochas cristalinas, com relevo aplainado e caimento topográfico suave em direção aos interflúvios sertanejos e aos fundos de vales. As precipitações na região caracterizam-se por serem escassas e irregulares, típicas do semiárido nordestino, associado aos solos rasos e susceptíveis à erosão, o que leva a instabilidade ecodinâmica.

- Serras, Morros e Cristas Residuais

O sistema ambiental Serras, Morros e Cristas Residuais representa o setor com níveis altimétricos que variam entre 350-800 m. Com relevo fortemente a moderadamente dissecado, com uma rede fluvial densa e de padrão dendrítico. Destaca-se que nos relevos colinosos e nas lombas predominam Argissolo Vermelho-Amarelo, cuja fertilidade natural é de média à alta. Nas vertentes mais íngremes e nas cristas ocorrem solos rasos (Neossolos Litólicos) e nas áreas de suavização do relevo há o desenvolvimento de planícies alveolares, apresentando

Neossolos Flúvicos associados a materiais coluviais advindos das vertentes limítrofes. Em alguns setores pode-se observar considerável revestimento vegetal arbustivo e arbóreo, seccionado, por vezes, pelo uso agrícola através das lavouras de sequeiro. Dentre as principais características ambientais, merece destaque as condições hidroclimáticas, a fertilidade natural dos solos. É uma região categorizada como de transição, mas com tendência à instabilidade.

2.3 Clima

Analisar os sistemas de classificações climáticas de uma região é relevante para estabelecer seu clima, considerando seus diferentes elementos, otimizando a troca de informações e análises posteriores para diferentes propósitos (NÓBREGA, 2010).

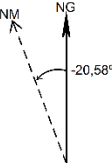
O clima da RHSC, segundo a classificação de Köppen, em estudo realizado por Muniz et al. (2017) para o estado do Ceará, se apresenta como, predominantemente, semiárido quente (Bsh), e mais ao norte da Região, na divisão com a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, também apresenta o clima tropical de savana (As) (Mapa de clima).

Para a caracterização climatológica da Região foram usados os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa, evaporação, insolação e nebulosidade das Normais Climatológicas do Brasil, registradas no período de 1981-2010, para a Estação de Crateús, localizada no município homônimo, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 05°10' S, longitude de 40°40' W, e a altitude é de 296,8 metros.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



CLIMA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

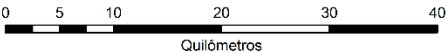
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

- Descrição da Zona Climática (Köppen)
(C. A. Alvares et al. 2013)
- Aw - Clima tropical com estação seca no inverno
 - BSh - Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

- Temperatura

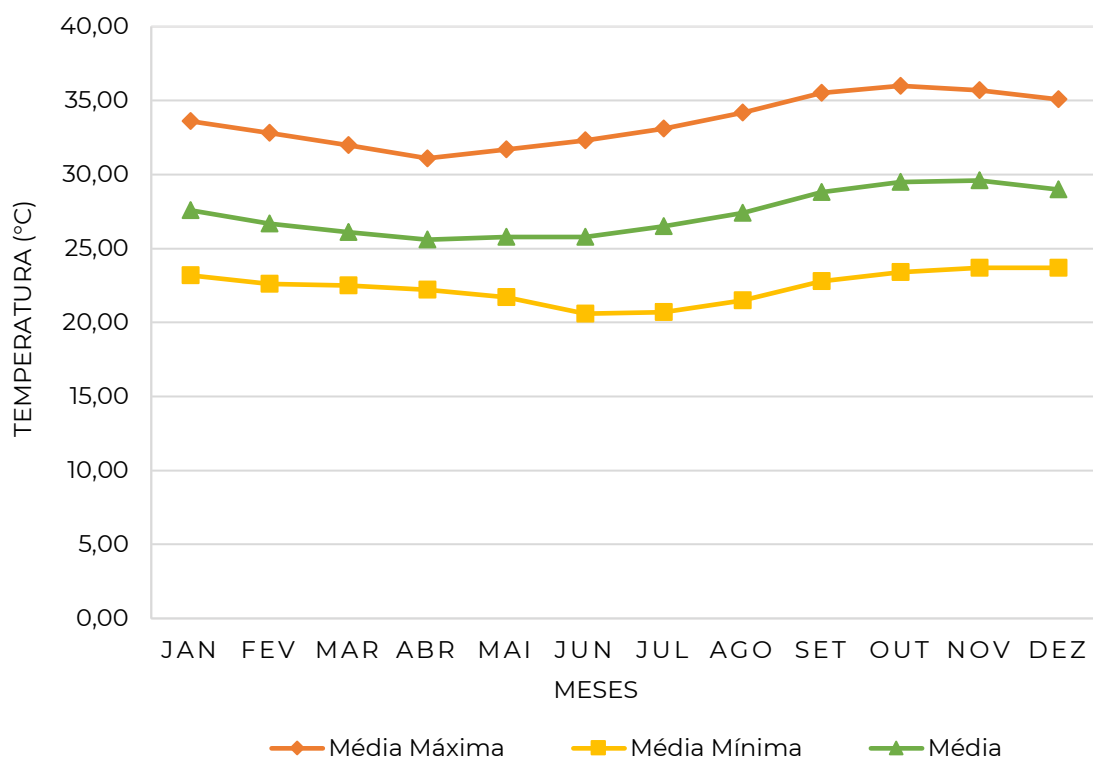
As temperaturas na Região Hidrográfica são caracterizadas por temperaturas pouco brandas, tendo sua média anual em torno de 27,4°C. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo o maior valor (36,0°C), em outubro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de maio a agosto, com a médias das temperaturas mínimas no mesmo período atingindo o menor valor (20,6 °C) em junho. Na Tabela 2.4 e na Figura 2.2 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Crateús.

TABELA 2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) EM CRATEÚS.

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	33,6	32,8	32	31,1	31,7	32,3	33,1	34,2	35,5	36,0	35,7	35,1	33,6
Média	27,6	26,7	26,1	25,6	25,8	25,8	26,5	27,4	28,8	29,5	29,6	29,0	27,4
Mínima	23,2	22,6	22,5	22,2	21,7	20,6	20,7	21,5	22,8	23,4	23,7	23,7	22,4

Fonte: INMET (2018)

FIGURA 2.2. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) EM CRATEÚS.



Fonte: INMET (2018).

- Umidade relativa do ar

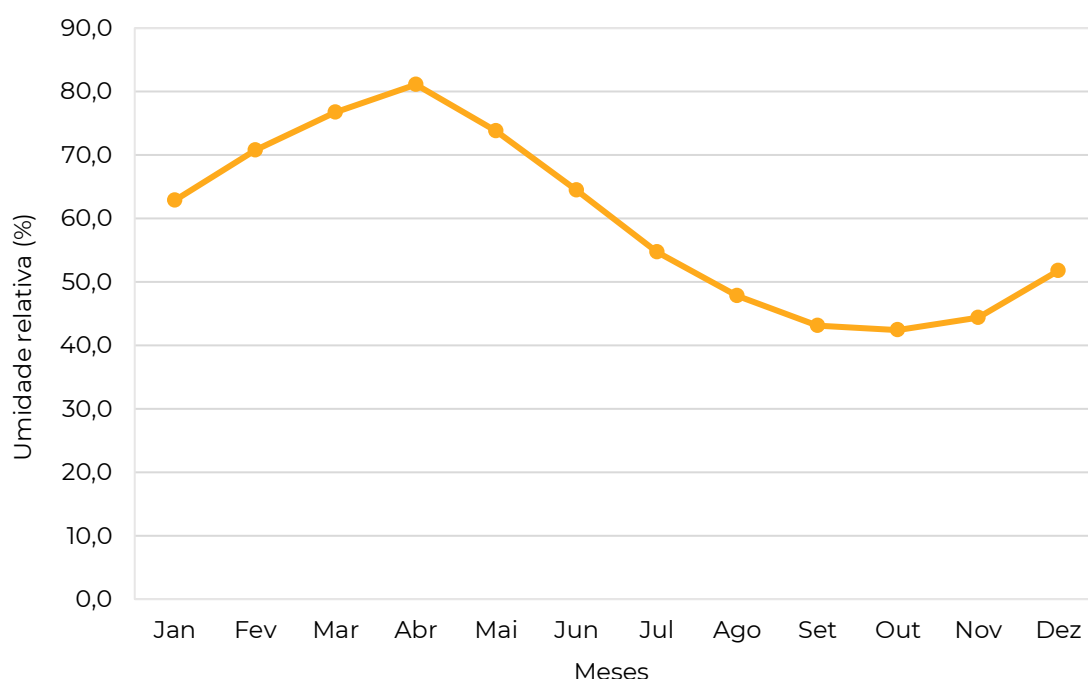
A umidade média anual na Região Hidrográfica é de 59,5% (Tabela 2.5). Os meses com índices de umidade mais elevados encontram-se entre fevereiro e maio (Figura 2.3). Essas variações mensais estão fortemente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. O período menos úmido, em termos gerais, ocorre no segundo semestre do ano, nos meses de setembro a novembro.

TABELA 2.5. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE CRATEÚS.

Umidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
%	62,9	70,8	76,7	81,1	73,8	64,5	54,7	47,8	43,1	42,4	44,4	51,8	59,5

Fonte: INMET (2018).

FIGURA 2.3. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO CRATEÚS.



Fonte: INMET (2018).

- Evaporação Média

Os dados de evaporação média da estação Crateús são medidos no Evaporímetro de Piché que, em média, apresenta valores inferiores aos medidos no Tanque Classe A, uma vez que não fica exposto ao sol, mas instalado no interior de abrigo meteorológico. Dessa forma, para adotar

esses valores como representativos da evaporação em açudes, é necessário utilizar um valor de correção.

A evaporação anual média observada na estação foi de 3.552 mm, com as maiores taxas sendo observadas nos meses de setembro, outubro e novembro (Tabela 2.6 e Figura 2.4).

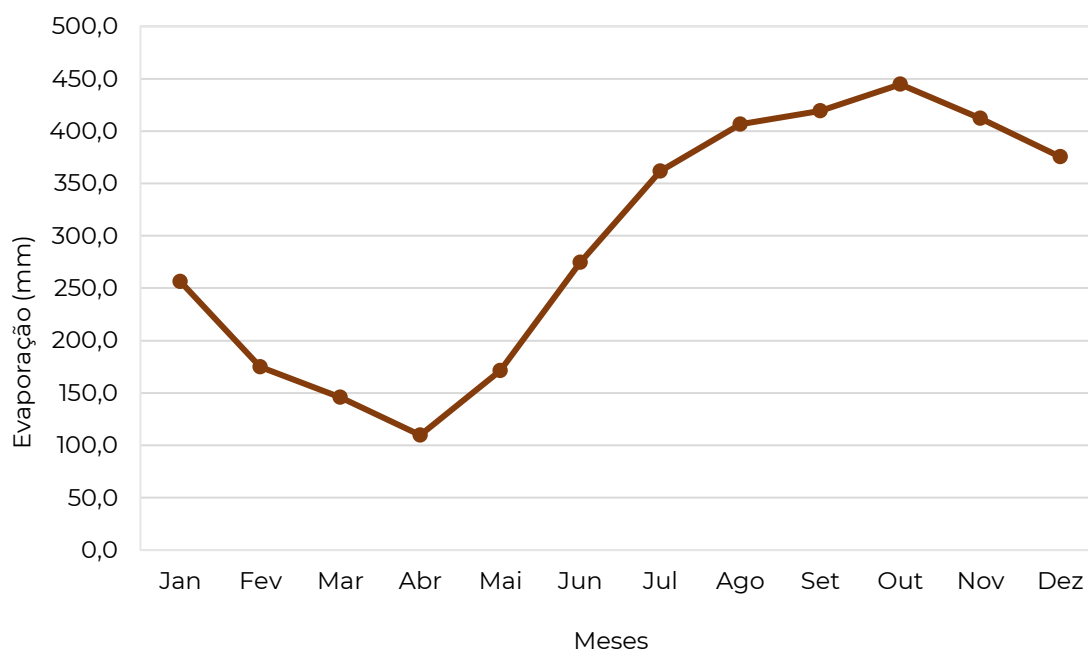
Observa-se que a RH possui altas taxas de evaporação, o que ocasiona perdas expressivas das reservas acumuladas em reservatórios, e que pode contribuir para um possível déficit hídrico.

TABELA 2.6. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DE PICHÉ NA ESTAÇÃO CRATEÚS (MM).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
256,1	174,6	146	109,7	171,4	274,5	361,6	406,4	419,4	444,6	412,1	375,6	3.552,0

Fonte: INMET (2018).

FIGURA 2.4. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DE PICHÉ NA ESTAÇÃO CRATEÚS (MM).



Fonte: INMET (2018).

- Insolação Média

A Tabela 2.7 e a Figura 2.5 apresentam a distribuição mensal da insolação, ou seja, o número médio de horas de exposição ao Sol na

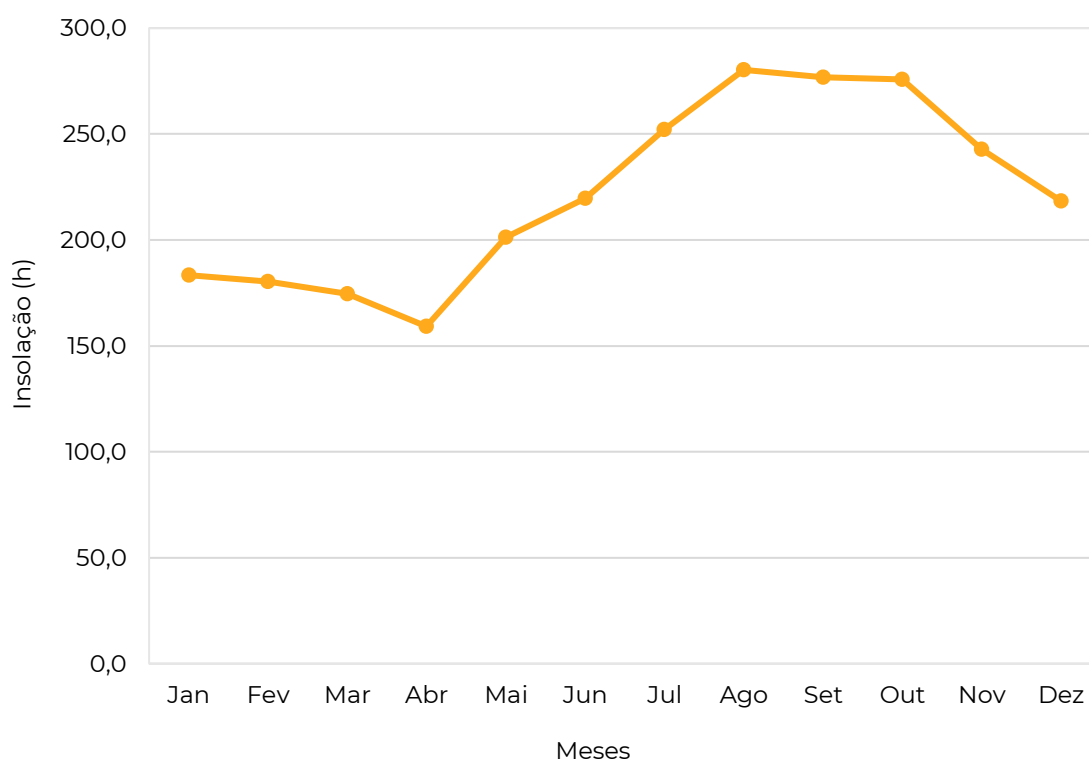
estação Crateús. Em escala anual, a insolação na região hidrográfica é em torno de 2.669 horas, sendo os meses de menor insolação aqueles correspondentes ao período chuvoso, devido à presença de nebulosidade. E o mês de maior insolação ocorrendo em agosto com 280,3 horas/mês de exposição ao Sol.

TABELA 2.7. INSOLAÇÃO MÉDIA NA ESTAÇÃO CRATEÚS (EM HORAS).

Insolação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
horas/mês	183,3	180,3	174,6	159,2	201,3	219,6	252,2	280,3	276,8	275,9	242,8	218,5	2.664,8

Fonte: INMET (2018).

FIGURA 2.5. INSOLAÇÃO MÉDIA NA ESTAÇÃO CRATEÚS (EM HORAS).



Fonte: INMET (2018).

- **Nebulosidade**

A nebulosidade é o parâmetro meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Dessa forma, de acordo com a Tabela 2.8, a maior fração de nebulosidade registrada na estação Crateús ocorreu no mês de março (0,7 décimos de céu encoberto) e a menor fração foi observado nos meses de junho a outubro (0,3 décimos

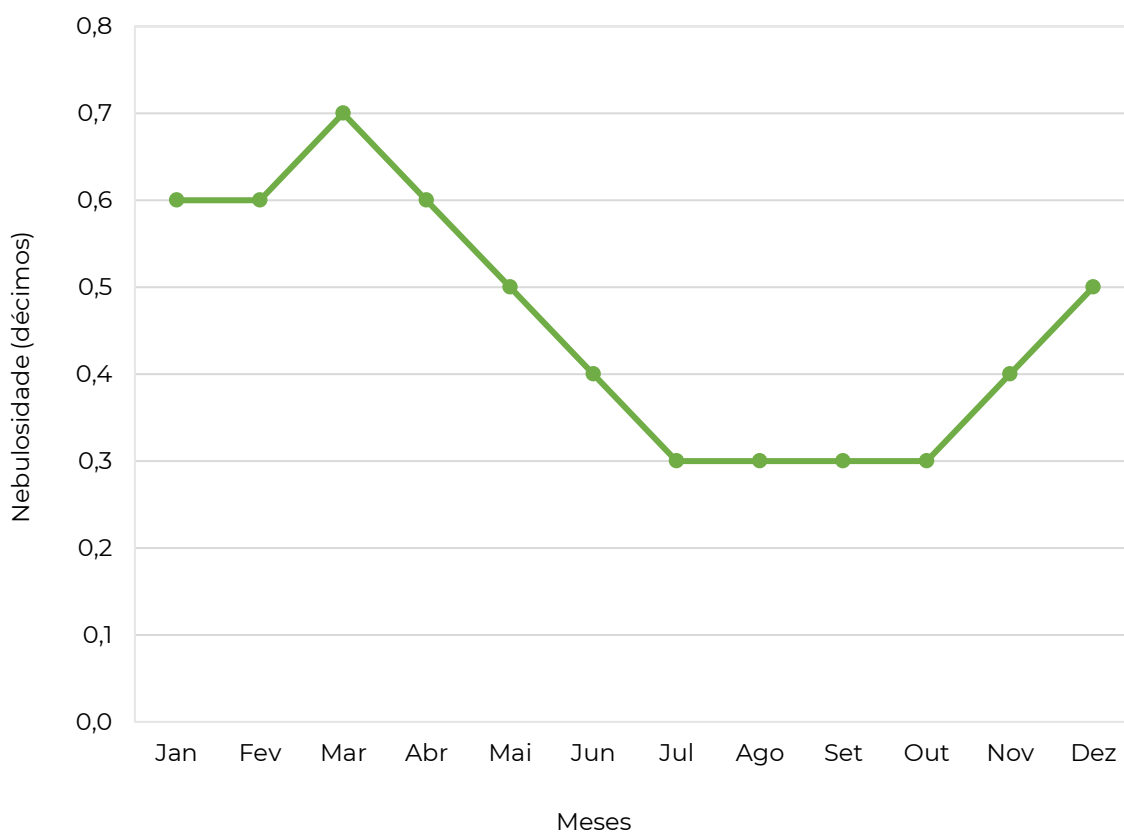
de céu encoberto), obtendo-se valores de nebulosidade abaixo da média (Figura 2.6).

TABELA 2.8. NEBULOSIDADE EM DÉCIMOS DE CÉU ENCOBERTO NA ESTAÇÃO CRATEÚS.

Nebulosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
décimos	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Fonte: INMET (2018).

FIGURA 2.6. NEBULOSIDADE EM DÉCIMOS DE CÉU ENCOBERTO NA ESTAÇÃO CRATEÚS.



Fonte: INMET (2018).

2.4 Estações pluviométricas

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (HidroWeb), a RHSC apresenta um total de 47 estações pluviométricas inseridos nos seus limites, conforme apresentado na Tabela 2.9 e o Mapa de postos pluviométricos. Com 74% dos postos operados pela FUNCEME, 15% (07) operados pela SUDENE, e os demais (11%) operados pelo DNOCS e INMET conforme a Figura 2.7.

TABELA 2.9. ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Município	Responsável	Operadora
Curatis	440003	-4,983	-40,267	Tamboril	DNOCS	DNOCS
Riacho da Mata	440019	-4,933	-40,750	Crateús	SUDENE	SUDENE
Sucesso	440020	-4,933	-40,533	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Curatis	440037	-4,983	-40,267	Tamboril	SUDENE	SUDENE
Ararenda	440044	-4,733	-40,833	Ararenda	FUNCEME	FUNCEME
Santo Antônio	440045	-4,700	-40,667	Ararenda	FUNCEME	FUNCEME
Ipaporanga	440055	-4,883	-40,750	Ipaporanga	FUNCEME	FUNCEME
Curatis	440068	-4,983	-40,200	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Crateús	540000	-5,200	-40,667	Crateús	INMET	INMET
Coutinho	540002	-5,833	-40,683	Independência	DNOCS	DNOCS
Novo Oriente	540003	-5,539	-40,774	Novo Oriente	FUNCEME	FUNCEME
Três Irmãos	540004	-5,583	-40,850	Novo Oriente	SUDENE	SUDENE
Tranqueiras	540005	-5,583	-40,550	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Iapi	540007	-5,617	-40,417	Independência	DNOCS	DNOCS
Independência	540016	-5,383	-40,333	Independência	DNOCS	DNOCS
Independência	540019	-5,394	-40,313	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Aeroporto (Crateús)	540020	-5,211	-40,704	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Ibiapaba	540023	-5,050	-40,933	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Monte Nebo	540024	-5,433	-40,850	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Morro Alegre	540025	-5,117	-40,717	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Irapuã	540026	-5,150	-40,417	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Vila Santo Antônio	540027	-5,400	-40,633	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Tucuns	540028	-5,233	-40,917	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Santa Terezinha	540029	-5,050	-40,567	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Iapi	540030	-5,693	-40,349	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Jaburu	540031	-5,417	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Monte Sinai	540032	-5,450	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Várzea Grande	540033	-5,683	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Ematuba	540034	-5,202	-40,178	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Recife	540035	-5,301	-40,264	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Jandrangoeira	540036	-5,485	-40,212	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Cachoeira do Fogo	540038	-5,567	-40,333	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Emaus	540040	-5,516	-40,858	Novo Oriente	FUNCEME	FUNCEME
Monteiro	540041	-5,717	-40,700	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Cruz	540042	-5,783	-40,617	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME

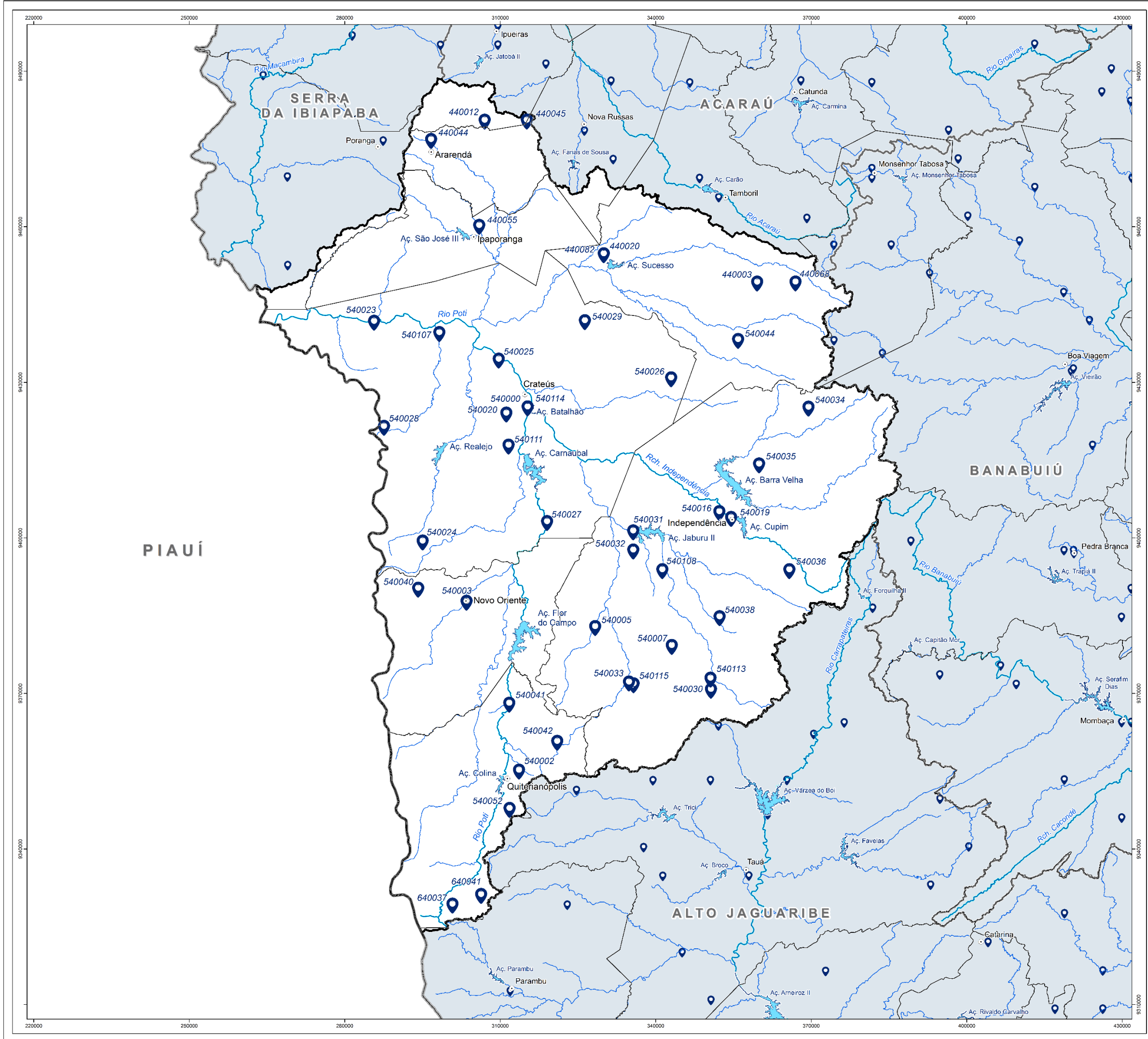
DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Oliveira	540044	-5,083	-40,300	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Quiterianópolis	540052	-5,900	-40,700	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Cercado da Pedra	540053	-5,533	-40,183	Tauá	SUDENE	SUDENE
Caminho da Cachoeira	540054	-5,533	-40,167	Independência	SUDENE	SUDENE
Lagoa do Pé da Pedra	540081	-5,650	-40,233	Tauá	SUDENE	SUDENE
Poti-Feijão	540107	-5,070	-40,820	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Desejo	540108	-5,484	-40,433	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Gracinha	540111	-5,267	-40,700	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Realeza	540113	-5,674	-40,349	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Oiticica	541012	-5,050	-41,083	Crateús	SUDENE	SUDENE
Baixio	640037	-6,067	-40,800	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Algodões	640041	-6,050	-40,750	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME

Fonte: ANA (HidroWeb)



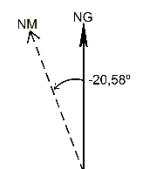
BARRAGEM DO BATALHÃO, CRATEÚS - Foto: Exército Brasileiro



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



POSTOS PLUVIOMÉTRICOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

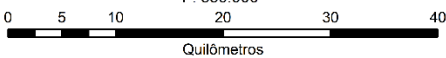
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

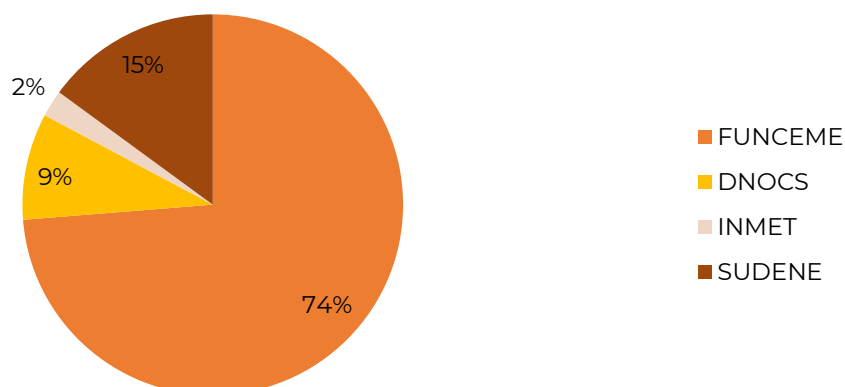
LEGENDA

- Rede Hidrometeorológica (ANA, 2021)
- Postos pluviométricos ativos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

FIGURA 2.7. OPERADORAS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

2.4.1 Regime Pluviométrico

Os estudos do regime pluviométrico têm o propósito de apresentar, essencialmente, os dados de chuvas a nível mensal e anual da RHSC. Para essa análise foram selecionados três postos pluviométricos, que apresentaram menos falhas e séries mais extensas: Iapi (código 540007), Crateús (código 540000) e Sucesso (código 440020).

Os valores médios, máximos e mínimos mensais calculados são apresentados nas Tabelas 2.10 a 2.12 e a distribuição das precipitações nos hietogramas nas Figuras 2.8 a 2.10 para cada posto pluviométrico analisado.

O posto Iapi, selecionado para representar a parte ao sul da RHSC, apresenta precipitação média anual (1934-1988) de aproximadamente 512 mm (Tabela 11). Já na parte central da Região, a média anual ficou em torno de 716 mm (Tabela 12), expressa pelos dados do posto Crateús. E na área ao norte, a média anual deu 694 mm, representada pelo posto Sucesso. A pluviometria média anual gira em torno de 640 mm, ainda que varie um pouco espacialmente. Ressalta-se que essa variabilidade interanual expõe que o regime de chuvas anual é típico do Nordeste semiárido.

Analizando as Figuras 2.8 a 2.10, verifica-se que a distribuição da precipitação mensal é bastante irregular, ocorrendo, predominantemente, no primeiro semestre do ano. Observa-se ainda, pela distribuição sazonal das chuvas, que o principal sistema atuante na RHSC é a Zona de Convergência Intertropical, responsável pelas chuvas de fevereiro a maio, principal período chuvoso da região.

TABELA 2.10. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO IAPI (540007).

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	254,0	314,5	388,9	350,0	170,0	95,0	26,0	20,0	12,0	231,7	67,9	245,3
Média	57,1	88,7	150,1	114,8	36,4	9,8	3,2	1,4	0,6	6,5	7,5	35,6
Mínima	2,2	9,5	17,0	0,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

FIGURA 2.8. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO IAPI (540007).

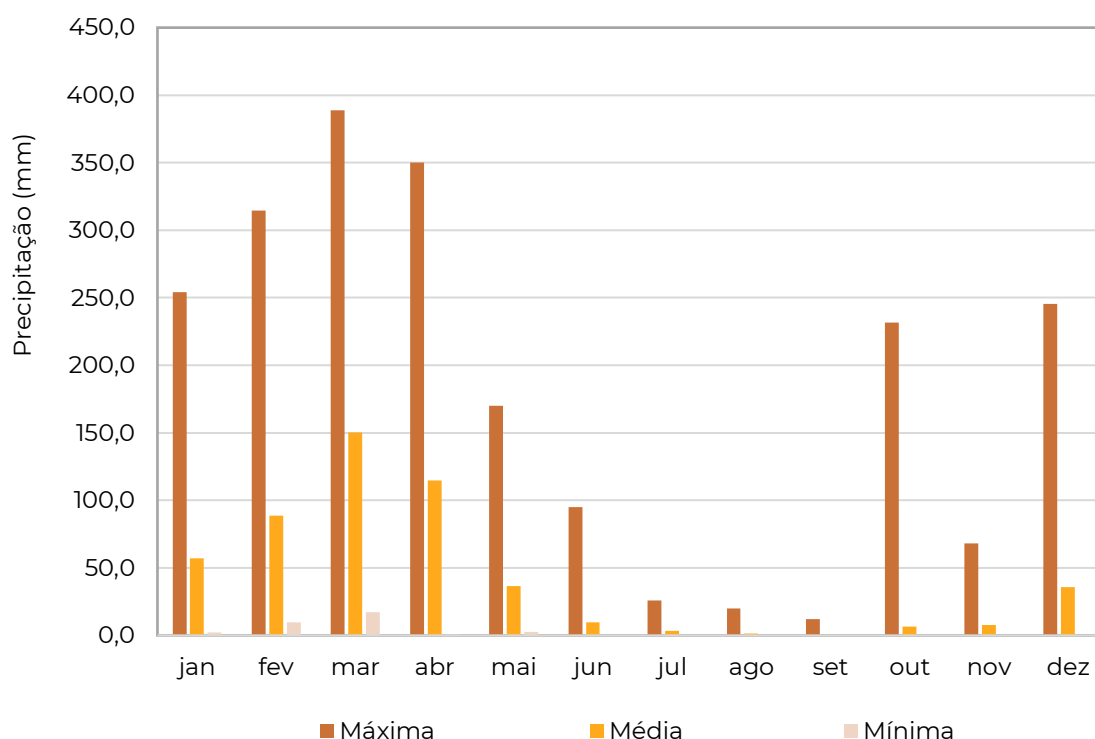
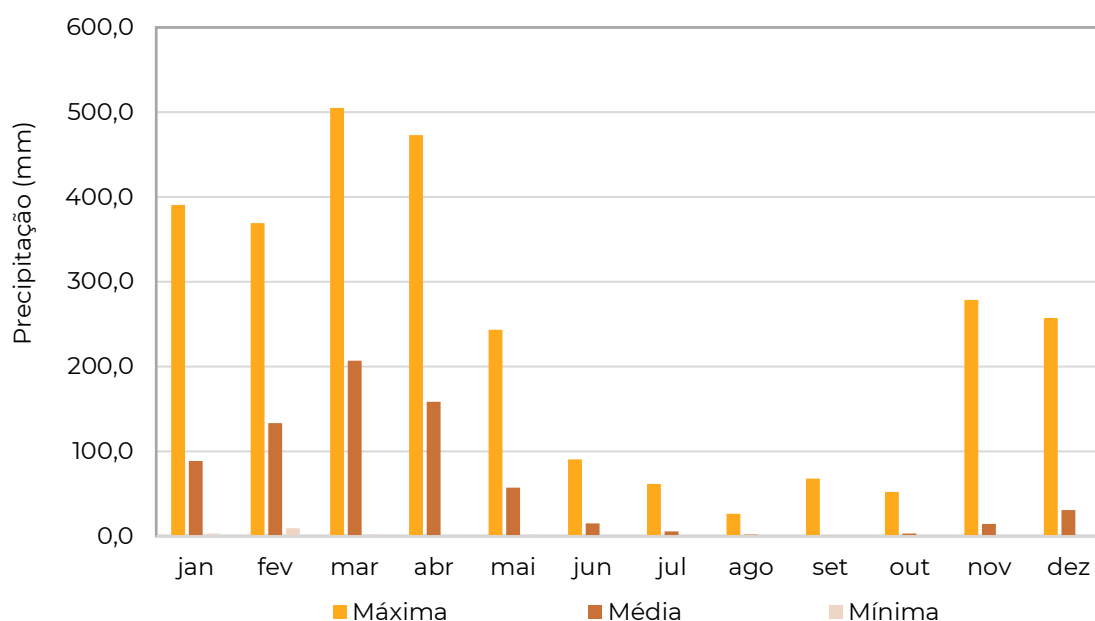


TABELA 2.11. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO CRATEÚS (540000).

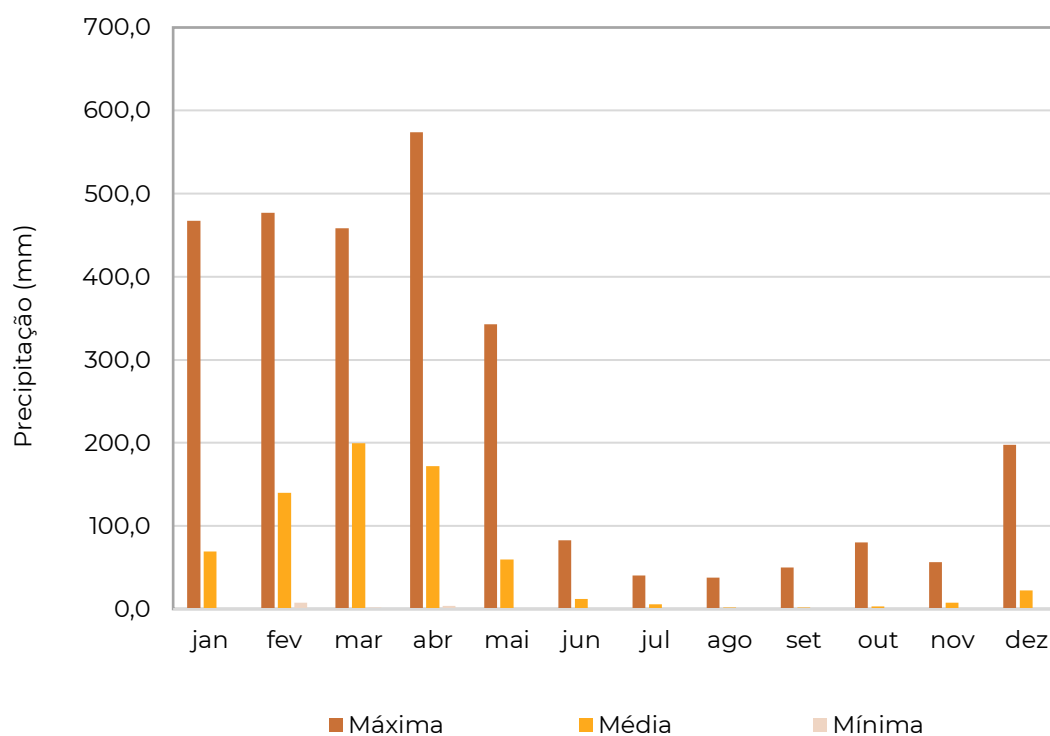
Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	390,6	369,0	505,3	473,0	243,2	90,4	61,8	26,0	68,0	51,8	278,9	257,0
Média	88,7	133,0	206,8	158,2	57,2	15,0	5,8	1,9	1,2	3,2	14,2	30,9
Mínima	3,0	9,0	2,0	0,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

FIGURA 2.9. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO CRATEÚS (540000).**TABELA 2.12. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO SUCESSO (440020).**

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	467,0	477,1	458,0	574,0	343,0	82,4	40,2	38,0	50,2	79,9	56,5	197,9
Média	69,3	140,0	199,5	171,8	59,4	12,2	5,9	1,6	1,7	3,1	7,5	22,4
Mínima	1,1	7,5	1,9	3,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

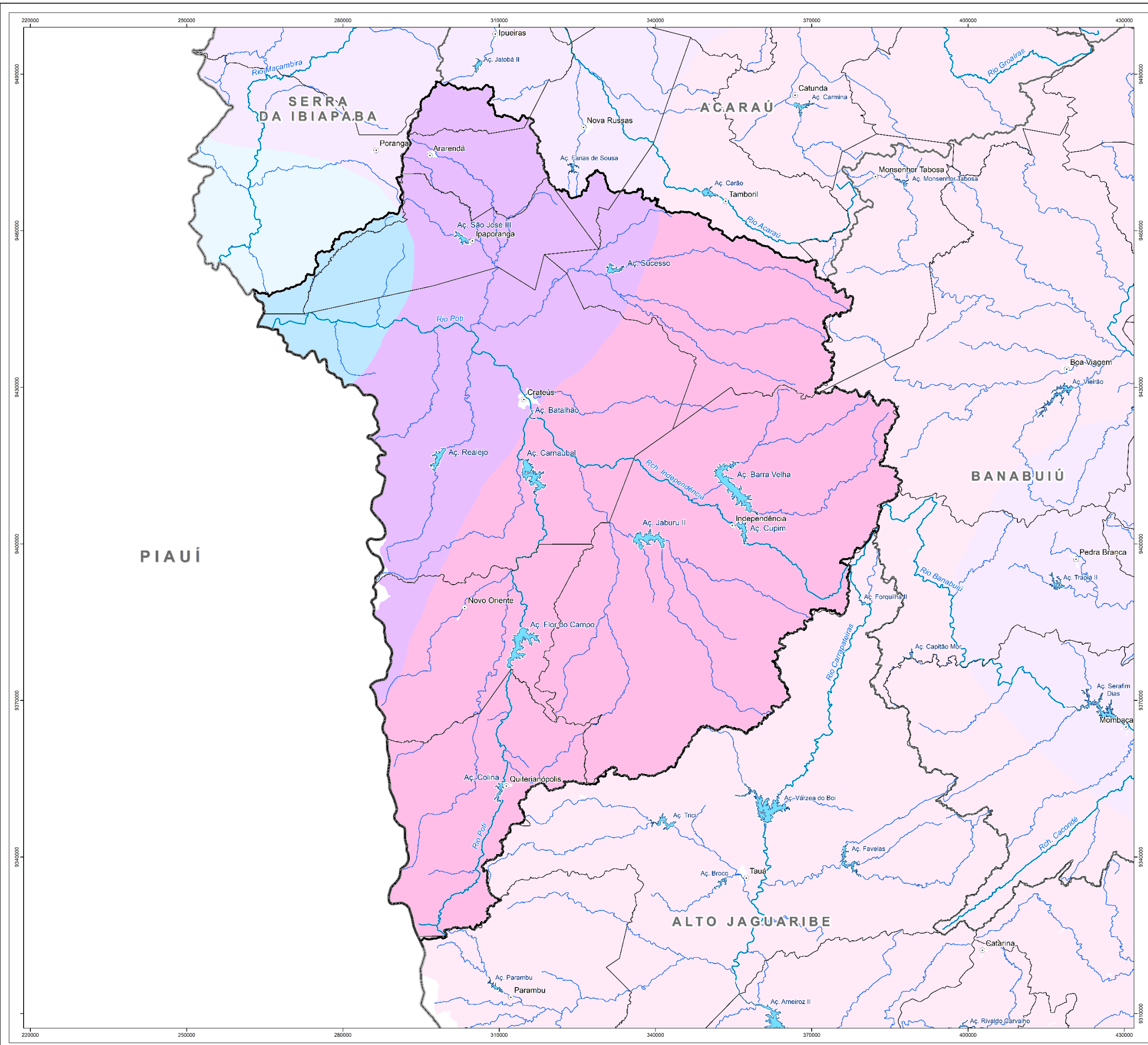
FIGURA 2.10. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO SUCESSO (440020).

2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica

Para a obtenção de dados de precipitação média em uma região hidrográfica é necessário calcular a altura média precipitada, já que a mesma não ocorre de modo uniforme sobre toda a área.

Uma maneira de calcular essa altura média é utilizando-se métodos de interpolação baseados em distâncias. Para isto, não é necessário que os postos pluviométricos estejam uniformemente distribuídos, uma vez que o mesmo pondera os valores obtidos em cada posto por sua área de influência.

No Mapa de pluviometria média apresenta-se a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas por interpolação, baseada na Ponderação do Inverso das Distâncias dos dados obtidos para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela FUNCEME (2016). Observa-se que as precipitações aumentam à medida que se aproxima da Serra Grande, na fronteira com a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (RHSI). As menores precipitações médias anuais ocorrem ao sul da RHSC, onde o clima caracteriza-se como semiárido quente, com valores de cerca de 600 mm/ano. As maiores precipitações ocorrem, em média, nas proximidades da Serra Grande, porção ocidental do Ceará nos limites com o Estado do Piauí e com a RHSI, com valores de 1.300 mm/ano.

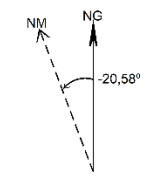


PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



PLUVIOMETRIA MÉDIA
1984 - 2016



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

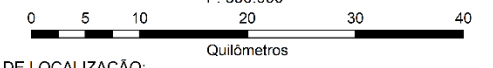
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

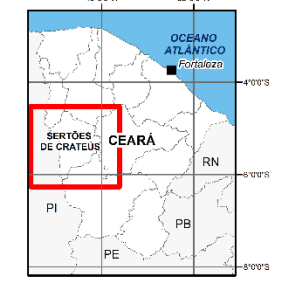
ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

- Pluviometria média anual (mm) 1984-2016
(Funceme, 2017)
- 600 - 800
 - 801 - 1200
 - 1201 - 1500

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021

2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica

As variabilidades temporais e espaciais das precipitações pluviométricas constituem uma característica marcante do clima da região Nordeste do Brasil, em particular sobre a porção semiárida, que apresenta déficit hídrico em pelo menos 70% do ano (Marengo et al., 2011).

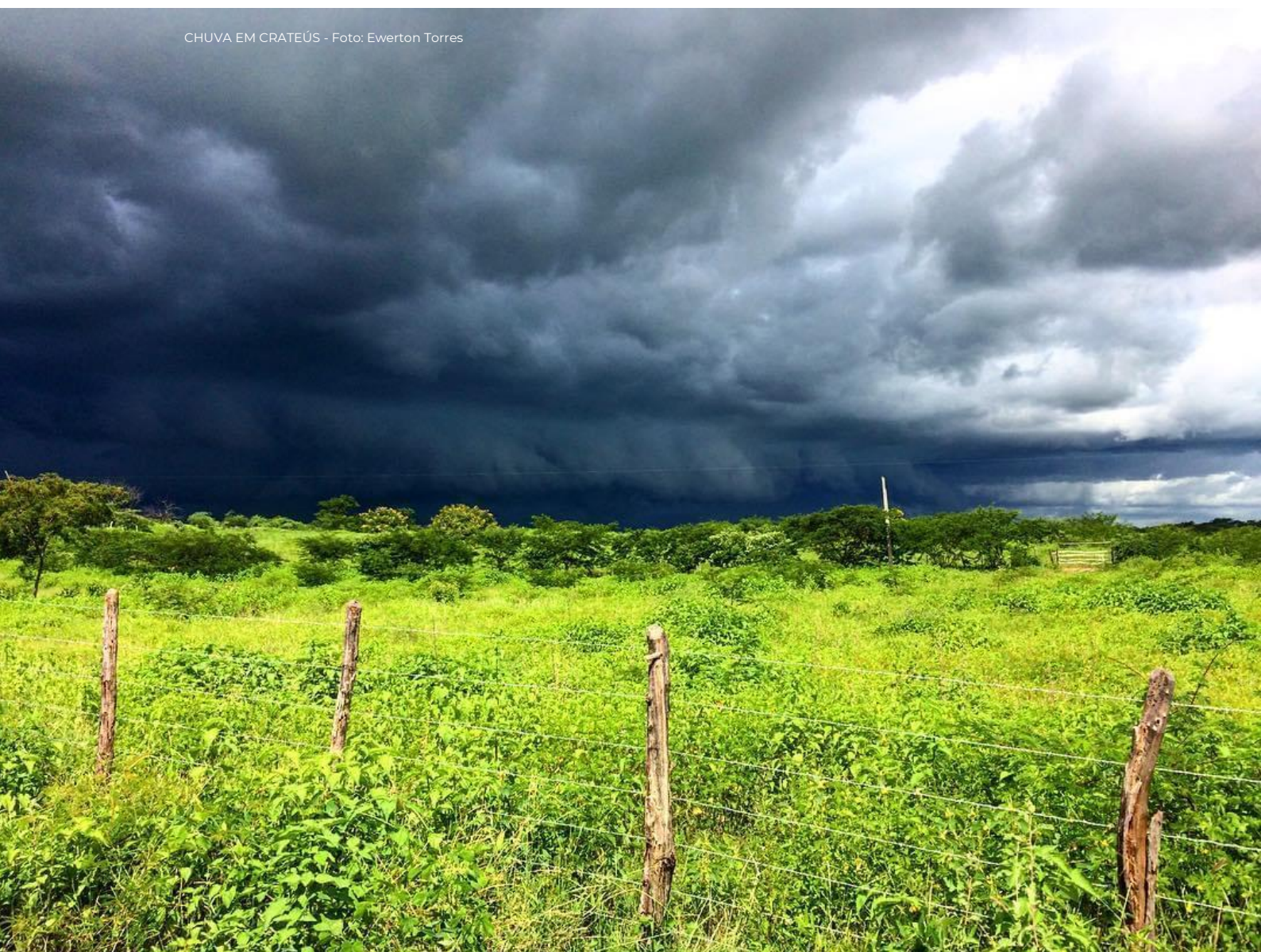
Estudos de extremos de clima no Nordeste têm sido desenvolvidos para investigar os mecanismos físicos responsáveis pela variabilidade pluviométrica. Os resultados demonstraram que as anomalias pluviométricas possuem escala espacial muito maior do que a escala local, e que estão diretamente conectadas aos padrões atmosféricos e oceânicos de grande escala que se processam (conjuntamente ou não) sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais.

As chuvas do Nordeste são determinadas por movimentos atmosféricos que favorecem, ou inibem os processos de formação de nuvens precipitantes sobre a Região Hidrográfica.

A precipitação da RHSC caracteriza-se pela sazonalidade, concentrando-se em poucos meses, o que indica uma estação chuvosa bem definida, iniciando em meados de dezembro e finalizando em maio. As precipitações máximas, normalmente, ocorrem nos meses de março e abril, que coincidem com a posição mais a sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e com o aparecimento de Linhas de Instabilidade.

No período de fevereiro a maio, além desses, outros sistemas atmosféricos atuam no sentido de contribuir ou inibir as chuvas da Região Hidrográfica, tais como: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS). Já a ocorrência de chuva, no período de junho a agosto, quando ocorre, pode ser relacionada ao sistema atmosférico Ondas de Leste.

A seguir apresenta-se de forma sucinta, os principais fenômenos atmosféricos causadores de chuvas sobre o Nordeste brasileiro e, especificamente, sobre o estado do Ceará e a RHSC, conforme FUNCEME (2021).



CHUVA EM CRATEÚS - Foto: Ewerton Torres

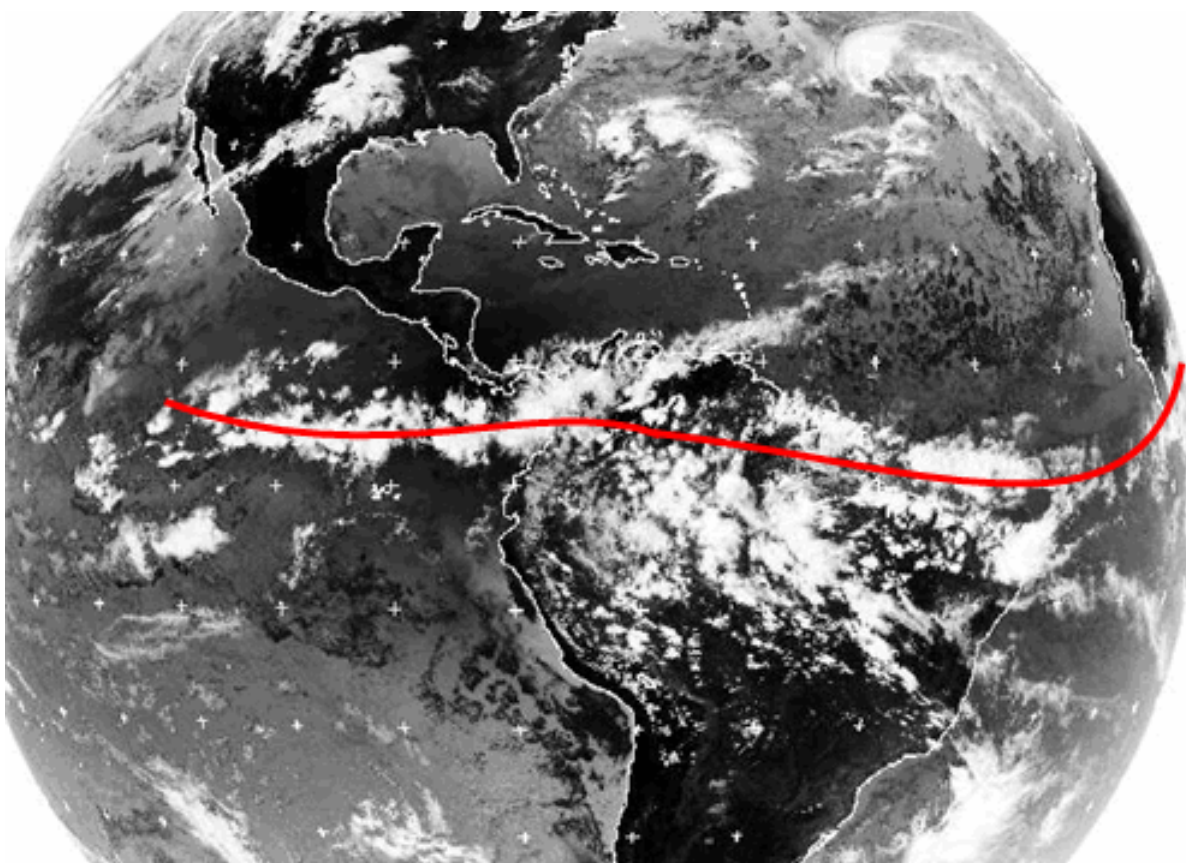
Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema meteorológico atuante na região norte do Nordeste do Brasil e,

consequentemente, na RHSC. A partir de sua localização é possível determinar o quão abundante ou deficiente serão as chuvas no Nordeste do Brasil. A ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, entre agosto e setembro, para posições mais ao sul, aproximadamente a 4°S, entre março e abril, justificando a estação chuvosa na Região Hidrográfica.

A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul (Figura 2.11). A ZCIT é mais significativa sobre os Oceanos e tem como fatores determinantes de sua posição e intensidade a Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

FIGURA 2.11. IMAGENS DO SATÉLITE GOES-12 NO CANAL INFRAVERMELHO DA POSIÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) EM 23 DE ABRIL DE 2008.



Fonte: NOAA

Linha de Instabilidade (LI)

As Linhas de Instabilidade (LI) se formam principalmente nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março), podendo ser encontradas ao sul da Linha do Equador, influenciando as chuvas no litoral norte do Nordeste e as regiões adjacentes, que ocorrem no período da tarde e início da noite.



SERRA DO PICOTE, DISTRITO DE IBIAPABA, CRATEÚS - Foto: Ewerton Torres

As LI são bandas de nuvens, organizadas em forma de linha, causadoras de chuva, cuja formação acontece essencialmente pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, o que leva ao desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número maior à tarde, quando a convecção é máxima, daí influenciar as chuvas nesse período. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade (Figura 2.12), sobretudo nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

FIGURA 2.12. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL NORTE DO NEB.



Fonte: FUNCEME.

As LIs predominam na primavera, embora sejam mais intensas durante o verão e outono, quase sempre associadas à intensa atividade convectiva da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva na costa da Região Hidrográfica e a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte, pode-se observar a ausência de precipitação na Região.



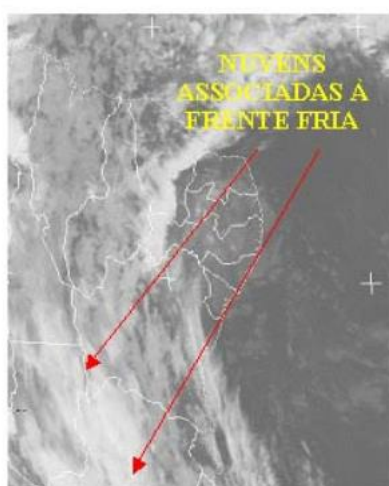
Frentes Frias

Um outro importante mecanismo causador de chuvas entre os meses de novembro e janeiro no Nordeste do Brasil está relacionado à penetração de Frentes Frias até as latitudes tropicais.

As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da massa de ar quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (Figura 2.13).

A ocorrência das frentes frias na RHSC, pode ocasionar precipitação, mesmo que esporadicamente, nos meses de dezembro e janeiro.

FIGURA 2.13. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DE UMA FRENTE FRIA PRÓXIMA AO SUL DO ESTADO DA BAHIA.



Fonte: FUNCEME.

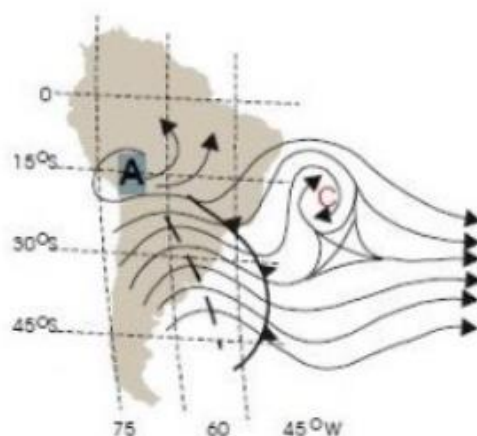
Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) que atingem a região Nordeste do Brasil, entre os meses de outubro e março, se formam no Oceano Atlântico com trajetória, normalmente acontecendo de leste para oeste, entre os meses de janeiro e fevereiro.

Caracterizam-se por ser um conjunto de nuvens que têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figuras 2.14 e 2.15).

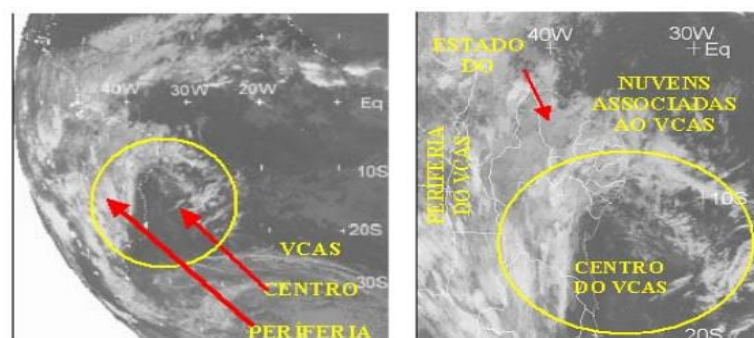
As estações pluviométricas da RHSC que, climatologicamente apresentam os máximos em março-abril e abril-maio, são influenciadas por vários sistemas meteorológicos, dentre eles o VCAS.

FIGURA 2.14. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÓRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR (VCAS).



Fonte: FUNCEME.

FIGURA 2.15. IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-7, CANAL INFRAVERMELHO.



Fonte: FUNCEME.

Ondas de Leste

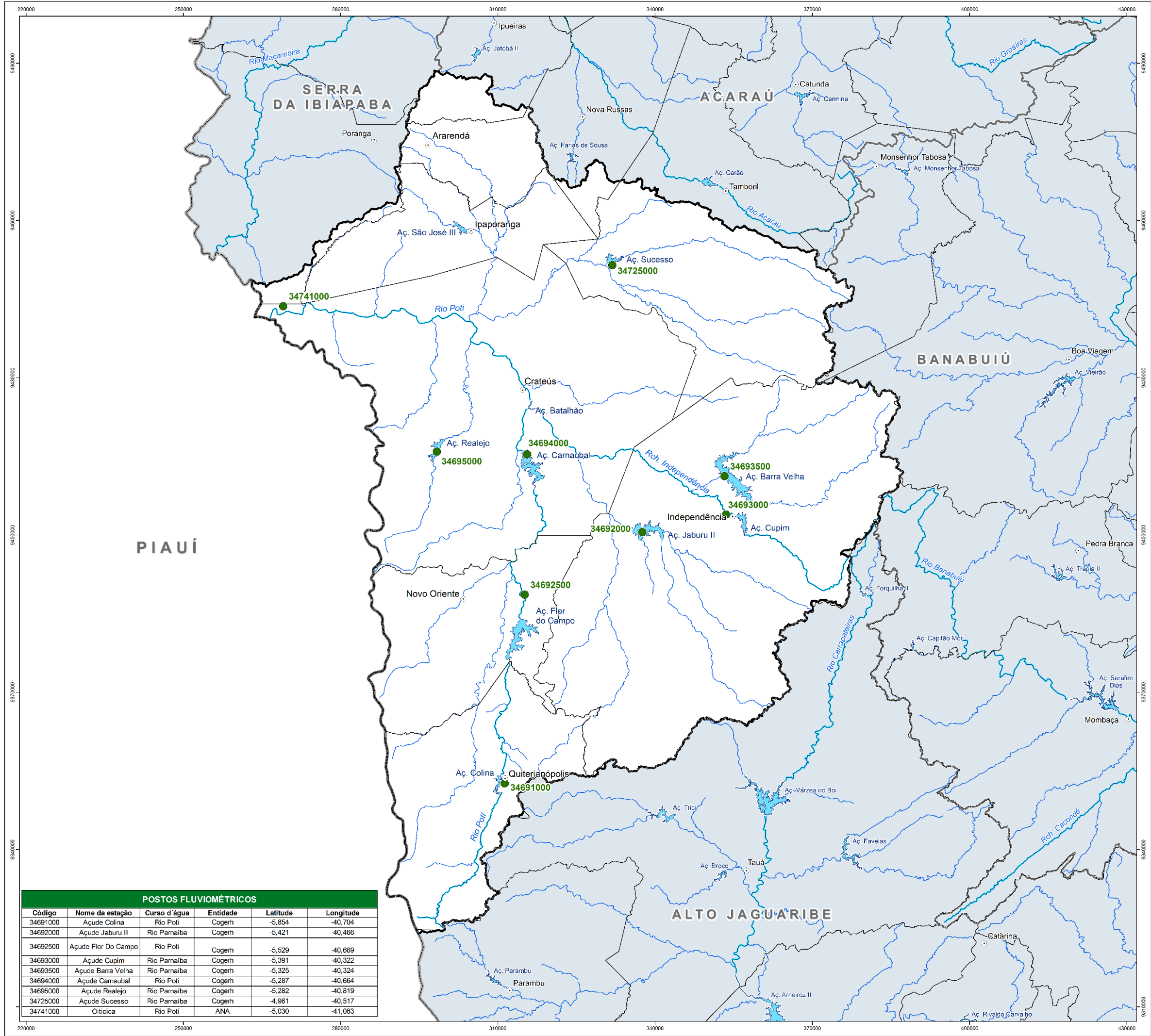
Formadas na faixa tropical do globo terrestre onde ocorre a influência dos ventos alísios, as Ondas de Leste são ondas que se deslocam de oeste para leste, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.

Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, as Ondas de Leste também provocam chuvas no Estado do Ceará, principalmente na parte centro-norte do Estado, nos meses de junho, julho e agosto. Este sistema provoca chuvas principalmente na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte.

As Ondas de Leste têm pouca influência na RHSC, mas quando ocorrem, são as principais responsáveis pela produção de chuvas na porção oriental da Região Hidrográfica durante os meses de junho a agosto.

2.5 Estações Fluviométricas

Segundo o inventário de 2009 do banco de dados Hidroweb (ANA), existem 09 estações fluviométricas (Mapa de postos fluviométricos) dentro da RHSC, com todas operadas pela COGERH (Tabela 15). Dessas, apenas a estação Oiticica (34741000) apresenta dados de vazão, mas com apenas 09 anos de dados disponíveis. As estações localizadas nos açudes (07) apresentam apenas dados de cota, e com poucas medições. Dessa forma, utilizou-se os dados do posto fluviométrico de Senador Pompeu (36470000), que tem bacia com área de contribuição de 4.530 km² (Tabela 16), localizado na Região Hidrográfica do Banabuiú, com o mesmo regime hidroclimatológico, para caracterizar o regime de vazões da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.



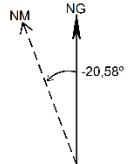
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS					
Código	Nome da estação	Curso d'água	Entidade	Latitude	Longitude
34691000	Açude Colina	Rio Poti	Cogerh	-5,854	-40,704
34692000	Açude Jaburu II	Rio Parnaíba	Cogerh	-5,421	-40,466
34692500	Açude Flor Do Campo	Rio Poti	Cogerh	-5,529	-40,669
34693000	Açude Cupim	Rio Parnaíba	Cogerh	-5,391	-40,322
34693500	Açude Barra Velha	Rio Parnaíba	Cogerh	-5,325	-40,324
34694000	Açude Camaubal	Rio Poti	Cogerh	-5,287	-40,664
34695000	Açude Realejo	Rio Parnaíba	Cogerh	-5,282	-40,819
34725000	Açude Sucesso	Rio Parnaíba	Cogerh	-4,961	-40,517
34741000	Oiticica	Rio Poti	ANA	-5,030	-41,083

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



POSTOS FLUVIOMÉTRICOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

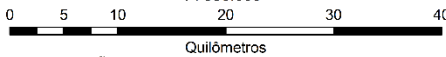
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

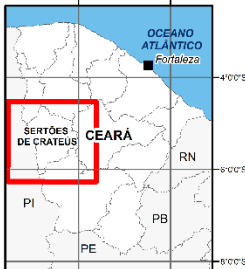
ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Cratéus (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2018)

LEGENDA

Portal Hidroweb - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH (ANA, 2021)

- Postos fluviométricos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Agosto - 2021

TABELA 2.13. POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Rio	Município	Responsável	Operadora
Açude Colina	34691000	-5,83917	-40,71444	Rio Poti	Quiterianópolis	COGERH	COGERH
Açude Jaburu II	34692000	-5,41861	-40,47972	Riacho / Rio Jaburu	Independência	COGERH	COGERH
Açude Flor Do Campo	34692500	-5,56944	-40,67472	Rio Poti	Novo Oriente	COGERH	COGERH
Açude Cupim	34693000	-5,39278	-40,29972	Rio Cupim	Independência	COGERH	COGERH
Açude Barra Velha	34693500	-5,28778	-40,66694	Riacho Santa Cruz	Independência	COGERH	COGERH
Açude Carnaubal	34694000	-5,02972	-41,08306	Rio Poti	Crateús	COGERH	COGERH
Açude Realejo	34695000	-4,95528	-40,52472	Riacho Carrapateiras	Crateús	COGERH	COGERH
Açude Sucesso	34725000	-4,89861	-40,77028	Riacho Casimiro	Tamboril	COGERH	COGERH
Oiticaica	34741000	-5,06667	-40,61333	Rio Poti	Crateús	COGERH	COGERH

TABELA 2.14. POSTO FLUVIOMÉTRICO ESCOLHIDO PARA CARACTERIZAR O REGIME DE VAZÕES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Rio	Município	Responsável	Operadora
Senador Pompeu	36470000	-5.5958	-39.3811	Rio Banabuiu	Senador Pompeu	ANA	CPRM

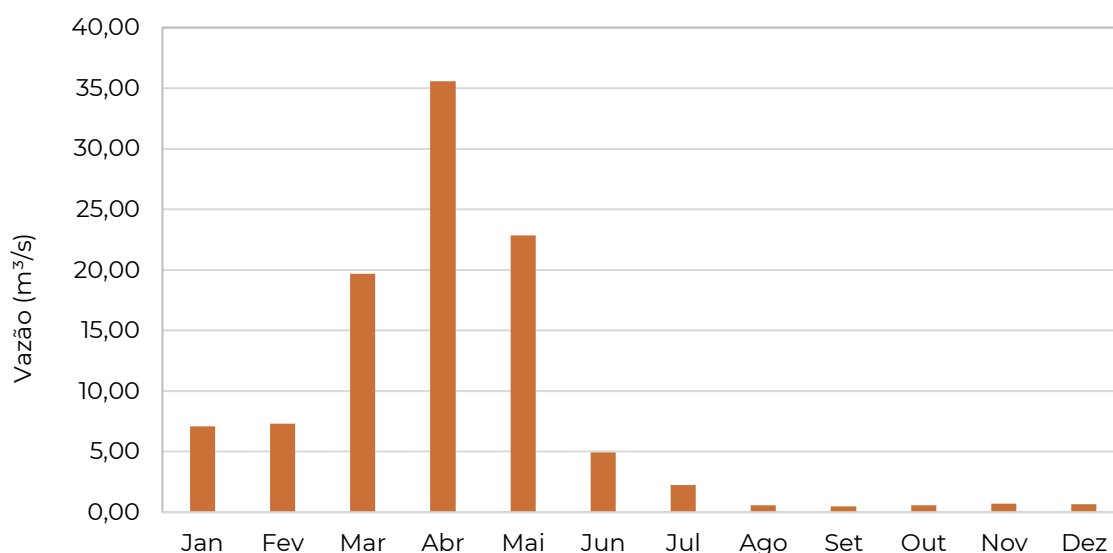
Na Tabela 2.15 e Figura 2.16 observam-se que as vazões médias mensais para o posto Senador Pompeu apresentam um comportamento sazonal dos deflúvios apresentando vazões médias mais elevadas nos meses de março, abril e maio, que podem ser vinculadas a presença da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT; e nos outros meses, observa-se a diminuição do escoamento superficial, onde praticamente se anula entre os meses de agosto e dezembro, que pode ser decorrente da falta de precipitação nesse período.

A série de vazões do posto Senador Pompeu apresentou vazão média anual de 7,6 m³/s, com CV igual a 1,3, típico da região semiárida, com geologia cristalina.

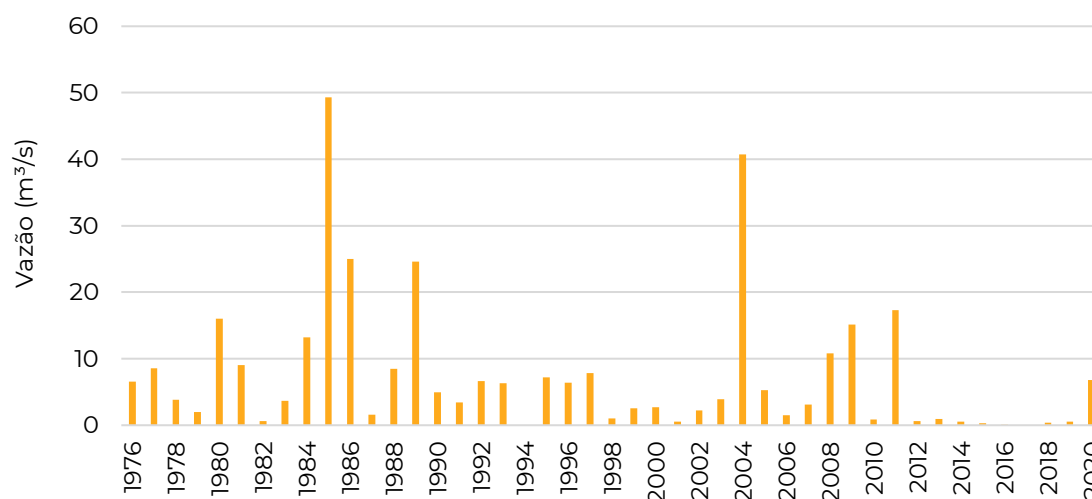
TABELA 2.15. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU (M³/S).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Média	7,07	7,31	19,69	35,55	22,83	4,93	2,22	0,56	0,50	0,58	0,70	0,65	7,6

Fonte: ANA (HidroWeb)

FIGURA 2.16. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU.

A alta variabilidade dos deflúvios médios anuais no posto Senador Pompeu pode ser melhor visualizada na Figura 2.17, onde observa-se que, no intervalo de dados disponível (1976 a 2020), 80% dos anos apresentam vazões médias anuais abaixo de 10 m³/s.

FIGURA 2.17. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SENADOR POMPEU.

2.6 Qualidade da água

A disponibilidade não é único fator a se considera na oferta de água, a qualidade assume papel de grande importância tendo em vista os vários impactos causados e as diferentes necessidades referentes ao seu tratamento. Desta forma o Estado possui uma Rede de Monitoramento da Qualidade da Água (RMQA) cujo objetivo é monitorar a evolução da qualidade dos principais corpos hídricos do estado; diagnosticar os reservatórios, avaliando sua conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005; subsidiar a obtenção de dados para elaboração de relatórios qualitativos periódicos; calcular os índices de qualidade de água; desenvolver estudos dentro de sua área de abrangência; e fornecer informações solicitadas por órgãos, entidades e sociedade em geral.

Esta Rede é monitorada pela COGERH e, para a RHSC, existem onze (11) pontos de monitoramento, conforme apresentado na Tabela 2.16.

TABELA 2.16. PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA REALIZADA PELA COGERH NA RHSC.

Corpo Hídrico	Ponto	Latitude	Longitude
Açude Flor do Campo	FLC-01	9383569	314514
Açude Flor do Campo	FLC-09	9382666	313971
Açude Realejo	REA-01	9418095	299602
Açude Batalhão	BBA-01	9425450	316285
Açude Jaburu II	JB2-01	9401021	336327
Açude Sucesso	SUC-01	9452315	331071
Açude Carnaubal	CRN-01	9416021	314960
Açude Barra Velha	BAV-01	9411777	353239
Açude Cupim	CUP-01	9403761	355892
Açude Colina	COL-01	9354243	310027
Açude São José III	SJ3-01	9458325	303686

Fonte: COGERH – julho/2020

Além da RMQA, o Estado conta com o monitoramento realizado por meio do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água - QUALIÁGUA cujo objetivo é contribuir para a gestão sistemática dos recursos hídricos, através da divulgação de dados sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil a toda a sociedade; estimular a padronização dos critérios e métodos de monitoramento

de qualidade de água, contribuir para o fortalecimento de um monitoramento sistemático e promover a implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA. De acordo com a Tabela 2.17 existem seis (06) pontos de monitoramento no âmbito deste Programa para a Região dos Sertões de Crateús.

TABELA 2.17. PONTOS DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA QUALIÁGUA NA RHSC.

Código Semace	Código Hidroweb	Município	Corpo Hídrico	Latitude	Longitude
SC-1	34690100	Quiterianópolis	Rio Poti	9327016	296423
SC-2		Novo Oriente	Rio Poti	9388522	315160
SC-3	34690300	Crateús	Rio Poti	9425610	316283
SC-4		Crateús	Rio Poti	9426330	316081
SC-5	34690500	Crateús	Rio Poti	9426764	316034
SC-6	34690600	Crateús	Rio Poti	9430022	313954

Fonte: SEMACE – junho/2020

A CPRM mantém a Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, a qual coleta diferentes tipos de dados, dentre eles dados referentes a redes de monitoramento da qualidade das águas e de sedimentometria. Na RHSC tem-se como pontos de coleta nove (09) estações fluviométricas que medem qualidade de água. Na Tabela 2.18, são apresentados os pontos de monitoramento da Região.

No_	Código	Estação	Tipo	Código Rio	Curso d'Água	Latitude	Longitude
1287	34691000	AÇUDE COLINA	FQ	34700000	RIO POTI	-05 51 15	-40 42 16
1288	34692000	AÇUDE JABURU II	FQ	34001000	RIO PARNAIBA	-05 25 17	-40 27 58
1289	34692500	AÇUDE FLOR DO CAMPO	FQ	34700000	RIO POTI	-05 31 43	-40 40 08
1290	34693000	AÇUDE CUPIM	FQ	34001000	RIO PARNAIBA	-05 23 29	-40 19 19
1291	34693500	AÇUDE BARRA VELHA	FQ	34001000	RIO PARNAIBA	-05 19 30	-40 19 28
1292	34694000	AÇUDE CARNAUBAL	FQ	34700000	RIO POTI	-05 17 12	-40 39 51
1293	34695000	AÇUDE REALEJO	FQ	34001000	RIO PARNAIBA	-05 16 54	-40 49 10
1294	34725000	AÇUDE SUCESSO	FQ	34001000	RIO PARNAIBA	-04 57 38	-40 31 00
1297	34741000	OITICICA	FDQ	34700000	RIO POTI	-05 01 47	-41 04 59

F – indica estação com escala para observação do nível d'água; Q – indica estação de qualidade de água; D – indica que na estação são efetuadas medições de descarga líquida.

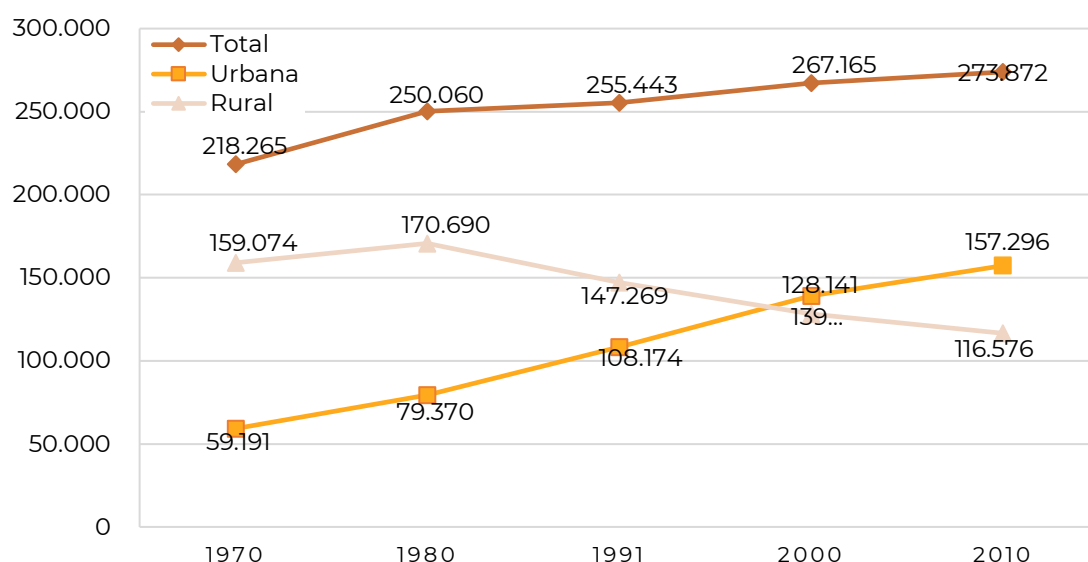
Fonte: ANA (2009)

2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

A RHSC compreende áreas representativas (maiores de 50 km²) de 10 municípios que, total ou parcialmente, fazem parte de seu território, tendo 07 deles mais que 60% da sua área na região de abrangência da Região Hidrográfica, os outros três Nova Russas, Ipueiras e Poranga com menos de 10%, porém, tendo em vista que os municípios de Ipueiras e Poranga fazem parte do Comitê de Bacias dos Sertões de Crateús e participam das discussões nesta Região Hidrográfica, eles serão contemplados nesses estudos.

Desta forma serão disponibilizadas informações sobre as condições socioeconômicas da Região Hidrográfica em análise para os nove municípios, de modo a possibilitar uma visão ampla sobre a RHSC, e comparar os municípios no contexto do Ceará e da sua própria Região Hidrográfica, em relação a evolução e distribuição da população residente; a análise global do comportamento do Produto Interno Bruto (PIB) total e setorial, bem como do PIB per capita e de indicadores de desenvolvimento humano, como o IDM e IDH, dentre outros, além de indicadores sociais como educação e saúde.

Dados do Censo Demográfico mostram um processo de urbanização da RHSC, conforme Figura 2.18, semelhante de grandes centros em desenvolvimento, ou seja, além do crescimento populacional da região, verifica-se, também, um aumento da taxa de urbanização. Desde a década de 1970, há uma tendência para o aumento do contingente da população urbana e diminuição da rural. No período de 1970, esta representava 27% da população da Região Hidrográfica, passando para 43% em 2010.

FIGURA 2.18. DADOS DE POPULAÇÃO - CENSOS DE 1970 - 2010.

Fonte: IBGE, 2019

Corroborando com esta análise, pode-se verificar a urbanização expressiva na maioria dos municípios na Tabela 2.17, onde se verificam valores da Taxa Média Geométrica de incremento anual da população residente, com alguns deles negativos, indicando o decréscimo da população rural. O município de Crateús é o mais populoso, com 30% da população da Região Hidrográfica, seguido por Ipueiras (16%), Novo Oriente (11%) e Ipaporanga (10,5%), esses quatro municípios contêm 67,5% da população, em 59,4% do seu território.

TABELA 2.18. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO.

Municípios	População 2010			População estimada 2020	Taxa média geométrica de incremento anual da população residente (%) 2000-2010		
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Total
Ararendá	4.906	5.585	10.491	10.959	1,87	-0,60	0,47
Crateús	52.644	20.168	72.812	75.159	1,02	-1,45	0,27
Independência	11.473	14.100	25.573	26.187	1,12	-0,61	0,12
Ipaporanga	4.136	7.207	11.343	11.596	2,59	-1,09	0,09
Ipueiras	18.358	19.504	37.862	38.114	1,53	-1,39	-0,09
Novo Oriente	14.230	13.223	27.453	28.673	1,14	-0,14	0,50
Poranga	7.798	4.203	12.001	12.347	0,89	-0,90	0,22
Quiterianópolis	6.305	13.616	19.921	21.166	2,21	0,24	0,82
Tamboril	14.202	11.249	25.451	26.225	1,37	-1,86	-0,20

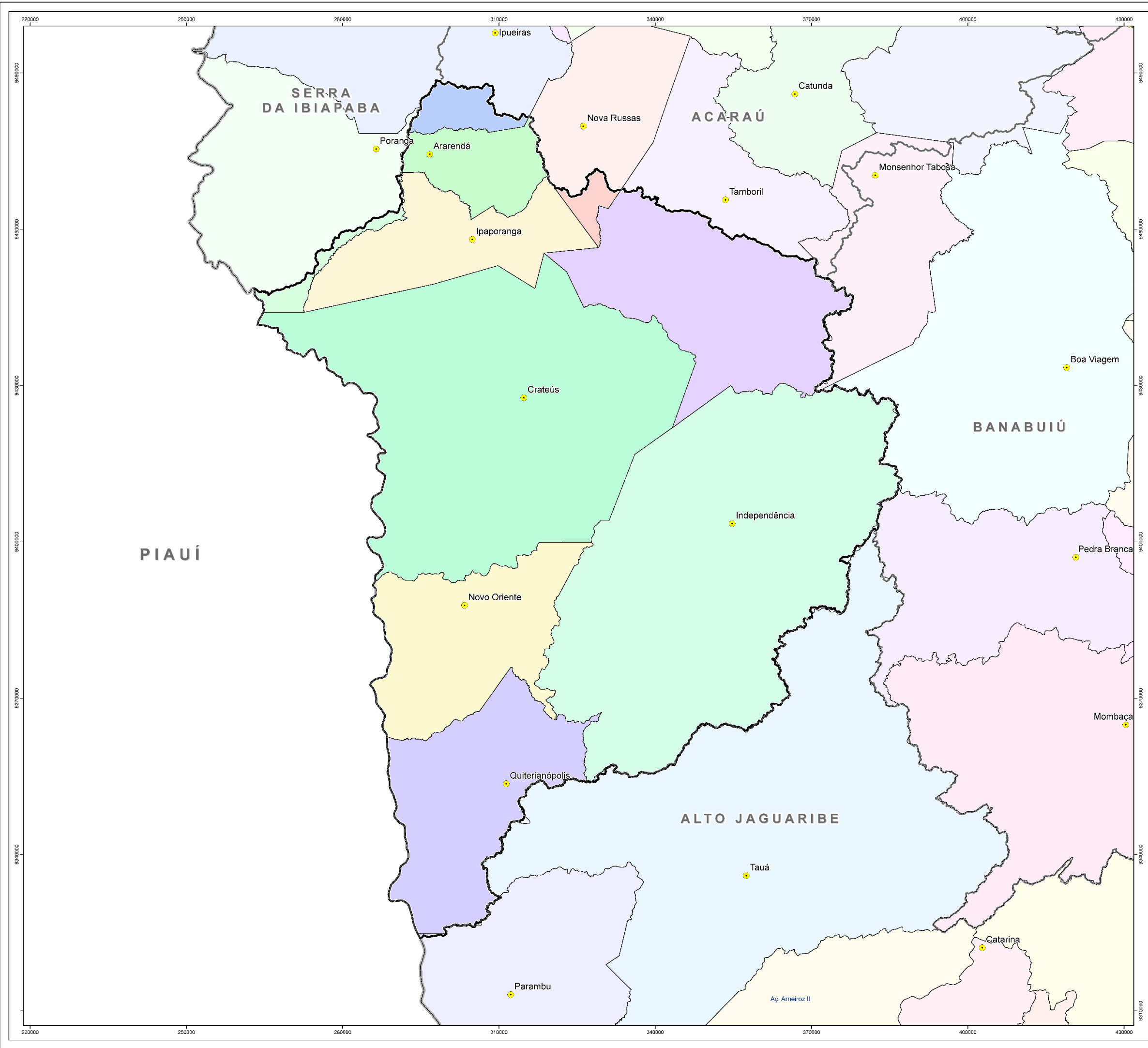
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A distribuição dos núcleos urbanos da RHSC pode ser observada na Tabela 2.18 e o Mapa de limites municipais.

TABELA 2.19. POPULAÇÃO DOS NÚCLEOS URBANOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Município	Unidade Geográfica	População Núcleo Urbano
		Ano de 2010
Ararendá	Ararendá	4.600
	Santo Antonio	985
Crateús	Assis	661
	Crateús	2.127
	Curral Velho	1.983
	Ibiapaba	789
	Irapuá	1.718
	Lagoa das Pedras	1.121
	Montenebo	1.433
	Oiticica	158
	Poti	1.060
	Realejo	2.087
	Santana	1.682
	Santo Antônio	3.919
	Tucuns	1.430
Independência	Ematuba	2.365
	Iapi	3.829
	Independência	4.153
	Jandrangoeira	451
	Monte Sinai	1.279
	Tranqueiras	2.023
Ipaporanga	Ipaporanga	6.056
	Sacramento	1.151
Ipueiras	Balseiros	661
	Gázea	867
	Livramento	1.137
	São José	444
Novo Oriente	Emaús	1.860
	Novo Oriente	2.985
	Palestina	2.430
	Santa Maria	2.058
	São Raimundo	2.118
	Três Irmãos	1.772
Quiterianópolis	Algodões	1.832
	Quiterianópolis	6.483
	São Francisco	5.301
Tamboril	Curatis	826
	Oliveiras	811
	Sucesso	2.887

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010

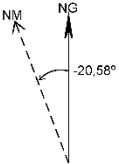


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



LIMITES MUNICIPAIS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

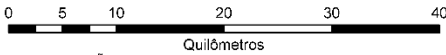
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350 000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

O Produto Interno Bruto municipal (PIB) é disponibilizado a partir do Valor Adicionado Bruto (VAB) por atividade econômica e impostos, líquidos de subsídios. As atividades dizem respeito aos setores Agropecuária, Indústria, Serviços, destacando-se para este último a Administração, Saúde e Educação Públicas e Seguridade Social, devido à relevância deste segmento na economia municipal.

A análise da evolução da estrutura produtiva por regiões de planejamento, realizada pelo IPECE mostrou que a região dos Sertões de Crateús foi uma das que registraram maiores perdas de participação, na comparação do ano de 2018 em relação ao ano de 2002, com perda de 0,45 p.p. (pontos percentuais).

No setor Agropecuário, Independência, Tamboril e Ipaporanga são os municípios que mostram maior participação deste setor na economia. No âmbito geral este setor apresentou queda especialmente pela redução no volume de chuvas na região, dificultando o desenvolvimento das atividades agrícolas.

Predomina, para os municípios da Região Hidrográfica, a maior participação da 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 RHSC, conforme Tabela 2.19, onde se verificam os percentuais mais altos para este Setor.

TABELA 2.20. DISTRIBUIÇÃO DO PIB POR SETORES.

Municípios	PIB per capta	PIB (R\$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Ararendá	7.162,28	78.076,00	0,05	11,36	12,34	76,30
Crateús	9.105,67	682.761,00	0,44	7,77	6,99	85,24
Independência	8.950,82	234.225,00	0,15	27,76	8,68	63,56
Ipaporanga	6.478,04	75.061,00	0,05	16,82	2,85	80,33
Ipueiras	6.430,39	245.673,00	0,16	11,32	2,55	86,13
Novo Oriente	7.018,66	200.432,00	0,13	13,81	4,33	81,87
Poranga	6.103,62	75.282,00	0,05	7,95	3,88	88,16
Quiterianópolis	6.913,57	145.185,00	0,09	14,97	5,46	79,57
Tamboril	7.947,73	204.503,00	0,13	20,44	3,07	76,49

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2010

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.



BARRAGEM FRONTEIRAS - Foto: CBH Sertões de Crateús

O IDHM é obtido pela média aritmética simples de três subíndices: IDHM – Longevidade, obtido a partir da esperança de vida ao nascer; IDHM – Educação, resultado da combinação da porcentagem de adultos alfabetizados com taxa de matrícula nos ensinos elementar, médio e superior; IDHM – Renda, que é obtido a partir da PIB per capita, ajustado ao poder de paridade de compra e com retornos marginais decrescentes à renda a partir de um determinado patamar de referência. Os valores de IDH são apresentados na Tabela 2.20 para os municípios, com dados do censo de 2010.

TABELA 2.21. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO- MUNICIPAL – IDHM.

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Ararendá	0,590	153	0,516	147	0,763	86	0,522	162
Crateús	0,644	30	0,550	93	0,787	20	0,618	13
Independência	0,632	48	0,592	41	0,759	104	0,561	83
Ipaporanga	0,579	167	0,506	156	0,766	77	0,502	179
Ipueiras	0,573	172	0,479	173	0,735	159	0,534	136
Novo Oriente	0,605	121	0,526	123	0,763	85	0,552	99
Poranga	0,581	165	0,500	161	0,746	142	0,527	150
Quiterianópolis	0,594	146	0,518	142	0,774	57	0,524	158
Tamboril	0,580	166	0,476	175	0,779	33	0,526	153

Fonte: IPECE/PNUD (2010)

Dentre os municípios da Região Hidrográfica, seis apresentam valores de IDHM inferior a 0,599, representando um Baixo Desenvolvimento, são eles: Ararendá, Ipaporanga, Ipueiras, Poranga, Quiterianópolis e Tamboril, um reflexo principalmente da componente Educação, seguido da Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando entre 0,600 a 0,699, considerado Médio Desenvolvimento.

Na RHSC destaca-se a Indústria de Transformação, conforme Tabela 2.21. As principais empresas se localizam nos municípios de Crateús e Nova Russas.

TABELA 2.22. QUANTIDADE DE EMPRESAS INDUSTRIAIS.

Municípios	Empresas Industriais				
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	Total
Ararendá	2	1	14	-	17
Crateús	11	29	204	8	252
Independência	7	6	32	8	53
Ipaporanga	2	-	11	-	13
Ipueiras	2	6	77	-	85
Novo Oriente	3	11	41	-	55
Poranga	-	-	13	1	14
Quiterianópolis	6	1	18	1	26
Tamboril	1	3	22	-	26

No que diz respeito à agricultura, as principais culturas temporárias produzidas na Região Hidrográfica foram, para o ano de 2019, o milho, o feijão e a mandioca, em uma área de aproximadamente 103.750 hectares, seguido de forma menos expressiva, pela cana-de-açúcar (54 ha) e o tomate (20 ha). Destacam-se na produção de milho Crateús, Tamboril e Novo Oriente.

As principais culturas permanentes na RHSC para o ano de 2019 foram banana, maracujá, mamão, manga e o coco-da-baía, com uma área colhida de 293 ha, com produção bem abaixo do que apresentado para as culturas temporárias.

TABELA 2.23. QUANTIDADE PRODUZIDA LAVOURAS TEMPORÁRIAS E PERMANENTES - 2019 (TONELADAS).

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes						
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano - 2019						
	Milho (em grão)	Feijão (em grão)	Mandioca	Cana-de-açúcar	Tomate	Banana (cacho)	Maracujá
Ararendá	2.214	92	180	210	-	68	
Crateús	26.146	4.304	998	-	-	20	
Independência	2.440	996	44	-	-	4	
Ipaporanga	5.842	1.172	399	70	-	35	
Ipueiras	3.804	521	1.270	1.250	1.200	957	728
Novo Oriente	18.506	2.842	370	76	-	24	
Poranga	722	214	520	560	-	22	
Quiterianópolis	4.994	834	450	57	-	51	
Tamboril	19.250	4.648	900	34	-	5	

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019

No que diz respeito à extração vegetal, verifica-se na área a predominância da extração de lenha, madeira e carvão vegetal,

segundo dados do IBGE (2019) para Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, conforme Tabela 2.23.

TABELA 2.24. PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA.

Município	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Carvão vegetal (t)	Ceras (t)
Ararendá	33.820	178	3	-
Crateús	71.600	-	75	-
Independência	49.500	-	9	0
Ipaporanga	17.180	-	29	-
Ipueiras	20.000	-	60	1
Novo Oriente	19.050	1.150	3	-
Poranga	19.380	330	4	75
Quiterianópolis	37.400	-	10	-
Tamboril	27.950	-	5	-
TOTAL	295.880	1.658	198	76

Fonte: IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2019

A estrutura fundiária nos municípios da RHSC (Tabela 2.24), reflete a realidade vigente no país, onde ocorrem grandes distorções quanto à distribuição e ao uso da terra. Especialmente no Nordeste, observa-se um grande número de minifúndios contrastando com poucos imóveis de grandes dimensões de terras. Os minifúndios, pequenas propriedades e os imóveis rurais não classificados, perfazem um total de 52,3% da estrutura fundiária.

A classificação dos imóveis rurais é definida pela Lei nº 8.629/1993 (Art. 4, II e III) (BRASIL, 1993), a pequena propriedade corresponde ao imóvel de área compreendida entre 1 e 4 módulos fiscais; a média propriedade, o imóvel de área superior a 4 e até 15 módulos fiscais; o minifúndio, o imóvel rural com área inferior a 1 módulo fiscal, e a grande propriedade aquela de área superior a 15 módulos fiscais.

O módulo fiscal (MF) é uma unidade de medida agrária que representa a área mínima necessária para as propriedades rurais poderem ser consideradas economicamente viáveis (BRASIL, 2012). NA RHSC

existem dois valores de módulo fiscal (MF), para os municípios de Ararendá, Ipaporanga, Ipueiras e Poranga, o MF é 70ha; para os demais, Crateús, Independência, Novo Oriente, Quiterianópolis e Tamboril, 80 ha.

TABELA 2.25. NÚMERO E ÁREA DE IMÓVEIS RURAIS - 2005.

Município	Dados do Imóvel	Total	Grande Propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificados
Ararendá	Quantidade	235	1	8	35	188	3
	Área (ha)	13.438	1.584	3.036	4.390	4.429	-
Crateús	Quantidade	1.786	21	115	487	1.032	131
	Área (ha)	224.340	55.292	60.553	70.621	32.628	5.247
Independência	Quantidade	1.615	26	140	529	879	41
	Área (ha)	249.169	56.354	76.673	85.214	30.927	2
Ipaporanga	Quantidade	378	-	13	73	274	18
	Área (ha)	21.194	-	5.946	9.154	6.095	-
Ipueiras	Quantidade	1.071	1	34	189	732	115
	Área (ha)	56.261	2.088	14.778	23.309	16.072	14
Novo Oriente	Quantidade	1.050	3	47	207	766	27
	Área (ha)	80.086	5.120	25.697	27.408	21.860	-
Poranga	Quantidade	186	6	21	41	106	12
	Área (ha)	31.965	12.785	11.325	5.174	2.681	-
Quiterianópolis	Quantidade	1.038	2	22	191	778	45
	Área (ha)	63.055	2.835	9.762	26.258	24.200	-
Tamboril	Quantidade	1.241	18	95	301	800	27
	Área (ha)	150.660	29.504	51.517	44.521	25.068	50

Fonte: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2005

As informações quantitativas do efetivo de rebanhos, do tipo e da produção animal na Região Hidrográfica são mostradas na Tabela 2.25. Destacando-se na RHSC a criação de galináceos, especialmente nos municípios de Crateús, Independência, Ipueiras e Novo Oriente; a de ovinos, em Independência e Crateús e a de caprinos, em Independência e Tamboril.

TABELA 2.26. EFETIVO DOS REBANHOS, POR TIPO DE REBANHO - VARIÁVEL - EFETIVO DOS REBANHOS (CABEÇAS).

Município - CE	Tipo de rebanho					
	Bovino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos
Ararendá	6.212	114	5.806	1.800	6.950	31.930
Crateús	45.066	1.631	15.617	11.613	70.241	121.175
Independência	39.232	1.625	14.970	50.480	104.184	92.145
Ipaporanga	6.970	272	4.806	1.042	12.720	34.722
Ipueiras	14.200	239	15.000	8.000	7.000	80.000
Novo Oriente	13.950	950	12.512	4.802	25.510	80.818
Poranga	5.200	180	5.085	17.445	6.740	19.231
Quiterianópolis	15.300	522	13.230	4.780	22.700	59.540
Tamboril	21.040	1.148	9.088	26.120	42.050	65.073
TOTAL	167.170	6.681	96.114	126.082	298.095	584.634

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal, 2019

Em 2019, segundo dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (IBGE, 2019), somente o município de Ipueiras apresentou produção de tilápia, com um total de 8t para aquele ano.



Outra informação importante para a socioeconomia diz respeito à infraestrutura hídrica. 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 56,65% em Ararendá a 97,27% em Ipueiras, no ano de referência de 2019. Já a situação da parcela da população urbana que foi efetivamente atendida por rede coletora de esgoto (com ou sem tratamento) em relação à população urbana residente dos prestadores, para o mesmo ano, indica valores baixos, sendo o maior de 38,23% para Crateús e, quatro dos municípios da RHSC não repassaram as informações sobre a população urbana atendida com esgotamento sanitário.

Na Tabela 2.26, além dos dados do SNIS (2019) constam também dados de Censo de 2010 e as informações da CAGECE de 2020, para os municípios de sua cobertura.

TABELA 2.27. ATENDIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.

Municípios	% de Cobertura de Água (CAGECE)	Índice de atendimento urbano de água (SNIS)	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (SNIS)
	2020	2019	2019
Ararendá	99,95	56,65	-
Crateús	99,96	69,28	38,23
Independência	99,79	74,95	20,33
Ipaporanga	99,17*	-	-
Ipueiras	94,67*	97,27	-
Novo Oriente	99,97	67,59	26,50
Poranga	99,29	57,77	18,18
Quiterianópolis	98,14	66,67	-
Tamboril	99,23	60,41	20,48

*SAEE - Informação SDA

Fonte: SNIS, 2019; CAGECE 2020

No âmbito do Programa Água para Todos a área conta com sistema de abastecimento de água que beneficia 1.525 famílias da área rural por meio de dessanilizadores (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020). Segundo o mesmo documento, cisternas e barragens subterrâneas têm sido construídas na RHSC para atendimento da demanda rural, no âmbito dos programas Um Milhão de Cisternas (P1MC), Uma Terra e Duas Águas (P1+2), Cisternas nas Escolas e Sementes do Semiárido

totalizando 19.861 cisternas, incluindo cisternas de reuso, e 128 barragens (Tabela 2.27).

TABELA 2.28. QUANTIDADE DE CISTERNAS E BARRAGENS SUBTERRÂNEAS.

Municípios	Cisternas	Barragens Subterrâneas
Ararendá	1.383	19
Crateús	1.798	-
Independência	3.217	21
Ipaporanga	1.861	19
Ipueiras	3.930	26
Novo Oriente	3.359	23
Poranga	748	20
Quiterianópolis	973	10
Tamboril	2.592	-

Fonte: Pacto pelo Saneamento Básico, 2020

Os SISAR's instalados na RHSC para atendimento à população rural, estão presentes em 03 localidades de Ararendá, 42 em Crateús, 24 em Independência, 74 em Novo Oriente e 6 em Quiterianópolis.

Outro aspecto relevante no que diz respeito aos dados socioeconômicos da Região Hidrográfica é a ausência de aterros sanitários nos municípios que a compõem, existindo somente lixões e adotando-se a prática de queima do lixo. Além disso é importante salientar que já existem os Planos Regionais de Resíduos Sólidos, elaborados em 2012, para o Sertão dos Inhamuns e Sertões de Crateús, que abrangem todos os municípios da área.

Além dessas informações o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.28. O IMA é considerada importante ferramenta de identificação dos municípios que potencialmente podem ser mais afetados pelas intempéries climáticas e pela falta de recursos hídricos adequados para atender às necessidades da população local (IPECE, 2020), visto que possibilita a avaliação da vulnerabilidade no que diz respeito às questões climatológicas, agrícolas e de assistência social, de forma integrada.

TABELA 2.29. ÍNDICE MUNICIPAL DE ALERTA.

Município	IMA 2020	Ranking IMA 2020 no Estado
Ararendá	0,667	66
Crateús	0,696	34
Independência	0,718	14
Ipaporanga	0,706	24
Ipueiras	0,640	104
Novo Oriente	0,711	20
Poranga	0,675	50
Quiterianópolis	0,692	36
Tamboril	0,641	103

Fonte: IPECE, 2020

Segundo as classes de IMA para 2020, verifica-se dois municípios com Alta Vulnerabilidade (valores acima de 0,7074), Novo Oriente e Independência; e os demais municípios com Média-Alta Vulnerabilidade (valores entre 0,6391 e 0,7074).



3 DEMANDA ATUAL



O presente capítulo apresenta três seções. Na primeira é discorrido sobre a análise da demanda hídrica com base no cadastro de outorga vigente; em seguida são apresentadas as demandas calculadas pela ANA em seu Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2019) e, na terceira, é realizada uma avaliação da demanda hídrica instalada, com base nos dados do Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2006 e 2017) e Produção da Pecuária Municipal (2019). O confrontamento dessas informações é importante para a compreensão da escassez hídrica e para o aprimoramento dos instrumentos e políticas de gestão da demanda.

3.1 Demanda hídrica outorgada

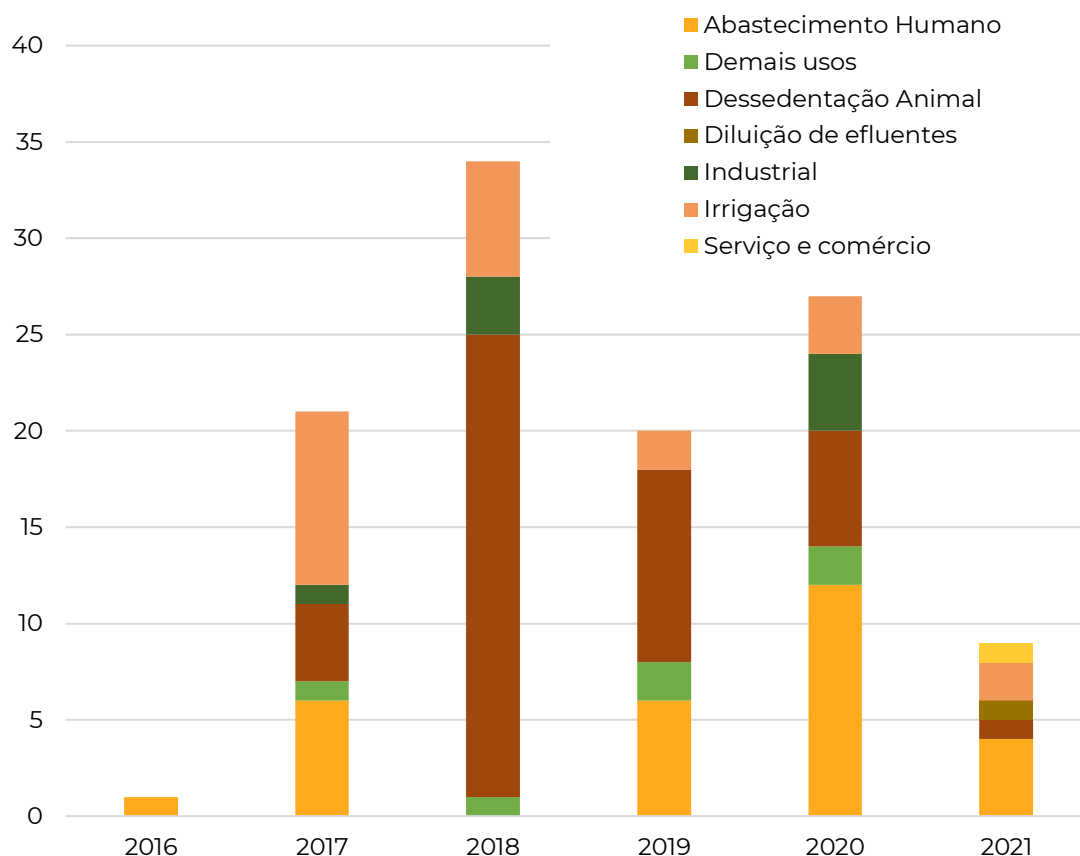
As outorgas de direito de uso da água utilizadas nesta análise foram retiradas da plataforma Outorga Online da COGERH/SRH, e referem-se às outorgas em vigência no mês de maio de 2021, nos seguintes usos: abastecimento humano, dessedentação animal, água mineral e água potável de mesa, industrial, aquicultura, irrigação, turismo e lazer, diluição de efluentes, serviço e comércio e demais usos.



A Tabela 3.1 e Figura 3.1 apresentam a quantidade de outorgas vigentes, por ano de início de vigência na RH Sertões de Crateús, em relação aos tipos de uso da água. Nota-se ainda que o início das outorgas para diluição de efluentes na RHSC se deu apenas em 2021, indicando uma melhora no controle da poluição associada ao saneamento básico.

TABELA 3.1. QUANTIDADE DE OUTORGAS CONCEDIDAS POR TIPO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH SERTÕES DE CRATEÚS.

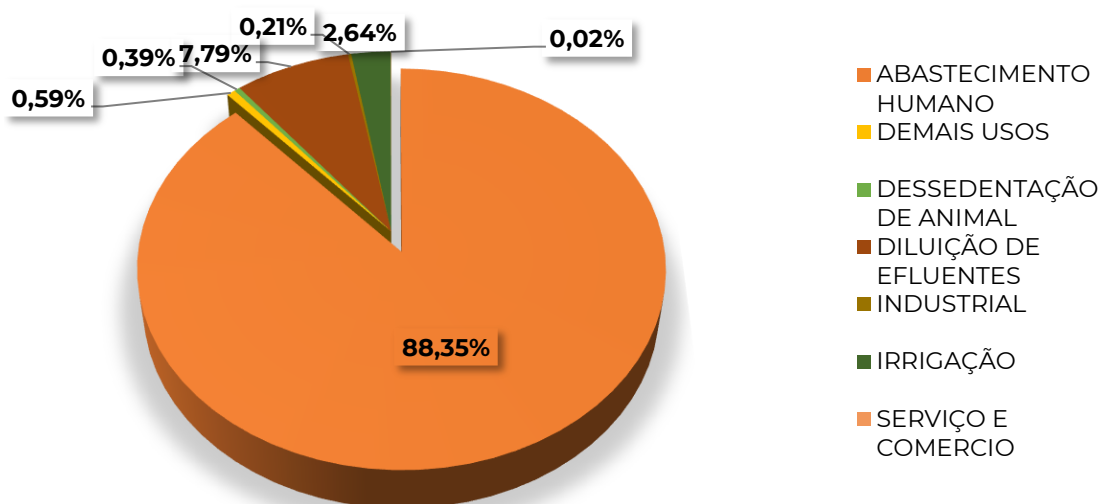
Ano	Tipos De Uso						
	Abastecimento Humano	Demais usos	Dessedentação Animal	Diluição de efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e comércio
2016	1	0	0	0	0	0	0
2017	6	1	4	0	1	9	0
2018	0	1	24	0	3	6	0
2019	6	2	10	0	0	2	0
2020	12	2	6	0	4	3	0
2021	4	0	1	1	0	2	1

FIGURA 3.1. QUANTIDADE DE OUTORGAS CONCEDIDAS POR TIPO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH SERTÕES DE CRATEÚS.

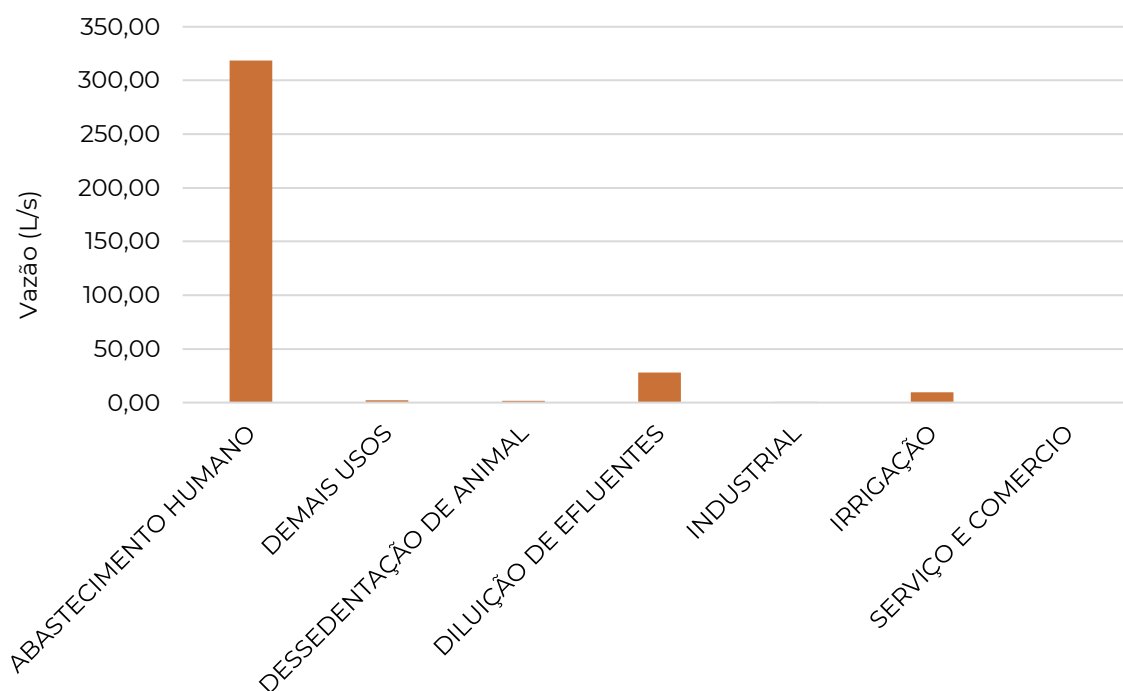
A Tabela 3.2 e a Figura 3.2 apresentam o volume outorgado por tipo de uso em outorgas válidas em 2021. Observa-se que, apesar da maior quantidade de outorgas se referir a dessedentação animal, quando se analisa o volume outorgado por uso, percebe-se que este representa apenas 0,4% do volume outorgado na Região Hidrográfica; o uso abastecimento humano é o predominante, com 88,3% do volume outorgado em vigência em 2021.

TABELA 3.2. VAZÕES POR TIPO DE USO EM OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS (EM HM³/ANO, M³/S E L/S).

Tipo Uso	Vazão (hm³/ano)	Vazão (m³/s)	Vazão (L/s)	%
Abastecimento Humano	10,05	0,32	318,55	88,3
Demais Usos	0,07	0,00	2,13	0,6
Dessedentação de Animal	0,04	0,00	1,42	0,4
Diluição de Efluentes	0,89	0,03	28,09	7,8
Industrial	0,02	0,00	0,77	0,2
Irrigação	0,30	0,01	9,53	2,6
Serviço e Comercio	0,00	0,00	0,09	0,0
Total	11,37	0,36	360,58	-

FIGURA 3.2. PERCENTUAL DAS VAZÕES POR TIPO DE USO EM OUTORGAS COM OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

A vazão total outorgada na RH dos Sertões do Crateús soma 11,37 hm³/ano, o que equivale a 0,36 m³/s (ou 360,58 L/s). É importante destacar que como 0,029m³/s refere-se a outorga para lançamento de efluentes, 0,338 m³/s são outorgados para usos consuntivos. O principal uso consuntivo é o abastecimento humano. A Figura 3.3 apresenta a distribuição das outorgas de uso consuntivo, e das vazões outorgadas.

FIGURA 3.3. VAZÃO OUTORGADA (EM M³/S) POR TIPO DE USO CONSUNTIVO VÁLIDA EM 2021 NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

A Tabela 3.3 e Figura 3.4 apresentam a evolução das outorgas aprovadas em 2016 a 2021. Observa-se um crescimento da vazão outorgada a cada ano, com especial destaque novamente para abastecimento humano. A irrigação possui vazões outorgadas iniciando nos anos de 2017, 2018 e 2019, porém com valores reduzidos, provavelmente associados ao período de escassez hídrica.

FIGURA 3.4. VAZÕES OUTORGADAS (EM L/S) POR TIPO DE USO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

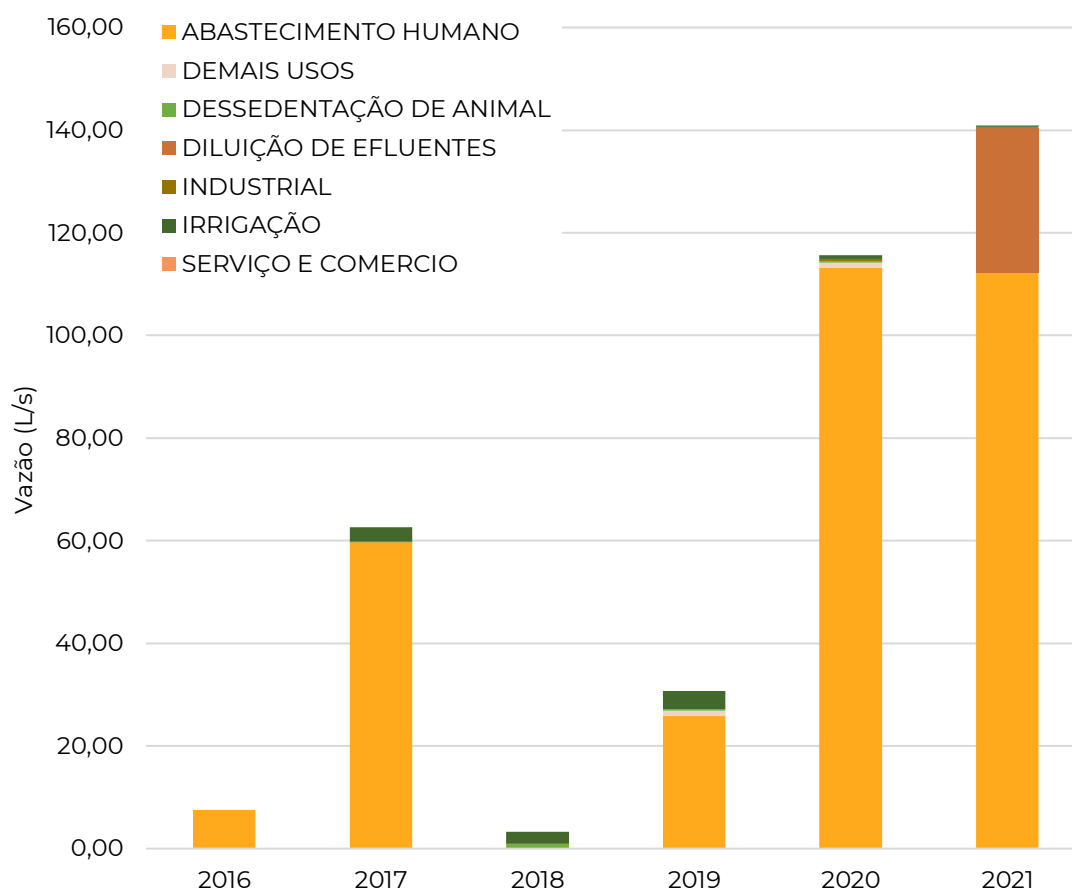


TABELA 3.3. VAZÕES OUTORGADAS (EM M³/S E L/S) POR TIPO DE USO E INÍCIO DA VIGÊNCIA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

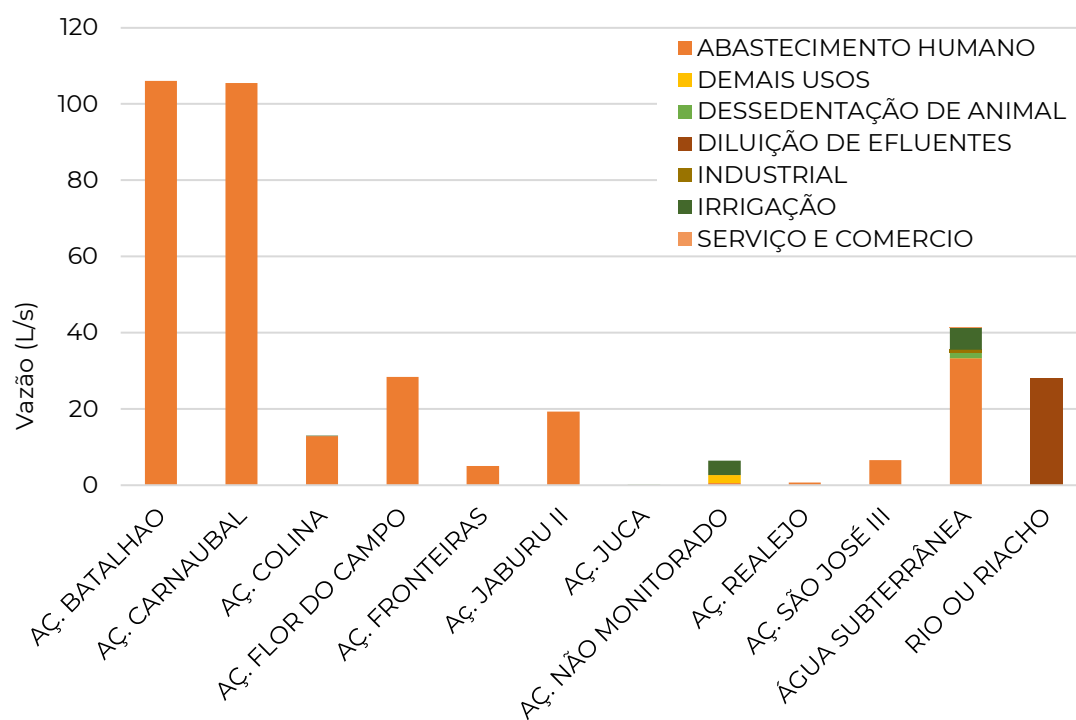
Ano	Abastec. Humano		Demais Usos		Dessed. Animal		Dilui. Efluentes		Industrial		Irrigação		Serviço e Comercio	
	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)
2016	0,01	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,06	59,70	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	2,76	0,00	0,00
2018	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	2,18	0,00	0,00
2019	0,03	25,87	0,00	1,04	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,48	0,00	0,00
2020	0,11	113,18	0,00	1,04	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,73	0,00	0,00
2021	0,11	112,29	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	28,09	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,09
Total	0,32	318,54	0,00	2,12	0,00	1,42	0,03	28,09	0,00	0,77	0,01	9,53	0,00	0,09

As vazões são outorgadas em açudes monitorados, não monitorados, água subterrânea, lago (ou lagoa) e rios (ou riacho) (Tabela 3.4 e Figura 3.5). Nota-se ainda que nos reservatórios estratégicos (aqueles com maior capacidade de acumulação e monitorados pela COGERH) as outorgas vigentes são quase exclusivamente para abastecimento humano. As principais fontes hídricas, com outorgas vigentes, são o Açude Carnaubal, Açude do Batalhão e águas subterrâneas. É importante destacar que o Açude do Batalhão possui uma baixa capacidade de acumulação; porém, possui posicionamento estratégico, localizado na zona urbana de Crateús e com seis reservatórios importantes a sua montante.

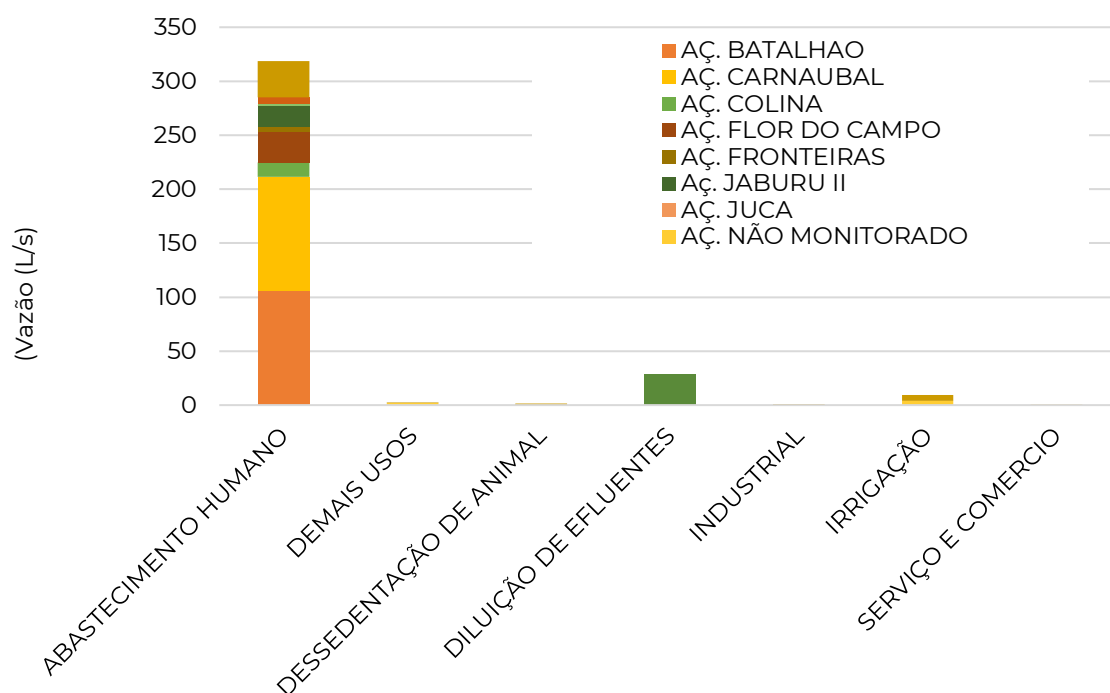
TABELA 3.4. OUTORGAS VIGENTES EM 2021 POR MANANCIAL E TIPO DE USO (EM M³/S E L/S).

Manancial	Abastec. Humano		Demais Usos		Dessed. Animal		Diluição Efluentes		Industrial		Irrigação		Serviço e Comercio	
	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)
Aç. Batalhao	0,11	106,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Carnaubal	0,11	105,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Colina	0,01	12,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Aç. Flor do Campo	0,03	28,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Fronteiras	0,01	5,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Jaburu II	0,02	19,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Juca*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Não Monitorado	0,00	0,61	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,73	0,00	0,00
Aç. Realejo	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. São José III	0,01	6,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Água Subterrânea	0,03	33,32	0,00	0,05	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,77	0,01	5,77	0,00	0,09
Rio ou Riacho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	28,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,32	318,55	0,00	2,13	0,00	1,42	0,03	28,09	0,00	0,77	0,01	9,53	0,00	0,09

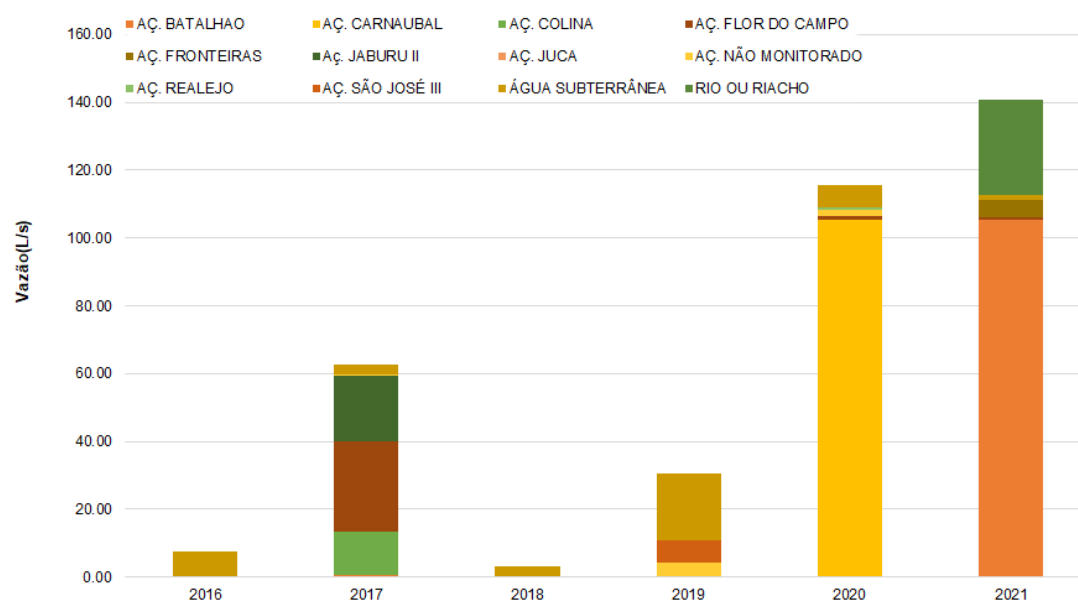
*Apesar do Açude Juca não ser monitorado cotidianamente pela COGERH, o mesmo consta na base de dados de Outorga discriminado, diferente dos demais açudes.

FIGURA 3.5. OUTORGAS VIGENTES (EM L/S) POR MANANCIAL E TIPO DE USO.

Observa-se ainda o número elevado de outorgas de águas subterrâneas. Este fato decorre da escassez hídrica na RH dos Sertões de Crateús desde 2012 e a obrigatoriedade da outorga para financiamentos realizados pelo Banco do Nordeste, para agricultores familiares, para implantação de novos poços desde 2019. Tal informação fica mais clara ao se observar a Figura 3.6.

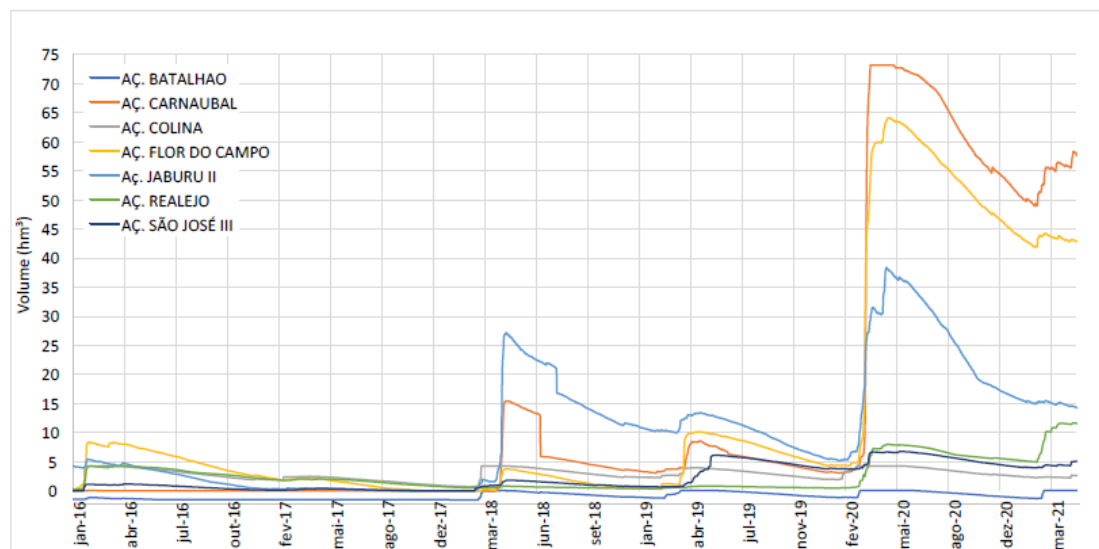
FIGURA 3.6. OUTORGAS EM VIGÊNCIA POR TIPO DE USO E MANANCIAL (EM HM³/ANO).

A Figura 3.7 apresenta a fonte hídrica das outorgas concedidas entre 2016 e 2021. Observa-se que o açude Carnaubal concentra as outorgas em 2020, o açude Flor do Campo em 2017 e 2021, o açude do Batalhão em 2021, as águas subterrâneas em 2019, o açude Jaburu em 2017.

FIGURA 3.7. INÍCIO DE VIGÊNCIA DAS OUTORGAS POR MANANCIAL (VAZÃO EM L/S).

Ao confrontar-se o início da vigência das outorgas com a disponibilidade hídrica da região (Figura 3.8) percebe-se a estratégia da COGERH para a concessão das outorgas.

FIGURA 3.8. EVOLUÇÃO DO VOLUME DOS RESERVATÓRIOS COM OUTORGAS VIGENTES.



A disponibilidade hídrica superficial na RH atingiu o seu pior patamar em 2017, sendo o reservatório Flor do Campo aquele com maior volume de água e, coincidente, com o maior volume de outorgas concedidas naquele ano. Em 2019 houve o implemento de novos poços devido a linha de crédito concedida pelo BNB, ano que coincide com a maioria das outorgas concedidas para tal tipo de manancial. Em 2020 o açude Carnaubal atinge o maior volume dos últimos anos, e consequentemente contribui com o maior volume outorgado neste ano. Em 2021 as maiores outorgas foram fornecidas para o açude Flor do Campo, o qual apresentou um aporte significativo nos anos de 2020 e 2021.

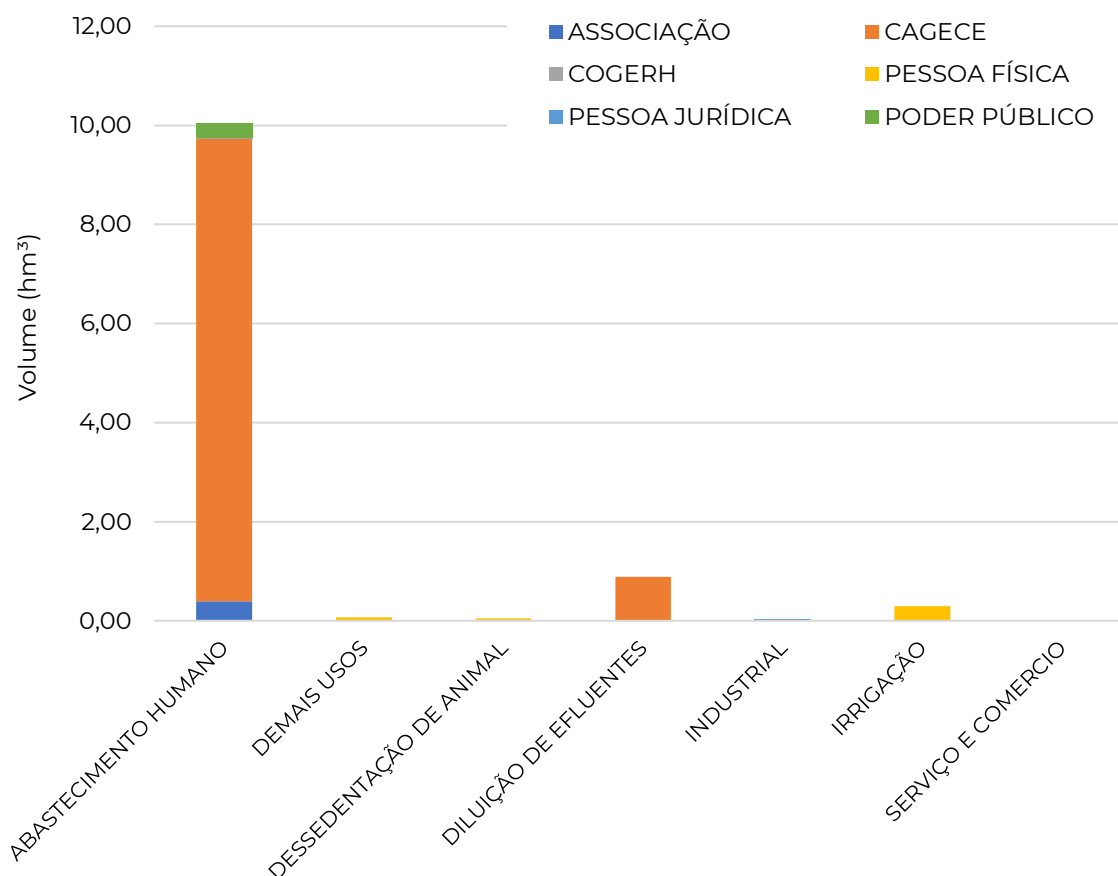
A Figura 3.9 e Tabela 3.5 apresentam os tipos de requerentes das outorgas, por tipo de uso. Observa-se que as outorgas para abastecimento humano são realizadas por parte da CAGECE, COGERH, Associações e Poder Público, enquanto as outorgas de Irrigação,

Dessedentação Animal, e Demais Usos, são realizadas por pessoas físicas. As pessoas jurídicas solicitam outorgas apenas para fins industriais.

TABELA 3.5. VAZÃO OUTORGADA POR TIPOS DE REQUERENTES E POR TIPO DE USO DA ÁGUA (OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021) (EM M³/S E L/S).

Tipo de Uso	Associação		Cagece		Cogerh		Pessoa Física		Pessoa Jurídica		Poder Público	
	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)	(m ³ /s)	(L/s)
Abastecimento Humano	0,01	12,43	0,30	296,13	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	9,23
Demais Usos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Dessedentação de Animal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Diluição de Efluentes	0,00	0,00	0,03	28,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrial	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,26	0,00	0,00
Irrigação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	9,53	0,00	0,00	0,00	0,00
Serviço e Comércio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,01	12,71	0,32	324,22	0,00	0,75	0,01	13,39	0,00	0,26	0,01	9,23

FIGURA 3.9. VOLUME ANUAL OUTORGADO (EM HM³/ANO) POR TIPOS DE REQUERENTES E POR TIPO DE USO DA ÁGUA (OUTORGAS VÁLIDAS EM 2021).



3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA

Visto que os dados de outorga não correspondem necessariamente à demanda hídrica real na RH dos Sertões de Crateús, em função do período de escassez hídrica que se iniciou em 2012, foram analisadas outras fontes de dados secundários, a fim de se determinar a existência de uma demanda reprimida na RH.



Para tanto, foi feito uso do documento “Manual de Usos Consuntivos da Água” (ANA, 2019), um estudo com estimativas de demandas de usos consuntivos da água para todos os municípios brasileiros. As demandas foram estimadas para as seguintes categorias: abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoeletricidade e irrigação. O manual realizou ainda a estimativa da evaporação líquida de reservatórios artificiais, visto as altas taxas de evaporação no semiárido nordestino representam grande parte da perda dos reservatórios.

As metodologias indiretas surgem como alternativa necessária para o cálculo do uso da água, orientando o planejamento e a gestão setorial

e de recursos hídricos. De forma geral, essas metodologias utilizam coeficientes técnicos que associam variáveis inventariadas (população, por exemplo) a uma necessidade média de água (litros por habitante por ano, por exemplo). Os coeficientes técnicos são geralmente calculados a partir de medições com elevado grau de precisão, sendo sua aplicação nas estimativas uma extrapolação espacial e temporal. A aplicação desses coeficientes é comum nos estudos nacionais e internacionais de referência.

As demandas dos municípios da RHSC são apresentadas na Tabela 3.6. Há que se lembrar que alguns municípios estão inseridos parcialmente na RHSC como é o caso de Ipueiras, Nova Russas, Poranga e Tamboril. Para evitar o cômputo em dobro das demandas em municípios partilhados por outras RH, foram adotadas as seguintes premissas para o cálculo das demandas na RHSC:

- Demandas de Abastecimento Humano Urbano e Indústria de Transformação: Considera-se a demanda proporcional ao percentual de população urbana deste município contido na RHSC (Capítulo 2);
- Demandas de Abastecimento Humano Rural, Irrigação, Dessedentação Animal e Mineração: Considera-se a demanda proporcional ao percentual de área do Município inserido na RHSC (Capítulo 2).

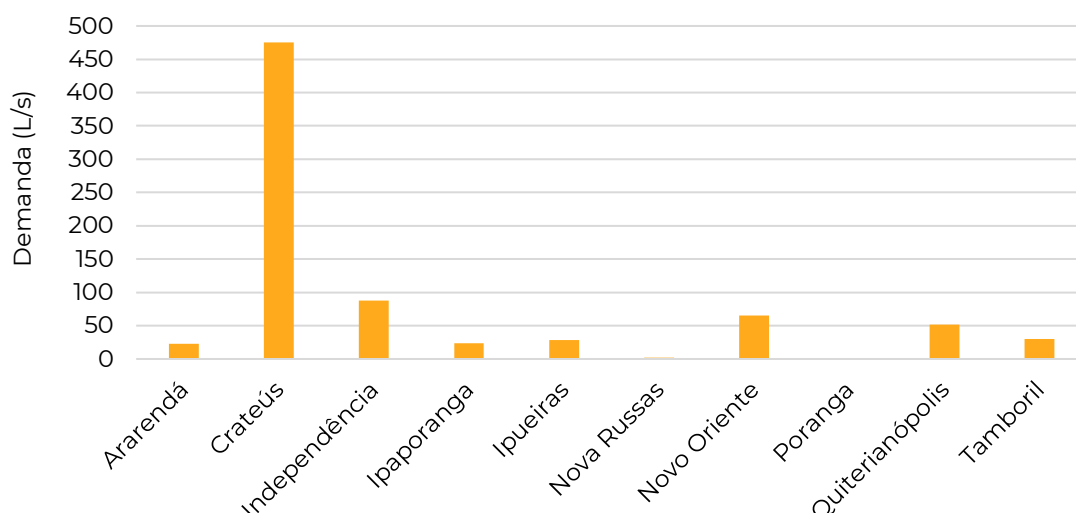
A Tabela 3.7 apresenta as demandas calculadas com base nos critérios adotados para a RHSC, totalizando 0,78 m³/s de demanda com base nos dados disponíveis no documento de “Usos Consuntivos da Água” elaborado pela ANA.

TABELA 3.6. DEMANDAS POR TIPO DE USO – METODOLOGIA ANA – PARA A TOTALIDADE DO MUNICÍPIO (EM M³/S E L/S).

Município	Demandas Totais Municipais													
	Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Indústria de Transformação		Mineração		Total	
	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)
Ararendá	0,01	9,47	0,01	5,88	0,00	0,00	0,01	7,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	22,63
Crateús	0,10	99,41	0,02	20,56	0,31	305,13	0,05	48,84	0,00	1,40	0,00	0,01	0,48	475,33
Independência	0,02	20,93	0,02	15,26	0,00	0,00	0,05	51,08	0,00	0,01	0,00	0,63	0,09	87,91
Ipaporanga	0,01	8,41	0,01	7,22	0,00	0,00	0,01	8,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	23,75
Ipueiras	0,03	33,22	0,02	19,43	0,22	222,57	0,02	16,56	0,00	0,02	0,00	0,00	0,29	291,79
Nova Russas	0,04	39,47	0,01	8,04	0,00	0,00	0,01	12,53	0,00	0,18	0,00	0,00	0,06	60,21
Novo Oriente	0,03	32,88	0,02	14,89	0,00	0,00	0,02	17,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	65,23
Poranga	0,01	11,82	0,00	4,45	0,00	0,00	0,01	8,31	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	24,58
Quiterianópolis	0,02	17,66	0,02	15,32	0,00	0,00	0,02	18,18	0,00	0,00	0,00	0,24	0,05	51,39
Tamboril	0,02	19,17	0,01	11,21	0,00	0,00	0,03	27,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	57,51
Total	0,29	292,42	0,12	122,24	0,53	527,70	0,22	215,49	0,00	1,64	0,00	0,88	1,16	1.160,37

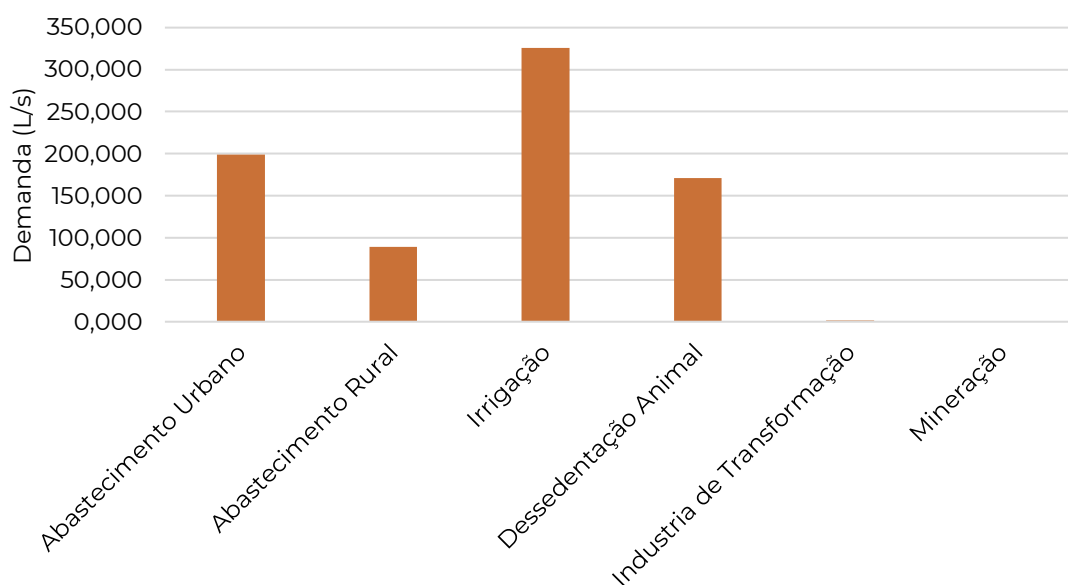
TABELA 3.7. DEMANDAS DA RHSC POR MUNICÍPIO E POR TIPO DE USO – METODOLOGIA ANA (EM M³/S E L/S).

Município	% do Município na RHSC (Área)	% da População Urbana na RHSC	Demandas na RHSC													
			Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Indústria de Transformação		Mineração		Total	
			(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)
Ararendá	100%	100%	0,01	9,47	0,01	5,88	0,00	0,00	0,01	7,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	22,62
Crateús	100%	100%	0,10	99,41	0,02	20,56	0,31	305,13	0,05	48,84	0,00	1,40	0,00	0,01	0,48	475,34
Independência	100%	100%	0,02	20,93	0,02	15,24	0,00	0,00	0,05	51,03	0,00	0,01	0,00	0,63	0,09	87,85
Ipaporanga	100%	100%	0,01	8,41	0,01	7,22	0,00	0,00	0,01	8,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	23,76
Ipueiras	9,3%	13,6%	0,01	4,51	0,00	1,81	0,02	20,70	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	28,56
Nova Russas	9,1%	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87
Novo Oriente	100%	100%	0,03	32,88	0,02	14,89	0,00	0,00	0,02	17,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	65,24
Poranga	6,5%	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
Quiterianópolis	100%	100%	0,02	17,66	0,02	15,25	0,00	0,00	0,02	18,11	0,00	0,00	0,00	0,24	0,05	51,26
Tamboril	62,8%	30,5%	0,01	5,84	0,01	7,04	0,00	0,00	0,02	17,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	29,92
Total	-	-	0,20	199,11	0,09	88,90	0,33	325,83	0,17	171,10	0,00	1,43	0,00	0,88	0,79	787,24

FIGURA 3.10. DEMANDA POR MUNICÍPIO NA RHSC (EM L/S) (ADAPTADO ANA, 2019).

Segundo a metodologia da ANA, a demanda hídrica da RHSC é de 0,79 m³/s (727,27 L/S), dos quais 60,4% se devem à demanda do município de Crateús e 11,2% do município de Independência. Os 25% restante é partilhado pelos demais oito municípios da RHSC (Figura 3.10).

A Figura 3.11 apresenta a divisão das demandas por tipo de uso, onde 41% da se refere à Irrigação, 25% Abastecimento Humano Urbano e 22% para Dessedentação Animal.

FIGURA 3.11. DEMANDA POR TIPO DE USO NA RHSC (ADAPTADO ANA, 2017).

3.3 Demanda Instalada

A avaliação da demanda instalada foi realizada para os três principais usos da Região Hidrográfica: abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal.

3.3.1 Abastecimento Humano

A demanda instalada do abastecimento humano foi obtida pelo produto do número de habitantes (ver Capítulo 2) pelo consumo per capita médio do Ceará. Os consumos per capita utilizados foram os mesmos aplicados para o dimensionamento dos sistemas adutores do Projeto Malha D'Água pela COGERH, elaborado em 2019, incluindo as perdas nos sistemas de distribuição, sendo escolhidos em função da população residente em 2010 da seguinte forma:

- População Urbana residente inferior a 1.000 habitantes – $C = 100$ l/hab/dia;
- População Urbana residente entre 1.000 a 5.000 habitantes – $C = 120$ l/hab/dia;
- População Urbana residente maior ou igual a 5.000 e menor que 50.000 habitantes – $C = 150$ l/hab/dia;
- População Rural – $C = 70$ l/hab/dia.

Visto que alguns municípios estão inseridos parcialmente na RHSC, foram utilizados os seguintes critérios para cálculo da demanda humana na região:

- I. Demanda da População Urbana: Demanda humana urbana referente à totalidade da população urbana da sede e dos distritos que se localizam dentro dos limites da RHSC.
- II. Demanda da População Rural: Demanda humana rural proporcional à área do município inserido na RHSC.

Assim, a demanda hídrica para abastecimento humano urbano da RH dos Sertões de Crateús foi de 162,59 L/s, com média por habitante de 139,76 L/dia (Tabela 3.8).

TABELA 3.8. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO URBANO POR MUNICÍPIO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Município	Sede municipal e sede distrital no interior da RHSC	População Urbana (habitantes)	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda (L/s)	
Ararendá	Ararendá	3.684	120	5,12	6,81
	Santo Antonio	1.222	120	1,70	
Crateús	Assis	637	100	0,74	87,78
	Crateús	45.232	150	78,53	
	Curral Velho	453	100	0,52	
	Ibiapaba	1.390	120	1,93	
	Irapuá	30	100	0,03	
	Lagoa das Pedras	729	100	0,84	
	Montenebo	1.507	120	2,09	
	Oiticica	49	100	0,06	
	Poti	351	100	0,41	
	Realejo	886	100	1,03	
	Santana	412	100	0,48	
	Santo Antônio	444	100	0,51	
	Tucuns	524	100	0,61	
Independência	Ematuba	390	100	0,45	19,29
	Iapi	220	100	0,25	
	Independência	10.395	150	18,05	
	Jandrangoeira	14	100	0,02	
	Monte Sinai	130	100	0,15	
Ipaporanga	Tranqueiras	324	100	0,38	5,69
	Ipaporanga	3.885	120	5,40	
Ipueiras	Sacramento	251	100	0,29	2,89
	Balseiros	589	100	0,68	
	Gázea	382	100	0,44	
	Livramento	862	100	1,00	
Novo Oriente	São José	660	100	0,76	23,74
	Emaús	106	100	0,12	
	Novo Oriente	12.567	150	21,82	
	Palestina	307	100	0,36	
	Santa Maria	231	100	0,27	
	São Raimundo	866	100	1,00	
Quiterianópolis	Três Irmãos	153	100	0,18	10,52
	Algodões	413	100	0,48	
	Quiterianópolis	5.574	150	9,68	
Tamboril	São Francisco	318	100	0,37	5,87
	Curatis	162	100	0,19	
	Oliveiras	456	100	0,53	
Sucesso		3.712	120	5,16	
Total RHSC		100.517	139,76	162,59	162,59

A demanda humana rural foi estimada em 67,8 L/s, conforme apresentado na Tabela 3.9.

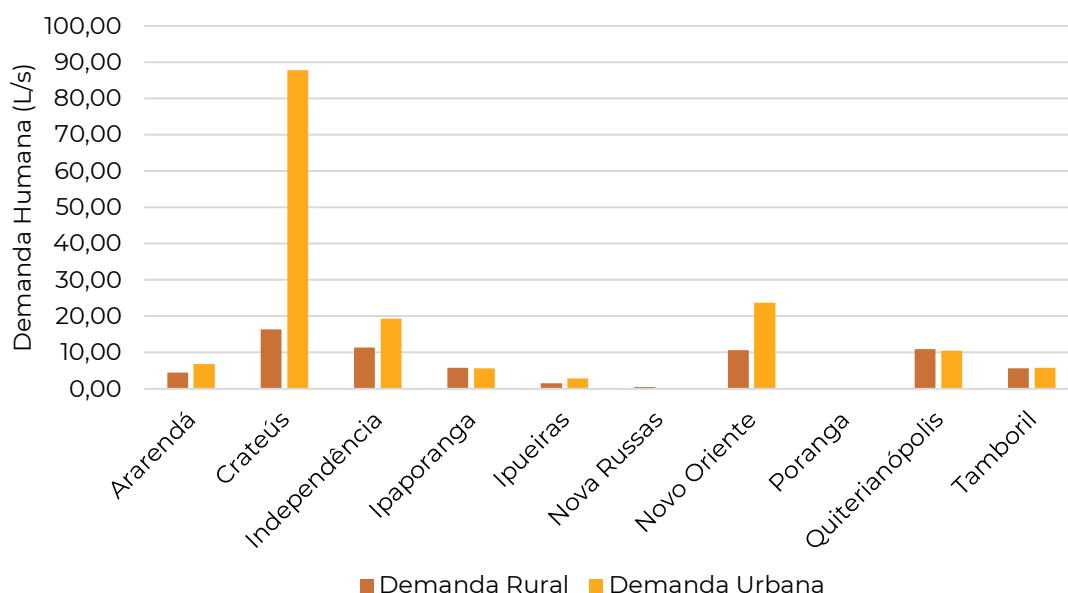
TABELA 3.9. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO RURAL POR MUNICÍPIO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Municípios	% do Município na RHSC	População Rural Total no Município	População Rural na RHSC	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda Rural	
					(m³/s)	(L/s)
Ararendá	100%	5.585	5.585	70	0,01	4,52
Crateús	100%	20.168	20.168	70	0,02	16,34
Independência	100%	14.100	14.100	70	0,01	11,41
Ipaporanga	100%	7.207	7.207	70	0,01	5,84
Ipueiras	9,3%	19.504	1.814	70	0,00	1,47
Nova Russas	9,1%	7.721	703	70	0,00	0,57
Novo Oriente	100%	13.223	13.223	70	0,01	10,71
Poranga	6,5%	4.203	274	70	0,00	0,22
Quiterianópolis	100%	13.616	13.616	70	0,01	10,99
Tamboril	62,8%	11.249	7.065	70	0,01	5,72
Total	-	116.576	83.682	70	0,07	67,80

A Figura 3.12 e Tabela 3.10, apresentam a demanda hídrica instalada para abastecimento humano – urbana e rural - na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, estratificada por município. Observa-se que a demanda instalada calculada para RHSC totalizou 230,39 L/s, sendo 162,59 L/s (70%) de demanda humana urbana e 67,8 L/s (30%) de demanda humana rural.

TABELA 3.10. RESUMO DAS DEMANDAS HUMANAS INSTALADAS NA RHSC.

Município	Demanda Rural		Demanda Urbana		Demanda Humana Total	
	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)
Ararendá	4,52	0,00	6,81	0,01	11,34	0,01
Crateús	16,34	0,02	87,78	0,09	104,12	0,10
Independência	11,41	0,01	19,30	0,02	30,71	0,03
Ipaporanga	5,84	0,00	5,69	0,01	11,53	0,01
Ipueiras	1,47	0,00	2,89	0,00	4,36	0,00
Nova Russas	0,57	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00
Novo Oriente	10,71	0,01	23,74	0,02	34,46	0,03
Poranga	0,22	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00
Quiterianópolis	10,99	0,01	10,52	0,01	21,51	0,02
Tamboril	5,72	0,01	5,87	0,01	11,60	0,01
Total	67,80	0,068	162,59	0,163	230,39	0,230

FIGURA 3.12. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO POR MUNICÍPIO NA RHSC.

3.3.2 Irrigação

Para calcular a demanda por irrigação instalada na RH dos Sertões de Crateús foram utilizados os dados de áreas irrigadas nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Optou-se por analisar também os dados de 2006, visto 2017 foi o ano com menor disponibilidade hídrica na RHSC, e talvez as áreas irrigadas em 2017 não representassem a demanda instalada na RH, havendo uma eventual demanda reprimida por irrigação, mesmo havendo infraestrutura disponível.

A demanda instalada para irrigação foi estimada a partir da Equação 3.1.

$$Demanda \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{ETP \times Kc \times A}{n} \quad (3.1)$$

Onde:

n é a eficiência média de aplicação;

A é a área irrigada;

ETP é a evapotranspiração (154,4mm);

Kc é o coeficiente de cultura.

A eficiência de aplicação é um indicador de perdas e da quantidade efetivamente disponibilizadas às plantas. Ela depende do método de irrigação e o valor utilizado para seu cálculo foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2019) apresentados na Tabela 3.11. Os tipos de aplicação foram definidos conforme dados disponíveis no Censo Agropecuário de 2017, e adotado o tipo de irrigação mais representativo de cada município. Segundo O Censo Agropecuário de 2017, em sua maioria a irrigação na RHSC é realizada por meio de gotejamento, que representa um alto coeficiente de eficiência em comparação aos demais métodos de aplicação.

TABELA 3.11. COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA POR TIPO DE APLICAÇÃO.

Tipo de Aplicação	Coeficiente de Eficiência (n)
Inundação	0,60
Sulcos	0,75
Aspersão (Pivô Central)	0,85
Aspersão (outros métodos)	0,80
Localizado (Gotejamento, micro aspersão)	0,90
Outros métodos de irrigação e/ou molhação	0,60

O coeficiente de cultura (K_c) é adimensional e representa a razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evapotranspiração de referência. Ele representa a integração dos efeitos de três características: a) a altura da cultura que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica; b) a resistência da superfície relativa ao binômio solo-planta, que é afetado pela área foliar, pela fração de cobertura do solo com vegetação, pela idade e condições das folhas, e pela umidade no perfil do solo; c) o albedo da superfície, que é a principal fonte de energia para trocas de calor e de massa no processo de evapotranspiração (SEDIYAMA et al., 1998).

O K_c foi adotado considerando o tipo de cultura mais representativo para cada município, para a classe de lavouras temporárias e de lavouras permanentes. Na RH dos Sertões de Crateús, a lavouras temporárias são predominantemente de feijão ou milho, enquanto as lavouras permanentes são predominantemente de banana ou caju. Os

Kc's médios por tipo de cultura foram os propostos por Allen, et al (1998) para feijão, coco e banana, para milho os contidos em Azevedo (1993) e para caju foi utilizado Oliveira et al (2003).

A Tabela 3.12 apresenta os Kc's médios utilizados por cultura. As culturas temporárias possuem Kc diferentes a depender do estágio do cultivo; assim foi utilizado o Kc médio em função do Kc de cada estágio e a duração deles.

TABELA 3.12. KC'S CALCULADOS.

Cultura	Estágio da Cultura			Kc Médio
	Inicial	Intermediário	Final	
	Dias	Dias	Dias	
Kc (Feijao)	15	50	10	0,89
	0,40	1,15	0,35	
Kc (Milho)	8	68	29	0,89
	0,49	1,06	0,60	
Kc (Banana)	90	135	30	1,11
	1,00	1,20	1,00	
Kc (Caju)	0,65			0,65
Kc (Coco)	1,00			1,00

A Tabela 3.13. apresenta os dados de área irrigada total por município, subdivido por lavouras permanentes e lavouras temporárias, principal tipo de aplicação no município, e principal cultura cultivada por município, com os respectivos coeficientes de eficiência de aplicação (n) e coeficientes de cultura médios (Kc).

Em sua maioria, foram utilizados os dados de área irrigada do Censo de 2017. Entretanto, os valores do Censo de 2006 apresentaram maiores valores de área irrigada para os municípios de Crateús, Ipueiras e Novo Oriente, sendo, portanto, esta fonte utilizada para os referidos municípios.

TABELA 3.13. ÁREAS TOTAIS IRRIGADAS POR MUNICÍPIO, PRINCIPAL MÉTODO DE IRRIGAÇÃO, PRINCIPAIS CULTURAS E KC' DAS CULTURAS.

Município	Áreas Irrigadas Totais no Município (ha)			Tipo de Irrigação no Município			Principal Cultura Temporária do Município		Principal Cultura Permanente no Município	
	Área Lavouras Permanentes /Horticultura/Florestas	Área Lavouras Temporárias	Área Total Irrigada	Principal Método Irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc
Ararendá	20	422	442	Gotejamento	96,15%	0,9	Milho	0,89	Banana	1,11
Crateús*	95	311	406	Gotejamento	4,19%	0,9	Milho	0,89	Caju	0,65
Independência	6	535	541	Gotejamento	96,49%	0,9	Feijão	0,89	Coco da Baia	1
Ipaporanga	2	13	15	Gotejamento	33,33%	0,9	Milho	0,89	Banana	1,11
Ipueiras*	17	8	25	Molhação	31,37%	0,6	Milho	0,89	Banana	1,11
Nova Russas	8	54	62	Molhação	12,75%	0,6	Milho	0,89	Banana	1,11
Novo Oriente*	8	40	48	Aspersão Convencional	29,17%	0,8	Milho	0,89	Caju	0,65
Poranga	0	2	2	Gotejamento	53,13%	0,9	Feijão	0,89	Caju	0,65
Quiterianópolis	51	19	70	Microaspersão	20,00%	0,9	Milho	0,89	Banana	1,11
Tamboril	6	33	39	Molhação	41,27%	0,6	Feijão	0,89	Caju	0,65
Total	213	1437	1650	-	-	-	-	-	-	-

* Dados extraídos do Censo Agropecuário de 2006

Para os municípios que não possuem seu território na totalidade na RHSC - Ipueiras, Nova Russas, Poranga e Tamboril - foi adotado a parcela do município inserido na bacia, proporcional ao total da área cultivada no município.

Desta forma, tem-se uma área instalada para irrigação na RH dos Sertões de Crateús estimada em 1.557 ha, sendo 1.338 ha para lavouras temporárias e 198 ha para lavouras permanentes.

Confrontando os dados de área irrigada na RH dos Sertões de Crateús com dados de área plantada, apenas 1% do cultivo faz de uso irrigação, sendo o município de Ararendá aquele com maior percentual de área irrigada, corroborando os dados de outorgas apresentados anteriormente, visto que tal município possui o maior número de outorgas para irrigação da RHSC.

A Tabela 3.14 apresenta os dados de áreas de cultivo, subdivididas por áreas de lavouras permanentes e temporárias e áreas irrigadas.

TABELA 3.14. DEMANDAS INSTALADAS PARA IRRIGAÇÃO NA RHSC POR MUNICÍPIO (EM M³/S E L/S).

Município	% do Município na RHSC	Áreas Irrigadas Totais na RHSC (ha)			Demanda Total	
		Área Lavouras Permanentes /Horticultura/ Florestas	Área Lavouras Temporárias	Área Total Irrigada	(m ³ /s)	(L/s)
Ararendá	100%	20	422	442	0,3	260,3
Crateús	100%	95	311	406	0,2	221,6
Independência	100%	6	535	541	0,3	315,5
Ipaporanga	100%	2	13	15	0,0	9,0
Ipueiras	9,3%	2	1	3	0,0	3,1
Nova Russas	9,1%	1	5	6	0,0	5,5
Novo Oriente	100%	8	40	48	0,0	30,0
Poranga	6,5%	1	1	1	0,0	1,0
Quiterianópolis	100%	51	19	70	0,0	48,1
Tamboril	62,8%	4	21	25	0,0	20,9
Total		190	1368	1557	0,9	915,0

Assim, a irrigação possui demanda hídrica média de 915 L/s (Tabela 3.13), sendo Independência, Ararendá e Crateús, os municípios com maior

demanda instalada, iguais a 315 L/s, 260 L/s e 221 L/s, respectivamente; juntos, representam cerca de 87% da demanda por irrigação na RHSC.

3.3.3 Dessedentação animal

Para o cálculo da demanda instalada para dessedentação animal na Região foram utilizados os dados do número de cabeças por município por tipo de rebanho, bovinos (corte e leite), equinos, asininos e muares, caprinos e ovinos, suínos e galináceos, disponíveis no Produção da Pecuária Municipal - PPM (PPM, 2019), apresentados no Capítulo 2.



O maior rebanho na Região Hidrográfica é de galináceos, com cerca de 470.000 cabeças, seguido por caprinos ou ovinos com cerca de 360.000 cabeças e de bovinos de corte, cerca de 110.000 cabeças. O consumo hídrico por cabeça/dia por tipo de rebanho foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017).

No caso do rebanho de bovinos foram considerados bovinos para corte e bovinos para leite, visto que as demandas unitárias para estes dois tipos de produção diferem bastante, 50L/cabeça/dia (Corte) e 127,5L/cabeça/dia (Leite).

Entretanto os dados disponíveis no PPM não desagregam o rebanho de bovinos por tipo de produção, assim foi utilizada a proporção de bovinos por tipo de produção disponíveis no Censo Agropecuário e aplicados aos valores totais dos rebanhos presentes no PPM, os coeficientes de proporcionalidade para os bovinos é apresentado na Tabela 3.15.

TABELA 3.15. DIVISÃO DO REBANHO DE BOVINOS POR TIPO DE PRODUÇÃO (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017).

Município	Perfil do Rebanho de Bovinos	
	Gado de Corte	Gado de Leite
Ararendá	78%	22%
Crateús	82%	18%
Independência	81%	19%
Ipaporanga	84%	16%
Ipueiras	86%	14%
Nova Russas	83%	18%
Novo Oriente	81%	19%
Poranga	89%	11%
Quiterianópolis	80%	20%
Tamboril	82%	18%

Os municípios que não possuem seu território na totalidade na RHSC, Ipueiras, Nova Russas, Poranga e Tamboril, foi adotado que o total de cabeças no município é proporcional à parcela do município inserido na RH.

As Tabelas 3.16 a 3.21, apresentam a quantidade de cabeças por tipo de rebanho, o consumo específico por cabeça, e ainda o consumo total por tipo de rebanho por município, e ajustadas para a RHSC.

TABELA 3.16. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NA RHSC.

Município	% do Município na RHSC	Bovinos (Corte)				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
Ararendá	100%	4.836	4.836	50	2,80	0,00
Crateús	100%	37.085	37.085	50	21,46	0,02
Independência	100%	31.617	31.617	50	18,28	0,02
Ipaporanga	100%	5.830	5.830	50	3,37	0,00
Ipueiras	9,3%	12.257	1.140	50	0,66	0,00
Nova Russas	9,1%	8.828	804	51	0,47	0,00
Novo Oriente	100%	11.339	11.339	50	6,56	0,01
Poranga	6,5%	4.612	300	50	0,17	0,00
Quiterianópolis	100%	12.287	12.287	50	7,08	0,01
Tamboril	62,8%	17.172	10.785	50	6,24	0,01
Total	-	145.863	115.939	50	67,10	0,07

**TABELA 3.17. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS DE LEITE NA RHSC.**

Município	% do Município na RHSC	Bovinos (Leite)				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
Ararendá	100%	1.376	1.376	127,50	2,03	0,00
Crateús	100%	7.981	7.981	127,50	11,78	0,01
Independência	100%	7.615	7.615	127,50	11,23	0,01
Ipaporanga	100%	1.140	1.140	127,50	1,68	0,00
Ipueiras	9,3%	1.943	181	127,50	0,27	0,00
Nova Russas	9,1%	1.872	171	128,50	0,25	0,00
Novo Oriente	100%	2.611	2.611	127,50	3,85	0,00
Poranga	6,5%	588	39	127,50	0,06	0,00
Quiterianópolis	100%	3.013	3.013	127,50	4,43	0,00
Tamboril	62,8%	3.868	2.430	127,50	3,59	0,00
Total	-	32.007	26.537	127,50	39,16	0,04

TABELA 3.18. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE EQUINOS/ASININOS/MUARES NA RHSC.

Município	% do Município na RHSC	Equinos/Asininos/Muares				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
					(l/s)	(m³/s)
Ararendá	100%	114	114	40	0,05	0,000
Crateús	100%	1.631	1.631	40	0,76	0,001
Independência	100%	1.624	1.624	40	0,75	0,001
Ipaporanga	100%	272	272	40	0,13	0,000
Ipueiras	9,3%	23	2,1	40	0,01	0,000
Nova Russas	9,1%	36	3,3	41	0,02	0,000
Novo Oriente	100%	950	950	40	0,44	0,000
Poranga	6,5%	12	0,8	40	0,01	0,000
Quiterianópolis	100%	520	520	40	0,24	0,000
Tamboril	62,8%	721	452,8	40	0,33	0,000
Total	-	5.903			2,73	0,003

TABELA 3.19. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE CAPRINOS/OVINOS NA RHSC.

Município	% do Município na RHSC	Caprinos/Ovinos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
					(l/s)	(m³/s)
Ararendá	100%	8.750	8.750	10	1,01	0,00
Crateús	100%	81.854	81.854	10	9,47	0,01
Independência	100%	154.664	154.664	10	17,88	0,02
Ipaporanga	100%	13.762	13.762	10	1,59	0,00
Ipueiras	9,3%	15.000	1.395	10	0,16	0,00
Nova Russas	9,1%	23.240	2.115	10	0,27	0,00
Novo Oriente	100%	30.312	30.312	10	3,51	0,00
Poranga	6,5%	24.185	1.573	10	0,18	0,00
Quiterianópolis	100%	27.480	27.480	10	3,17	0,00
Tamboril	62,8%	68.170	42.811	10	4,95	0,01
Total		447.417	364.445	10	42,21	0,04

TABELA 3.20. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE SUÍNOS NA RHSC.

Município	% do Município na RHSC	Suínos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
					(l/s)	(m³/s)
Ararendá	100%	5.806	5.806	18,7	1,26	0,00
Crateús	100%	15.617	15.617	18,7	3,38	0,00
Independência	100%	14.970	14.970	18,7	3,24	0,00
Ipaporanga	100%	4.806	4.806	18,7	1,04	0,00
Ipueiras	9,3%	15.000	1.395	18,7	0,30	0,00
Nova Russas	9,1%	5.345	487	18,7	0,11	0,00
Novo Oriente	100%	12.512	12.512	18,7	2,71	0,00
Poranga	6,5%	5.085	331	18,7	0,07	0,00
Quiterianópolis	100%	13.230	13.230	18,7	2,85	0,00
Tamboril	62,8%	9.088	5.708	18,7	1,24	0,00
Total	-	101.459	74.791	18,7	16,19	0,02

TABELA 3.21. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO GALINÁCEOS NA RHSC.

Município	% do Município na RHSC	Galináceos			Demanda Total	
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHSC)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	(l/s)	(m³/s)
Ararendá	100%	31.930	31.899	0,27	0,10	0,00
Crateús	100%	121.175	121.175	0,27	0,38	0,00
Independência	100%	92.145	92.053	0,27	0,29	0,00
Ipaporanga	100%	34.722	34.722	0,27	0,11	0,00
Ipueiras	9,3%	80.000	7.440	0,27	0,02	0,00
Nova Russas	9,1%	34.650	3.154	0,27	0,05	0,00
Novo Oriente	100%	80.818	80.818	0,27	0,25	0,00
Poranga	6,5%	19.231	1.251	0,27	0,00	0,00
Quiterianópolis	100%	59.540	59.302	0,27	0,19	0,00
Tamboril	62,8%	65.073	40.866	0,27	0,13	0,00
Total	-	619.284	472.680	0,27	1,51	0,00

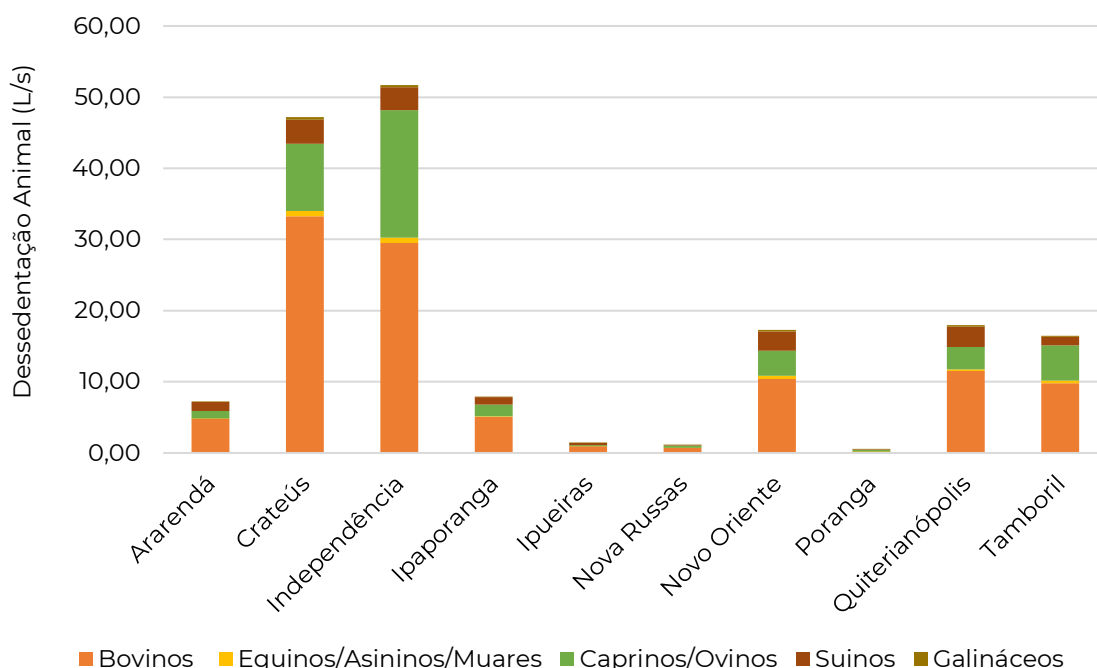


Desta forma, estimou-se a demanda instalada para dessedentação animal na RH dos Sertões de Crateús em 169 L/s, sendo 62% para dessedentação de bovinos, e 25% para caprinos e ovinos. Os municípios de Independência e Crateús possuem a maior demanda para esta classe de uso, com 52 L/s e 47 L/s, respectivamente.

A Tabela 3.22 e a Figura 3.13 apresentam a demanda total para dessedentação animal na RH dos Sertões de Crateús por tipo de rebanho e por município.

TABELA 3.22. RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RHSC.

Município	Dessedentação de Bovinos		Dessedentação de Equinos/Asininos/Muare		Dessedentação de Caprinos/Ovinos		Dessedentação de Suínos		Dessedentação de Galináceos		Dessedentação Animal Total	
	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)
Ararendá	4,83	0,005	0,05	0,000	1,01	0,001	1,26	0,001	0,10	0,000	7,25	0,007
Crateús	33,24	0,033	0,76	0,001	9,47	0,009	3,38	0,003	0,38	0,000	47,23	0,047
Independência	29,51	0,030	0,75	0,001	17,88	0,018	3,24	0,003	0,29	0,000	51,67	0,052
Ipaporanga	5,06	0,005	0,13	0,000	1,59	0,002	1,04	0,001	0,11	0,000	7,92	0,008
Ipueiras	0,93	0,001	0,01	0,000	0,16	0,000	0,30	0,000	0,02	0,000	1,42	0,001
Nova Russas	0,73	0,001	0,02	0,000	0,27	0,000	0,11	0,000	0,05	0,000	1,17	0,001
Novo Oriente	10,41	0,010	0,44	0,000	3,51	0,004	2,71	0,003	0,25	0,000	17,32	0,017
Poranga	0,23	0,000	0,01	0,000	0,18	0,000	0,07	0,000	0,00	0,000	0,49	0,000
Quiterianópolis	11,51	0,012	0,24	0,000	3,17	0,003	2,85	0,003	0,19	0,000	17,96	0,018
Tamboril	9,83	0,010	0,33	0,000	4,95	0,005	1,24	0,001	0,13	0,000	16,48	0,016
Total	106,27	0,106	2,73	0,003	42,21	0,042	16,19	0,016	1,51	0,002	168,91	0,169

FIGURA 3.13. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR TIPO DE REBANHO.

3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados

Foram apresentadas neste capítulo a demanda hídrica na RH dos Sertões de Crateús através de diversas metodologias. Tal medida foi necessária visto as especificidades da região, e atual condição de escassez hídrica presente no estado do Ceará desde 2012, a qual pode representar uma demanda reprimida, especialmente no que se refere a irrigação. A Tabela 3.23 apresenta estimativa de demanda na RH dos Sertões de Crateús.

TABELA 3.23. COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Uso	Dados de Outorgas		Usos Consuntivos (ANA)		Demanda Instalada Vazão (m³/s)	
	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)
Abastecimento Humano	318,54	0,319	288,00	0,288	230,39	0,230
Industria	0,77	0,001	1,43	0,001	-	-
Irrigação	9,53	0,010	325,83	0,326	915,00	0,915
Dessedentação Animal	1,42	0,001	171,10	0,171	168,91	0,169
Mineração	-	-	0,88	0,001	-	-
Demais Usos	2,12	0,002	-	-	-	-
Total	332,38	0,332	787,23	0,787	1314,30	1,31

No que se refere aos usos para abastecimento humano nota-se que a política atual para disponibilização de outorgas representa bem a demanda da região, visto que os dados de demanda instalada e demanda calculada pela ANA convergem para o mesmo resultado.

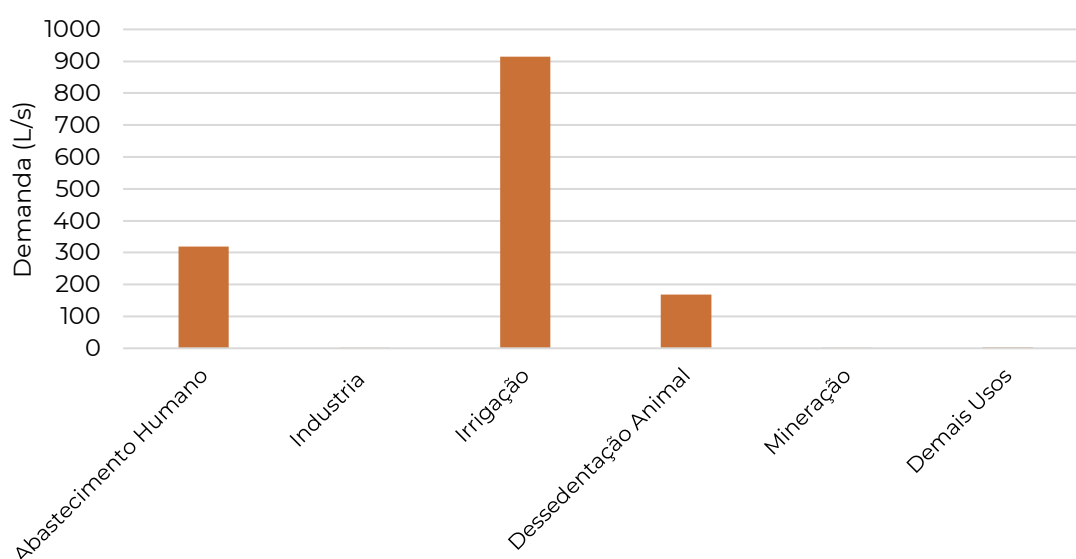
No entanto, quando se analisa os dados de demanda por irrigação, nota-se que os dados outorgados apresentam uma demanda reprimida, principalmente quando analisa-se os reservatórios monitorados como mananciais para tal uso. Entretanto, nota-se convergência quando se analisa onde estão presentes as outorgas por tipo de uso, visto que os municípios com maior percentual de área irrigada são aqueles com maior quantidade de outorgas.

Para dessedentação animal, entende-se uma maior dificuldade para outorga de tal uso, visto que o consumo pode ocorrer de forma dispersa nas áreas dos municípios, e estando muito associado a um corpo hídrico nas proximidades da produção. É importante ressaltar, entretanto, que a maior quantidade de outorgas para tal uso se encontra nos municípios de Crateús e Independência. Justamente esses possuem a maior quantidade de rebanhos, indicando que a outorga vem apresentando assertividade em outros usos além do abastecimento humano.

A Tabela 3.24 e Figura 3.14 apresentam os resultados finais de demanda calculada para a RH dos Sertões de Crateús, a qual foi estimada em 1406 L/s, sendo cerca de 65% de demanda para irrigação, 22% para abastecimento humano e 12% para dessedentação animal.

TABELA 3.24. DEMANDAS CALCULADAS POR TIPO DE USO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Uso	Vazão			Fonte
	(L/s)	(m³/s)	(%) Demanda Total	
Abastecimento Humano	318,54	0,319	22,64%	Outorgas (COGERH)
Industria	1,42	0,001	0,10%	Usos Consuntivos (ANA)
Irrigação	915,00	0,915	65,04%	Demanda Instalada (Censo Agro)
Dessedentação Animal	168,91	0,169	12,01%	Demanda Instalada (PPM)
Mineração	0,87	0,001	0,06%	Usos Consuntivos (ANA)
Demais Usos	2,12	0,002	0,15%	Outorgas (COGERH)
Total	1.406,87	1,407	-	

FIGURA 3.14. DEMANDAS CALCULADAS POR TIPO DE USO NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

É importante que essa demanda instalada seja legalizada por meio da outorga para uma efetiva gestão da demanda. A SRH e COGERH tem avançado no sentido de incentivar a formalização da outorga. A implementação da plataforma Outorga Online, onde grande parte das etapas são automatizadas é um ótimo exemplo. A alteração da cobrança sobre os usos passíveis de outorga, associada à agilização do processo de outorga online, a diminuição da burocracia, a diminuição da frequência de renovação da outorga e aos instrumentos modernos de fiscalização de usos de água irregular também vão ao encontro desta busca por cadastramento e regularização do maior número de usuários.

4 OFERTA HÍDRICA

Neste Capítulo é analisada a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos na área de abrangência do Plano. São analisados os aspectos quantitativos e qualitativos com base em estudos já realizados.

4.1. Aspectos Quantitativos

4.1.1 Águas superficiais

A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús abrange uma área de 10.821 km², correspondendo à porção cearense da bacia do Rio Poti. O Rio Poti tem suas nascentes em terrenos do embasamento cristalino no Ceará e se inflete para oeste, adentrando para o Estado do Piauí, recebendo então a contribuição de seu principal afluente, o rio Macambira, que nasce na Região Hidrográfica Serra da Ibiapaba (RHSI).



A RH dos Sertões de Crateús apresenta clima e geomorfologia próprios do Semiárido Nordestino e, considerando a alta incidência de terrenos

pouco permeáveis, os rios são intermitentes. A variabilidade sazonal e interanual das precipitações, associada a altas taxas de evaporação fazem com que a bacia seja assolada por episódios cíclicos de secas. A pouca cobertura vegetal aliada a chuvas intensas, cria, no entanto, situações de alto escoamento superficial.

Em função das características descritas, o aproveitamento das águas superficiais na RH dos Sertões de Crateús está condicionado à existência de infraestruturas de armazenamento. Sem os reservatórios superficiais, a maior parte do volume afluente no período úmido seria perdido em função da alta variabilidade temporal das vazões. Conforme descrito no Capítulo 2, as chuvas ocorrem majoritariamente de fevereiro a maio, ocasionando, portanto, maiores vazões no primeiro semestre, decaindo rapidamente à vazão zero no segundo semestre do ano, revelando o caráter intermitente da hidrologia local.

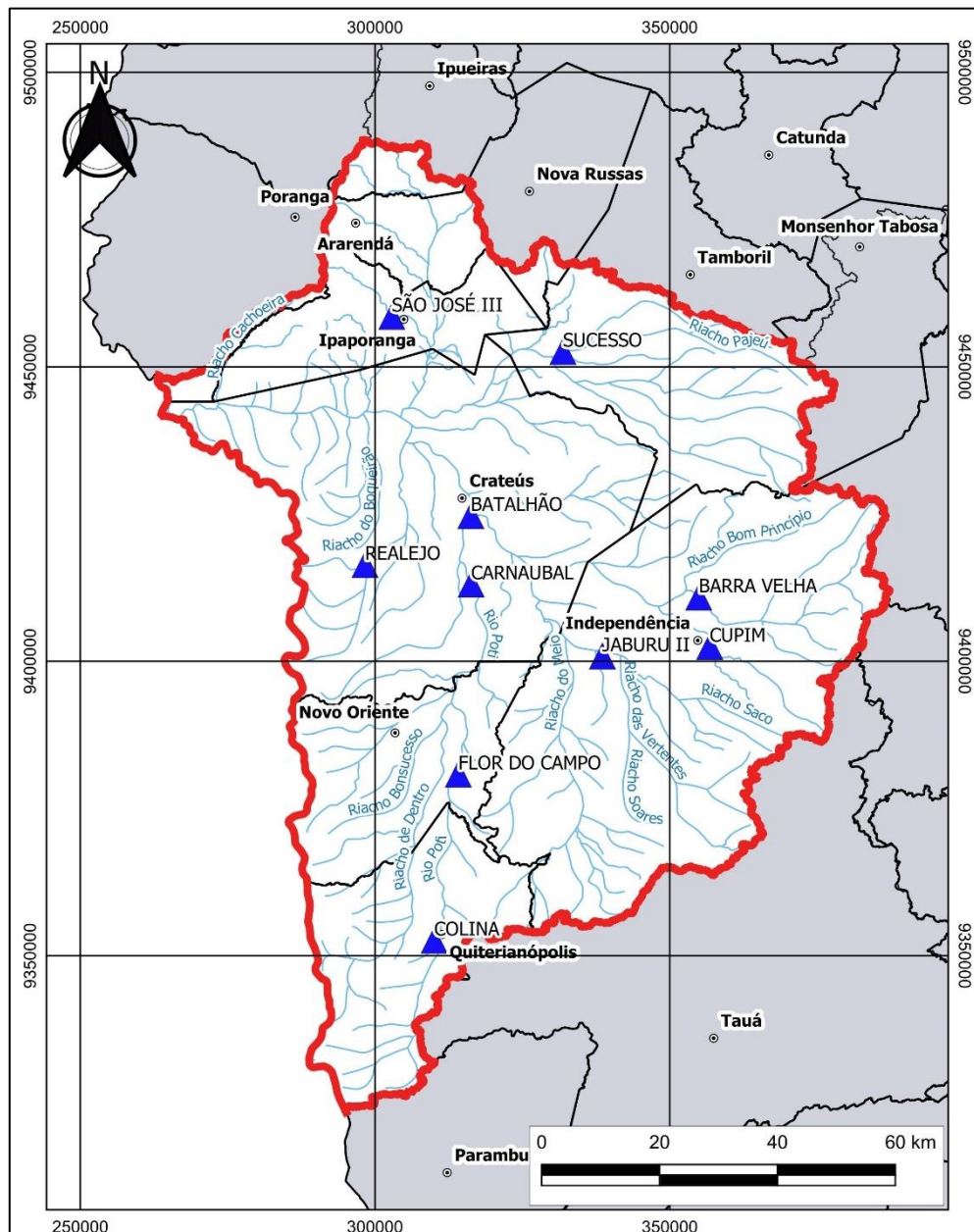
4.1.1.1 *Principais reservatórios*

São 10 os reservatórios monitorados pela COGERH na RH dos Sertões de Crateús, que juntos, têm capacidade de acumulação de 436,10 hm³:

- **Barra Velha, Cupim e Jaburu II**, em Independência,
- **Realejo, Carnaubal e Batalhão**, em Crateús,
- **Colina**, em Quiterianópolis;
- **Flor do Campo**, em Novo Oriente;
- **São José III**, em Ipaporanga, e
- **Sucesso**, em Tamboril.

A localização destes reservatórios é apresentada na Figura 4.1 e Tabela 4.1.

FIGURA 4.1. LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.



Os indicadores hidrológicos vinculados a oferta hídrica estão apresentados na Tabela 4.2 são eles: precipitação média, deflúvio médio e coeficiente de escoamento. O coeficiente de escoamento representa a relação entre o deflúvio superficial e a precipitação. O deflúvio médio corresponde ao volume de água médio que passa em determinado tempo na seção transversal de um curso d'água. Esses indicadores foram obtidos tomando como base as características fisiográficas das áreas controladas pelos reservatórios.

TABELA 4.1. LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Reservatório	Rio Barrado	Capac. (hm³)	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Conclusão	Município
Barra Velha	Rch Sta. Cruz	99,6	-40,3	-5,3	1999	Independência
Do Batalhão	Rio Poti	1,6	-40,7	-5,2	-	Crateús
Carnaubal	Rio Poti	73,2	-40,7	-5,3	1990	Crateús
Colina	Rio Poti	4,3	-40,7	-5,9	1998	Quiterianópolis
Cupim	Rch Fl. Belas	4,6	-40,3	-5,4	1970	Independência
Flor do Campo	Rio Poti	105,0	-40,7	-5,6	1999	Novo Oriente
Jaburu II	Rch Curiú	101,6	-40,5	-5,4	1984	Independência
Realejo	Rch dos Cavalos	31,6	-40,8	-5,3	1980	Crateús
São José III	Rch São José	8,0	-40,8	-4,9	-	Ipaporaga
Sucesso	Rch Pajeu	6,6	-40,5	-4,9	1988	Tamboril
	Soma	436,1				



AÇUDE COLINA, QUITERIANÓPOLIS – Foto: Kid Jr.

4.1.1.2 *Estimativa das vazões afluentes aos reservatórios*

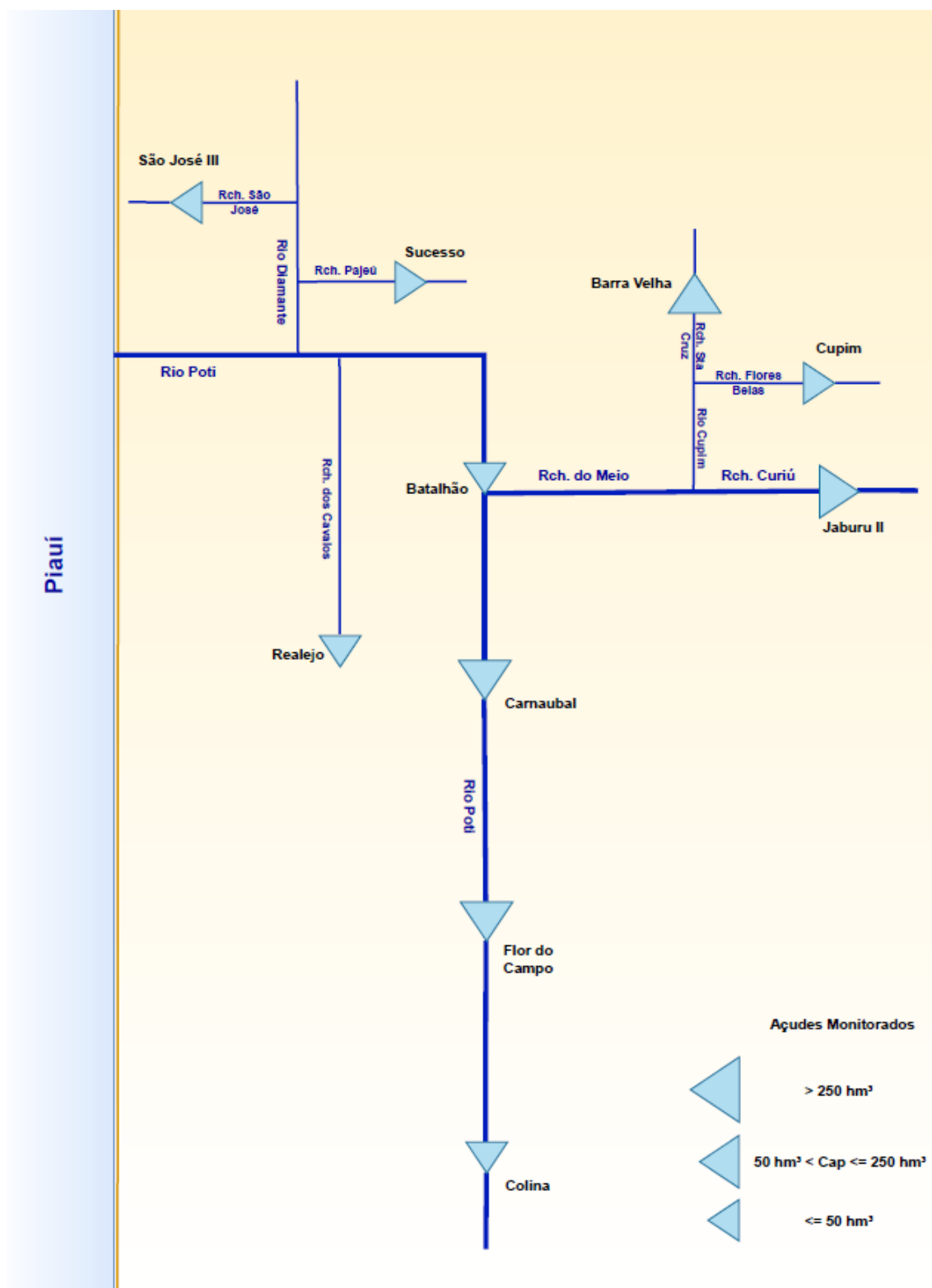
Visto que não existem dados fluviométricos na RH dos Sertões de Crateús, adotou-se uma estratégia de regionalização para o cálculo das afluições aos 10 reservatórios monitorados desenvolvida no Projeto ALOCA (2021). Dentre as estratégias possíveis de regionalização, uma delas considera tomar as características fisiográficas para comparar as bacias, produzindo um critério para a transferência de informação das bacias com dados para aquelas sem dados.

Para a escolha das estações fluviométricas cujos dados seriam transferidos para bacias sem dados, levou em consideração fatores como:

- um mínimo de 10 anos de dados de vazão (contínuos ou não).
- disponibilidade de informação georreferenciada do contorno da área de drenagem da estação fluviométrica estudada.

Depois de estimados, por meio das técnicas de regionalização, os parâmetros das bacias incrementais dos açudes monitorados, foram calculadas, com o SMAP, as séries mensais de afluições produzidas nas bacias incrementais dos reservatórios, considerando o período 1910-2019. Procedendo desta forma, após a regionalização da informação hidrológica, o efeito da presença dos reservatórios a montante pode ser incluído explicitamente na análise ao se considerar a simulação da rede. A topologia simulada está apresentada na Figura 4.2.

FIGURA 4.2. DIAGRAMA UNIFILAR DA TOPOLOGIA SIMULADA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.



O efeito da pequena açudagem, por sua vez, é considerado de maneira implícita dentro da própria modelagem, durante a calibração dos parâmetros, tendo em vista que as vazões medidas nas estações

fluviométricas, usadas na calibração, incorporam efeito dos pequenos reservatórios a montante.

As características das vazões afluentes aos 10 reservatórios da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús são apresentadas na Tabela 4.2. Observa-se que as maiores vazões afluentes são as dos reservatórios Do Batalhão (que fica no final da cascata de reservatórios, recebendo os vertimentos dos reservatórios Colina, Flor do Campo, Carnaubal, Jaburu II, Barra Velha e Cupim, e as vazões das áreas livre a jusante dos reservatórios Carnaubal, Jaburu II, Barra Velha e Cupim). Os coeficientes de variação (CV) das vazões anuais são elevados (entre 1,2 e 1,6), característicos de rios do Nordeste. O CV das vazões afluentes ao Reservatório do Batalhão reflete a existência de reservatórios a sua montante. Observa-se na última coluna da referida Tabela que os vertimentos a sua montante somam 51,2 hm³/ano.



A afluência total a cada reservatório foi computada como a afluência produzida na bacia incremental do reservatório somada aos vertimentos dos reservatórios imediatamente a montante. Considera-se que a vazão regularizada é totalmente consumida ao longo do trecho de jusante, não alcançando o reservatório subsequente. Nessa abordagem, o efeito de reservatórios menores, além dos monitorados, é considerado, implicitamente, nos parâmetros do modelo chuva-vazão.

O coeficiente de escoamento (CE), entendido como o rendimento hidrológico da bacia, traduz a quantidade de precipitação que efetivamente se transformará em descarga dos rios. Observa-se que o CE se situa entre 4,5% e 9,3%, valores característicos do semiárido cearense.

4.1.1.3 *Estimativa das vazões regularizadas pelos reservatórios*

A Tabela 4.3 apresenta os volumes regularizados, sangrados e evaporados, com garantia anual de 90%. Observa-se que os reservatórios Realejo e Flor do Campo tem f_k (relação entre a capacidade K e o volume afluente anual) muito altos, refletindo-se nos altos percentuais evaporados e baixos percentuais regularizado e vertido.

Os grandes reservatórios da bacia – Barra Velha, Carnaubal, Flor do Campo e Jaburu II – tem baixas eficiências (percentual regularizado entre 7 e 19%). A exceção é o Açude Barra Velha, com percentual regularizado de 29%. Para a Garantia de 95% (Tabela 4.4) estes valores são ainda mais reduzidos. A oferta total de água superficial para a bacia é de 1,25 e 0,78 m^3/s , considerando G igual a 90% e 95%, respectivamente.

TABELA 4.2. CARACTERÍSTICAS DAS VAZÕES AFLUENTES AOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Reservatório	Afluência Média Total* (hm³/ano)	Afluência Média Total* (m³/s)	Coefficiente de Variação	Área livre (Km²)	Lâmina anual escoada (mm/ano) calculada para a área livre	Precip. média anual (mm) na área livre	CE	CE %	Aporte médio por vertimentos de montante* (hm³/ano)
Barra Velha	45,9	1,46	1,2	851,0	54,0	666,7	0,08	8,1	-
Barragem do Batalhão	129,6	4,11	2,0	1.875,0	41,8	665,3	0,06	6,3	51,2
Carnaubal	47,2	1,50	1,5	1.425,0	31,3	691,0	0,05	4,5	2,6
Colina	14,4	0,46	1,5	363,0	39,6	675,7	0,06	5,9	-
Cupim	7,4	0,23	1,5	226,0	32,7	634,9	0,05	5,1	-
Flor do Campo	20,6	0,65	1,6	294,0	32,8	666,0	0,05	4,9	11,0
Jaburu II	49,0	1,55	1,5	909,0	53,9	631,3	0,09	8,5	-
Realejo**	8,0	0,25	1,4	219,0	36,5	729,3	0,05	5,0	-
São José III	6,5	0,20	1,4	99,0	65,4	826,2	0,08	7,9	-
Sucesso	17,5	0,55	1,4	272,0	64,2	688,4	0,09	9,3	-

* Vertimentos e afluências totais consideram operação da cascata a montante do reservatório com o Q90 respectivo de cada reservatório da cascata

**Estimativa simplificada (sem simulação hidrológica) para o Reservatório Realejo

TABELA 4.3. VOLUMES E PERCENTUAIS REGULARIZADO, SANGRADO E EVAPORADO (G=90%).

Reservatório	Afluência (hm³/ano)	K	f _K	Q ₉₀	Q ₉₀	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
				(L/s)	(m³/s)	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%
Barra Velha	45,9	99,6	2,2	470	0,47	13,5	29%	11	24%	21,4	47%
Barragem do Batalhão	129,6	1,6	0	100	0,1	2,8	2%	125	96%	1,7	1%
Carnaubal	47,2	73,2	1,5	310	0,31	8,9	19%	20,2	43%	18,1	38%
Colina	14,4	4,3	0,3	40	0,04	1,2	8%	10,9	76%	2,2	16%
Cupim	7,4	4,6	0,6	20	0,02	0,6	8%	4,3	58%	2,5	34%
Flor do Campo	20,6	105	5,1	50	0,05	1,3	7%	2,6	13%	16,6	81%
Jaburu II	49	101,6	2,1	180	0,18	5,3	11%	15,6	32%	28,1	57%
Realejo**	8	31,6	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-
São José III	6,5	8	1,2	10	0,01	0,4	7%	3	47%	3	47%

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Reservatório	Afluência (hm³/ano)	K	f _k	Q ₉₀	Q ₉₀	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
				(L/s)	(m³/s)	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%
Sucesso	17,5	6,6	0,4	70	0,07	2	12%	12,5	72%	2,9	17%
Total				1250	1,25						

**estimativa simplificada (sem simulação hidrológica) para o Reservatório Realejo

TABELA 4.4. VOLUMES REGULARIZADO, SANGRADO E EVAPORADO (G=95%).

Reservatório	Afluência (hm³/ano)	K	f _k	Q ₉₀	Q ₉₅	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
				(L/s)	(m³/s)	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%
Barra Velha	45,9	99,6	2,2	310	0,31	9,5	21%	12,3	27%	24,2	53%
Barragem do Batalhão	132,9	1,6	0	70	0,07	2	2%	129	97%	1,8	1%
Carnaubal	47,4	73,2	1,5	200	0,2	6	13%	21,4	45%	19,9	42%
Colina	14,4	4,3	0,3	30	0,03	0,8	5%	11,2	78%	2,4	17%
Cupim	7,4	4,6	0,6	10	0,01	0,3	4%	4,4	60%	2,7	36%
Flor do Campo	20,9	105	5	20	0,02	0,6	3%	2,8	13%	17,5	84%
Jaburu II	49	101,6	2,1	90	0,09	2,8	6%	16,3	33%	29,9	61%
Realejo**	8	31,6	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-
São José III	6,5	8	1,2	10	0,01	0,2	3%	3,1	48%	3,2	49%
Sucesso	17,5	6,6	0,4	40	0,04	1,3	8%	13	74%	3,1	18%
Total				780	0,78						

**estimativa simplificada (sem simulação hidrológica) para o Reservatório Realejo

4.1.2 Águas subterrâneas

A Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús possui 91,2% (9.878 km²) da sua área sobre domínios fissurais enquanto apenas 8,8% restantes da área estão sobre domínios porosos, porção de contato com a Serra da Ibiapaba, conforme Capítulo 2. No primeiro caso, as rochas possuem baixa capacidade de recarga e não possuem uma porosidade primária. Assim sendo, a ocorrência da água subterrânea é condicionada à existência de uma porosidade secundária, advinda de fraturas e fendas, onde o armazenamento ocorre principalmente no período chuvoso.

A Região Hidrográfica possui 2.140 poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), sendo a maioria das captações realizada por poços tubulares (94%) (Tabela 4.5). Segundo Silveira (2020), a construção de poços tubulares profundos é a medida emergencial mais adotada pela sociedade civil, poder público e usuários de água em geral. No entanto, os resultados da construção dessas obras no meio cristalino, geralmente não atendem a critérios técnicos, sendo assim pouco satisfatórios, e com pouca garantia de que o poço tenha uma boa vazão ou que a qualidade da água seja adequada para o uso almejado.

TABELA 4.5. TIPOS DE POÇOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Tipo	Quantidade	
	Quantidade	Percentual (%)
Fonte natural	15	0,70%
Poço amazonas	111	5,19%
Poço coletor	1	0,05%
Poço tubular	2.008	93,92%
S/I	3	0,14%
Total	2.138	-

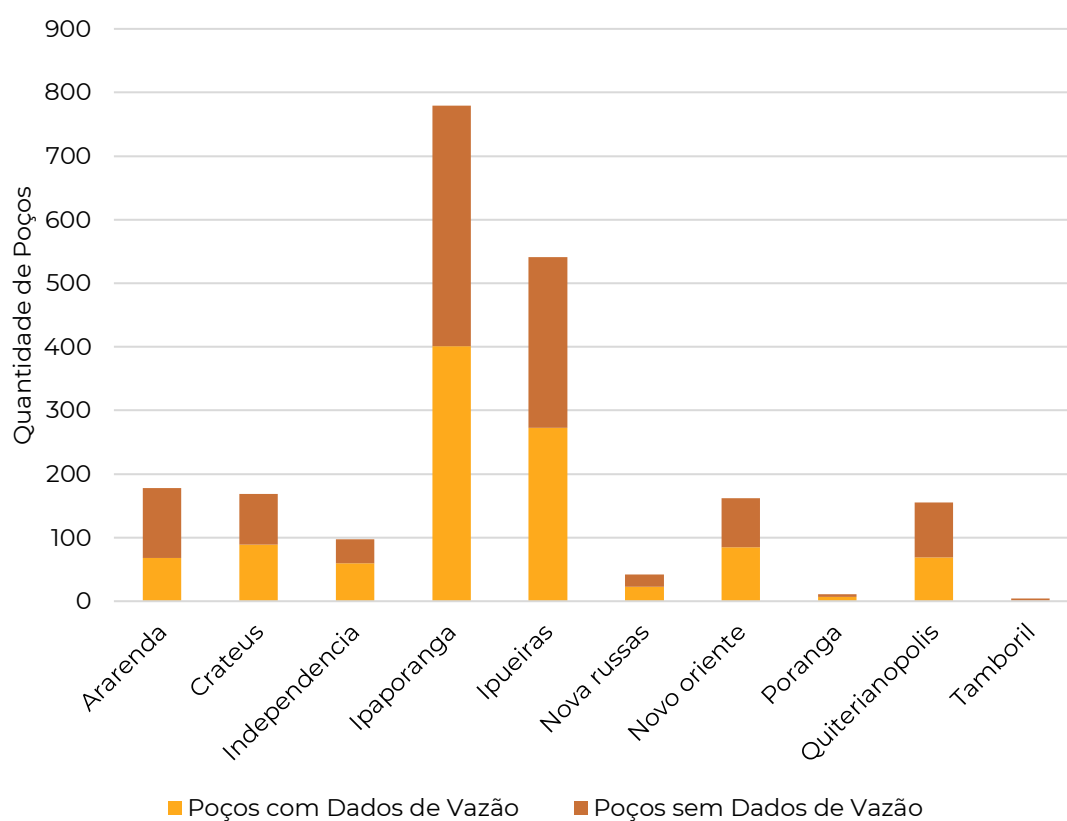
Fonte: SIAGAS

Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia conforme pode ser observado na Figura 4.3 e Tabela 4.6. O município de Ipaporanga possui 36% dos poços da região, seguido por Ipueiras (25% dos poços) e Ararendá (8% dos poços). Dos 2.140 poços na RHSC, foram

identificados 42 poços no município de Nova Russas, que não faz parte do comitê da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús, mas que possui parte de seu município incorporado a região hidrográfica, e está sendo considerado para a conta de disponibilidade de água subterrânea na bacia, visto que conforme a percepção dos membros do comitê de bacia, em sua maioria as vazões captadas em poços na RHSC são utilizadas para atender demandas locais e próximas aos pontos de captação.

Aproximadamente 50% dos poços cadastrados possuem dados de vazão estabilizada (1.076 poços), que totalizam uma vazão disponível de 1,178 m³/s, conforme as informações disponíveis no portal SIAGAS; 382 poços foram classificados como poços secos, parados ou fechados (18% do total), apresentando um panorama de disponibilidade de água subterrânea de cerca de 70% dos poços cadastrados na região.

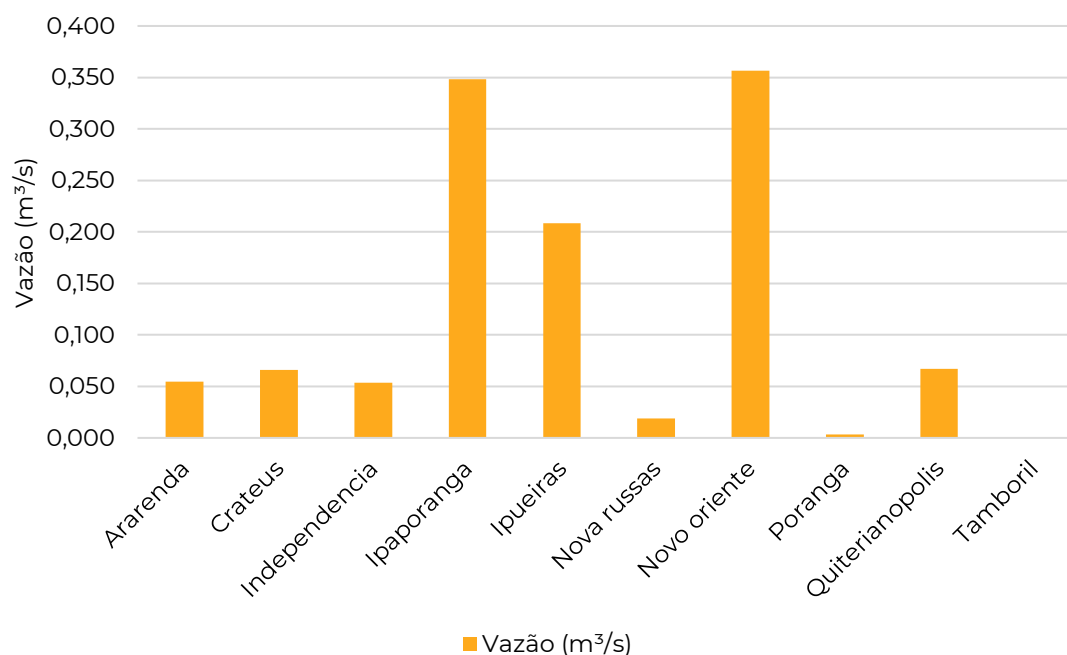
FIGURA 4.3. NÚMERO DE POÇOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DOS CRATEÚS.



Os municípios com maiores quantidades de poços são Ipaporanga (36%), Ipueiras (25%), Ararendá (8%), Crateús (7,90%) e Novo Oriente (7,58%), respectivamente. É interessante observar que mesmo Crateús e Independência possuindo as maiores áreas de cobertura sobre a RHSC, não possuem destaque na quantidade de poços. Isto pode decorrer do fato dos principais reservatórios da RHSC estarem localizados nos municípios de Crateús (Carnaubal e Realejo) e Independência (Jaburu II, Barra Velha, e Cupim), tornando-os menos dependentes de águas subterrâneas para atender as demandas municipais.

No entanto, uma grande quantidade de poços escavados sobre aquíferos fissurais não significa necessariamente maior disponibilidade hídrica nas estruturas, conforme apresentado na Figura 4.4. O município de Novo Oriente, por exemplo, possui cerca de 30% da disponibilidade hídrica subterrânea da RHSC ($0,357 \text{ m}^3/\text{s}$), com apenas 8% dos poços. Ipaporanga vem em seguida com 30% da disponibilidade de água subterrânea ($0,348 \text{ m}^3/\text{s}$) e 36% dos poços, seguido por Ipueiras (18%) e Quiterianópolis (6%). Os dados disponíveis no SIAGAS corroboram a percepção dos membros do CBHSC que, nas reuniões técnicas, informaram que os poços localizados nas proximidades do açude Flor do Campo, em Novo Oriente, possuem boa disponibilidade hídrica e qualidade da água adequada.

A Tabela 4.6 e a Figura 4.4, apresentam as vazões de água subterrânea disponíveis por município da RHSC, indicando a quantidade de poços por município, poços com dados de vazão, e vazões estabilizadas em m^3/h e m^3/s .

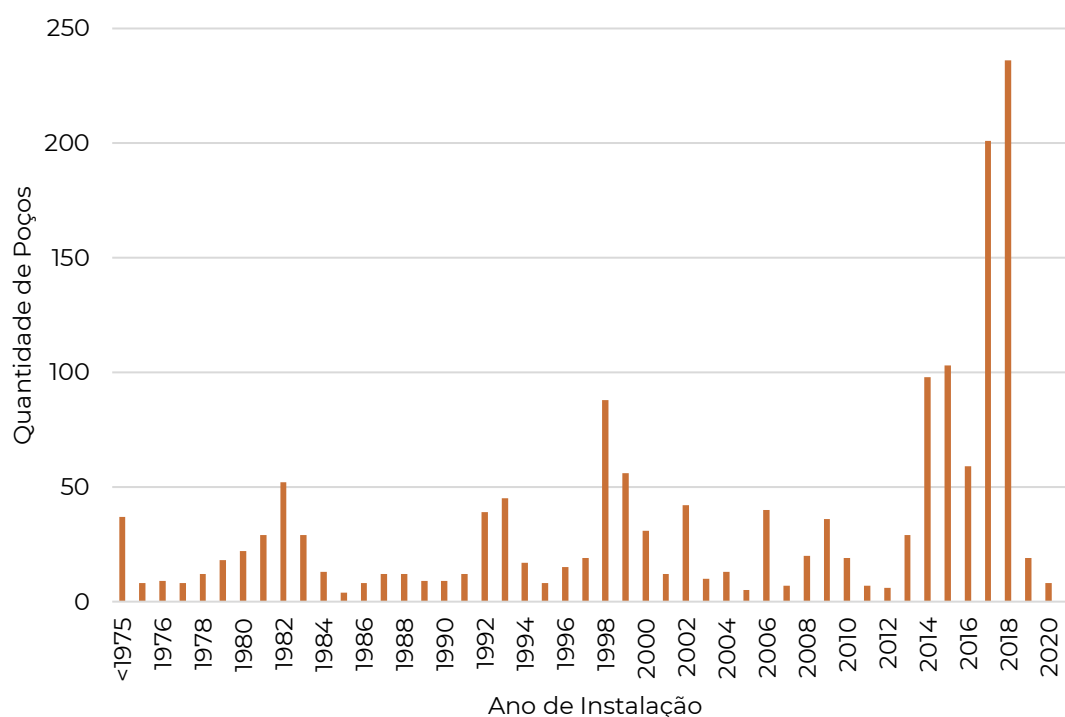
FIGURA 4.4. VAZÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.**TABELA 4.6. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.**

Município	Quantidade		Poços com Dados de Vazão	Poços sem Dados de Vazão	Vazão (m³/h)	Vazão (L/s)	Vazão (m³/s)
	Unid.	%					
Ararendá	178	8%	68	110	195,96	54,00	0,054
Crateús	169	8%	89	80	238,4	66,00	0,066
Independência	97	5%	60	37	192,11	53,00	0,053
Ipaporanga	779	36%	401	378	1.254,14	348,00	0,348
Ipueiras	541	25%	273	268	750,86	209,00	0,209
Nova Russas	42	2%	23	19	67,94	19,00	0,019
Novo Oriente	162	8%	85	77	1.283,96	357,00	0,357
Poranga	11	1%	7	4	12,5	3,00	0,003
Quiterianópolis	155	7%	69	86	241,14	67,00	0,067
Tamboril	4	0%	1	3	2,15	1,00	0,001
Total	2.138		1.076	1.062	4.239,18	1.178,00	1,178

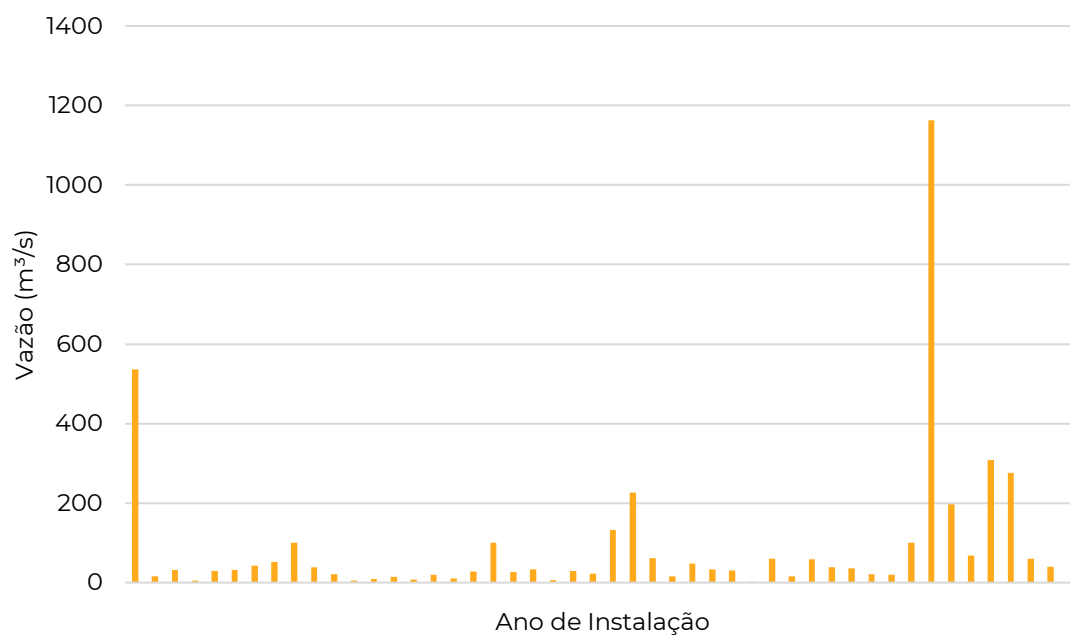
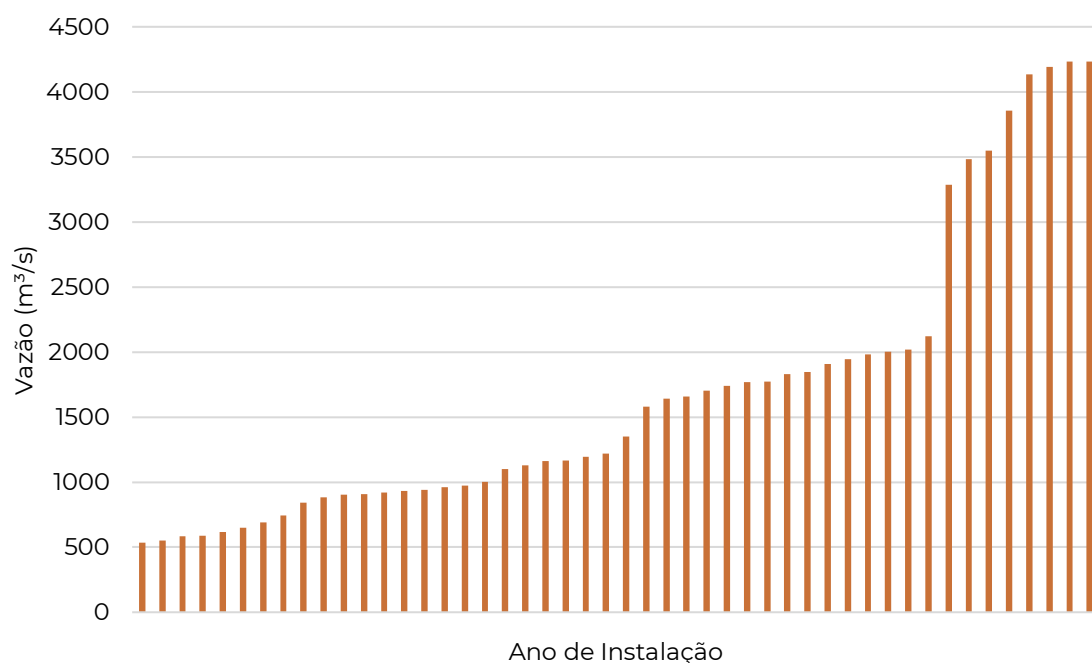
Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia conforme pode ser observado na Figura 4.3. Conforme informado pelos membros do CBHSC, a instalação de poços na região vem sendo utilizada como

uma forma de amenizar os efeitos das secas prolongadas, e foi intensificado após financiamentos disponibilizados pelo BNB. A Figura 4.5 apresenta a evolução temporal da instalação de poços na RH, na qual se observa a intensificação desta medida a partir de 2014. Especial atenção deve se dar aos anos de 2017 e 2018, nos quais houve praticamente um esvaziamento completo dos reservatórios da RH. Outros períodos que se destacam são os anos 1982 – 1984, 1992 – 1993 e 1998 – 2000, períodos esses também coincidentes com secas severas na RH, indicando que a política de implantação de poços vem sendo uma medida para lidar com a mitigação das secas nos últimos 40 anos.

FIGURA 4.5. LINHA DO TEMPO DA INSTALAÇÃO DE POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.



Foram instalados nos anos de 2015, 2017 e 2018 uma grande quantidade de poços, que não se converteram efetivamente em vazão disponível, principalmente quando comparado ao ano de 2014. Em 2014 foram instalados 98 poços (menos da metade dos poços implantados em 2018), mas o incremento de vazão foi três vezes superior ao de 2018 (Figura 4.6).

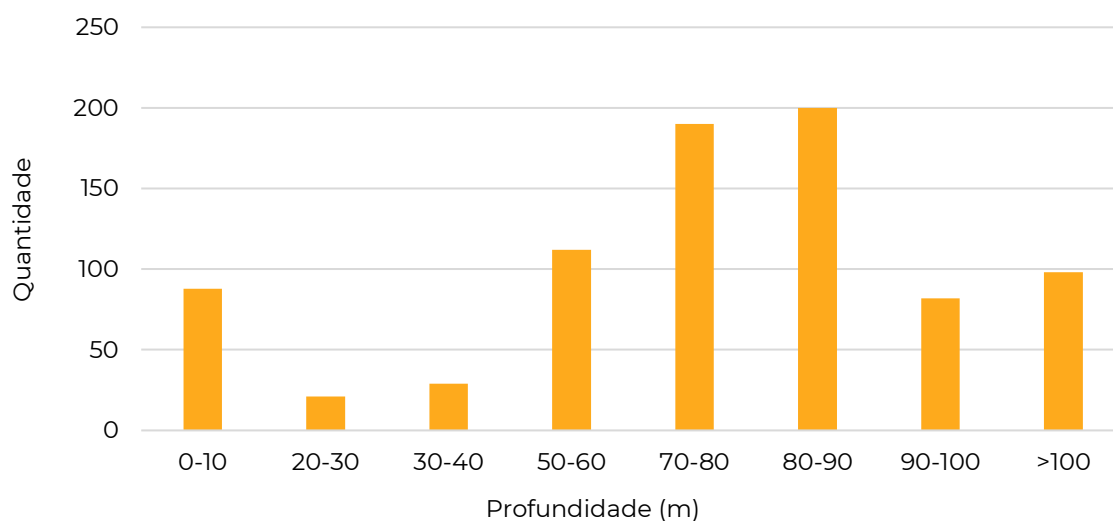
FIGURA 4.6. INCREMENTO DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (1975 – 2021).**FIGURA 4.7. EVOLUÇÃO TEMPORAL DA OFERTA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (1975 – 2021).**

A captação das águas subterrâneas na RH dos Sertões do Crateús se dá principalmente por meio de Cataventos (13%), seguido por bombas injetoras (10%) e bombas submersas (9%). Cerca 62% dos poços não apresentam informação sobre o tipo de captação (Tabela 4.7).

TABELA 4.7. TIPO DE CAPTAÇÃO NOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.

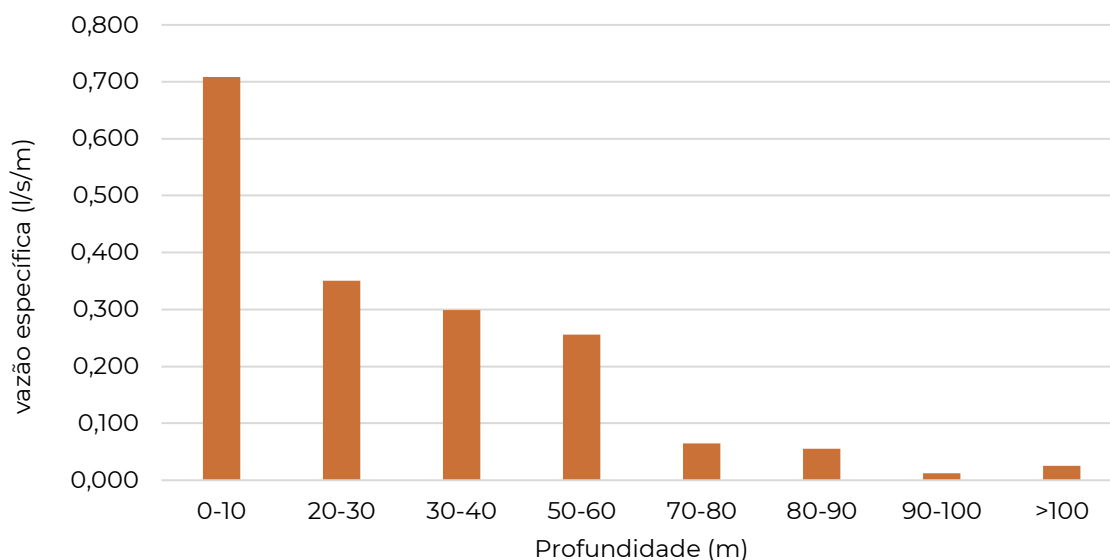
Classe	Quantidade Totais de Poços		Quantidade com Dados de Vazão		Vazão Disponível		
	Unid.	%	Unid.	%	(l/s)	(m³/s)	%
Bomba injetora	208	10%	104	5%	95,00	0,095	8%
Bomba manual	23	1%	10	0%	9,00	0,009	1%
Bomba submersa	192	9%	171	8%	166,00	0,166	14%
Catavento	279	13%	132	6%	102,00	0,102	9%
Compressor de ar	49	2%	31	1%	35,00	0,035	3%
Desconhecida	9	0%	9	0%	5,00	0,005	0%
S/I	1.335	62%	619	29%	765,00	0,765	65%
Sarilho	45	2%	1	0%	0,00	0	0%
Total	2.140		1.077		1.178	1,178	

Outro fator importante a se observar é eficiência dos poços, que está associada principalmente às vazões específicas e às profundidades necessárias para que haja vazão disponível para captação. Cerca de 40% dos poços cadastrados possuem dados de profundidade e vazão específica. Destes, a maioria possui entre 70 e 90 metros de profundidade (Figura 4.8). Nota-se ainda uma grande quantidade de poços com mais de 100 metros de profundidade (98 poços) indicando a grande dificuldade da captação de águas subterrâneas na Região Hidrográfica analisada.

FIGURA 4.8. PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.

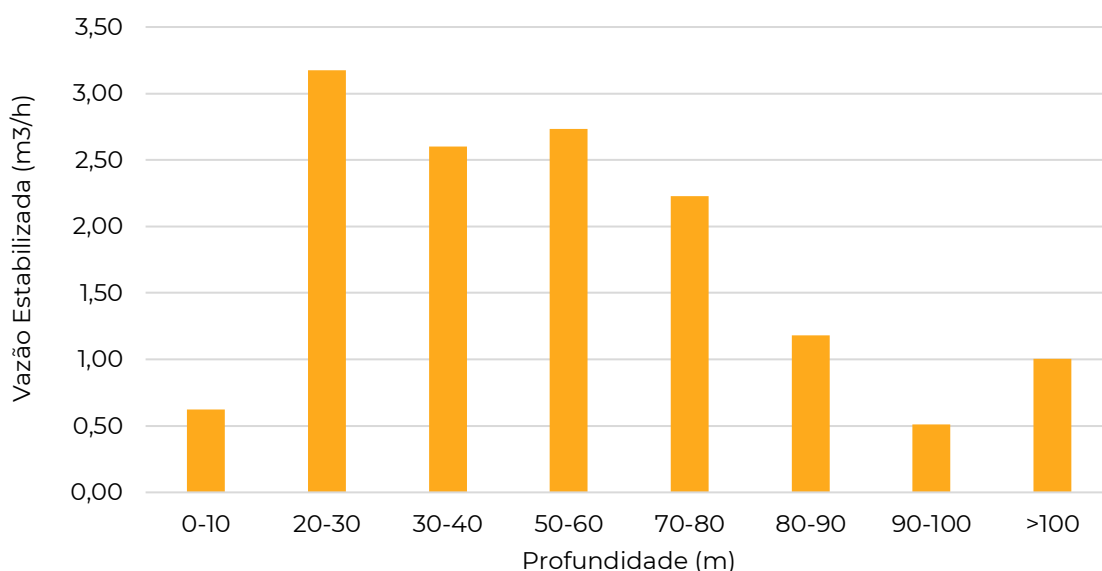
Conforme esperado, os poços com maior profundidade possuem menor eficiência. Observa-se que os poços que apresentam maior vazão específica são aqueles com menor profundidade (Figura 4.9).

FIGURA 4.9. VAZÃO ESPECÍFICAS MÉDIAS POR PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.



Com relação à vazão estabilizada, nota-se que os poços com profundidades entre 20 e 30 metros possuem maior eficiência quando comparado com poços mais profundos (Figura 4.10).

FIGURA 4.10. VAZÃO ESTABILIZADAS MÉDIAS POR PROFUNDIDADE DOS POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.



Vale ressaltar que as águas subterrâneas representam fontes estratégicas, com forte alcance social nos períodos de seca. O conhecimento das reservas hídricas subterrâneas disponíveis para exploração é fundamental para a gestão eficiente da oferta hídrica. Nesse escopo faz-se necessário conhecer as condições hidrogeológicas e hidroquímicas e entender o funcionamento dos aquíferos.

4.2 Aspectos Qualitativos

4.2.1 Águas superficiais

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água são alterados conforme a ocorrência de ações naturais e antrópicas que possam entrar em contato com esse recurso; ações e processos que ocorram na bacia hidrográfica de um corpo hídrico definem os valores de tais parâmetros. A qualidade da água, portanto, não é um valor fixo e pode indicar condições de alteração pontuais, assim como indicar o estado de conservação de toda a bacia hidrográfica.

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

As análises da qualidade incluem análises físico-química, bacteriológica, nutrientes e hidro biológicas 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 monitorados 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 é utilizado dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na Tabela 4.8.

TABELA 4.8. ESTADOS DE TROFIA DE ACORDO COM A METODOLOGIA DA COGERH.

Estados de trofia	Descrição
Oligotrófico	Indica que as águas estão limpas e possuem baixa produtividade Orgânica.
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 da qualidade registradas no período de 2008 a 2019. Observa-se que, neste período, ocorreram 326 medições nos reservatórios da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús. Na sua maioria, foi registrado o estado mesotrófico, o qual indica produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas ainda em níveis aceitáveis.

As Figura 4.11 e Tabela 4.9 apresentam a frequência da condição trófica dos reservatórios da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús no período 2008 a 2019. Observa-se que o reservatório Carnaubal foi o único que apresentou condições de trofias aceitáveis em mais da

metade das medições (Oligotrófico ou Mesotrófico), seguido dos reservatórios Cupim, Jaburu II, Sucesso e Barra Velha com estados de trofia aceitáveis em aproximadamente 40% das medições. Em contrapartida os reservatórios Do Batalhão, Flor do Campo, Colina e Realejo apresentaram condições Eutróficas ou Hipereutróficas em mais de 80% das medições.

FIGURA 4.11. CONDIÇÃO TRÓFICA DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS (2008 E 2019).

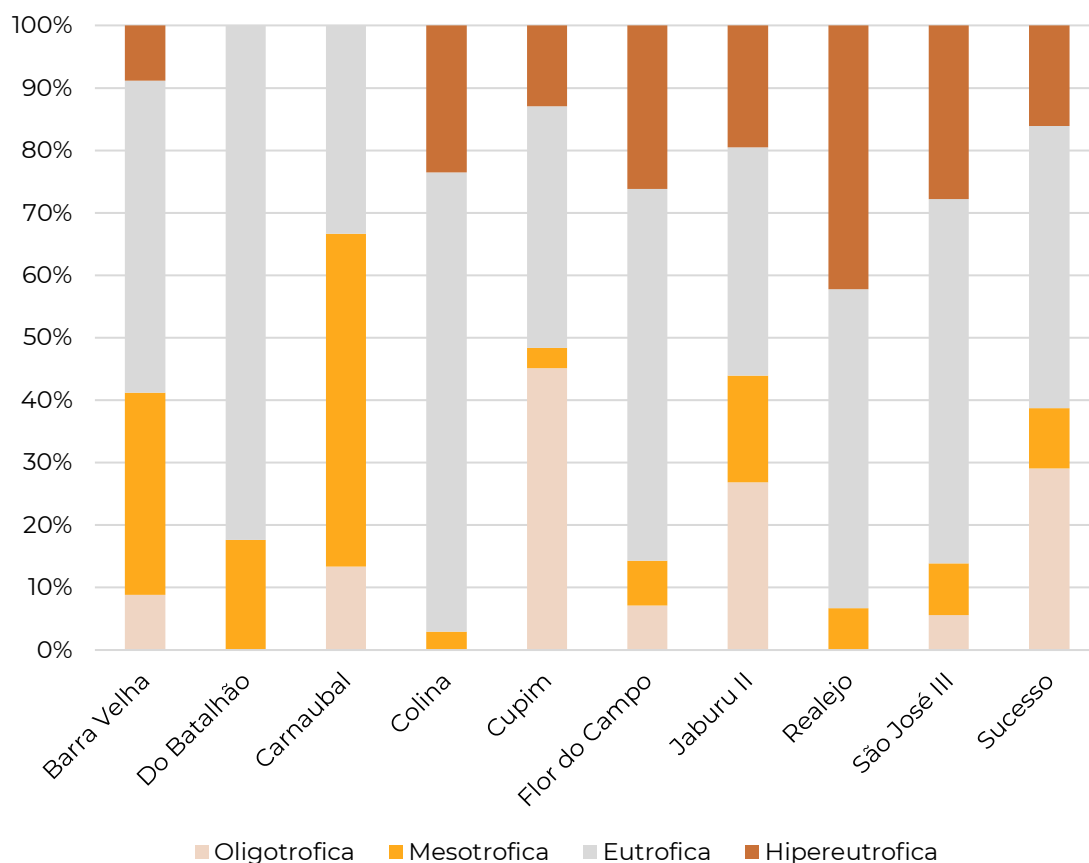


TABELA 4.9. FREQUÊNCIA DOS ESTADOS TRÓFICOS DOS RESERVATÓRIOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS (2008 E 2019).

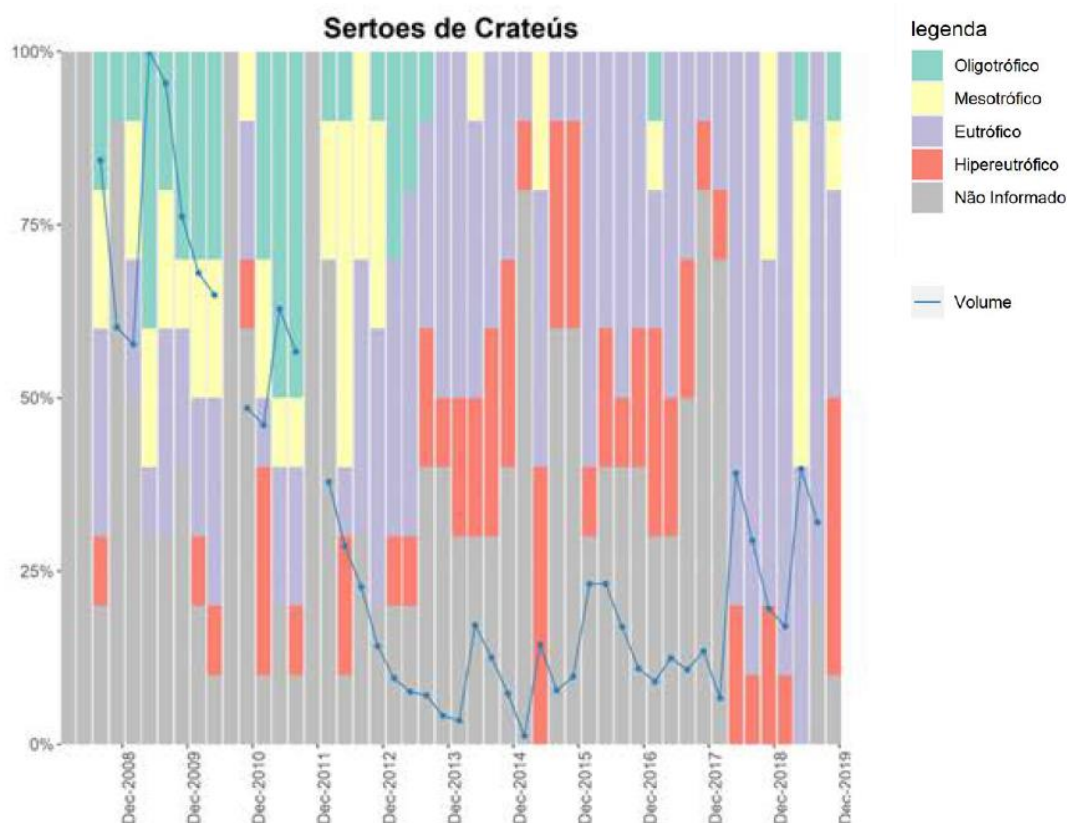
Reservatório	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica	Hipereutrófica	Total
Barra Velha	3	11	17	3	34
Do Batalhão	0	3	14	0	17
Carnaubal	2	8	5	0	15
Colina	0	1	25	8	34
Cupim	14	1	12	4	31
Flor do Campo	3	3	25	11	42
Jaburu II	11	7	15	8	41
Realejo	0	3	23	19	45
São José III	2	3	21	10	36
Sucesso	9	3	14	5	31



BARRAGEM DO BATALHÃO, CRATEÚS – Foto: Agência Brasil/Divulgação

A Figura 4.12 apresenta o estado trófico nos reservatórios da RH dos Sertões de Crateús e o volume acumulado na RH, no período entre 2008 e 2019. Nota-se que nos períodos em que se aumenta o volume de água disponível na Região também ocorre uma melhoria nas condições tróficas dos reservatórios, indicando que a baixa qualidade das águas da região está fortemente associada à disponibilidade hídrica, como esperado.

É importante ressaltar ainda que a partir de 2014 muitos reservatórios da RH entraram em colapso, com esvaziamento completo, implicando em um alto percentual de reservatório sem o estado de trofia indicado.

FIGURA 4.12. SÉRIE TEMPORAL DOS ESTADOS TRÓFICOS E VOLUME ARMAZENADO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.

Ressalta-se que os estados tróficos dependem da dinâmica dos processos relacionados à qualidade da água nos reservatórios. Essa dinâmica é função da sua morfologia, da ação das variáveis meteorológicas e das afluições e defluências, em maior grau (RANGEL-PERAZA et al., 2012). Mudanças provocadas por variabilidades climáticas na temperatura dos lagos também influenciam os estados tróficos, pois impactam na intensidade da estratificação e regime de mistura (BUECHE; VETTER, 2014).

4.2.2 Águas subterrâneas

Para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas foram utilizados os dados disponíveis no portal da COGERH referentes aos poços monitorados e implantados pela SOHIDRA, que realiza o

monitoramento das águas subterrâneas e faz uso dos dados de Sólidos Totais Dissolvidos.

Para a classificação quanto a qualidade, foi feito uso do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (STD), utilizando a classificação disponível no “Manual de Dessalinização da Água” (Silveira et al, 2015), apresentada na Tabela 4.10.

TABELA 4.10. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA.

Concentração STD (mg/L)	Quantidade	Classificação
< 1000	166	Águas Doces
1.000 -5.000	118	Águas Ligeiramente Salobras
5.001 -15.000	2	Águas Moderadamente Salobras
15.001 -35.000	0	Águas Fortemente salobras
>35000	1	Águas Marinhas

A Tabela 4.11 apresenta os valores médios de STD por município, e o enquadramento dos poços quanto a classificação de salinidade. São 287 poços com dados de qualidade. Observa-se que cerca de 57% dos poços possuem ‘águas doces’, e cerca de 41% dos poços possuem ‘águas ligeiramente salobras’.

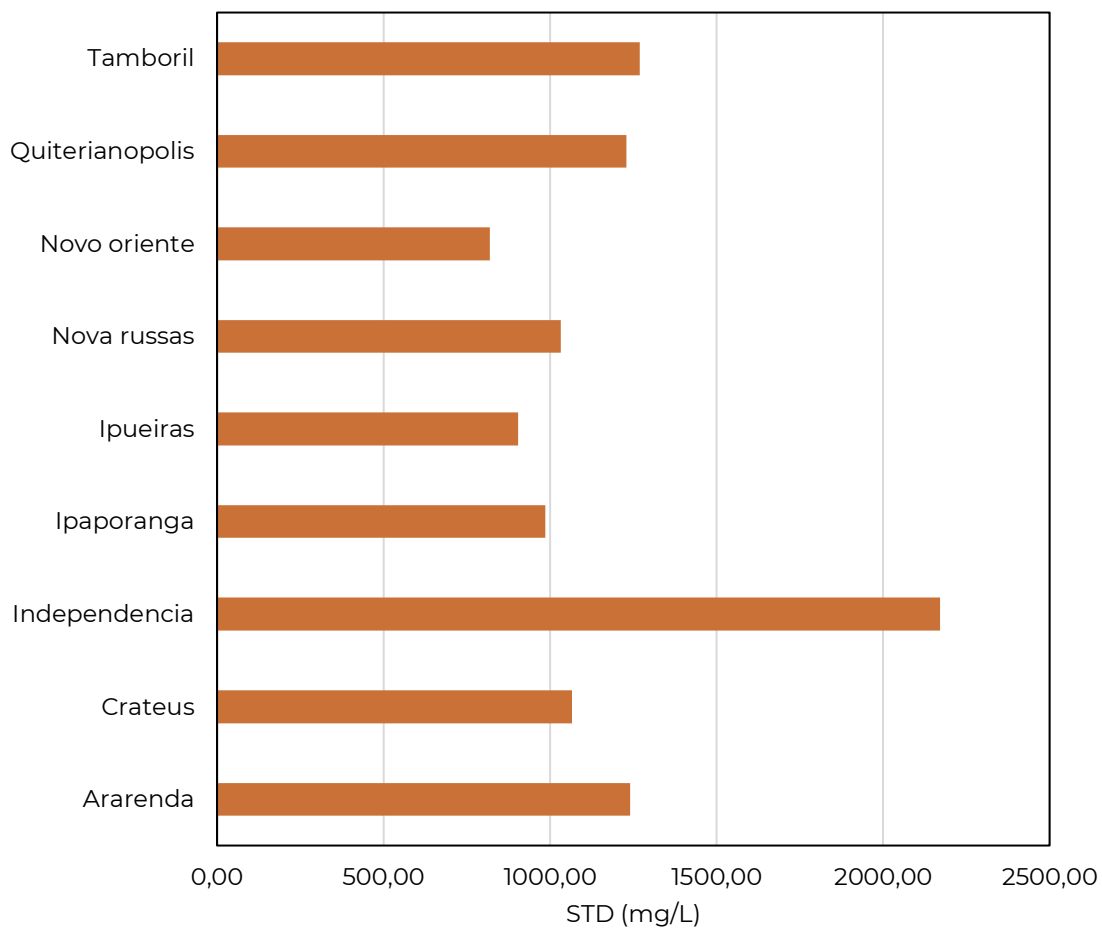
Observa-se ainda que, em média, os municípios de Novo Oriente, Ipueiras e Ipaporanga possuem águas subterrâneas com menor salinidade, enquanto os municípios de Independência, Tamboril, Quiterianópolis e Ararendá, possuem águas menos nobres.

TABELA 4.11. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA POR MUNICÍPIO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DO CRATEÚS.

Município	STD Médio	Águas Doces	Águas Ligeiramente Salobras	Águas Moderadamente Salobras	Águas Fortemente salobras	Águas Marinhas
Ararendá	1.240,03	5	12	0	0	0
Crateús	1.065,29	38	25	0	0	0
Independência	2.171,00	33	24	1	0	1
Ipaporanga	986,32	32	14	0	0	0
Ipueiras	904,47	4	2	0	0	0
Nova Russas	1.032,75	1	1	0	0	0
Novo Oriente	819,48	6	0	0	0	0
Quiterianópolis	1.229,61	9	4	0	0	0
Tamboril	1.269,04	38	36	1	0	0
Total		166	118	2	0	1

Na Figura 4.13, é possível observar os municípios que, em média, possuem poços com águas salobras, quais sejam: Tamboril, Quiterianópolis, Nova Russas, Independência, Crateus e Ararendá.

FIGURA 4.13. STD MÉDIOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.



5 BALANÇO HÍDRICO

Com a finalidade de se avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas atuais em face das grandes demandas, apresenta-se neste capítulo um balanço hídrico concentrado para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús. O balanço hídrico concentrado consiste em confrontar os valores de oferta hídrica com os de demandas e consumos e permite avaliar o superávit ou déficit de disponibilidade hídrica.



A oferta hídrica na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús foi estimada no Capítulo 4 como a vazão regularizada com garantia de 90% (Q90) pelos dez reservatórios monitorados na RH (igual $1,23 \text{ m}^3/\text{s}$) somada à vazão estimada de águas subterrâneas (igual a $1,177 \text{ m}^3/\text{s}$, totalizando uma oferta hídrica de $2,42 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo 52% de águas superficiais e 48% águas subterrâneas.

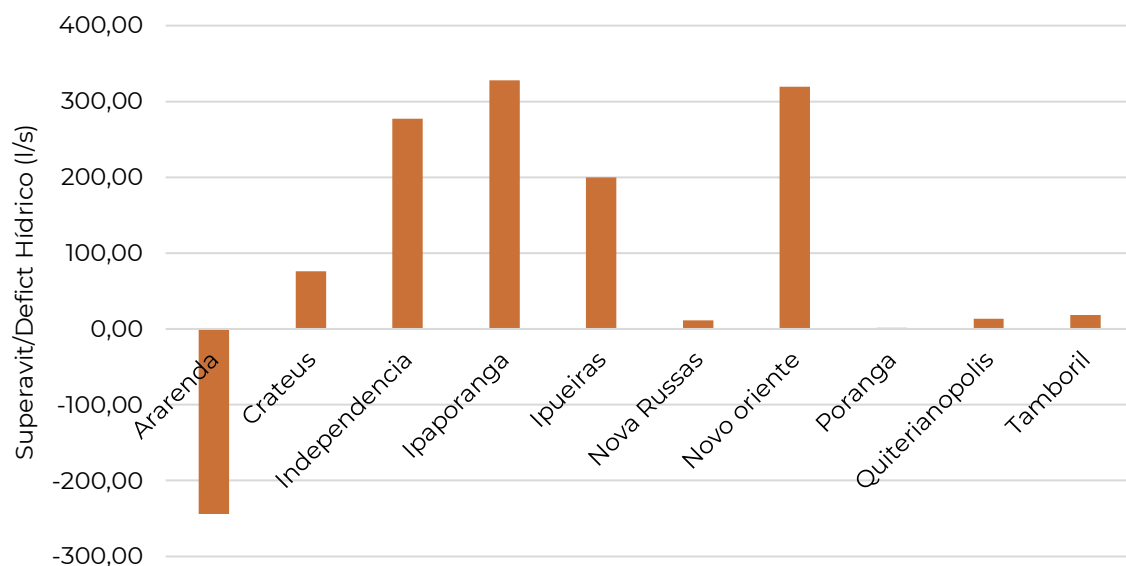
Já a demanda hídrica foi analisada no Capítulo 3 e estimada em 1,41 m³/s, sendo 62% de demanda para irrigação e 22 % para abastecimento humano. Uma análise inicial indica um superavit hídrico de 1,00 m³/s, ou seja, a oferta é cerca de 70% superior à demanda estimada para a RH.

Quando avaliamos o balanço hídrico por município, sem levar em consideração as estruturas de distribuição de água e ligação entre os municípios, observa-se que Ararendá é único município que apresenta déficit hídrico, enquanto os demais municípios apresentam superávit (Tabela 5.1 e Figura 5.1).

TABELA 5.1. BALANÇO HÍDRICO POR MUNICÍPIO NA RHSC.

Município	Oferta				Demanda		Balanço Hídrico	
	Subterrânea		Superficial		(L/s)		(m³/s)	
	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)				
Ararendá	54,00	0,05	-	-	298,02	0,30	-244,02	-0,24
Crateus	66,00	0,07	410,00	0,41	399,96	0,40	76,04	0,08
Independência	53,00	0,05	650,00	0,65	425,87	0,43	277,13	0,28
Ipaporanga	348,00	0,35	10,00	0,01	30,43	0,03	327,57	0,33
Ipueiras	209,00	0,21	-	-	9,44	0,01	199,56	0,20
Nova Russas	19,00	0,02	-	-	7,69	0,01	11,31	0,01
Novo oriente	357,00	0,36	50,00	0,05	87,43	0,09	319,57	0,32
Poranga	3,00	0,00	-	-	1,84	0,00	1,16	0,00
Quiterianópolis	67,00	0,07	40,00	0,04	93,84	0,09	13,16	0,01
Tamboril	1,00	0,00	70,00	0,07	52,34	0,05	18,66	0,02
Total	1.177,00	1,18	1.230,00	1,23	1.406,88	1,41	1.000,12	1,00

FIGURA 5.1. BALANÇO HÍDRICO NA RHSC POR MUNICÍPIO.



Há que se destacar que 48% da oferta hídrica na RH dos Sertões de Crateús é proveniente de águas subterrâneas ($1,178\text{m}^3/\text{s}$), através de 2.138 poços, resultando numa vazão média disponível por poço é de $0,00055\text{m}^3/\text{s}$ ($\sim 1,98\text{ m}^3/\text{h}$), valor característico dos poços do cristalino do Semiárido Brasileiro que apresentam vazões entre 1 e $3\text{ m}^3/\text{h}$ (ANA, 2007). Os poços da RH dos Sertões de Crateús estão implantados no embasamento cristalino, o qual apresenta um baixo potencial hidrogeológico (Barroso, 2013). Nesses terrenos, a produtividade dos poços, bem como a qualidade das águas subterrâneas, depende da existência de fraturamento, da abertura dessas descontinuidades e, muito importante, da conectividade das mesmas, de forma que apenas uma parte das fraturas existentes tem capacidade de conduzir e armazenar água.

As baixas vazões dos poços inviabilizam o abastecimento de grandes consumidores de água, como zonas urbanas, indústrias ou grande produtores rurais. Apesar disso, em muitas pequenas comunidades da RH, esses poços constituem a fonte de abastecimento disponível.

Há que se ressaltar ainda que cerca de 80% das disponibilidades hídricas subterrâneas ($0,914\text{ m}^3/\text{s}$) estão concentradas nos poços dos municípios de Novo Oriente, Ipaporanga e Ipueiras. Ipaporanga aciona os mesmo em períodos de criticidade, conforme dados do atlas de abastecimento humano (ANA, 2015).

Quanto à disponibilidade hídrica superficial, esta seria capaz de suprir, a longo prazo, cerca de 87% da demanda hídrica da região, com especial destaque para os reservatórios Barra Velha, Carnaubal e Jaburu II. Barra Velha e Jaburu II, juntos, respondem por 52% da oferta hídrica superficial; o açude Carnaubal, responde por 24,80% da disponibilidade superficial total.



Há que se lembrar que a Q90 não significa necessariamente a vazão a ser retirada de um reservatório todos os anos; é um valor de referência, com risco de falha de 10%.

Importante notar ainda, que a seca prolongada na RH, iniciada em 2012 ainda se apresenta na RH em 2021. Com exceção dos reservatórios Carnaubal (55%) e Flor do Campo (40%), os demais reservatórios da RH se encontram abaixo de 15% de sua capacidade. Sequência de anos com baixos índices de chuva agravam sobremaneira a situação da disponibilidade hídrica superficial da RH, cujos reservatórios se caracterizam pelos altos percentuais de evaporação.

Por fim, apesar do balanço hídrico na RH dos Sertões de Crateús indicar um superavit de água na região, a população fica extremamente vulnerável aos períodos de estiagem. Segundo Pontes et. al (2019), a seca 2012-2017 foi a pior seca registrada na RH em termos de severidade e duração.

6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS

A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús é caracterizada por baixos índices pluviométricos, com precipitação média anual em torno de 640mm, altas taxas de evaporação (cerca de 2.800 mm), solos rasos, e alta vulnerabilidade às secas.



LAJEDO NAS MARGENS DO RIO POTI – Foto: Fábio Nunes / Associação Caatinga

A grande variabilidade interanual (traduzida pelo CV entre 0,38 e 0,43) mostra que o regime de chuvas anual é típico do Nordeste semiárido. Em Crateús, por exemplo, a chuva anual varia de 160 mm (em 1919) a

1.545 mm (em 1967). Em Independência, a chuva anual varia de 181,7 mm (em 1970) a 1.350,4 mm (em 1924).

Cerca de 90% do total precipitado anual verifica-se no período janeiro a junho. O regime de chuvas na bacia é o mesmo da porção norte do Nordeste tendo como principal sistema atuante a Zona de Convergência Intertropical, responsável pelas chuvas de fevereiro a maio, principal período chuvoso da região.

O período chuvoso da RHSC é caracterizado por uma marcada sazonalidade, cerca de 90% do total precipitado anual verifica-se no período janeiro a junho. A principal estação chuvosa ocorre de fevereiro a maio, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas.

A variabilidade climática interanual no norte do Nordeste (NNEB) é altamente modulada por padrões termodinâmicos que ocorrem nos oceanos tropical Pacífico e Atlântico. El Niño Oscilação Sul (ENSO) e Gradiente de Anomalias de TSM no Atlântico Intertropical ou Dipolo do Atlântico (IHTAG), que podem perturbar as células de Walker e Hadley, alterando a intensidade da estação chuvosa na área.

Dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, a fase quente do El Niño Oscilação Sul (ENOS) é responsável por deslocar a porção descendente da célula de Walker. Este fenômeno provoca uma zona de alta pressão sobre o NEB, o que dificulta a formação de nuvens na região e, conseqüentemente, influencia em anos considerados secos ou muito secos na região. A fase fria do El Niño – a La Niña – está associada com anos chuvosos na região.

O IHTAG, por outro lado, é capaz de causar seca na região Nordeste quando ocorre o aquecimento anormal do Atlântico Tropical Norte. Além disso, a associação da fase positiva da TSM do Atlântico Norte concomitante a um evento El Niño proporciona impactos regionais acentuados nas condições climáticas. O aquecimento anormal do

Atlântico Tropical Sul, por outro lado, está associado a anos chuvosos na Região Nordeste.

6.1 Eventos extremos de seca

A seca é um fenômeno climático capaz de produzir graves danos ao meio ambiente e à Sociedade. Devido às suas diferentes facetas, como secas hidrológicas, meteorológicas e agrícolas, uma definição universal desse evento é difícil de ser estabelecida. Ainda assim, uma grande quantidade de autores delimita a seca pela ocorrência de uma precipitação significativamente abaixo da média, o que tipifica uma seca meteorológica.

Neste capítulo adotou-se para a avaliação das secas da RH dos Sertões de Crateús o estudo desenvolvido por Pontes et. al (2020) para o Estado do Ceará. A base de dados para avaliação das secas foi a série de precipitações de 1911 a 2018 disponibilizada pela Agência Nacional de Águas.

Essa avaliação teve como base o cálculo do Índice de Precipitação Padronizado com uma escala de tempo de 12 meses (SPI). A escala é diretamente relacionada com o tempo necessário para que os efeitos da seca sejam sentidos em diferentes setores e recursos hídricos da RH. Os índices de seca, como o SPI, surgiram da necessidade da existência de uma medida normalizada que proporcionasse a comparação de secas entre regiões com diferentes características climáticas, bem como para a comparação de eventos de seca que numa dada região ou localidade ocorridas em momentos históricos diferentes (Rosa, 2011).

As secas são caracterizadas quanto à duração e à severidade (Figura 6.1). A duração é determinada pelo período em que o valor do SPI fica abaixo do limiar até o momento em ele retorna acima do mesmo (Equação 6.1). Para esse cálculo soma-se todos os anos em que o SPI permaneceu abaixo do limiar. A severidade das secas é obtida através da soma dos

valores de SPI abaixo do limiar durante este evento. O SPI igual a zero foi utilizado como limiar conforme recomendado por Shiau (2006), para evitar a divisão de pequenas secas dentro de uma seca mais longa.

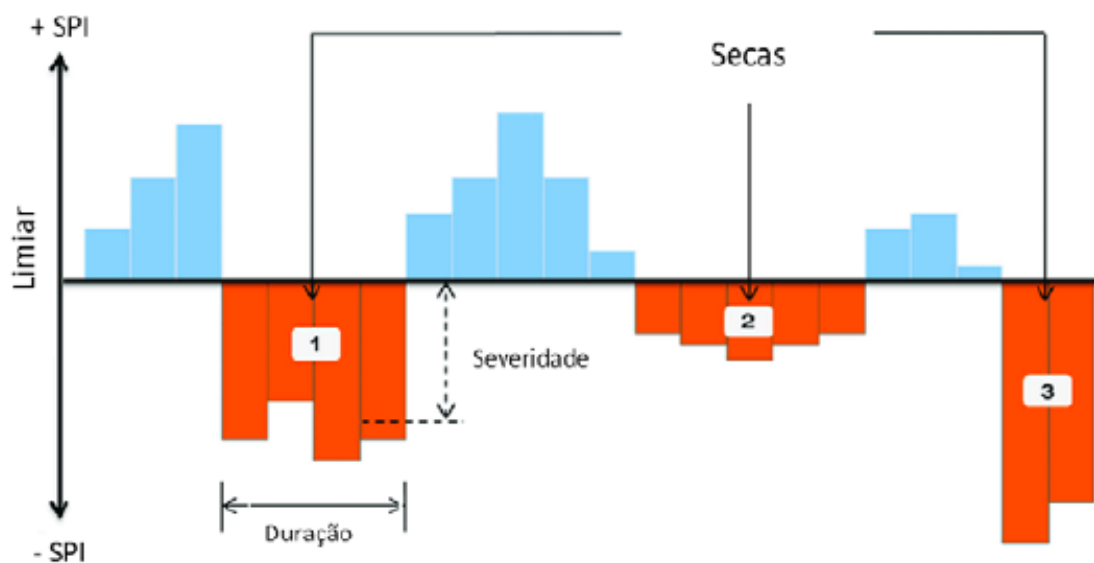
$$S = - \sum_{i=1}^D SPI_i \quad (Eq. 6.1)$$

S = Severidade;

d = duração

SPI= Índice de Precipitação Padronizado

FIGURA 6.1. ILUSTRAÇÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DA SECA.



Fonte: Pontes Filho et al, 2020.

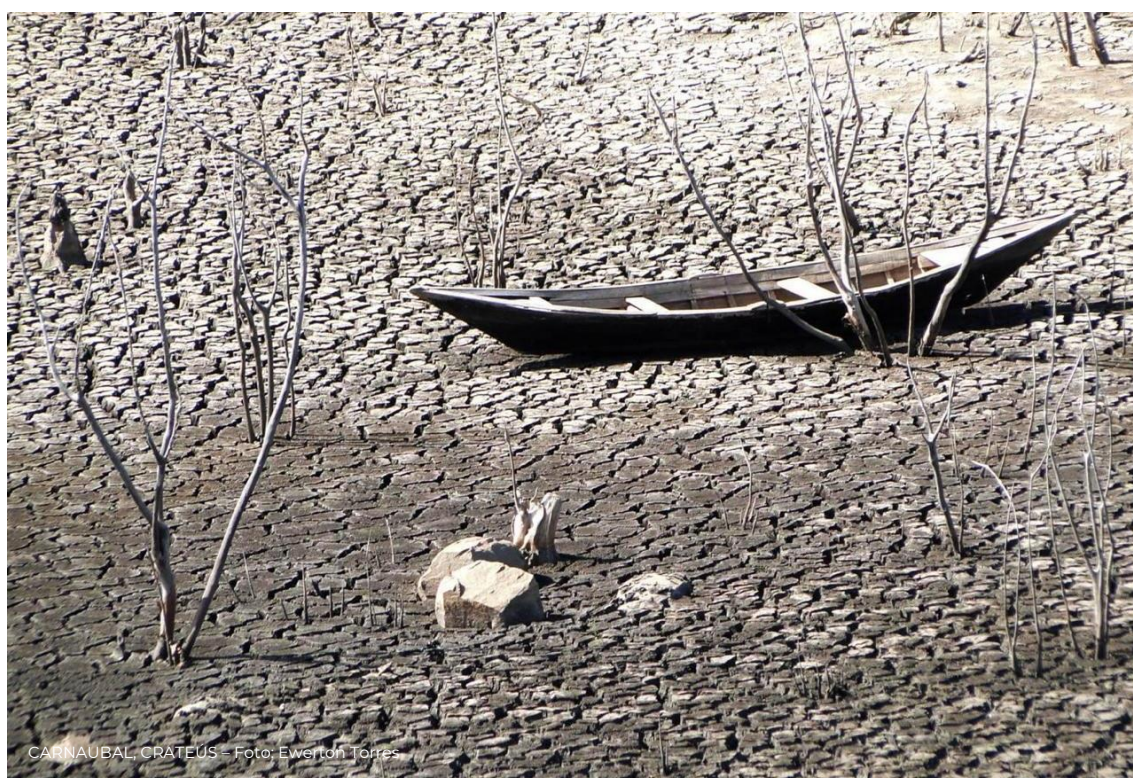
A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús apresentou um total de 22 eventos de seca no período de 1912 a 2018, o que significa que a cada 4,91 anos ocorre uma seca, com duração média de 2,36 anos. A duração máxima observada de uma seca foi de 6 anos.

A severidade máxima das secas observadas foi de 5,11, com média de 1,64 (Tabela 6.1). Esta Região Hidrográfica apresenta uma maior tendência a secas prolongadas e severas por estar localizada no interior

do estado do Ceará, longe do litoral e portanto com maior dependência da posição da ZCIT.

TABELA 6.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS NO PERÍODO DE 1911 A 2018.

Características	Estatísticas
Números de eventos de seca	22
Intervalo entre os eventos de seca (anos)	4,91
Duração máxima (anos)	6
Duração média (anos)	2,36
Coeficiente de variação da duração	0,77
Severidade máxima	7,07
Severidade média	1,99
Coeficiente de variação da severidade	0,91



A Figura 6.2 mostra a dispersão as secas observadas da RH em termos de severidade e duração. A seca de 2012-2018 (duração de 6 anos e severidade de 7,07 anos) é o acontecimento mais adverso já registrado na Região Hidrográfica. Apesar das secas de 1978-1983 e 1951-1956 terem a mesma duração, a suas severidades foram inferiores. A duração e severidade dos eventos ocorridos na bacia estão expostos na Tabela 6.2.

FIGURA 6.2. DISPERSÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DAS SECAS REGISTRADAS PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS. EM VERMELHO SÓLIDO, A SECA COM INÍCIO EM 2012.

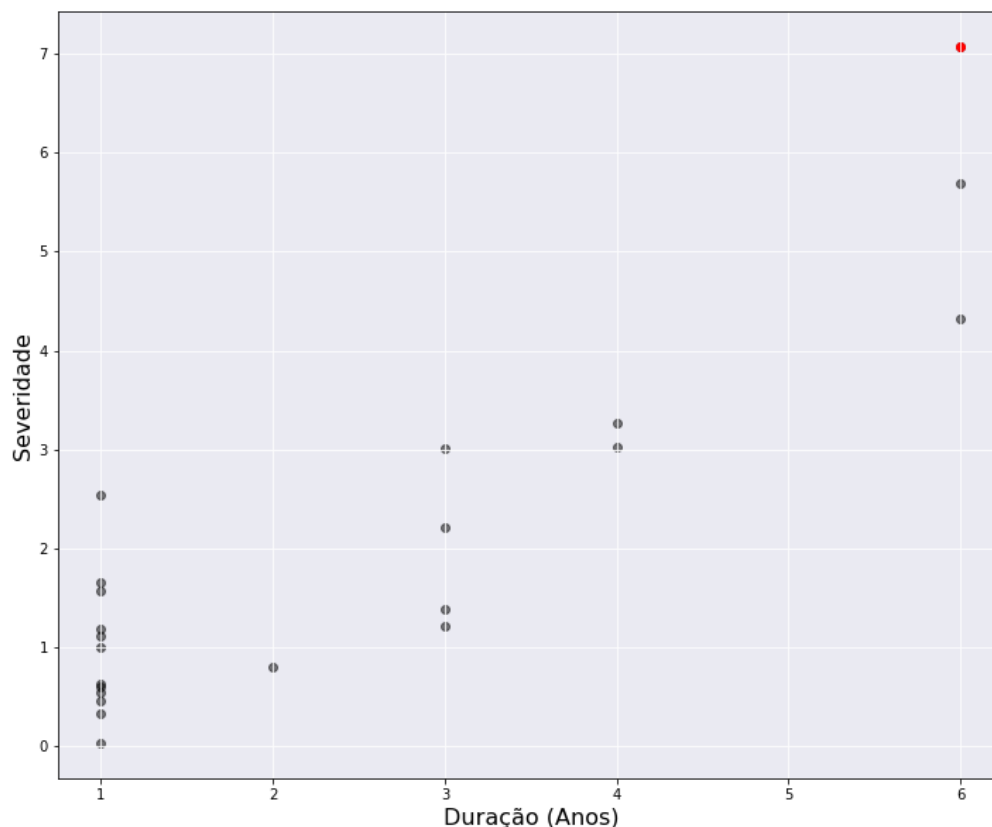


TABELA 6.2. DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS NO PERÍODO DE 1911 A 2018.

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1928	1928	1	0,027
1976	1976	1	0,325
1947	1947	1	0,453
1966	1966	1	0,546
1987	1987	1	0,605
1972	1972	1	0,634
2010	2010	1	0,996
1970	1970	1	1,115
1911	1911	1	1,185
1998	1998	1	1,572
1915	1915	1	1,663
1919	1919	1	2,538
2001	2002	2	0,803
2005	2007	3	1,221
1936	1938	3	1,384
1930	1932	3	2,207
1958	1960	3	3,011
1941	1944	4	3,028
1990	1993	4	3,271
1978	1983	6	4,324
1951	1956	6	5,691
2012	2017	6	7,071

O período de retorno é frequentemente utilizado como critério de projeto de estruturas hidráulicas e pode servir como informação relevante no processo de tomada de decisão para os gestores dos recursos hídricos. Este período é estimado em função da duração e severidade conforme Shiau (2006). A duração da seca conjunta e os períodos de retorno da severidade podem ser definidos em dois casos: o período de retorno alternado para $D \geq d$ ou $S \geq s$ e o período de retorno para $D \geq d$ e $S \geq s$.

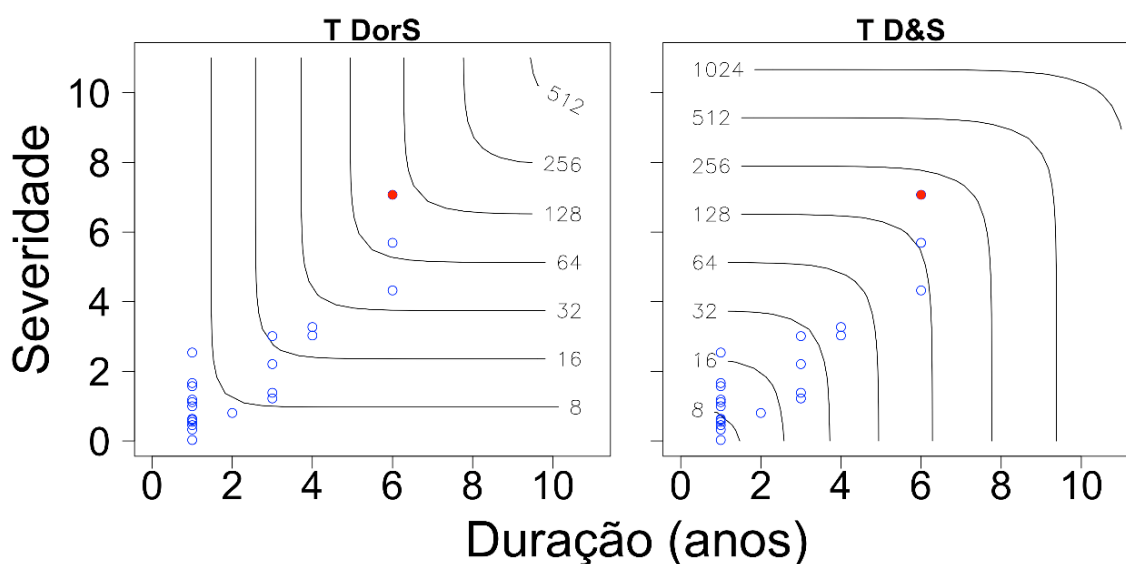
A Tabela 6.3 aponta os períodos de retornos de secas para os casos “e” e “ou”. Analisando o período de retorno alternado entre duração e severidade (T_{Dors}), observa-se que 3 episódios têm período de retorno acima de 32 anos.

TABELA 6.3. PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Ano de Início	Ano do Final	Tr_Severidade ou Duração	Tr_Severidade e Duração
1928	1928	4,94	6,15
1976	1976	5,28	6,78
1947	1947	5,4	7,09
1966	1966	5,48	7,34
1987	1987	5,52	7,5
1972	1972	5,55	7,58
2010	2010	5,77	8,76
1970	1970	5,82	9,2
1911	1911	5,85	9,48
1998	1998	5,96	11,25
1915	1915	5,98	11,72
1919	1919	6,07	17,72
2001	2002	6,93	12,03
2005	2007	8,87	21,57
1936	1938	9,55	21,82
1930	1932	13,44	24,01
1958	1960	17,03	28,59
1941	1944	21,03	41,88
1990	1993	23,17	43,21
1978	1983	41,97	115,69
1951	1956	74,94	132,95
2012	2017	102,15	193,13

Em relação ao período de retorno “e” ($T_{D\&S}$), estes mesmos três eventos de seca possuem períodos de retorno acima de 115 anos. Dessa análise percebe-se que os eventos de seca conjunta com grande duração e severidade tendem a apresentar um maior período de retorno. Os períodos de retorno podem ainda ser observados na Figura 6.3.

FIGURA 6.3 PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS. AS LINHAS DE CONTORNO CORRESPONDEM AO PERÍODO DE RETORNO; OS PONTOS AZUIS SÃO OS EVENTOS DE SECA QUE OCORRERAM AO LONGO DA SÉRIE TEMPORAL, E EM VERMELHO, A SECA INICIADA EM 2012.



6.2 Eventos extremos de cheias

A cheias tem impactos tanto naturais como sociais, especialmente nos locais onde vivem as populações mais vulneráveis. Por vezes as chuvas intensas associadas a fatores antrópicos são causadoras de enchentes, provocando o transbordamento de rios, inundações de casas, perdas humanas e materiais e destruição de plantações.

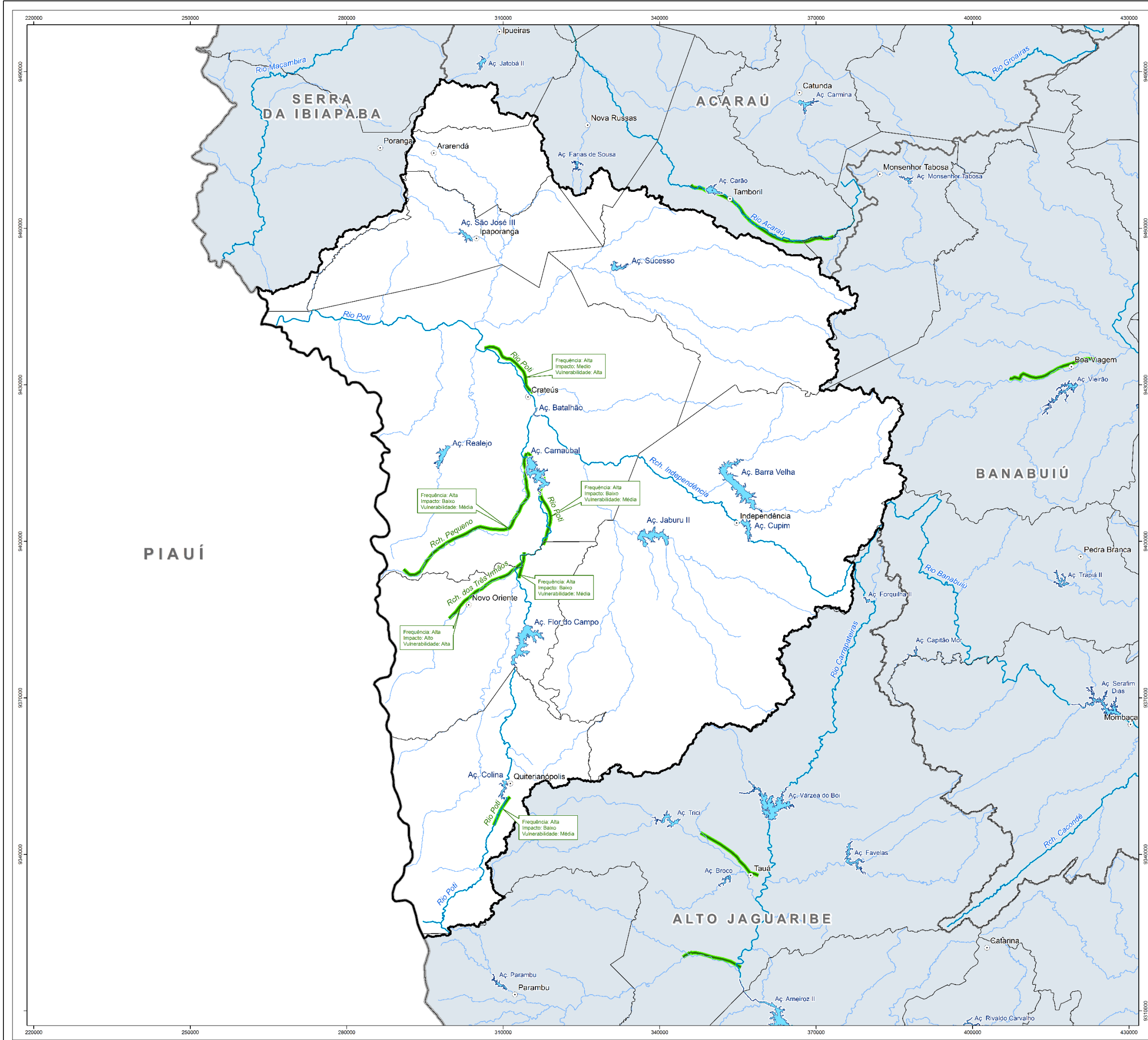
A fisiografia da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, com predomínio da depressão sertaneja semiárida, truncando essencialmente rochas cristalinas, com relevo aplainado e caimento topográfico suave em direção aos interflúvios sertanejos e aos fundos de vales, altas temperatura, solos rasos e escassez hídrica influencia

diretamente o comportamento das águas na região. O escoamento superficial é predominante em relação à infiltração, desta forma, a construção de pequenos barramentos é uma prática comum na área.



Nas áreas urbanizadas, há pouca preocupação com as obras de drenagem, a impermeabilização e a ocupação desordenada do território, especialmente das planícies de inundação. Assim, a reduzida capacidade de infiltração aliada à urbanização irregular ou sem planejamento, torna, em situação de eventos extremos, as enxurradas frequentes em diversas áreas urbanas, estando muitas vezes associadas a alagamentos.

A RH dos Sertões de Crateús apresenta poucas ocorrências de inundações devido ao seu formato, no entanto, deve-se observar os demais fatores ambientais e, sobretudo, os socioeconômicos e a localização da população que reside próximos aos cursos fluviais, posto que sejam naturalmente áreas de risco a inundações (Santos, 2019), como mostra o Mapa de vulnerabilidade na RHSC do Estado do Ceará, produzido pela ANA (ANA,2020).

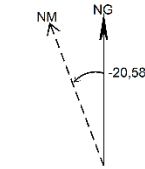


PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



TRECHOS DE RIOS COM
VULNERABILIDADE A INUNDAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

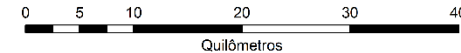
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

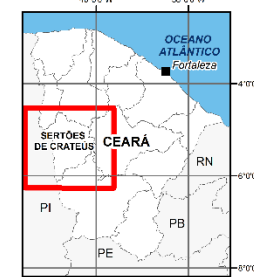
ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

(ANA, 2021)

Trechos de curso d'água inundáveis com os atributos de otocodificação, frequência de ocorrência, grau de impacto e vulnerabilidade a inundações graduais.

Trechos de rios com vulnerabilidade a inundação

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

No que concerne às anomalias positivas destacam-se os anos de 2004, 2008 e 2009, onde foram decretadas Situação de Emergência devido ocorrência de chuvas intensas na RH. Dentre os referidos anos, 2009 se sobressai, por ter apresentado um Índice de Anomalia de Chuvas, positiva, de 2,9, consequência da ocorrência simultânea de evento La Niña de intensidade fraca e da fase positiva do Dipolo do Atlântico.

No ano de 2009, as anomalias foram causadas pelas condições sinóticas favoráveis à chuva na região, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se manteve na sua posição mais ao sul, e as Ondas de Leste ou Distúrbios Ondulatórios de Leste (OL/DOL) incrementaram o cenário, garantindo umidade para a RH.

Em termos gerais as cheias nas cidades estão relacionadas principalmente a problemas de sustentabilidade versus drenagem urbana, devido à inobservância ou ao desconhecimento das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade.

Segundo COGERH (2016), a população muitas vezes despreza o risco e ocupa em maior ou menor grau as áreas ribeirinhas (áreas de risco), o que pode ter impactos bastante devastadores. Isso se deve, principalmente, à permissividade quanto a loteamentos de áreas sujeitas à inundação, realizados pelo setor imobiliário; a invasão de áreas ribeirinhas, pertencentes ao poder público, pela população de baixa renda e a ocupação das áreas de risco médio, atingidas com uma frequência menor, mas quando o são, sofrem prejuízos significativos (CEARÁ, 2010).

Na RHSC observam-se processos de urbanização nas planícies fluviais; a extração de madeira para produção de lenha e desmatamento das matas ciliares, desnudando o solo e favorecendo processos de erosão e carreamento de sedimentos, os quais impactam diretamente nas mudanças da calha dos rios; o sobre pastoreio, contribuindo para as

questões de compactação do solo, consequentemente diminuindo ainda mais sua capacidade de infiltração, fatores que favorecem as inundações com riscos à população. Além disso a construção de inúmeras barragens de pequeno porte que, com o aumento do volume pela água das chuvas, podem romper, gerando risco à população e ao meio ambiente.

Para o Ceará, a Defesa Civil do Estado registrou entre os anos de 1991 a 2012, um número de 273 inundações excepcionais, caracterizadas como desastre. Dentre esses registros a RH dos Sertões de Crateús apresentou 08 dos seus municípios com registros de enchentes, com 05 (cinco) ocorrências em 2004, 02 em Crateús, 01 em Novo Oriente, 01 em Poranga e 01 em Quiterianópolis; 04 (quatro) em 2008, em 01 em Crateús, 01 em Independência, 01 em Novo Oriente e 01 em Quiterianópolis, e 07 (sete) em 2009, 01 em Ararendá, 01 em Crateús, 01 em Independência, 01 em Ipueiras, 01 em Novo Oriente, 01 em Quiterianópolis e 01 em Tamboril.

Em 2020, as chuvas intensas provocaram o rompimento de barragens de pequeno porte em Quiterianópolis, o que provocou a destruição de parte da CE187, que liga o município a Novo Oriente, alagamentos, perdas de lavouras e o desabamento e inundação em algumas localidades, tendo sido declarada Situação de Calamidade Pública para o município.

No mesmo período, Crateús e Novo Oriente também foram impactados pelas precipitações elevadas, o que provocou inundações, deixou pessoas desabrigadas, levou a perdas nas lavouras, dentre outros prejuízos, tendo sido considerada pelo Estado Situação de Emergência para os dois municípios.

7 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA



O entendimento holístico da relação entre o meio ambiente e a sociedade se faz necessário para que o uso dos recursos naturais disponíveis seja realizado de forma adequada, o que muitas vezes não ocorre pela incompreensão de que se trata de um ambiente integrado, onde seus componentes são interconectados, ou mesmo pelo nível de desenvolvimento da sociedade em que se vive, com o uso de técnicas inadequadas que podem, inclusive, gerar ou aumentar processos de degradação e impactar o desenvolvimento da região. Um desenvolvimento sustentável pressupõe o uso dos recursos para atendimento às necessidades de forma adequada e equilibrada. A inexistência dessa premissa se reflete na quebra da harmonia, acarretando riscos à sobrevivência da fauna, da flora e do próprio

homem. O impacto antrópico, como resultado de um povoamento sem planejamento adequado, tem provocado desequilíbrios ambientais de forma distinta, em maior ou menor grau nas diferentes unidades geossistêmicas (CGEE, 2016).

A biodiversidade da Depressão Sertaneja (DS) na RHSC encontra-se com bastante degradada, com alta vulnerabilidade à expansão da desertificação, em função de processos erosivos muito ativos. Nos Maciços Residuais, poucos são os remanescentes de recobrimento vegetal primário, com as paisagens serranas descaracterizadas; além disso, por vezes verifica-se a exploração agrícola em áreas incompatíveis com esse tipo de uso, resultando em processos erosivos ativos e comprometimento das nascentes e degradação das matas. Na área do Planalto Sedimentar, da mesma forma, as superfícies encontram-se degradadas, com poucos remanescentes de recobrimento vegetal primário, em especial, nas áreas das nascentes, comprometendo sobremaneira os recursos hídricos da Região. Nas Planícies fluviais e Fluviolacustres ocorre a degradação das matas ciliares com o desencadeamento de processos erosivos; o assoreamento do leito dos rios e dos lagos e o agravamento de inundações (CGEE, 2016).

Essas informações são corroboradas pelas análises contidas no Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR) Inhamuns Crateús, no Pacto das Águas, no Pacto pelo Saneamento Básico, no Inventário Ambiental (IVA) da COGERH para os açudes Colina, Carnaubal e Flor do Campo (2010, 2011 e 2011, respectivamente), e em publicações da FUNCEME as quais discorrem sobre os principais problemas ambientais encontrados na Região Hidrográfica e nas áreas semiáridas. No Mapa de áreas fortemente degradadas da RHSC mapeadas pela FUNCEME (2018) observa-se que as áreas degradadas se concentram majoritariamente nos municípios de Independência, Crateús e Tamboril.

Como resultado das ações antrópicas identificadas, tem-se como consequência do desmatamento na RHSC:

- A redução do número de nascentes e/ou da quantidade de água, agravada, ainda, pela presença de animais. O pisoteio do gado compromete a capacidade hídrica dos solos uma vez que leva à sua compactação e impermeabilização, intensificando o escoamento superficial e resultando, assim, na degradação progressiva da terra;
- O aumento nos processos de erosão, especialmente nas áreas de maior declividade, o que tem contribuído com o assoreamento dos recursos hídricos e com o empobrecimento dos solos, devido a lixiviação e laterização, já que sem a cobertura vegetal que o protege, fica mais fácil a ocorrência desses processos;
- A destruição da biodiversidade, com uma redução no número de espécies da flora e fauna;
- O processo de criação ou ampliação das áreas desérticas, as quais podem ainda ser agravadas pelo sobrepastoreio e pela extração mineral;

Além dos impactos listados, tem-se as enchentes, as mudanças da paisagem, a poluição dos mananciais, a diminuição dos índices pluviométricos e a proliferação de pragas e doenças, dentre outras.

As práticas agrícolas de forma inadequada, com uso de adubos orgânicos e fertilizantes de forma excessiva, pode também acarretar a eutrofização dos rios e corpos hídricos, uma vez que contribui com aporte de nutrientes para os mananciais. A prática de utilização

indiscriminada de agrotóxicos e defensivos agrícolas pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, por meio da lixiviação. Os descartes das embalagens de agrotóxicos devem ser observados, uma vez que o destino inadequado resulta em elevado risco ambiental às populações expostas. Essas embalagens podem ser classificadas como resíduos perigosos uma vez que apresentem no mínimo uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, o que está associado a riscos à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010).



Em dezembro de 2017 foi assinado um Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos entre o setor produtivo e o setor público, promovido pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará – FAEC, no âmbito do Pacto de Cooperação da Agropecuária Cearense – AGROPACTO, em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no entanto só existem três postos de coleta no Estado (Quixeré, Abaiara e Ubajara); ou seja, nenhum na RHSC.

Outro problema que ocorre na RHSC é o desmatamento da vegetação original para retirada e venda da madeira para cerca (estacas) e para produção de lenha, principais produtos de extração vegetal na área. Aliado a essas práticas tem-se também o preparo da terra para o cultivo das lavouras utilizando a queima no processo de limpeza, muitas vezes sem a autorização para o uso do fogo controlado pela Semace, essa queima é realizada de forma indiscriminada para preparação da área, comprometendo ainda mais o ambiente.

Além desses danos, o fogo tem causado um crescente número de ocorrências de incêndios florestais, principalmente nos meses mais secos do ano - outubro, novembro e dezembro, quando as condições se tornam mais favoráveis (baixa umidade do solo e do ar, vegetação seca, alta temperatura do solo e do ar) e onde se verificam as maiores ocorrências no Estado. Segundo a FUNCEME (2019) a área é considerada, predominantemente, com risco de alta a muito alta para ocorrência de incêndios florestais. Em 2018, segundo a SEMACE (2019), Crateús esteve entre os municípios com maior quantidade de focos de incêndio do Estado

Em relação à destinação final dos resíduos sólidos na RH, segundo o Pacto para o Saneamento Básico (2020), nenhum dos municípios da Região Hidrográfica possui uma destinação final adequada dos resíduos sólidos, fator que compromete os recursos naturais,

especialmente a qualidade do solo e água. Além disso, parte da população não possui rede de tratamento de esgoto ou, quando existe a cobertura, nem todos estão ligados a ela, realizando o lançamento dos dejetos diretamente nos corpos hídricos levando a eutrofização dos mesmos.

A presença de animais domésticos no entorno da bacia hidráulica dos reservatórios constitui mais uma das fontes de poluição recorrentes na Região Hidrográfica. Acrescenta-se o banho nos mananciais o que em alguns deles se torna um risco, devido aos cabos de eletricidade presentes usados no bombeamento; a lavagem de roupas, e, segundo informações contidas nos IVAs (COGERH 2010, 2011), o esgoto “in natura” decorrente da rede de coleta de esgotos ou mesmo banheiros, o lançamento de resíduos sólidos periodicamente às afluentes ou diretamente nos reservatórios. Outro apontado é que ocorre nos mananciais é a pesca em períodos proibidos e o descarte das vísceras no próprio reservatório.



ÁREA DE EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO EM QUITERIONÓPOLIS – Foto: Adervan Sousa

Os IVAs trazem informações também sobre cemitérios e lixões nas proximidades dos mananciais. Relatórios da ARCE (2018) mostram que a maioria das ações de saneamento, para melhorias no abastecimento

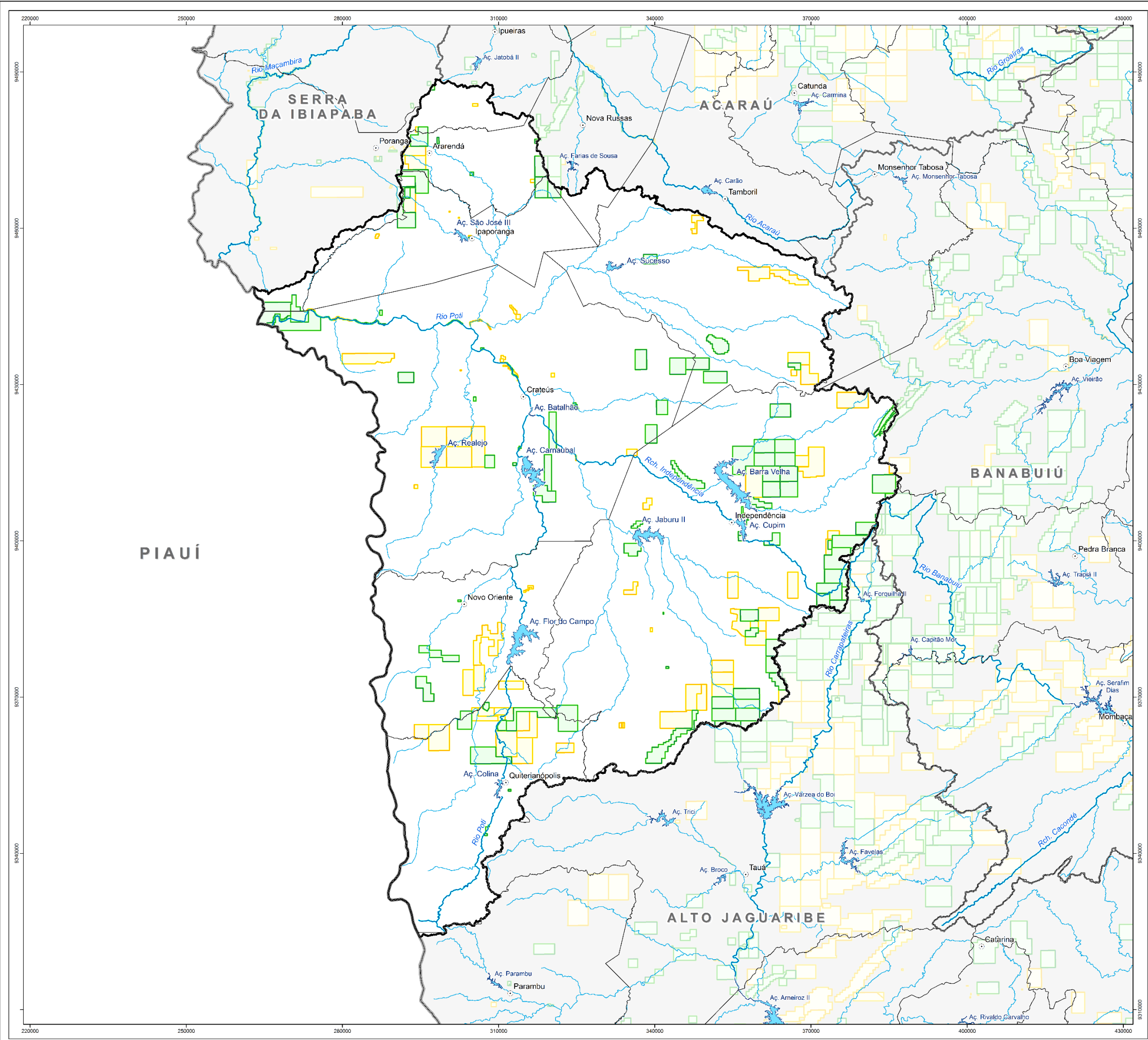
de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos, no âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município, para os municípios da RHSC, ainda não foram atendidas ou estão em implantação.

A exploração de recursos minerais registrados na Agência Nacional de Mineração (ANM), com respectiva concessão, para a Região, engloba a extração de Areia, para uso na construção civil; de Argila para a indústria cerâmica, do Gnaiss e Granito para produção de brita. Além disso, no sítio eletrônico da ANM, os processos para autorização de pesquisa e posterior extração incluem o Calcário, o Calcário Dolomítico, o Feldspato, Gabro, Minério de Ferro, Minério de Níquel, Rutilo e Saibro. Existem requerimentos para outras áreas de extração de areia, para Água Marinha, Ametista, Calcário, Gabro, Granito, Mármore, Minério de Cobre, Minério de Ferro, Minério de Ouro, Quartzito e Saibro.

Apesar do potencial de geração de emprego e renda, que muitas vezes não ocorre, a atividade é responsabilizada por sérios danos sociais e ambientais nas regiões onde é praticada, trazendo diversas consequências negativas: adoecimentos da população; supressão da vegetação nativa; perda de solo; perda do rebanho; contaminação da água e aumento da turbidez (CGEE, 2016).

Corroborando com essa assertiva cita-se o caso de uma mineradora em Quiterianópolis, que durante o período de 07 anos (2010 a 2017) extraiu Minério de Ferro na região, e provocou uma série de impactos negativos, tendo em vista que a legislação vigente foi desrespeitada e as pactuações de recuperação ambiental não foram atendidas.

Os processos de extração mineral devem ser acompanhados e fiscalizados, tendo em vista que podem impactar o ambiente e ainda causar o adoecimento das populações próximas ao local da mineração (Mapa de processos minerários).

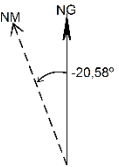


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



PROCESSOS MINERÁRIOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

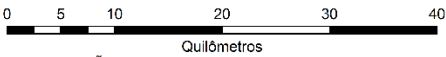
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Apúdes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

Processos minerários
(Agência Nacional de Mineração - ANM, 2021)

- Ativos
- Em análise

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021

Muitas das extrações ocorrem nos leitos dos rios ou próximo aos recursos hídricos, no entanto, é importante salientar que para se dar início a qualquer solicitação de processos de extração uma etapa obrigatória e que precede esse procedimento diz respeito a emissão de uma licença ambiental, a qual pode ser uma responsabilidade do órgão municipal, estadual ou federal, devido à competência paralela e simultânea a eles atribuída, por meio do artigo 23 da Constituição Federal de 1988.

Assim, é primordial fazer-se garantir a legislação, a fim de que seja realizado o processo de forma sustentável, além do acompanhamento e fiscalização dos processos durante a vigência. A existência do Pacto Ambiental da Região dos Inhamuns e Sertões de Crateús (PARISC), pode contribuir para a discussão ambiental na região, com o envolvimento ativo de todo o executivo e legislativo.

Torna-se importante considerar que a proteção dos recursos naturais é objeto de legislações específicas, sendo uma delas o Código Florestal, o qual discorre sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), sendo elas as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não); nos altos de morros; nas restingas e manguezais; nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45°; e nas áreas em altitude superior a 1.800 metros, com qualquer cobertura vegetal.

Embora exista legislação específica para proteção da vegetação, na RHSC o desmatamento da em áreas de proteção natural (APP) - especialmente das matas ciliares, das faixas de proteção dos açudes, das faixas de Serras – ocorre de forma indiscriminada, especialmente extração de madeira em tora e produção de lenha, além disso a ocupação pelas populações.

Na área existem nascentes, topo de morro, áreas com declividades acentuadas, além das planícies fluviais, todas consideradas, legalmente, como APP e, nas áreas de preservação permanente, é proibido construir, plantar ou explorar atividade econômica. Essas diretrizes não são observadas na maioria dos municípios da Região Hidrográfica e ausência de fiscalização, como apontado nos Inventários Ambientais realizados pela COGERH e nas discussões realizadas pelo Comitê dos Sertões de Crateús.



Os municípios também não atendem à Legislação de Saneamento, conforme informações constantes no item Aspectos Demográficos e Socioeconomia, apresentando problemas no lançamento de dejetos nos corpos hídricos, disposição dos resíduos sólidos, sejam eles perigosos ou não, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, dentre outros.

Para assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas, de modo a preservar o patrimônio biológico, geológico e

evolutivo de uma determinada área, foram criadas as Unidades de Conservação (UC's) que se constituem em espaços territoriais legalmente protegidos, que apresentam características naturais relevantes (ICMBIO, 2016).

No Brasil, as áreas protegidas são instituídas pelo poder público com o objetivo de proteger a fauna, flora, recursos hídricos, solos, paisagens e processos ecológicos dos ecossistemas naturais, sendo a condição básica para conservação e perpetuação da diversidade biológica. (SEMA, 2017).

A partir da Constituição Federal de 1988, por meio do seu Artigo 225, já se garantia o direito ao “meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, mas somente em 2000 esse dispositivo foi regulamentado por meio da Lei N° 9.895/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação- SNUC) e do Decreto N° 4.340/2002.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão dessas áreas especialmente protegidas. A gestão do SNUC é participativa, e deve contar com as três esferas do poder público (federal, estadual e municipal). Toda UC possui um Plano de Manejo, elaborado nos primeiros cinco anos de sua instalação, para nortear as ações a serem desenvolvidas na Unidade.

Na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús existem seis Unidade de Conservação Municipal do tipo Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN), cinco em Crateús, e uma em Novo Oriente e uma do tipo Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), em parte do município de Independência (SEMA, 2017) (Tabela 7.1 e Mapa de

unidades de conservação). As Unidades de Conservação brasileiras são disciplinadas pela Lei 9985/2000, que as instituiu.

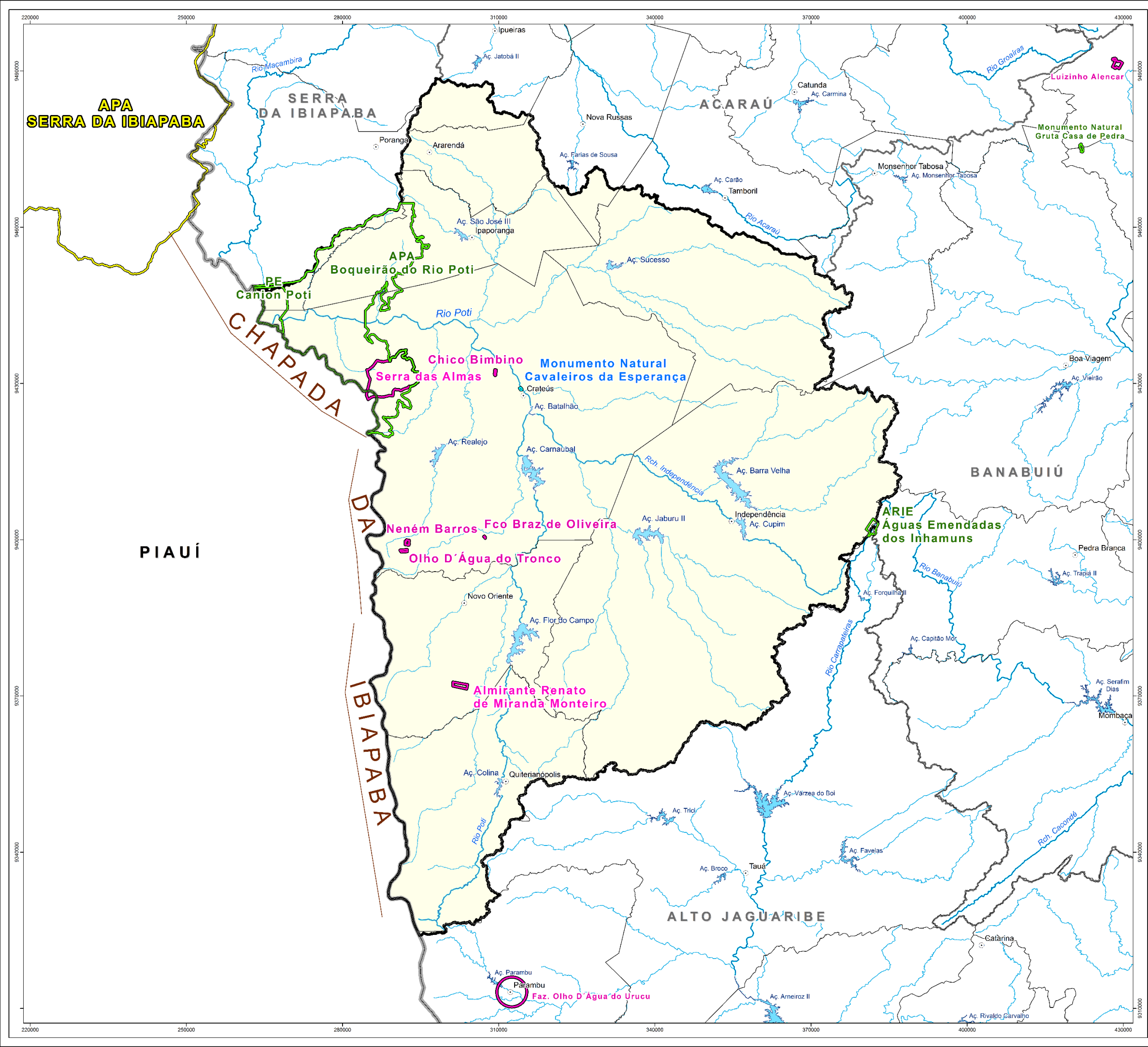
TABELA 7.1. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA SERTÕES DE CRATEÚS.

Unidades de Conservação Estaduais - Área de Proteção Ambiental		
Nome da UC	Município da UC	Área (ha)
Boqueirão do Poti	Ipaporanga, Crateús e Poranga	63.000,00
Parque Estadual do Cânion Cearense do Rio Poti	Crateús e Poranga	3.680,55
Unidades de Conservação Municipal - Monumento Natural		
Nome da UC	Município da UC	Área (ha)
Monumento Natural Municipal Cavaleiros da Esperança	Crateús	15,29
Unidades de Conservação Particulares		
Nome da RPPN	Município da UC	Área (ha)
Serra das Almas	Crateús	5.845,48
Olho D'Água do Tronco	Crateús	48,62
Neném Barros	Crateús	63,16
Francisco Braz de Oliveira	Crateús	4,80
Chico Bimbino	Crateús	25,00
Almirante Renato de Miranda Monteiro	Novo Oriente	219,93
Área de Relevante Interesse Ecológico		
Nome da ARIE	Município da UC	Área (ha)
Águas Emendadas dos Inhamuns Caatinga	Tauá, Independência e Pedra Branca	407,04

Fonte: SEMA, 2021.

Além das UCs listadas na Tabela 7.1, existe demanda de mais duas áreas, uma proposta no planejamento da Célula de Conservação da Diversidade Ambiental – CEDIB/SEMA abrangendo os municípios de Quiterianópolis, Novo Oriente e Crateús, a UC Monte Nebo e a segunda, com processo já aberto na SEMA, compreendendo os municípios de Poranga, Crateús, Ipaporanga, Ararendá, Ipueiras, referindo-se à UC Serra da Serra da Ibiapaba, que envolvendo áreas das Regiões Hidrográficas da Serra da Ibiapaba e do Acaraú.

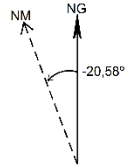
Não existe nenhum instrumento legal com os Planos Manejo da RPPN Almirante Renato de Miranda Monteiro e UC Monumento Natural Cavaleiros da Esperança. Para as demais UC's, as que foram criadas há mais de cinco anos, possuem o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, o que não é o caso da UC Boqueirão do Poti e Parque Estadual do Cânion Cearense do Rio Poti, criadas em julho de 2021.



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



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 : 350 000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Cratéus (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açúdes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

Relevo

The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

A conscientização da população e a replicação de experiências exitosas como o projeto “Gestão e Manejo dos Recursos Naturais nas Microbacias Hidrográficas dos Riachos São Francisco e Pitombeira”, integrante do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas do Brasil – Manejo e Recuperação das Bacias Hidrográficas do São Francisco e Parnaíba, sendo estes riachos em Crateús e Quiterianópolis, respectivamente. O trabalho contou com acompanhamentos técnicos, por meio da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), e encontros de educação ambiental, com curso sobre obras hidroambientais e oficinas de capacitação com os populares para o conhecimento das obras a serem construídas no local para a reversão de quadros de degradação.



Desta forma para que as questões ambientais sejam contempladas pelos municípios, esforços devem ser implementados de forma que a Legislação seja obedecida e que se trabalhe um processo de conscientização e capacitação das pessoas, a fim de que as restrições de uso com vistas à proteção ambiental sejam concretizadas e as boas práticas de conservação e proteção ambiental sejam adotadas, por meio da recuperação de nascentes, plantio de mata ciliar, uso de tecnologias adequadas nos setores de agropecuária, adequações das questões de saneamento, uso e ocupação do solo, dentre outras.

8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL

O presente capítulo traz uma visão panorâmica do arranjo institucional arquitetado por atores sociais – indivíduos, grupos e instituições - para a implementação da Política de Recursos Hídricos no país e no Estado do Ceará, apresentando os principais marcos políticos e institucionais. Especial atenção é dada ao final à Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

8.1. Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos é fruto de um contexto político e social que a antecede. Nos primeiros anos da República não havia uma regulação específica para os usos dos recursos hídricos; na verdade, estes estavam condicionados à posse da terra (MACEDO, 2010).



No início do Século XX, a crescente utilização da água, notadamente na indústria elétrica, impôs a necessidade premente da criação de princípios e normas jurídicas que disciplinassem o domínio, o uso e o

aproveitamento da água, e que estabelecesse uma melhor organização institucional sobre o assunto. É nesta ambiência que nasce o projeto do “Código de Águas”, aprovado pelo Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934.

Na década de 1980 o país passa por um processo de redemocratização que mobiliza diversos movimentos sociais que reivindicam uma atuação menos centralizadora do Estado e de reconhecimento de direitos sociais. As águas entram nessa nova Agenda não apenas como elemento imprescindível para o desenvolvimento, mas como um direito social, cuja definição de seus usos demandam interlocução com a Sociedade. É neste contexto que a Constituição Federal de 1988 atualiza a discussão iniciada com o Código de Águas sobre a dominialidade - União e Estados - e define o uso comum das águas.

Sob os ventos da redemocratização do país, nasce a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que passa a figurar como o principal marco legal da gestão de recursos hídricos no âmbito federal. Sua promulgação se deu por meio da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. A Lei das Águas também criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e tem entre seus principais fundamentos a água enquanto um bem de domínio público; a água como um recurso natural limitado e dotado de valor econômico; a priorização, dos recursos hídricos, quando escassos, para o consumo humano e a dessedentação de animais; o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política e para a atuação do SINGREH; e, por último, a descentralização da gestão dos recursos hídricos, com a participação de usuários, comunidades e do Poder Público.

A promulgação da Lei 9.433/97 possibilitou um grande avanço no modelo nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Com a criação do SINGREH, o Governo Federal abre mão de parte do seu poder de decisão, visando uma forma de gestão dos recursos hídricos de modelo mais democrático, com a participação não apenas de representantes das unidades da federação, como também de usuários e sociedade civil organizada, por meio dos comitês e dos conselhos. A regulação das águas no país não se limita apenas a definir marcos legais para o uso de um bem público disputado e cada vez mais escasso. Ela altera o arranjo institucional ao mudar a posição dos atores e papel que cada uma desenvolverá na gestão dos recursos hídricos do País.

8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos

Até os anos 1990, a política de gestão de recursos hídricos no território do Ceará, assim como em todo o Nordeste Brasileiro, foi conduzida pelo Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), cujas ações focavam na construção de obras de infraestrutura (açudes, perímetros de irrigação e poços, dentre outras) com intuito de aproveitar as águas para a exploração agropecuária com vistas a promover o desenvolvimento do Nordeste (BURSZTYN, 2008).

A partir de 1992, com a aprovação da Política Estadual de Recursos Hídricos implementada pela Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992, o Estado do Ceará, juntamente com o Estado de São Paulo ficam na vanguarda do gerenciamento de recursos hídricos no cenário nacional.

No Ceará, os marcadores políticos e institucionais que, inicialmente, pavimentam o caminho para a implementação da política estadual de recursos hídricos nos anos 1990, aparecem a partir da década de 1970, com a construção e operação do Sistema Hidráulico - Açudes Pacoti, Riachão e Gavião – e a criação de uma estrutura institucional – Superintendência de Obras Hidráulicas do Estado do Ceará (SOEC-1971), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE-1972) e Fundação

Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME-1972)¹ – que posteriormente sofreriam adequações para montagem do arranjo institucional implantado, no final dos anos 1980.

Em 1983 dois marcadores aparecem no cenário cearense: a criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH) - através da Lei n.º 10.840 - e a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos. As formações iniciais do referido Conselho não possibilitavam uma proporção equilibrada entre seus membros representantes, sendo a grande maioria representantes de instituições dos governos estadual e federal. Somente a partir dos anos 2000, um representante dos Comitês de Bacias Hidrográficas passa a ter assento no CONERH. O Plano Diretor, mais conhecido como Plano Zero, foi resultado de um esforço do Governo do Ceará após um período de seca (1979-1983).

É seguramente a partir de 1987 que o Governo do Estado do Ceará dar um passo adiante quanto à estruturação da política de gestão das águas no Ceará (AQUINO, 2019), criando a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH e a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA.

Outro marco fundamental na (re)estruturação do sistema de gestão de água no Ceará foi a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH, aprovado em fevereiro de 1991 e que culminou com a da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei n.º 11.996, de 24 de julho de 1992) e instituição do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.

Na década de 1990, o arranjo institucional ganha novos atores relevantes para a implementação do modelo cearense de gestão dos recursos hídricos: a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH) e os colegiados de participação pública.

¹Em 15 de dezembro de 1987, através da lei Nº 11.380 (D.O. 17/12/87), a FUNCEME teve seu nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.



A criação da COGERH em 1993 inaugura um outro formato de gestão, alinhado ao modelo gerencial, cujos atores que lhe dão vida conectam experimentação, articulação e vivência para forjar o modelo cearense, tornando-a o centro de articulação da implementação da política estadual de recursos hídricos. Este modelo, criado localmente, é marcado por uma dupla singularidade (formato jurídico e interlocução com a sociedade) que, encontrou solo fértil para o seu desenvolvimento em função da existência de um tripé articulado: universidade, consultorias locais do setor de recursos hídricos e setor público. A COGERH para implementar tal política movimentou uma gama de atores com interesses conflitantes e profissionais com formação multidisciplinar que, em arenas públicas, debatem os usos de águas e suas prioridades, definem as liberações de águas dos açudes monitorados com base em cenário de alocação, estabelecem acordos e publicizam conflitos alocativos do estado – a alocação negociada (AQUINO, 2019).

A alocação negociada de água, invenção local de caráter participativo e deliberativo gestada pela COGERH na região do Jaguaribe em 1994, passou gradativamente por aprimoramentos e foi sendo difundida para as demais regiões hidrográficas do estado. Embora não seja legalmente reconhecida como instrumento de gestão, a alocação negociada de água goza de longa legitimidade social, cuja credibilidade decorre das repostas apresentadas fruto da mobilização de sistemas de conhecimentos - hidrologia, operação técnica e participação social.

A alocação negociada insere-se no eixo de atuação da COGERH denominado de gestão participativa, em conjunto com outros campos de atuação, a saber: operação e manutenção da infraestrutura hídrica, monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos, estudos e projetos, implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e desenvolvimento institucional.

Em relação aos instrumentos de gestão, destacam-se no modelo cearense os planos de recursos hídricos, que a partir de 2021 existirão para todas as regiões hidrográficas, inclusive as regiões hidrográficas dos Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba, ora em desenvolvimento.

A cobrança pelo uso da água bruta que está implementada em todo o território cearense. O Ceará, inclusive, foi o pioneiro na implementação deste instrumento. A 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 – utilizada 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 execução das suas atividades (SILVA, 2015, p. 52).

A outorga também integra a lista de instrumentos de gestão e figura

como alocação de água de longo prazo, implantada no início dos anos 1990. A outorga se trata de um ato descritivo do estado - uma autorização de uso - presente em todas as regiões hidrográficas do Ceará.

A política em questão prevê que a gestão das águas seja compartilhada. Nesse caso, cabe à SRH se articular, através da celebração de convênios, tanto com a ANA quanto com o DNOCS. No caso da ANA, esta poderá delegar ao Estado do Ceará o direito de outorgar o uso de recursos hídricos em seu território. Quanto ao DNOCS, a relação se estabelece mediante a celebração de convênios de cooperação técnica que possibilitem a gestão compartilhada dos recursos hídricos da União, além da operação conjunta dos reservatórios sob sua responsabilidade no Estado do Ceará. Além disso, prevê a possibilidade de celebração de convênios de cooperação técnica com os estados vizinhos no mesmo sentido de propiciar a gestão compartilhada das águas superficiais e subterrâneas de interesses comuns, com a participação da ANA.

É oportuno ressaltar ainda o protagonismo da COGERH na gestão das águas no Ceará. Trata-se de uma instituição que está na ponta do processo, atuando fortemente junto aos CBH's como secretaria-executiva e por isso mesmo atua por vezes na mediação de conflitos para a tomada de decisões (especialmente no que se refere à alocação de águas).

Importante ressaltar que embora o SIGERH agregue um número específico de instituições, o último período de seca iniciado em 2012 impôs um maior estabelecimento de relações interinstitucionais para garantir o abastecimento de água para a população. Em 2015 foi criado o Comitê Integrado de Combate à Seca, coordenado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA). Participaram do Comitê, no âmbito estadual, dentre outras, a SRH, SOHIDRA, EMATERCE e Defesa Civil. Contou também com a Associação dos Municípios do Estado do Ceará

(Aprece), Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará (Fetraece) e Federação da Agricultura e Pecuária do Ceará (Faec). Em 2015 foi lançado o Plano Estadual de Convivência com a Seca. O Plano contemplou ações “emergenciais, estruturantes e complementares para cinco eixos de atuação: segurança hídrica, segurança alimentar, benefícios sociais, sustentabilidade econômica, e conhecimento e inovação”. Contemplou, portanto, desde a perfuração de poços em zona rural e urbana até a instalação de chafarizes, dessalinizadores e construção de adutoras de montagem rápida, dentre outras.

Percebe-se que o arranjo institucional que molda o modelo cearense de gestão dos recursos hídricos sofreu alterações ao longo do tempo tanto em função de mudanças fruto da reforma pública do estado e da necessidade de ampliação de entes colegiados participativos para a execução da política. Tal modelo ao ser implantado na década de 1990 toma não apenas a bacia hidrográfica como unidade de planejamento conforme preconiza a legislação de recursos hídricos. Ela traz e reconhece como campo de atuação outras escalas –vales perenizados, açudes, trechos de rios, canais- que se distinguem pelas relações sociais que engendram e os usos das águas, muitas vezes conflitantes, que comportam, oportunizando uma gestão que considera a complexidade hídrica, ambiental e social que existem nas regiões hidrográficas. Tal processo traz como marca importante a participação social efetivada pela atuação conjunta com comitês de bacias hidrográficas, comissões gestoras, comissões de operação, câmaras técnicas.

A formação de Comitês de Bacias Hidrográfica 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. O

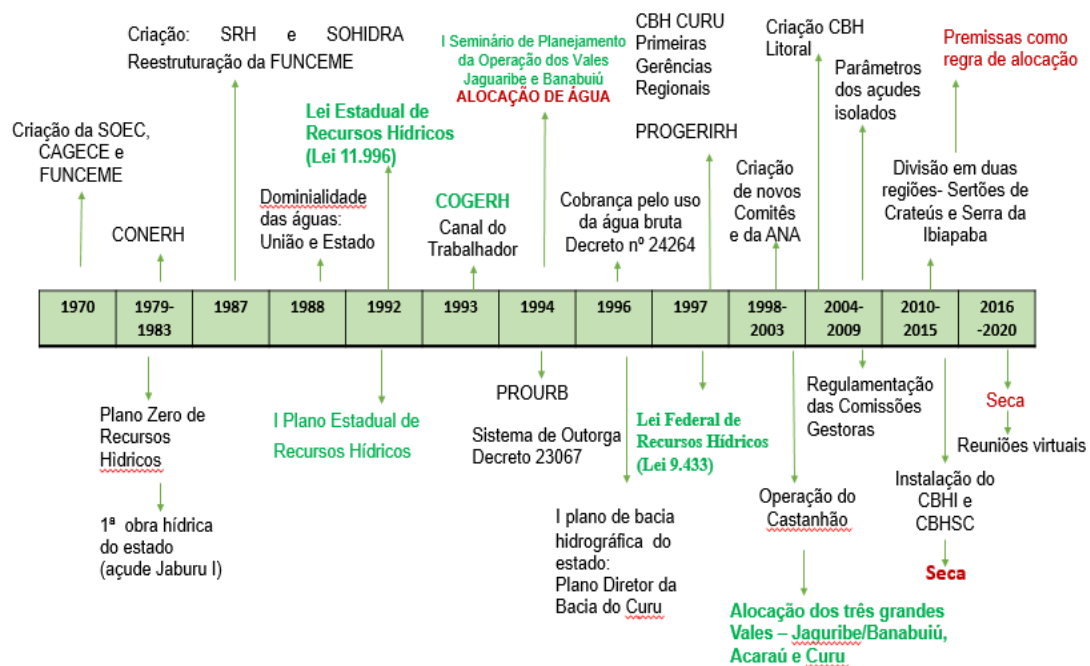
primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica foi o da Região hidrográfica do Curu em 1997. Atualmente todas as Regiões Hidrográficas possuem comitê de bacia.



5ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO CBHSC – Foto: CBH Sertões de Crateús

Os principais marcadores políticos-institucionais da política de recursos hídricos do Ceará e seus antecedentes podem ser observados na Figura 8.1 e Tabela 8.1.

FIGURA 8.1. PRINCIPAIS MARCOS POLÍTICOS-INSTITUCIONAIS DA POLÍTICA CEARENSE DE RECURSOS HÍDRICOS.



Fonte: Aquino, 2020.

TABELA 8.1. MARCOS POLÍTICOS E INSTITUCIONAIS DA GESTÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ.

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
1954	Criação da UFC	
1970	Empresas de consultoria	Formação de um corpo de profissionais para o setor de recursos hídricos/elaboração dos planos diretores de bacia
1970	Construção e Operação do Sistema Hidráulico/ Açudes Pacoti, Riachão e Gavião	DNCOS e Governo do Estado do Ceará – SOSP/CAGECE
1971	Estruturação das divisões de poços e de açudes na Superintendência de Obras e Serviços Públicos - SOSP	Perfuração de Poços Tubulares e apoio a Construção de pequenos Açudes
1972	Criação da Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME)	Recebeu esse nome em função do programa de nucleação artificial Histórico/Nucleação/Fase atual
1979	Seminário realizado pela Assessoria de Recursos Hídricos do Governo do Estado.	Desse encontro saíram duas proposições: criação de um Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a elaboração de um Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANO ZERO) Criação de uma secretaria executiva dentro da SOSP
1979-1983	Seca	Movimentos de resistências dos trabalhadores rurais e acirramento das formas de dominação no campo; Frentes de serviços
1982	1ª obra hídrica do estado	Projeto e construção do Açude Jaburu I, através da Comissão Especial (1979 /82)
1983	Criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - CONERH	Lei n.º 10.840, de 10 de outubro de 1983.
1983	Plano Diretor de Recursos Hídricos	Considerado o Plano Zero de Recursos Hídricos, coordenado pela CODETEC /SEPLAN (1983 /84)
1987	Criação da SRH – Lei estadual nº 11.306	Criada para avaliar a infraestrutura existente, planejar e executar a política estadual de recursos hídricos.
1987	Criação da SOHIDRA	Lei nº 11.380 Executar as obras de infraestrutura hídrica
1987	Reestruturação da Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas – FUNCEME	Em 15 de dezembro de 1987, através da lei Nº 11.380 (D.O. 17/12/87), a FUNCEME teve seu <u>nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos</u> , passando a ser vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.
1987-1988	Primeiros planos sobre gestão de águas	Planos de Bacia (Jaguaribe e Metropolitana) e o Estudo Estratégico da Ibiapaba Período marcado pela discussão sobre a criação ou não de órgão gestor específico
1988	Constituição Federal	Dominialidade pública da água, mas não possibilita a gerencia federal para águas estocadas cujas obras tenham sido construídas com recursos da União.
1989-1990	Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH	Início da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos Empresas/Consultorias responsáveis pela elaboração: VBA Consultores – engenharia de sistemas

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		hídricos Ltda., SIRAC – Serviços Integrados e Consultoria Ltda. e AGUASOLOS – Consultoria de Engenharia Ltda
1991/1992	Programa de Adutoras Regionais	Adutoras contidas no PLANERH
1992	Lei Estadual Nº 11.996	Instituiu a política estadual de recursos hídricos e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH no Ceará antes da lei Federal de 1997 Período marcado pela discussão sobre a criação ou não de órgão gestor específico
1992	Açude Pacajus	Construído pela CAGECE
1993	Seca	Os reservatórios da região metropolitana não conseguem mais atender a demanda local por água
1993	Canal do Trabalhador	Construção em 90 dias sob responsabilidade da CAGECE para viabilizar a transferência de água para Fortaleza a partir dos açudes Orós e Banabuiú.
1993	Criação da COGERH – Lei estadual 12.217/93	Órgão de administração indireta do estado regida pela lei das sociedades anônimas
1994	1º Concurso público COGERH	Ocorre simultaneamente como o concurso da FUNCEME. Primeiro concurso no país para o setor de recursos hídricos Realizado em Fortaleza e São Paulo Das 40 vagas ofertadas, apenas 21 foram preenchidas (engenheiros civil, hidráulicos, elétrica, agrônomo, administradores e sociólogos).
1994	Conflito Orós-Lima Campos	Primeira situação de conflito que a COGERH teve que atuar.
1994	1º Seminário dos Usuários das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú	Participação de 63 instituições Início do processo de Macro Alocação Negociada de Água Definição dos procedimentos metodológicos que posteriormente passam a ser replicados em outras bacias hidrográficas do estado
1994	Comissão Permanente dos Usuários dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú,	Constituída por 24 instituições, torna-se embrião dos Comitês das sub bacias que serão criados na região do Jaguaribe.
1994	Comissões de usuários nos açudes que não integravam o vale perenizado	Inicialmente, não foi houve uma definição padrão da nomenclatura dessas comissões em função da preferência da equipe técnica da COGERH. Recebeu as seguintes denominações: comissão de usuários, conselhos gestores de sistemas hídricos, comissão de operação, comissão de acompanhamento da operação, grupo gestor de açude.
1994	1º seminário da bacia do Curu	31 instituições
1994	Início da implantação da outorga	Decreto 23.067
1994	PROURB	Dividido em dois componentes (desenvolvimento urbano vinculado a Secretaria de Desenvolvimento Urbano -SDU, e recursos hídricos a cargo da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará- SRH) Contrato assinado em 1995.

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
1995	1º Seminário dos Usuários das Águas do Vale do Curu	85 instituições, 154 representantes Criada Comissão dos Usuários de Água do Vale do Curu
1995	Adutora da Ibiapaba	O projeto teve início em 1991
1996	Plano Diretor da Bacia do Curu	PROURB/CE/COGERH com a SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda
1996	Implantação da Cobrança – Decreto nº 24.264	Setores de saneamento e indústria Valores faturados pela CAGECE que repassava 50% do arrecado para a COGERH referente a ETA gavião 1 fatura em dezembro de 1996.
1997	CBH Curu	Formação do 1º comitê de bacia do estado e 2º do país, com 60 membros
1997	Instalação das primeiras Gerências Regionais da COGERH	Gerência da Bacia do Médio e Baixo (1ª) e Gerência da Bacia do Curu e Litoral (2ª)
1997	Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH Piloto (1997 – 2002)	Projeto financiado pelo Banco Mundial, com o propósito de dar suporte técnico à interligação de bacias do estado.
1998	Implantação do programa Águas do Vale (1998-2001)	Experiência piloto de compensação financeira em período de escassez, desenvolvido na região do Jaguaribe até 2001. A ideia do programa estava relacionada com transferência de risco entre os irrigantes do DIJA e PIMN (realocação de água) Programa propunha aumentar a eficiência do uso da água na agricultura irrigada. Alguns resultados: aumento do número de outorga (adesão de 2.414 usuários do programa), implantação do sistema de cobrança para o setor de irrigação, capacitações técnicas e inadimplência dos irrigantes
1999	Instalação dos CBHS Estrutura organizacional	Instalação CBH Médio Jaguaribe Instalação CBH Baixo Jaguaribe Estrutura: Criação da superintendência de águas subterrâneas
1999	Planos de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe	EngeSoft
2000	Agência Nacional de Água-ANA	Lei federal 9.984
2000	Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba	Montgomery Watson/ EngeSoft
2000	Gerência Regional	GR Serra da Ibiapaba e dos Sertões de Crateús
2001	Gerência Regional	GR Sobral
2001	Planos de Gerenciamento das Águas das Bacia Metropolitanas	Empresa de consultoria VBA
2002	Instalação CBH Banabuiú	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Instalação CBH Alto Jaguaribe	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Instalação CBH Salgado	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Gerência Regional	GR Quixeramobim e Iguatu
2002	Conclusão do açude Castanhão (1998-2002)	Ampliação de oferta hídrica
2003	Início da operação do Castanhão	Altera a dinâmica do Vale do Jaguaribe

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
2003	Implantação do CBH Metropolitana	Ampliação da rede de atores sociais
2003	Ampliação da cobrança pelo uso da água bruta para outros setores – Decreto nº 27.271	Irrigação, piscicultura, carcinicultura, água mineral e outros.
2004	Instalação dos CBH Acaraú	Ampliação da rede de atores sociais
2004	Elevada disponibilidade hídrica	
2004	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho I, que vai do Açude Castanhão até Morada Nova, tem 55 de km de extensão
2005	Plano Estadual de Recursos Hídricos	Atualização do plano de 1992
2006	Marco Regulatório	Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 547
2006	Instalação CBH Coreaú	Ampliação da rede de atores sociais
2007	Resolução CONERH Nº 002	Regulamenta as Comissões Gestoras, que ficam a cargo dos CBHs
2009	Período de cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2009	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho II . Começa no Açude Curral Velho e estende-se ao longo de 45,9 km, até a Serra do Félix; Inauguração do trecho III compreende 66,3 km de extensão e está localizado entre a Serra do Félix e o Açude Pacajus.
2010	Lei Estadual 14.844	Revoga a lei 11.996/92
2010	Planos de Bacias – Acaraú, Coreaú, Litoral e Metropolitana	Planos participativos
2011	Seminário de Integração entre as Comissões Serra e Sertão, no dia 18 de maio de 2011	Sub-divisão da Bacia Poti-Longa em duas regiões hidrográficas: Serra da Ibiapaba e sertões de Crateús. A resolução do CONERH que divide as duas bacias foi publicada no Diário Oficial do Estado em 1º de fevereiro de 2012.
2011	Batimetria do açude Jaburu I	A capacidade de acumulação do que estava estimada em 210 passou para 141 milhões de metros cúbicos
2012	Resolução do CONERH que divide as duas bacias- Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba	O estado passa a ter 12 regiões hidrográficas
2012	Criação do CBH da Serra da Ibiapaba e do CBH Sertões de Crateús.	Comitês instalados em 2013
2012	Seca	Início do período prolongado de seca
2014	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho IV, que liga o Açude Pacajus ao Açude Gavião, com uma extensão de 33,9 km; Inauguração do trecho V, que interliga o Açude Gavião ao Complexo Industrial do Porto do Pecém, com 55 km de extensão.
2015	Criação do Comitê Integrado de Combate à Seca Grupo de Segurança Hídrica	Formação de uma câmara técnica para tratar das questões de recursos hídricos que desencadeou a constituição do Grupo de segurança hídrica
2016 -2017	Encargo Hídrico Emergencial	Decreto Nº32.044/2016 Decreto Nº32.159(24/02/2017) Decreto Nº32.305 (11/08/2017)

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
2016	Projeto Malha d'Água	Contrato No 01/PfoR/SRH/CE 2016 foi assinado em 18 de maio de 2016. Implantação de uma rede de adutoras de água tratada.
2018	Plano de Ações estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará	
2019	Fonte Estadual de Recursos Hídricos	Criado pela Lei 16852 (20/03/2019) Regulamentado pelo Decreto 33175 (02/08/2019)
2021	Novo Marco Regulatório	Resolução N° 82, Capacidade de armazenamento dos reservatórios

Fonte: Adaptado de Aquino 2019.

8.3 O processo da divisão da bacia hidrográfica do Poti-longá

No estado do Ceará perdurou até 2011 uma configuração territorial definida no Plano Estadual dos Recursos Hídricos de 1992 que indicava a existência de 11 regiões hidrográficas: Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú, Metropolitanas, Curu, Litoral, Acaraú, Coreaú e Poti-Longá. Esta configuração é alterada quando se instala de forma sequencial um período de seca, iniciado em 2012, que afeta todas as regiões, muito embora algumas apresentem graus distintos de severidade. O estado passa a dispor de 12 regiões hidrográficas.

Para a execução das ações no campo dos recursos hídricos na região há a atuação de instituições federais – ANA e DNOCS – e estaduais – SRH e sua vinculada COGERH – com o propósito de estabelecer uma cooperação mútua numa porção territorial do Ceará que possui rios que correm em direção ao Piauí, dando-lhe uma configuração de bacia federal.

No entanto, antes da definição da RHSC, a porção territorial da qual fazia parte sofre modificações na sua nomenclatura. No Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1992, é citada como Bacia do Parnaíba. A definição desse nome decorreu de uma escolha técnica que considerou que suas águas drenariam em direção ao estado do Piauí, descartando outros aspectos físicos, ambientais e culturais. Este fato associado a

existência de uma pequena inserção do território Cearense na Bacia do Parnaíba – apenas 5% da área total da Bacia do Rio Parnaíba – evidenciaram a inadequação de tal nomenclatura para designar a região (COGERH, 2011; Relatório 2013).

Já em 2004 recebe nova denominação – Bacia do Poti-Longá – em função do Projeto de Gestão Compartilhada das Bacias Hidrográficas dos Rios Poti e Longá, que resultou no Marco Regulatório de 2006.

Ambas as nomenclaturas não consideraram a heterogeneidade da região que abriga características hídricas bem distintos – uma porção com maiores precipitações e outra mais marcada pelo clima do sertão – diferenças sociais, predomínio de atividades agrícolas distintas, distinções culturais e ambientais, elementos acionados em 2011 como justificativa para a proposição da divisão da antiga bacia Poti-Longá.

O processo de subdivisão da Bacia Poti-Longá, o qual se deu de forma participativa sob coordenação da COGERH, contou com a realização do Diagnóstico Institucional do Parnaíba que ocorreu em dois momentos: em 2004 - realizado numa parte dos municípios, quando do Projeto de Gestão Compartilhada das Bacias Hidrográficas dos Rios Poti e Longá, e complementado em 2008, com a inclusão dos municípios que não haviam sido incorporados na primeira etapa.

O diagnóstico institucional figura como um momento de sensibilização dos atores locais sobre a importância da gestão das águas, do projeto de gestão compartilhada da região hidrográfica dos Rios Poti e Longá e de conhecimento da dinâmica institucional e organizacional existente. As informações obtidas nestes eventos propiciaram a definição da metodologia para a formação do Comitê da Bacia. Optou-se pela formação das chamadas Comissões Pró-Comitê - Sertão e Serra - e a realização de dois Seminários Institucionais, seguido de um

encontro integrador para definir a formação de um único comitê ou dois colegiados (BOUTY et al, 2014; Idem, 2011).

Foram compostas duas comissões, já antevendo a possibilidade de duas sub-bacias: Comissão do Sertão (Município de Crateús), formada por 28 componentes, em 17 de dezembro de 2008 e a Comissão da Serra (Município de São Benedito), formada por 21 componentes em 03 dezembro de 2009 (Ibidem, 2014, p.5).

Após um processo de capacitação, as duas comissões indicaram por meio de plenárias, os componentes do Grupo Executivo que viabilizaria a respectiva subdivisão da Bacia Poti-Longá. Também fizeram parte da comissão, de forma paritária, representantes da Secretaria de Recursos Hídricos – SRH e COGERH.

É realizado o Seminário de integração pró-comitês da bacia hidrográfica dos Sertões de Crateús e da Serra da Ibiapaba para definir com os membros das comissões a articulação e organização para a criação do comitê na Bacia do Poti/Longá. A questão era saber se seria constituído um único Comitê de bacia ou um para cada região. Por unanimidade, os participantes deliberaram pela existência de dois CBHs denominados de Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Para formação dos colegiados foram escolhidos delegados que constituíram o chamado pró-comitê. Os representantes dos comitês foram eleitos em momento posterior e a decisão foi encaminhada por ofício ao CONERH (Conselho Estadual dos Recursos Hídricos), sendo aprovada pela respectiva instância. A resolução do CONERH que divide as duas bacias foi publicada no Diário Oficial do Estado em 1º de fevereiro de 2012.

8.4 Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões dos Crateús

A Região Hidrográfica dos Sertões dos Crateús guarda peculiaridades quanto ao arranjo institucional adotado para a implementação da Política Estadual De Recursos Hídricos. Por estar inserida numa bacia hidrográfica Federal – a Bacia do Parnaíba - agrega outros atores sociais: ANA e o Comitê Federal do Parnaíba (em processo inicial de formação).



BARRA VELHA, INDEPENDÊNCIA – Foto: Danilo Florindo

Ela foi a última região hidrográfica a constituir formalmente o comitê de bacia (2012), junto ao comitê da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, embora a Gerência Regional tenha sido instalada na região

ainda em 2000, no município de Crateús. Tal demora para a implantação do CBH - quando comparada as outras Regiões Hidrográficas do Estado - decorre das discussões iniciais não consensuais quanto ao escopo desse ente colegiado e das diferenças físicas das áreas. O debate girava em torno de duas questões: seria criado naquela área um comitê estadual único ou um comitê federal? Como agregar em um mesmo comitê, caso seja estadual, duas realidades tão distintas como os sertões e uma área úmida que é a serra?

Antes mesmo que a formação do Comitê Federal do Parnaíba fosse formalizada, o Estado do Ceará cria o CBH dos Sertões de Crateús (CBHSC) através do Decreto Estadual 31.061, de 22 de novembro de 2012, sendo instalado no ano seguinte (07 de março de 2013). O CBHSC é um colegiado de caráter consultivo e deliberativo que segue a mesma lógica de representação dos demais CBHs do Estado. O CBHSC é constituído por 30 instituições/membros assim distribuídas: 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:

- I. Representação de entidades dos usuários de águas da bacia, em percentual de 30% (trinta por cento);
- II. Representação das organizações civis de recursos hídricos, em percentual de 30% (trinta por cento);
- III. Representação de órgãos estaduais e federais, em percentual de 20% (vinte por cento);
- IV. Representação do poder público dos municípios localizados na bacia hidrográfica dos Sertões do Crateús, em percentual de 20% (vinte por cento).

Atualmente o CBHSC está contando com 29 membros, havendo uma vacância no segmento Poder Público Estadual ou Federal, antes ocupado pelo IBAMA. As diretorias do CBHSC nos biênios 2013-2015, 2015-2017 e 2017-2019 estão apresentadas na Tabela 8.2.

TABELA 8.2. DIRETORIAS DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS – CBHSC.

Diretoria 2013 - 2015			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Wanderley Marques de Sousa	Prefeitura Municipal de Crateús	Poder Público Municipal
vice-presidente	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil
Diretoria 2015 - 2017			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Wanderley Marques de Sousa	Prefeitura Municipal de Crateús	Poder Público Municipal
vice-presidente	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil
Secretário-Adjunto	Cícero Lacerda de Deus	Prefeitura Municipal de Quiterianópolis	Poder Público Municipal
Diretoria 2017 - 2019			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil
Vice-presidente	Cícero Lacerda de Deus	Prefeitura Municipal de Quiterianópolis	Poder Público Municipal
Secretário	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário-Adjunto	Leandro Aguiar de Oliveira	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF	Poder Público Federal
Diretoria 2019 - 2021			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil
Vice-presidente	Cícero Lacerda de Deus	Prefeitura Municipal de Quiterianópolis	Poder Público Municipal
Secretário	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário-Adjunto	Francisco Teobaldo Gonçalves Marques	Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal - ASSUSSA	Usuário

O Poder Público Municipal é composto por representantes de 6 prefeituras, dispostos na Tabela 8.3. Devido ao arranjo institucional do CBHSC, mesmo estando inseridas na bacia, as prefeituras de Ararendá,

Ipaporanga e Ipueiras, não possuem representantes diretos no CBH, apesar de participarem das reuniões.

Embora 02 municípios também estejam inseridos na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, Ipueiras e Poranga, estes optam por participar das reuniões deliberativas no Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús, principalmente em razão da distância.

TABELA 8.3. COMPOSIÇÃO DO CBHSC - PODER PÚBLICO MUNICIPAL.

ORGÃO
Prefeitura de Crateús
Prefeitura de Independência
Prefeitura de Novo Oriente
Prefeitura de Poranga
Prefeitura de Quiterianópolis
Prefeitura de Tamboril

Conforme Regimento Interno do CBH dos Sertões de Crateús são membros natos os órgãos estaduais e federais encarregados da gestão de recursos hídricos: 01 (um) representante do órgão gestor de recursos hídricos do Ceará e 01 (um) representante do órgão federal responsável pela operação dos açudes de domínio da União no Estado do Ceará, ou seja, a SRH e o DNOCS, respectivamente. A seguir, vê-se a representação do Poder Público Estadual e Federal (Tabela 8.4).

TABELA 8.4. COMPOSIÇÃO DO CBHSC - PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL.

ÓRGÃO
CODEVASF
EMATERCE
SEMA
SRH
DNOCS
1 VACÂNCIA

Em relação a composição do setor sociedade civil, que são entidades que desenvolvem atividades relacionadas aos recursos hídricos, meio ambiente ou organizações sociais, estão presentes sindicatos, entidades religiosas e ongs. Os nove representantes deste segmento estão apresentados na Tabela 8.5.

TABELA 8.5. COMPOSIÇÃO DO CBHSC – SOCIEDADE CIVIL.

ENTIDADE
Área Pastoral Nossa Senhora do Bom Sucesso
Associação Caatinga
Associação dos Professores de Independência – APROFI
Cáritas Diocesana de Crateús
Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Estado do Ceará – FETRAECE
Instituto Agropolos do Ceará
Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Independência
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Quiterianópolis
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Tamboril

O segmento “usuários” é definido, segundo os dispositivos regimentais do CBHSC, as pessoas jurídicas, públicas ou privadas, que utilizam recursos hídricos como: I – insumo em processo produtivo ou para consumo final; II – meio para a prática de atividades de produção e consumo.

Deste segmento na CBHSC estão as companhias de abastecimento, e representantes de grupos específicos de usuários (Indígenas, Pescadores, Agricultores), a Tabela 8.6 apresenta a lista das 9 entidades que compõe o CBHSC.

TABELA 8.6. COMPOSIÇÃO DO CBHSC – USUÁRIOS DE ÁGUA.

ENTIDADE
Associação Comunitária de Malhada Vermelha e Região
Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Grotá
Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal – ASSUSA
Associação dos Vazanteiros de Independência
Colônia de Pescadores Z – 58 Novo Oriente
Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE
Conselho dos Povos Indígenas: Tabajara, Calabaça e outros de Poranga e Região – CIPO
Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Ipaporanga
Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR

Ainda segundo o Regimento Interno, a organização do Comitê se fará a partir da composição das seguintes instâncias: uma plenária, uma diretoria e uma secretaria-executiva. A diretoria será eleita para um mandato de 02 (dois) anos, podendo ser reeleitos por um único período subsequente, independente da representatividade. Já o mandato dos membros do Comitê será pelo período de 04 (quatro) anos, podendo ser reeleitos.

Vale destacar que os cargos de presidente e vice-presidente só poderão ser exercidos por membros do Comitê pertencentes aos setores da sociedade civil, usuários ou poder público municipal. Já a Secretaria-Executiva é composta por técnicos da COGERH, os quais devem prestar apoio técnico, administrativo e financeiro com o propósito de garantir o funcionamento do CBHSC.

Outro aspecto relevante na dinâmica institucional do CBH dos Sertões do Crateús é a sua relação com o Comitê Federal do Rio Parnaíba (que abrange os estados de Piauí, Ceará e Maranhão), o qual ainda está em processo de formação. A questão central que preocupa as pessoas envolvidas no gerenciamento das águas, e qual será o desenho da tomada de decisão para usos alocadas quando o Comitê Federal iniciar

sua atuação na região, principalmente associado a liberação de águas no Açude Fronteiras, em construção, tal reservatório possui área de drenagem praticamente igual a delimitação da região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Está previsto que o Comitê Federal será composto por um total de 50 membros, sendo que o Ceará terá direito a 8 representantes. Inclusive possui assento na diretoria provisória. Atualmente, as reuniões da Diretoria Provisória acontecem de modo remoto, mas não houve avanço quanto à realização dos seminários para a formação do Comitê.

O CBH dos Sertões de Crateús se utiliza dos seguintes instrumentos de gestão: outorga, fiscalização e monitoramento (uso irregular da água e perfuração de poços) e cobrança.



O CBHSC elaborou o Plano de Capacitação e o Plano Comunicação do colegiado. Os documentos contemplaram um cronograma das atividades para o período de 2020-2023. Nos Planos foram definidas ações para divulgação e visibilidade do comitê: criação de redes sociais

Facebook, Instagram e YouTube, produção do vídeo institucional do comitê e de *spots* sobre as ações do colegiado, campanhas ambientais e datas comemorativas com temáticas para sensibilização e conservação hídrica e ambiental, voltadas para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Com a pandemia do COVID, a dinâmica das reuniões do CBHSC foi alterada. Em função da necessidade de isolamento social e respeito aos decretos do Governo e municípios, os encontros passaram a ocorrer por meio remoto. Com isso, alguns membros assíduos, em especial os representantes dos usuários, que moram nas comunidades rurais, deixaram de participar ou estão com participação limitada por problemas de acesso e/ou qualidade da internet. Por outro lado, em termos quantitativos, o CBHSC preserva o mesmo quantitativo médio de participantes (entre 23 e 24 membros). Contudo, a qualidade dessa participação é limitada justamente pela precariedade da conexão à internet. Fato que traz um novo desafio ao funcionamento do arranjo institucional.

8.4.1 Câmaras Técnicas

Conforme o artigo 19 do regimento interno do CBHSC as câmaras técnicas devem ser criadas a partir de proposta fundamentada do presidente ou de no mínimo 1/3 do colegiado, e pode funcionar em caráter permanente ou temporário.

Na RHSC existem duas câmaras técnicas, a do Meio Ambiente, e a do Plano de Recursos Hídricos, ambas criadas em abril de 2021.

Câmara Técnica do Meio Ambiente

A câmara técnica do meio ambiente foi criada em 14 de abril de 2021, a partir da resolução N° 04/2021, composta por 10 integrantes, todos com mandato de 4 anos e direito a voto, e divididos conforme exposto a seguir:

- 03 instituições do plenário do CBHSC
- 04 membros da diretoria do CBHSC
- 01 representante da UFC – Campus Crateús
- 01 representante do IFCE – Campus Crateús
- 01 representante do Sindicato dos Professores de Crateús

A câmara possui duração permanente e só pode ser extinta com aprovação de 2/3 do colegiado do CBHSC.

No artigo 6º da resolução de criação da câmara estão expostos a sua competência, descrita a seguir.

- Acompanhar, analisar, estudar e emitir parecer sobre as questões ambientais quando for solicitada pela diretoria do CBHSC
- Acompanhar e emitir parecer sobre as ações, projetos e campanhas ambientais vinculados ao CBHSC
- Propor ações educativas e campanhas de sensibilização ambiental na bacia hidrográfica dos Sertões de Crateús
- Realizar visitas técnicas quando solicitado pela plenária do CBHSC
- Apresentar relatórios, pareceres e propostas decorrentes dos trabalhos para apreciação e deliberação do CBHSC
- Organizar e coordenar anualmente a realização de eventos em datas comemorativas como o Dia Mundial da Água e Dia Mundial do Meio Ambiente
- Exercer competências que lhe forem especialmente delegadas pela plenária do CBHSC

Eventuais decisões tomadas na câmara de meio ambiente devem ser consensuais ou por meio de votação da maioria dos membros, em caso de empate a decisão é dada pelo coordenador da câmara. Após as decisões tomadas na câmara, estas devem ser editadas em proposição de resolução e levada a votação junto a plenária CBHSC.

Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos

A Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos foi criada em 14 de abril de 2021, a partir da resolução N° 05/2021, sendo composta por 10 integrantes, todos com mandato de 4 anos e direito a voto, e divididos conforme exposto a seguir:

- 04 (quatro) instituições do plenário do CBHSC;
- 04 (quatro) membros da diretoria do CBHSC;
- 01 (um) representante da Universidade Federal do Ceará – UFC campus Crateús;
- 01 (um) representante do Instituto Federal do Ceará – IFCE campus Crateús;
- 01 (um) representante da UECE/FAEC.

A câmara foi criada considerando que o Plano de Recursos Hídricos é instrumento de gestão essencial a conservação dos recursos hídricos e sustentabilidade da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús, e deve servir ao poder público como instrumento para orientar a plena implementação da Política de Recursos Hídricos; e principalmente que compete ao Comitê propor a elaboração e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

É importante destacar que tal câmara foi criada de maneira oportuna para prestar informações, apoio técnico, examinar e relatar ao plenário do CBHSC assuntos relacionados ao Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

A câmara possui duração permanente e só pode ser extinta com aprovação de 2/3 do colegiado do CBHSC. No artigo 6º da resolução de criação da câmara estão expostos a sua competência, descritos a seguir.

- Acompanhar o processo de elaboração e execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia;
- Elaborar os pareceres e apresentar ao plenário os relatórios sobre metas e ações estabelecidos no Plano de Recursos Hídricos;
- Acompanhar a revisão e a implementação do Plano de Recursos Hídricos e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- Propor a organização de atividades, pautas e eventos sobre as ações estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos;
- Reportar à plenária do CBHSC as discussões e recomendações realizadas no âmbito desta Câmara Técnica.

Eventuais decisões tomadas na câmara devem ser consensuais ou por meio de votação da maioria dos membros, em caso de empate a decisão é dada pelo coordenador da câmara. Após as decisões tomadas na câmara, estas devem ser editadas em proposição de resolução e levada a votação junto a plenária CBHSC.

É relevante destacar que as atribuições da câmara técnica não se limitam a Elaboração do Plano, aqui apresentado, mas também compete a câmara fiscalizar e dar efetividade as proposições contidas neste documento, ao longo do horizonte de projeto.

8.4.2 Comissões Gestoras (CG)

Conforme o Art. 46 do novo regimento interno do CBHSC - Decreto nº 33.072 de 21 de maio de 2019 - as comissões gestoras são organismos de

bacia vinculados ao CBH, que auxiliam na gestão dos recursos hídricos, sejam lagos naturais ou artificiais. Cada comissão deve conter pelo menos um membro do CBHSC, e os membros da CG terão mandato de 4 anos.



É de responsabilidade do CBHSC a formação e manutenção das CGs, e sua composição deve seguir o preconizado pelo CONERH quanto à representação por segmentos. As ações realizadas pelas CGs deverão ser informadas ao CBHSC, e o CBH deve providenciar os encaminhamentos das ações, sempre discutidas em plenário.

As CGs são compostas por plenário e secretaria, e as eleições dos membros devem ser realizadas em assembleia convocada pelo CBHSC. A definição do secretário é feita após a eleição dos membros da CG, e tais membros elegem o responsável por tal cargo. A secretaria da CG é subordinada à secretaria geral do CBHSC.

As CGs, conforme Art. 52 do Decreto 33.072, possuem as seguintes atribuições:

- Definir o calendário de suas reuniões;
- Apoiar a gestão dos sistemas hídricos e do seu entorno;
- Promover, de forma conjunta com o CBH Sertões de Crateús e os órgãos gestores de recursos hídricos, a Assembleia de Alocação objetivando o estabelecimento da Alocação Negociada de água;
- Propor critérios de uso racional dos sistemas hídricos, respeitando os múltiplos usos;
- Promover debates sobre a preservação ambiental e o uso sustentável da água junto aos usuários do respectivo sistema hídrico;
- Apoiar os órgãos gestores de recursos hídricos na atualização do cadastro dos usuários da respectiva bacia e no monitoramento das decisões tomadas no âmbito da Alocação Negociada de água;
- Comunicar ao CBHSC as decisões adotadas quanto a Alocação Negociada de água;

Atualmente existem seis comissões gestoras na RHSC, são elas:

- CG do Açude Barra Velha – início das atividades em 30/10/2008
- CG do Açude Carnaubal – início das atividades em 26/08/2010
- CG do Açude Colina – início das atividades em 22/10/2010
- CG do Açude Flor do Campo – início das atividades em 29/02/2012
- CG do Açude Jaburu II – início das atividades em 06/12/2013
- CG do Açude Sucesso – início das atividades em 28/05/2014

Foi informado que as CGs do Açude Jaburu II e do Açude Sucesso tiveram as suas atividades paralisadas, mas que a gerência de Crateús pretende a retomada das atividades assim que possível.

As tabelas 8.7 a 8.12 apresentam as atividades das comissões gestoras dos açudes Carnaubal, Flor do Campo, Jaburu II, Sucesso, Colina e Barra Velha.

TABELA 8.7. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE CARNAUBAL.

	Data	Evento	Local	Município
01	26/08/2010	Seminário Institucional para Formação do açude Carnaubal	Centro Vocacional Tecnológico - CVT	Crateús
02	30/09/2010	Reunião para Eleição e Posse da GC do açude Carnaubal	Centro Vocacional Tecnológico - CVT	Crateús
03	10/02/2011	Capacitação da CG do açude Carnaubal	Centro Vocacional Tecnológico - CVT	Crateús
04	17/04/2012	Visita técnica ao açude Carnaubal e Reunião de discussão do Regimento Interno da CG	Açude Carnaubal e Centro Vocacional Tecnológico - CVT	Crateús
05	22/05/2012	Reunião de Planejamento das ações da CG do açude Carnaubal	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Crateús	Crateús
06	01/08/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Auditório do SISAR	Crateús
07	06/08/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Auditório do SISAR	Crateús
08	17/10/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Crateús	Crateús
09	24/10/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Gerência Regional da COGERH	Crateús
10	13/11/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Crateús	Crateús
11	26/11/2012	Reunião da CG do açude Carnaubal	Gerência Regional da COGERH	Crateús
12	16/05/2013	Reunião extraordinária da CG do açude Carnaubal	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Crateús	Crateús
13	07/08/2018	Seminário Institucional para Formação do açude Carnaubal	Auditório da CAGECE	Crateús
14	23/10/2018	Posse e Capacitação da CG do açude Carnaubal	Auditório da CAGECE	Crateús
15	28/01/2019	1ª Reunião Ordinária da CG do açude Carnaubal	Auditório da CAGECE	Crateús
16	25/06/2019	2ª Reunião Ordinária da CG do açude Carnaubal	Auditório da CAGECE	Crateús
17	12/02/2020	3ª Reunião Ordinária da CG do açude Carnaubal	Auditório da CAGECE	Crateús
18	18/08/2020	4ª Reunião Ordinária da CG do açude Carnaubal	Virtualmente por meio do aplicativo cisco webex	-
19	12/02/2021	5ª reunião ordinária da CG do açude Carnaubal	virtualmente por meio do aplicativo Microsoft Teams	-
20	05/08/2021	6ª reunião ordinária da CG do açude Carnaubal	virtualmente por meio do aplicativo Microsoft Teams	-

TABELA 8.8. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE FLOR DO CAMPO.

	Data	Evento	Local	Município
01	29/02/2012	Seminário Institucional para Formação do açude Flor do Campo	Escola Estadual Coelho Mascarenha	Novo Oriente
02	14/03/2012	Reunião da Formação da CG do açude Flor do Campo	Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais	Novo Oriente
03	29/03/2012	1ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	Câmara Municipal	Novo Oriente
04	14/05/2012	Visita técnica ao açude Flor do Campo	Açude Flor do Campo	Novo Oriente
05	30/05/2012	1ª Reunião Extraordinária da CG do açude Flor do Campo	Câmara Municipal	Novo Oriente
06	30/10/2012	Capacitação da CG do açude Flor do Campo	Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais	Novo Oriente
07	28/08/2013	2ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	Câmara Municipal	Novo Oriente
08	27/11/2013	3ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	Capela de São José – Comunidade de Jaguaribe	Novo Oriente
09	Junho/2016	Diagnóstico Institucional do açude Flor do Campo (não foi concluído)	-	Novo Oriente
10	Setembro /2018 a Fevereiro/ 2019	Diagnóstico Institucional do açude Flor do Campo	-	Novo Oriente
11	30/04/2019	Seminário Institucional para Formação do açude Flor do Campo	Câmara Municipal	Novo Oriente
12	27/06/2019	Posse e Capacitação da CG do açude Flor do Campo	SINOPSE	Novo Oriente
13	30/10/2019	4ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	SINOPSE	Novo Oriente
14	14/01/2020	Visita técnica ao açude Flor do Campo	SINOPSE	Novo Oriente
15	06/02/2020	5ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	SINOPSE	Novo Oriente
16	02/09/2020	6ª Reunião Ordinária da CG do açude Flor do Campo	Virtualmente por meio do aplicativo cisco webex	-

TABELA 8.9. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE JABURU II.

	Data	Evento	Local	Município
01	06/12/2013	Seminário Institucional para Formação do açude Jaburu II	Auditório da Prefeitura Municipal de Independência	Independência
02	13/12/2013	Reunião da Formação da CG do açude Jaburu II	Sede da ASSUSAdo açude Jaburu II	Independência
03	12/02/2014	1ª Reunião Ordinária da CG do açude Jaburu II	Sede da ASSUSAdo açude Jaburu II	Independência
04	30/04/2014	Capacitação da CG do açude Jaburu II	Sede da ASSUSAdo açude Jaburu II	Independência

TABELA 8.10. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE SUCESSO.

	Data	Evento	Local	Município
01	28/05/2014	Seminário Institucional para Formação do açude Sucesso	E.E.F.M Jäder de Figueredo Correia – Distrito Sucesso	Tamboril

TABELA 8.11. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE COLINA.

	Data	Evento	Local	Município
01	22/10/2010	Seminário Inventário Ambiental do Açude Colina: “Fatores Condicionantes da Qualidade das Águas”.	Espaço Cultural Raimundo Vieirado Vale	Quiterianópolis.
02	24/05/2012	Seminário Institucional para formação da Comissão Gestora do Açude Colina.	Câmara Municipal	Quiterianópolis.
03	20/06/2012	Reunião de Formação da Comissão Gestora do Açude Colina.	Câmara Municipal	Quiterianópolis.
04	23/07/2012	Reunião para Discussão do Regimento Interno e Plano de Ação da Comissão Gestora do Açude Colina.	Auditório da Secretaria de Educação	Quiterianópolis.
05	20/09/2012	Reunião de Planejamento das Ações da Comissão Gestora do Açude Colina.	Câmara Municipal	Quiterianópolis.
06	16/10/2012	Reunião para escolha dos Secretários da Comissão Gestora do Açude Colina.	Câmara Municipal	Quiterianópolis.
07	31/10/2012	Primeira Capacitação para os membros da Comissão Gestora do Açude Colina.	Centro Comunitário Paroquial	Quiterianópolis.
08	23/09/2013	Reunião da Comissão Gestora do Açude Colina.	Salão Comunitário São José	Quiterianópolis.
09	22/10/2013	Reunião da Comissão Gestora do Açude Colina.	Câmara Municipal	Quiterianópolis.
10	31/05/2016	Seminário Institucional para Formação da Comissão Gestora do Açude do Colina	Câmara Municipal	Quiterianópolis
11	14/09/2016	Deliberação do CBHSC criando aCG do açude Colina	-	-
12	15/09/2016	Capacitação da CG do açude Colina	Câmara Municipal	Quiterianópolis
13	24/05/2019	1ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Colina	Casa Paroquial	Quiterianópolis
14	26/09/2019	2ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Colina	Câmara Municipal	Quiterianópolis

TABELA 8.12. ATIVIDADES DA COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE BARRA VELHA.

	Data	Evento	Local	Município
01	30/10/2008	Seminário Institucional para Formação da Comissão Gestora do Açude Barra Velha	Centro Pastoral	Independência

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

	Data	Evento	Local	Município
02	27/11/2008	Eleição e Posse da Comissão Gestora do Açude Barra Velha	Rutilo Esporte Clube - REC	Independência
03	30/04/2009	1ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Fundação Senhor Pires	Independência
04	16 e 17/06/2009	Capacitação da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares - STTR	Independência
05	04/11/2009	Visita técnica ao açude Barra Velha	Açude Barra Velha	Independência
06	24/11/2009	I Seminário de sensibilização socioambiental do açude Barra Velha	Fundação Senhor Pires	Independência
07	08/04/2010	2ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares - STTR	Independência
08	28/04/2011	Capacitação da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Fundação Senhor Pires	Independência
09	17/01/2012	Seminário de Renovação da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Centro Cultural Abigail Marques	Independência
10	21/03/2012	3ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares - STTR	Independência
11	12/11/2013	4ª Reunião Ordinária da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Sindicato dos Servidores	Independência
12	Dezembro de 2013	Visita técnica ao açude Barra Velha	Açude Barra Velha	Independência
13	10/12/2019	Seminário Institucional para Renovação da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Fundação Senhor Pires	Independência
14	12/03/2020	Posse e Capacitação dos membros da Comissão Gestora do açude Barra Velha	Fundação Senhor Pires	Independência
15	28/08/2020	5ª reunião ordinária da CG do Barra Velha	virtualmente por meio do aplicativo Cisco Webex	-
16	18/12/2020	6ª reunião ordinária da CG do Barra Velha	virtualmente por meio do aplicativo Cisco Webex	-
17	30/03/2021	7ª reunião ordinária da CG do Barra Velha	virtualmente por meio do aplicativo Microsoft Teams	-
18	18/08/2021	8ª reunião ordinária da CG do Barra Velha	virtualmente por meio do aplicativo Microsoft Teams	-

9 ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA

Este capítulo trata acerca da alocação de água, dos conflitos identificados e das estratégias utilizadas para lidar com a seca iniciada em 2012, na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús. As discussões mostradas no capítulo baseiam-se na análise das informações contidas nas atas das reuniões do CBHSC, nas atas das comissões gestoras dos açudes da região, das reuniões de alocação e acompanhamento da operação realizadas com usuários, além dos relatos e entrevistas com grupo focal formado por técnicos da Gerência Regional de Crateús e das respostas do questionário aplicado aos membros do CBHSC (a análise deste está presente no Capítulo 10).

9.1 Alocação Negociada de Água

A alocação negociada da água é um processo de divisão de um bem comum entre diferentes agentes que, geralmente, têm interesses conflitantes (SOUZA FILHO, 2021, p. 3/Projeto Alocar, 2021d). Ela ocorre em dois níveis: o primeiro nível está situado nos açudes e sistemas hídricos isolados, que não se integram com outro açude ou sistema hídrico. Nesses casos, foram formadas as comissões gestoras ou comissões de operação (ou comissões de usuários de água, ou ainda conselhos gestores de sistemas hídricos); o segundo nível é o dos grandes vales perenizados (quando se tem um conjunto de açudes e sistemas hídricos que se integram e perenizam o vale de um grande rio, tendo repercussão regional).

O I Seminário de Planejamento da Operação dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú, ocorrido em julho de 1994, no município de Jaguaribe, foi a primeira experiência de alocação negociada de água no Ceará. O êxito desse evento proporcionou a reprodução dele em outros sistemas hídricos do estado, a partir de uma ideia de maior inserção do campo

político-institucional e participativo no gerenciamento de recursos hídricos. O processo da alocação, então, propõe uma decisão sociopolítica para a resolução dos conflitos relacionados à utilização das águas e não mais uma decisão meramente tecnicista.



CÂNION DO RIO POTI – Foto: Ewerton Torres

A alocação negociada busca lidar de uma forma mais participativa com a distribuição dos recursos hídricos, suas complexidades e seus conflitos. Para isso, ela aparece como solução baseada na deliberação

pública sobre o uso desses recursos em interlocução com os comitês de bacias, para os vales perenizados, e, também, com as comissões gestoras, quando existentes, para os açudes isolados. Na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, a deliberação acontece nos dois níveis (CBHSC e comissões gestoras), pelo menos em “situações normais”, como disse um dos técnicos presentes no grupo focal. A plenária do CBHSC debate acerca dos cenários ou faixas de vazão para os açudes isolados e as comissões gestoras determinam qual será a vazão liberada, dentro desses cenários ou faixas pré-estabelecidos.

O ritual da alocação ocorre durante todo o ano, com concentração das atividades entre os meses de março e novembro (Projeto Alocar, 2021a). Nas proximidades do mês de junho, período das reuniões de alocação, essas atividades são intensificadas, principalmente as “destinadas à preparação da operação dos açudes que abriga as reuniões para definição das diretrizes e para construção dos cenários” (Ibidem). Esse ritual ocorre de forma adaptada a cada bacia hidrográfica, gerência regional e comitê, mas, em linhas gerais, ocorrem as seguintes atividades: o levantamento de dados; reuniões ampliadas com a diretoria, logística; mobilização dos atores (CBH, usuários e órgãos); reuniões da gerência regional; e a interlocução com o CBH, comissões e/ou câmaras técnicas. Contudo, em alguns casos, como quando o açude se encontra em níveis muito baixos, não há alocação, já que não há água; além de casos em que há conflitos alocativos que vão para instâncias além do nível das comissões gestoras e, no contexto pandêmico de 2020 e 2021, com a dificuldade de realização de reuniões com essas comissões, a decisão das vazões não é feita pelas CGs, mas pela plenária do CBHSC.

9.2 Vazões alocadas

O CBHSC tem como uma de suas atribuições a definição dos parâmetros ou cenários das vazões para a alocação negociada, que são posteriormente levados para deliberação nas reuniões das comissões gestoras ou comissões de operação dos açudes. Nesse processo participam representantes membros do CBH, técnicos da COGERH, usuários locais das águas e outros convidados relacionados com os recursos hídricos locais.



A Tabela 9.1 mostra as vazões aprovadas entre os anos de 2013 e 2021 pelo CBHSC e pelas comissões gestoras dos açudes. Essas informações foram retiradas das atas das reuniões de alocação do comitê e das comissões gestoras. Há que se lembrar ainda que os reservatórios da Região Hidrográfica permaneceram secos a maior parte do período abordados nas atas. Apenas Barragem do Batalhão, Carnaubal e Colina tiveram alguma recuperação em 2018 e um pouco mais significativa em 2020.

TABELA 9.1. VAZÕES APROVADAS E REALIZADAS NOS AÇUDES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Data	Açude/Barragem	Vazões aprovadas	Vazões Realizadas
24.05.13 (1ª Reunião Ordinária do CBHSC)	Barra Velha	De 40L/s a 60L/s	De 40L/s a 60L/s
	Jaburu II	De 10L/s a 100L/s	50 L/s
26.04.12 (4ª Reunião Ordinária do CBHSC)	Carnaubal	80L/s a 100L/s	80L/s
	Barragem do Batalhão	80L/s a 100L/s	80L/s
	Flor do Campo	35L/s a 50 L/s	35L/s
	Barra Velha	30L/s a 35L/s	35L/s
	Realejo	20L/s a 30L/s	20L/s
	Jaburu II	5L/s a 20L/s	5L/s
14.07.15 (8ª Reunião Ordinária do CBHSC)	Barragem do Batalhão	111L/s	111L/s
	Realejo	20L/s	20L/s
	Barra Velha	30L/s	30L/s
	Cupim	25L/s	25L/s
	Jaburu II	45L/s	45L/s
	Colina	10L/s	10L/s
	Sucesso	10L/s	10L/s
23.06.16 (12ª Reunião Ordinária do CBHSC) e reuniões informativas nos sistemas hídricos isolados	Colina	15L/s	15L/s
	Flor do Campo	47L/s	47L/s
	Jaburu II	40L/s	40L/s
	São José III	9L/s	9L/s
	Sucesso	10L/s	10L/s
	Realejo	15L/s	15L/s
28.06.17 (15ª Reunião Ordinária do CBHSC)	Colina	17L/s	17L/s
	Cupim	25L/s	25L/s
	Flor do Campo	30L/s	30L/s
	Jaburu II	5L/s	5L/s
	Realejo	15L/s	15L/s
	São José III	7L/s	7L/s
	Sucesso	5L/s	5L/s
31.07.18 (19ª Reunião Ordinária do CBHSC), 14.08.18 (4ª Reunião Extraordinária do CBHSC e reuniões informativas nos sistemas hídricos isolados)	Barra Velha	40L/s (apenas nos meses de julho, setembro e novembro)	40L/s (julho, setembro e novembro)
	Cupim	40L/s (apenas nos meses de agosto, outubro e dezembro)	40 L/s (agosto, outubro e dezembro)
	Jaburu II	5L/s	5L/s
	Barragem do Batalhão	45L/s	45L/s

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

	Carnaubal	95L/s	95L/s
	Colina	17L/s	17L/s
	Flor do Campo	40L/s	40L/s
	São José III	7L/s	7L/s
	Sucesso	7L/s	7L/s
09.07.19 (6ª Reunião Extraordinária do CBHSC)	Barragem do Batalhão	35L/s	
	Carnaubal	95L/s	95L/s
	Cupim	30L/s (apenas nos meses de julho e setembro) e 5L/s nos demais meses da operação	30L/s (apenas nos meses de julho e setembro) e 5L/s nos demais meses da operação
	Barra Velha	30L/s (apenas nos meses de agosto e outubro) e 5L/s nos demais meses da operação	30L/s (apenas nos meses de agosto e outubro) e 5L/s nos demais meses da operação
	Jaburu II	10 L/s (de julho a outubro) 40L/s de novembro a janeiro	10 L/s (de julho a outubro) 40L/s de novembro a janeiro
	Flor do Campo	45L/s	45L/s
	São José III	8L/s	8L/s
	Colina	20L/s	20L/s
	Sucesso	8L/s	8L/s
22.07.2020 (7ª Reunião Extraordinária do CBHSC)	Barragem do Batalhão	40L/s	40L/s
	Carnaubal	97L/s	97L/s
	Colina	20L/s	20L/s
	Flor do Campo	65L/s	65L/s
	São José III	11L/s	11L/s
	Sucesso	9L/s	9L/s
	Realejo	30L/s	30L/s
	Cupim	5L/s	5L/s
	Jaburu II	50L/s	50L/s
30.06.21 (12ª Reunião Extraordinária do CBHSC) e 20.07.21 (13ª Reunião Extraordinária do CBHSC)	Barragem do Batalhão	50L/s de julho a dezembro	-
	Carnaubal	100L/s de julho a novembro e 130L/s em dezembro e janeiro	-
	Colina	20L/s	-
	Flor do Campo	54L/s	-
	São José III	11L/s	-
	Sucesso	9L/s	-
	Cupim	8L/s	-

	Jaburu II	50L/s	-
	Realejo	172L/s em agosto, 239L/s em setembro, 170L/s em outubro e 30L/s de novembro a janeiro	-

Na Região Hidrográfica, os usos dos recursos hídricos são focados no abastecimento humano, em função da baixa disponibilidade hídrica. Entretanto, ainda há conflitos alocativos por conta da necessidade de certas comunidades agricultoras obterem água, agravados pelo contexto da escassez hídrica iniciada em 2012.

9.3 Conflitos pelo uso da água

Os conflitos pela água na RHSC foram identificados com base na análise das atas, na discussão do grupo focal e nos questionários preenchidos pelos membros do CBHSC.

Os principais conflitos percebidos pelo CBHSC, de acordo com o questionário, seriam:

- Conflitos entre usos: abastecimento humano x pecuária; abastecimento humano x irrigação; abastecimento humano x lazer.
- Conflitos entre usuários: irrigantes x vazanteiros.
- Conflitos de alocação: quebra de acordo de alocação.
- Outros conflitos: preservação de nascentes em propriedades privadas.

Esses conflitos destacados pelos membros do CBHSC corroboram, em boa parte, com os contidos nas atas e nas falas do grupo focal. Contudo,

as atas permitiram observar conflitos que ocorriam de forma recorrente. Entre esses conflitos, têm-se problemas relacionados a questões ambientais que podem afetar a qualidade da água, como queimadas, desmatamento, degradação das nascentes, ocupação das APP's e crescimento desordenado nos arredores dos corpos hídricos. Além desses problemas ambientais passíveis de afetar a qualidade das águas, há também grande destaque para os conflitos gerados pela mineração, lançamento de efluentes, aquicultura, pecuária e usos irregulares por pessoas.



Os conflitos gerados pelos problemas com a mineração são relacionados principalmente pela mineradora presente em Quiterianópolis, que há pelo menos 5 anos é geradora de conflitos na região hidrográfica com o carreamento de rejeitos no Rio Poti. Esse conflito envolve desde os membros do CBHSC até a população geral e órgãos estaduais relacionados ao meio ambiente. Nesse caso, a competência seria, principalmente, da SEMACE e da SEMA, mas também é colocado como pauta para fiscalização da COGERH, mesmo não sendo função específica, embora interfira nos recursos hídricos da Região Hidrográfica. A questão ainda não foi solucionada e as tentativas de solução por parte da mineradora foram insuficientes. Assim, é um

problema persistente na Região Hidrográfica e que constantemente entra em pauta nas reuniões do CBHSC, gerando preocupação no colegiado.

Quanto ao lançamento de efluentes, é observado esse problema no Açude Colina, com os esgotos da sede municipal de Quiterianópolis sendo lançados neste reservatório. Já acerca da aquicultura, ocorre principalmente conflitos relacionados à pesca predatória nos reservatórios, ocorrendo, também de forma irregular, no período de defeso, inclusive com casos de descarte de peixes mortos dentro de reservatórios.

Conflitos com pecuária também são recorrentes na região e ocorrem não somente por conta da prioridade de uso de água juntamente com o abastecimento humano quando em período de escassez hídrica, mas também devido a criações de animais nas margens dos reservatórios. Outro conflito observado foi relacionado aos usos indevidos dos açudes por pessoas, como para lazer e para destinação de embalagens de agrotóxicos e resíduos sólidos. Esses conflitos são comuns na região e, no caso do problema da pesca, pecuária, e dos usos inadequados, partem da conscientização dos indivíduos.

O Comitê dos Sertões de Crateús elaborou uma minuta para resolver a presença dos animais, mas quanto aos usos indevidos não pode tomar maiores medidas pois não há legislação que impeça a presença das pessoas nos açudes. Já o problema do esgotamento de Quiterianópolis foi levado como demanda do CBHSC para reunião com o governador.

Outros conflitos elencados são presença de cercas e barragens nas bacias dos reservatórios, poços irregulares, furtos e desvios de água, que podem dificultar a chegada das águas nas demais localidades. Foram observados também alguns casos de pequenos conflitos relacionados ao acesso às águas dos açudes, como na liberação de água do açude Jaburu II para o município de Independência e não para as

comunidades a jusante do reservatório, devido à situação crítica deste município quando não há disponibilidade de água suficiente nos açudes Barra Velha e Cupim. A situação ocasionou um árduo debate na plenária do comitê. Como tentativa de solução do conflito, foi encaminhado um ofício para o Grupo de Contingência (COGERH, CAGECE, SOHIDRA, SDA, entre outros órgãos) pedindo a limpeza e instalação de um poço profundo que já existia na Comunidade de Malhada Vermelha.

9.4 Estratégias de gestão de seca

A seca instalada em 2012 no Ceará e no restante da região Nordeste apresentou grande severidade e pôde mostrar os efeitos que esse evento acarreta não somente para os setores da irrigação e abastecimento humano, como também para o desenvolvimento humano/social e econômico. A seca atinge não apenas os atores que estão envolvidos diretamente com o uso e gerenciamento de recursos hídricos, mas a sociedade como um todo, podendo ocasionar uma situação de colapso não somente hídrico, mas também econômico e social.

O período de seca iniciado em 2012 fez com que os atores responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús tivessem que adotar uma série de estratégias a fim de mitigar os efeitos da escassez hídrica nos municípios da Região Hidrográfica. Ainda mais que, somado ao fato de ser uma região com pouca disponibilidade hídrica, também foi a terceira no estado do Ceará com maior grau de criticidade de água em 2015, um dos piores anos da seca.

De acordo com as informações obtidas através das atas das reuniões do CBHSC e do grupo focal, as principais medidas implementadas na Região Hidrográfica foram o uso de água subterrânea, com a instalação de uma grande quantidade de poços, e a instalação de adutoras de

engate rápido, que possuem menores custos e maior agilidade na construção, contudo, podem ter materiais de qualidade inferior quando comparadas às adutoras tradicionais. Também houve o abastecimento das populações dos municípios com carros-pipa.

Os poços eram construídos principalmente pela SOHIDRA. Por conta da grande quantidade de poços instalados na Região Hidrográfica, muitos não foram acompanhados ou outorgados e muitos se encontravam em situação irregular, o que demandava maior fiscalização da COGERH, mas, devido à grande quantidade desses poços, a demanda para a aplicação desse instrumento de gestão foi alta. Essas medidas mitigaram em certa medida os efeitos da seca em muitos municípios da região, como Independência, Novo Oriente, Ipaporanga e Ararendá. Contudo, segundo informações de um dos técnicos presentes no grupo focal, isso não é o ideal por conta da baixa vazão e da qualidade da água de alguns poços. No caso de Independência, por exemplo, uma grande quantidade dos poços perfurados não viabilizou água, ou tinham baixas vazões e com altos índices de salinidade, o que fez com que a situação do município ficasse mais delicada frente à escassez. No entanto, os poços que foram feitos nas margens do açude Flor do Campo, em Novo Oriente, ofereceram boas vazões e boa qualidade de água. Mas ainda com uma grande quantidade de poços perfurados, os municípios da Região Hidrográfica passaram por grandes dificuldades devido à indisponibilidade hídrica.

Segundo informado na ata da 8ª Reunião Ordinária do CBHSC, realizada em 14 de julho de 2015, a SRH havia tomado as seguintes medidas visando evitar o desabastecimento às sedes municipais da região: Instalação de um poço profundo e de dessalinizador em Ararendá, perfuração de 27 poços em Independência, 17 em Quiterianópolis, três em Novo Oriente e seis em Ipueiras, além da construção de adutoras. Também em 2015 foi construída a adutora do

açude Jaburu II para abastecer Independência, devido os açudes Cupim e Barra Velha estarem secos e os poços neste município não terem sido eficazes. Ainda mais, a água de lavagem de filtros foi reutilizada por meio da pequena adutora do açude da Prefeitura Municipal de Independência como medida para manter o abastecimento da sede municipal.

Como medida para garantir o abastecimento na sede municipal de Crateús, foi construída a maior adutora de engate rápido do Ceará até então, que utiliza água do Açude Araras, na Região Hidrográfica do Acaraú, e ligou as águas desse açude aos municípios de Nova Russas e Crateús. Isso pôde garantir uma melhor segurança hídrica à sede municipal deste município. Entretanto, houve problemas também com esta adutora, principalmente relacionados ao furto de água e vazamentos, considerando principalmente sua grande extensão, foi um desafio.

Como preconizado pela Lei das Águas de 1997 e pela Política Estadual de Recursos Hídricos, em caso de escassez hídrica, o uso das águas priorizará o abastecimento humano e a dessedentação animal. A medida foi devidamente realizada na Região Hidrográfica, ainda mais visto que esta não tem grandes irrigantes e o maior usuário é a CAGECE, que busca usar a água de forma racional e, atuando em conjunto com a COGERH, de maneira que o gerenciamento dos recursos consiga garantir água para meses posteriores. A fiscalização dos recursos hídricos se intensificou na região, assim como a colaboração de usuários da Região Hidrográfica para denunciar casos em que houvesse má utilização de água. Também eram solicitadas em algumas reuniões a ampliação de campanhas de conscientização da população para a problemática da seca e para o bom e racional uso da água. Dessa forma, pode-se observar como a atuação do CBHSC foi importante para lidar com o período da seca.

Assim sendo, é possível constatar que um planejamento para situações de seca na região é de grande importância para o desenvolvimento de um gerenciamento proativo, que possa compreender as vulnerabilidade e capacidades dos sistemas hídricos, dos usuários e dos gestores das águas, a fim de se conseguir minimizar as sequelas que esse evento pode ocasionar na realidade local.

9.5 Síntese das atas das reuniões ordinárias e extraordinárias do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús



A Tabela 9.2 mostra a síntese dos principais assuntos abordados nas reuniões ordinárias e extraordinárias do CBHSC, com especial atenção aos cenários e vazões deliberadas e os conflitos relatados, abordados no presente capítulo.

TABELA 9.2. SÍNTESE DAS ATAS DAS REUNIÕES ORDINÁRIAS E EXTRAORDINÁRIAS DO CBH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
24.05.13 (1ª Reunião Ordinária)	Barra Velha	C 01 - permanecer a liberação de 40L/s a 80L/s; C 02 - de 40L/s a 60L/s; C 03 - de 60 a 80L/s; C 04 - só 40L/s.	de 40L/s a 60L/s;	• Liberação do Açude Flor do Campo para abastecimento para Crateús. • Barramentos presentes em trechos do Açude Barra Velha	• Votação favorável a liberação de água do Açude Flor do Campo para o abastecimento do açude Carnaubal. • Decisão de liberação de água para o açude Carnaubal seria levada ao CONERH para que este desse apoio e se responsabilizasse pela questão.
	Jaburu II	C 01 - 10L/s, com essa vazão o reservatório chega no dia 01/01/14 com 0,4% de sua capacidade; C 02 100L/s durante os meses de junho, julho e agosto e depois reduzir para 10L/s, com essa liberação chega com 0,3% de sua capacidade	de 10L/s a 100L/s		
05.12.13 (2ª Reunião Ordinária)					• Criação e aprovação da Comissão Gestora do Açude Jaburu II. • Nota Técnica sobre a liberação de água do Açude Flor do Campo para o Açude Carnaubal.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
25.06.14 (4ª Reunião Ordinária - Alocação)	Carnaubal	Vazões de 80L/s, 100L/s e 130L/s	de 80L/s a 100L/s e depois que a CAGECE apresentar o plano de utilização, seja então feito a simulação e deliberada pela comissão do açude. Aprovado: 80 L/s	• CAGECE foi questionada sobre a qualidade da água que chega as residências em Novo Horizonte • Denúncia para o mau uso dos reservatórios e falta de consciência da população, devido a questão dos animais nos reservatórios.	• Fica combinado e aprovado que cada município indicará uma atividade realizada que será enviada ao presidente do CBHSC, Wanderley que definirá qual delas deverá ser encaminhada ao Fórum.
	Batalhão	de 80 L/s a 100 L/s.	80 L/s.		
	Flor do Campo	de 35L/s a 50 L/s	35 L/s.		
	Barra Velha	de 30 L/s a 35 L/s	35 L/s.		
	Realejo	de 20 L/s a 30 L/s	20 L/s.		
	Jaburu II	de 5 L/s a 20 L/s	5 L/s.		
05.03.15 (7ª Reunião Ordinária - Acompanha mento da Operação)				• Apresentação das Alocações dos Açudes; • Discussão sobre a qualidade da água no Açude Colina. • Conflitos causados pela contaminação da água por esgotos lançados e criação de animais nos reservatórios. Os problemas foram levados a instância jurídica estadual. • Conflitos com os proprietários não foram indenizados e hoje o leito da barragem está loteado.	• Fica decidido pelo plenário a eleição para renovação da diretoria do CBHSC; • A plenária é de acordo que permaneça a mesma diretoria e indicam Cicero Lacerda de Deus, representante da Prefeitura Municipal de Quiterianópolis, para o cargo de secretário adjunto.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
14.07.15 (8º Reunião Ordinária)				• Denúncia sobre a questão da mineração, caça e outras ações humanas nos corpos hídricos.	• Entrada da Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal no colegiado. • Subcomissão do CBHSC na formação do CBH Parnaíba: Prefeitura Municipal de Crateús, Associação dos Professores de Independência, Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Grota, Associação Comunitária dos Pescadores de Independência e Região, Colônia de Pescadores Z-39, Codevasf e Associação Comunitária dos Trabalhadores Rurais da Barra do Riacho Seco.
23.09.15 (9ª Reunião Ordinária)				• Denúncia sobre a falta de água no município de Independência e da possível falta de agilidade dos órgãos competentes sobre a questão.	• Encaminhamento de ofício para a SRH solicitando perfuração de poços na região de Canto dos Pintos.
01.12.15 (10ª Reunião Ordinária)				• Denúncia sobre o problema da pesca nos reservatórios em Independência. • Conflito entre pescadores de Novo Oriente e Independência.	
23.06.16. (12ª Reunião Ordinária)				• Denúncia de furtos de água por donos de propriedades privadas e vazamentos no trecho da adutora que liga o Açude Araras em Varjota a Crateús.	

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
01.09.16 (13ª Reunião Ordinária)	<i>*Definição da prioridade de uso da água a ser encaminhada ao CONERH.</i>	C 01 - 3º lugar indústria e 4º lugar irrigação; C 02 - 3º lugar irrigação e 4º lugar indústria	C 02 – 3º lugar irrigação e 4º lugar indústria vence a votação.	• A proposta será levada ao CONERH para análise de possível modificação da prioridade do uso de água anteriormente decidido no Fórum Cearense	
29.03.17 (2ª Reunião Extraordinária)				• Posse da nova diretoria do CBHSC, onde foram apossados: <i>Presidente: Nilce Pereira; Vice-Presidente: Cícero Lacerda; Secretário Geral: Enoch Saboia; Secretário Adjunto: Leandro Aguiar.</i>	
28.06.17 (15ª Reunião Ordinária)				• Presença de cercas construídas na bacia hidráulica do Açude Barra Velha, assim como registro de animais, plantações de hortaliças, currais e queimadas irregulares	
04.08.17 (16ª Reunião Ordinária)				• Problemas ambientais identificados no Rio Poti: disposição inadequada de resíduos sólidos, mineração de ferro no alto Poti, agricultura e pecuária predatória, caça e pesca criminosa, exploração de couro no alto cânion, exploração de ardósia na região do baixo cânion, desmatamento, queimadas e construção de barragens no alto curso do rio.	

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
31.07.18 (19ª Reunião Ordinária)				• Destaque para o problema de abastecimento na cidade de Independência.	• É acordado entre os presentes que é necessário o agendamento de uma reunião extraordinária do Comitê para que a situação de Independência, em especial do açude Jaburu II, seja discutida.
14.08.18 (4ª Reunião Extraordinária)				• Compensação ambiental na região do Lago de Fronteiras e alternativas para isso, como um programa voltado a recuperação das APPs dos reservatórios monitorados pela COGERH nos Sertões de Crateús • Discussão sobre o saneamento urbano de Quiterianópolis, uma vez que hoje a cidade conta com um sistema de coleta de esgoto que tem como destino o açude Colina; • Discussão sobre o risco de contaminação do rio Poti pela atividade Mineradora na região; • Denúncia sobre o despejo de embalagens de agrotóxicos no Jaburu II.	Demandas para serem enviadas ao governador: ▪ estudo sobre poluição ou não do Rio Poti e dos reservatórios da região pela atividade mineradora; ▪ compensação ambiental na região do Lago de Fronteiras e programa para recuperação das APPs; ▪ Melhoria no saneamento urbano de Quiterianópolis. ▪ A plenária decide pela não liberação de água do Jaburu II • Dificuldades de liberação de água pelo Jaburu II. Com a liberação, grande quantidade de água seria desperdiçada pela infiltração, pela evaporação e pelo armazenamento nas pequenas barragens, até chegar no local das irrigações, e considerando o volume do açude, o mesmo secaria e não seria possível irrigar as plantações até a colheita.
20.03.19 (5ª Reunião Extraordinária)				• Denúncia sobre o risco de rompimento de barragens sem manutenção localizadas em açudes particulares. • Denúncia sobre a mineradora presente em Quiterianópolis.	▪ Eleição de nova diretoria para o biênio 2019-2021. Presidente: Nilce; Vice-Presidente: Enoch; Secretário: Lacerda; Secretário Adjunto: Teobaldo.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
25.04.19 (23ª Reunião Ordinária)				• Questão das atividades da mineradora Globest em Quiterianópolis.	• Questão dos açudes que não são monitorados pela COGERH e que estão apresentando sérios problemas nas estruturas, inclusive com riscos de rompimento.
09.07.19 (6ª Reunião Extraordinária)				• Denúncia sobre animais presentes nas bacias hidráulicas dos reservatórios da região.	▪ Elaboração de resolução feita pelo CBHSC para resolver o problema da presença de animais nas bacias hidráulicas dos reservatórios.
04.12.19 (25ª Reunião Ordinária)				• Denúncia de que as obras da CE-351 estariam captando água do Rio Poti e retornando a água suja para o rio.	▪ Solicitação da presença de representantes da SOP na reunião seguinte para debater sobre os efeitos da construção da CE-351 para o Rio Poti. ▪ Conflito com a Superintendência de Obras Públicas (SOP) sobre a construção da estrada CE-351, que poderia interferir no Rio Poti, ocasionando enchentes e transtornos as comunidades localizadas próximas ao rio. A questão foi esclarecida e resolvida com a presença de engenheiro da SOP na reunião

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
20.02.2020 (26ª Reunião Ordinária)				Impactos ambientais da mineração em Quiterianópolis..	- Aprovação da criação da Comissão Gestora do Açude Barra Velha. - Solicitação ao Governo do Estado para realizar estudo sobre os impactos ambientais causados pela mineradora localizada em Quiterianópolis. - SEMACE apresentaria estudo sobre o problema da mineração em Quiterianópolis na reunião seguinte.
22.07.2020 (7ª Reunião Extraordinária - Cenarização de alocação para abastecimento humano)	Barragem do Batalhão Carnaubal Colina Flor do Campo São José III	35 L/s - CAGECE 5 L/s - Consumo humano na bacia do açude. 125 L/s - Sede Municipal de Crateús 90 L/s - CAGECE 2 L/s - SISAR 5 L/s - Consumo de animais e pequenos usos domésticos na bacia do açude. 16 L/s - CAGECE 4 L/s - Uso na bacia do açude. 42 L/s - CAGECE 5 L/s - SISAR 5 L/s - Demais usos na bacia 13 L/s - Percolação. 9 L/s - SAAE Ipaporanga 2 L/s - Demais usos		- Denúncia feita pela CG do Açude Flor do Campo sobre o desmatamento em terras públicas a jusante do reservatório. Foi encaminhado relatório a SRH após visita técnica da COGERH ao local. - Denúncia sobre aglomerações e uso de jet-ski no Açude Cupim. O policiamento local foi acionado e a questão do jet-ski no local foi encaminhada a Capitania dos Portos. - Problemas com adutoras da região por conta do furto de água.	Problemas com bancos de areia, barragens e cercas em trecho do Açude Jaburu II.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
	Sucesso	7 L/s - CAGECE 2 L/s - Demais usos			
	Realejo	25 L/s - Irrigação 5 L/s - Usos difusos na bacia do açude			
	Barra Velha	Sem uso (seco)			
	Cupim	5 L/s - Usos difusos na bacia (próximo de secar)			
	Jaburu II	30 L/s - CAGECE 18 L/s - Irrigação na bacia do açude 2 L/s - Abastecimento da Comunidade de Jaburu (sem liberação)			
11.08.2020 (8ª Reunião Extraordinária)	Jaburu II	Cenário para a operação 2020.2: 30 L/s - CAGECE 2 L/s - Comunidade no entorno do açude 18 L/s - Irrigação a montante do açude.		• Conflito sobre a liberação de água do Jaburu II para as comunidades a jusante do reservatório ou para o município de Independência. Foi concordado não liberar a água para as comunidades. • Comprometimento de uso do Jaburu II para abastecer Independência, pois é o único reservatório que pode oferecer segurança hídrica ao município. A situação do leito do rio obstruído impede a liberação de água do Jaburu II para outras localidades.	• Foi acordada a não liberação de água do Açude Jaburu II para as comunidades a jusante. • Encaminhado ofício para o Grupo de Contingência (COGERH, CAGECE, SOHIDRA, SDA) solicitando com urgência a limpeza e instalação de um poço profundo, já perfurado, na Comunidade de Malhada Vermelha.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
29.09.20 (27ª Reunião Ordinária)					• Criação de grupo de trabalho para a utilização dos recursos oriundos do Procomitês. • Prorrogação do mandato da CG do Açude Colina por um ano devido as dificuldades para realizar reuniões no contexto pandêmico. • CG's do Jaburu II e do Sucesso não foram reativadas e renovadas por conta da pandemia.
03.11.2020 (28ª Reunião Ordinária)				• Discussão sobre o trecho do Rio Poti sendo poluído pela mineradora de Quiterianópolis. As ações tomadas pela mineradora para conter a poluição não foram suficientes. A questão foi encaminhada ao Ministério Público e seria alvo de ação civil pública. O problema dura pelo menos 5 anos. • O material liberado pela Globest no Açude Flor do Campo estaria causando prejuízo aos pescadores de Novo Oriente.	• Aprovação da proposta de utilização dos recursos obtidos juntos ao Procomitês: 1. Ações de proteção, enriquecimento com espécies nativas e conservação da nascente do Rio Poti e da Gruta do Fundão, em Quiterianópolis; 2. produção e divulgação em pelo menos uma rádio de nove municípios da bacia de spots sobre o CBHSC ou sobre temas relevantes sobre meio ambiente e recursos hídricos; 3. Produção de vídeo institucional do CBHSC. • Sugestão de prorrogação do mandato do colegiado por um ano. Um ofício com a questão foi enviado para o CONERH fazendo a solicitação.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
22.12.2020 (29ª Reunião Ordinária)				• Denúncia sobre a pesca irregular nos reservatórios RHSC no período de defeso (iniciado em 15 de novembro e findado em 15 de março). O Plano de Comunicação do CBH buscará ter atividades de conscientização dos pescadores para o período de defeso e será enviado ofício solicitando apoio de órgãos de fiscalização, como Polícia Ambiental de Sobral e SEMACE) • Denúncia acerca da presença de banhistas nos açudes Jaburu II e Flor do Campo. O Plano de Comunicação contemplará ações de conscientização em parceria com as secretarias municipais de meio ambiente. Uma comissão seria criada para levar o problema ao Ministério Público. • Representante do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Quiterianópolis externa sua preocupação com possibilidade de carreamento dos rejeitos da mineração realizada pela Globest para o leito do rio Poti e, consequentemente, para o açude Flor do Campo, uma vez que nas chuvas desse ano houve rompimento das caneletas que visavam conter o material e até agora nada foi feito para consertá-las ou para construir outro método de contenção desses rejeitos; • O colegiado discute sobre a pesca	• Formação e criação do Grupo de Trabalho para a construção do Plano de Capacitação e do Plano de Comunicação do CBHSC. Membros: Diretoria do CBHSC, Associação Caatinga, Cáritas Diocesana e SRH. • Aprovação do ofício enviado ao CONERH solicitando a prorrogação do mandato dos membros do CBHSC por 1 ano. ▪ O Dep. Estadual Acrísio Sena participa da reunião e discute sobre a situação da Mineradora Globest. Ele destaca que, em relação a qualidade da água, o NUTEC atesta que houve contaminação da água no leito do rio Poti e do açude Flor do Campo.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
				irregular nos reservatórios da bacia dos Sertões de Crateús no período de defeso, período iniciado em 15 de novembro e que termina em 15 de março.	
23.02.21 (30ª Reunião Ordinária)					
14.04.21 (31ª Reunião Ordinária)				• O representante a Colônia de Pescadores informa que a pesca predatória não vem acontecendo apenas no período de defeso, ele relata que atualmente está acontecendo pesca predatória com uso de mecanismos para assustar os peixes de maneira que eles fujam e caiam nas redes. Ele comenta que essa prática está tornando a pesca no açude Flor do Campo insustentável. Além disso, ele destaca outras práticas predatórias, como: descarte dos peixes mortos dentro do próprio reservatório, apodrecendo a água, por parte de pescadores que vem de fora; o desmatamento da Área de Preservação Permanente - APP do açude Flor do Campo; o uso indiscriminado de agrotóxico	• Aprovação do Plano de Capacitação do CBHSC (2020-2023); • Criação da Câmara Técnica para o Plano de Bacia;

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
04.05.2021 (9ª Reunião Extraordinária)					- Realização da consulta pública para a criação da APA do Boqueirão do Poti e do Parque Estadual do Cânion Poti - A justificativa para criar a APA é preservar fragmentos ainda conservados de vegetação; garantir o fluxo gênico das espécies que habitam os dois lados do Grint da Ibiapaba, dividido pelo rio Poti; preservar as nascentes naturais existentes na região e garantir a recarga hídrica do aquífero que permite a perenidade do rio Poti no trecho de seu cânion e o abastecimento de diversas comunidades
19.05.2021 (10ª Reunião Extraordinária)					- Formação dos GTs por eixos que irão trabalhar os objetivos estratégicos; - validação dos conceitos estratégicos;
16.06.2021 (11ª Reunião Extraordinária)				- É solicitado que no plano de recursos hídricos dos Sertões de Crateús sejam mencionados os problemas ambientais de Quiterianópolis: - A situação do açude Colina, pois, segundo Sr. João, existe o lançamento de esgoto de boa parte da sede urbana do município no referido reservatório; - O uso excessivo de agrotóxico no município; - A situação de vários barramentos que chegaram a romper no de 2020 e que, segundo ele, até o momento não viu nenhuma ação por parte do município, do estado e nem da união em relação a situação; - A situação causada pelo rejeito da mineradora Globest, que, de	Apresentação do Plano de Bacias para a Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
				acordo com seu relato, assoreou o rio Poti nas proximidades da mineradora; - o A prática de pesca predatória, sendo que ela não ocorre apenas no período de defeso, mas a todo tempo, com utilização de malha abaixo do permitido, assim como a utilização de técnicas para assustar o peixe através de motores nas canoas; - o A presença de lixo na margem do reservatório que são deixados por banhistas e também por pescadores que não são registrados na colônia; - o A questão dos esgotos da sede municipal de Quiterianópolis que atualmente uma parte é lançada para dentro do açude Colina; - o A presença de animais, currais e cercados na bacia dos reservatórios;	
30.06.21 (12ª Reunião Extraordinária)	Barragem do Batalhão	46L/s - CAGECE 4L/s - usos difusos na sua bacia hidráulica		• Relato de que está acontecendo queimadas nas margens do açude Jaburu II;	• o Comitê aprova por unanimidade a operação desses reservatórios conforme as simulações apresentadas;
	Carnaubal	90L/s - CAGECE (até Dezembro) 120L/s - CAGECE (a partir de Dezembro) 2L/s - SISAR 8L/s - usos difusos na sua bacia hidráulica			
	Flor do Campo	42 L/s - CAGECE 5 L/s - do SISAR 5L/s - usos difusos na bacia hidráulica 1,5 L/s - percolação			

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // AGOSTO DE 2021

Data	Açude/ Barragem	Cenários Apresentados	Vazões Aprovadas	Conflitos	Decisões Importantes
		existente no reservatório			
	Jaburu II	30 L/s - CAGECE 2 L/s - abastecimento da comunidade do entorno do açude 18 L/s - irrigação na bacia hidráulica do açude			
	Cupim	7 L/s - CAGECE 1 L/s - uso difusos na bacia			
	Colina	16 L/s - CAGECE 4 L/s - usos difusos na bacia			
	São José III	9 L/s - SAAE 2 L/s - usos difusos na bacia			
	Sucesso	7 L/s - CAGECE 2 L/s - demais usos na bacia			
	Realejo	C 01 – 30 L/s (usos na bacia hidráulica) C 02 – 108 L/s (usos na bacia hidráulica + produção de feijão) C 03 – 100 L/s (usos na bacia hidráulica + produção de milho) C 04 – 166 L/s (usos na bacia hidráulica + produção de feijão + produção de milho)	C 04* 166 L/s (usos na bacia hidráulica + produção de feijão + produção de milho)	• Preocupação com a liberação de água para a produção de grãos, uma vez que, devidos às incertezas de recarga do reservatório, poderia ocorrer escassez de água nos anos vindouros; • Preocupação com a questão do uso de agrotóxico, que geralmente acontece nessas áreas irrigadas e que levam risco para a água do reservatório;	• O Comitê agenda para o dia 20 de julho a 13ª reunião extraordinária do CBHSC para discutir a alocação do açude Realejo

*aprovado na 13ª reunião extraordinária do CBHSC

10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS NA RHSC

A oferta de água está diretamente associada à segurança das infraestruturas hídricas que a viabilizam, dentre as quais se destacam as adutoras, canais e barragens. A manutenção dessas estruturas é fundamental na medida em que estão submetidas a riscos de naturezas diversas - hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos, eletromecânicos e operacionais, dentre outros - que demandam ações pautadas, sobretudo, na gestão de riscos.



BARRAGEM MAMOEIRO, ANTONINA DO NORTE – Foto: Cassio Sales

Vários acidentes com barragens foram registrados no Brasil nas últimas décadas. O ano de 2015 foi marcado pelo maior acidente com barragem já registrado no país em termos de impactos socioeconômicos – o da

barragem do Fundão em Mariana. Não é um caso isolado. Somente em 2004 estima-se que mais de 300 barragens, de diversos tamanhos e tipos, tenham se rompido em todo o país; a maioria por incapacidade de suportar os eventos extremos ocorridos naquele ano (MENESCAL, 2004).

Neste contexto, foi sancionada a Lei Federal nº 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Tal norma, atualizada pela Lei nº 14.066/2020, visa garantir a observância de padrões de segurança das barragens brasileiras e, conseqüentemente, reduzir os riscos de acidentes.

No âmbito da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH é classificada como ‘empreendedora’ de barragens e atualmente tem sob sua responsabilidade 89 barragens, das quais nove se encontram na RHSC: São José III, Carnaubal, Colina, Flor do Campo, Jaburu II, Barragem do Batalhão, Cupim, Sucesso e Barra Velha.

O setor de Segurança de Barragens está inserido na Diretoria de Operações – DIOPE e conta com o apoio de oito Gerências Regionais. A Gerência de Infraestrutura Hídrica (GESIN) é composta pelo Núcleo de Infraestrutura e está sob sua responsabilidade a execução do Programa de Gestão de Segurança de Barragens, que apresenta três eixos: Monitoramento, Manutenção e Gestão de Riscos.

O Relatório Anual de Segurança de Barragens (RASB) apresenta as ações desenvolvidas, pela GESIN e Gerências Regionais, dentro do

Programa de Gestão de Segurança de Barragens, e tem por objetivo divulgar informações técnicas sobre o estado de conservação das barragens sob responsabilidade da companhia e apresentar à sociedade um panorama da evolução da segurança destas estruturas.

As informações constantes neste Capítulo são as contidas no RASB 2020 (COGERH, 2021). Das 10 barragens do RHSC, apenas Realejo não tem como empreendedor a COGERH, e sim o DNOCS, não sendo, portanto, contemplada no referido RASB 2020.



10.1 A gestão da segurança de barragens pela Cogeh

O RASB 2020 apresenta a análise das inspeções realizadas nas barragens durante o ano, classificando-as **quanto à prioridade de intervenção** e recomendações de ações de recuperação para estas barragens. Também compõe este relatório a **classificação das barragens estaduais quanto à categoria de risco e de dano potencial associado**.

10.1.1 Classificação da barragem pela prioridade de intervenção

A priorização das ações de recuperação e reabilitação das estruturas é estabelecida por meio de uma metodologia que classifica, com base em uma ponderação estatística, os casos críticos para os quais serão

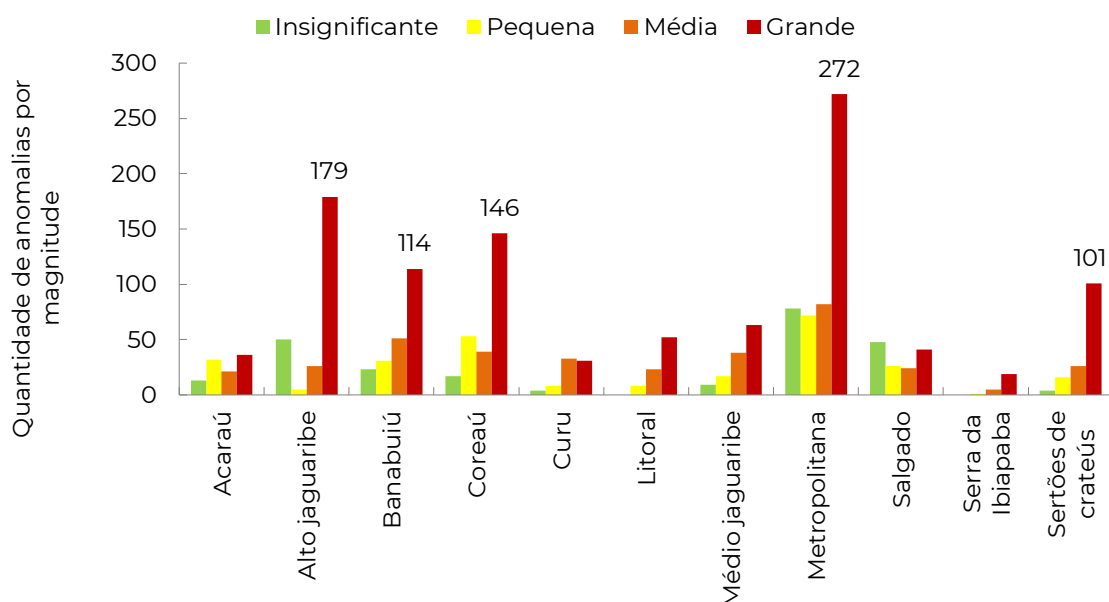
estabelecidas metas para resolução dos problemas associados às principais anomalias.

Para tal, são realizados Inspeções de Segurança Regular (ISR) em todas as barragens monitoradas pelo Estado, com aplicação de *checklists* classificando suas anomalias quanto à situação, magnitude e ao nível de perigo. A etapa seguinte é alimentação do Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção – SIPOM, para a análise e validação destes dados pela GESIN.

Um dos produtos desta ação é a quantificação das anomalias de cada barragem, bem como a sua classificação quanto ao Nível de Perigo da Barragem (NPB), possibilitando assim a hierarquização das intervenções e correções, facilitando pois o planejamento de investimento e custeio anual da Companhia.

Em 2020, a Companhia realizou 248 inspeções em 156 barragens acompanhadas continuamente pela GESIN, antes e após a quadra chuvosa. A Figura 10.1 apresenta as anomalias por magnitude em cada região hidrográfica. Observa-se que, em 2020, a RHSC registrou 101 anomalias entre pequenas, média e grandes.

FIGURA 10.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ANOMALIAS POR MAGNITUDE POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.



O cálculo do Nível de Perigo da Barragem (NPB) consiste na estimativa da vulnerabilidade estrutural e operacional. Tal valor é obtido pela quantidade de anomalias com NP (Nível de Perigo) 0 a 4, multiplicado pelo seu peso (Tabela 10.1), conforme Equação 1:

$$NPB = NP0 \times 0 + NP1 \times 1 + NP2 \times 4 + NP3 \times 9 \quad (1)$$

TABELA 10.1. PESOS DOS NÍVEIS DE PERIGO.

Nível de Perigo	Peso
NP0 (Nenhum)	0
NP1 (Atenção)	1
NP2 (Alerta)	4
NP3 (Emergência)	9

Fonte: Fontenelle, 2007.

As barragens com NPB maior ou igual a 9 apresentam prioridade de intervenção máxima; as barragens com NPB entre 4 e 8 apresentam prioridade média de intervenção; as barragens com NPB menor ou igual a 3 considera-se com prioridade de intervenção mínima e, por fim, as barragens com NPB igual a 0 não necessitam de intervenção.

Apresenta-se na Tabela 10.2 a lista das barragens estaduais inseridas na RHSC inspecionadas durante o ano de 2020, de acordo com a ordem de priorização para intervenção. O critério adotado foi o NPB em função do risco potencial relativo à segurança estrutural e operacional.

TABELA 10.2. CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS BARRAGENS VISTORIADAS EM 2020 NA RHSC.

Barragem	Município	Última Vistoria	NP1	NP2	NP3	NPB	
São José III	Ipaporanga	19/06/2020	7	0	0	7	Médio
Carnaubal	Crateús	26/06/2020	6	0	0	6	
Colina	Quiterianópolis	12/06/2020	5	0	0	5	
Flor do campo	Novo Oriente	25/06/2020	5	0	0	5	
Jaburu II		24/08/2020	3	0	0	3	Baixo
Barragem do Batalhão	Crateús	25/08/2020	3	0	0	3	
Cupim	Independência	25/06/2020	2	0	0	2	
Sucesso	Tamboril	16/06/2020	2	0	0	2	
Barra velha	Independência	23/06/2020	1	0	0	1	



BARRAGEM FLOR DO CAMPO, NOVO ORIENTE – Foto: Danilo Florindo

Sendo assim, a RHSC apresenta quatro barragens classificadas como prioridade de intervenção MÉDIA - São José III, Carnaubal, Colina e Flor do Campo e cinco como prioridade de intervenção MÍNIMA – Jaburu II, Barragem do Batalhão, Cupim, Sucesso e Barra Velha. É importante salientar que a RHSC não apresentou nenhuma barragem com prioridade máxima de intervenção. As Figuras 10.2 a 10.4 apresentam a evolução do Nível de Perigo das anomalias (NP) e do Nível de Perigo da Barragem (NPB) nos últimos anos para as barragens da RHSC.

FIGURA 10.2. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS BARRA VELHA, CARNAUBAL E COLINA.

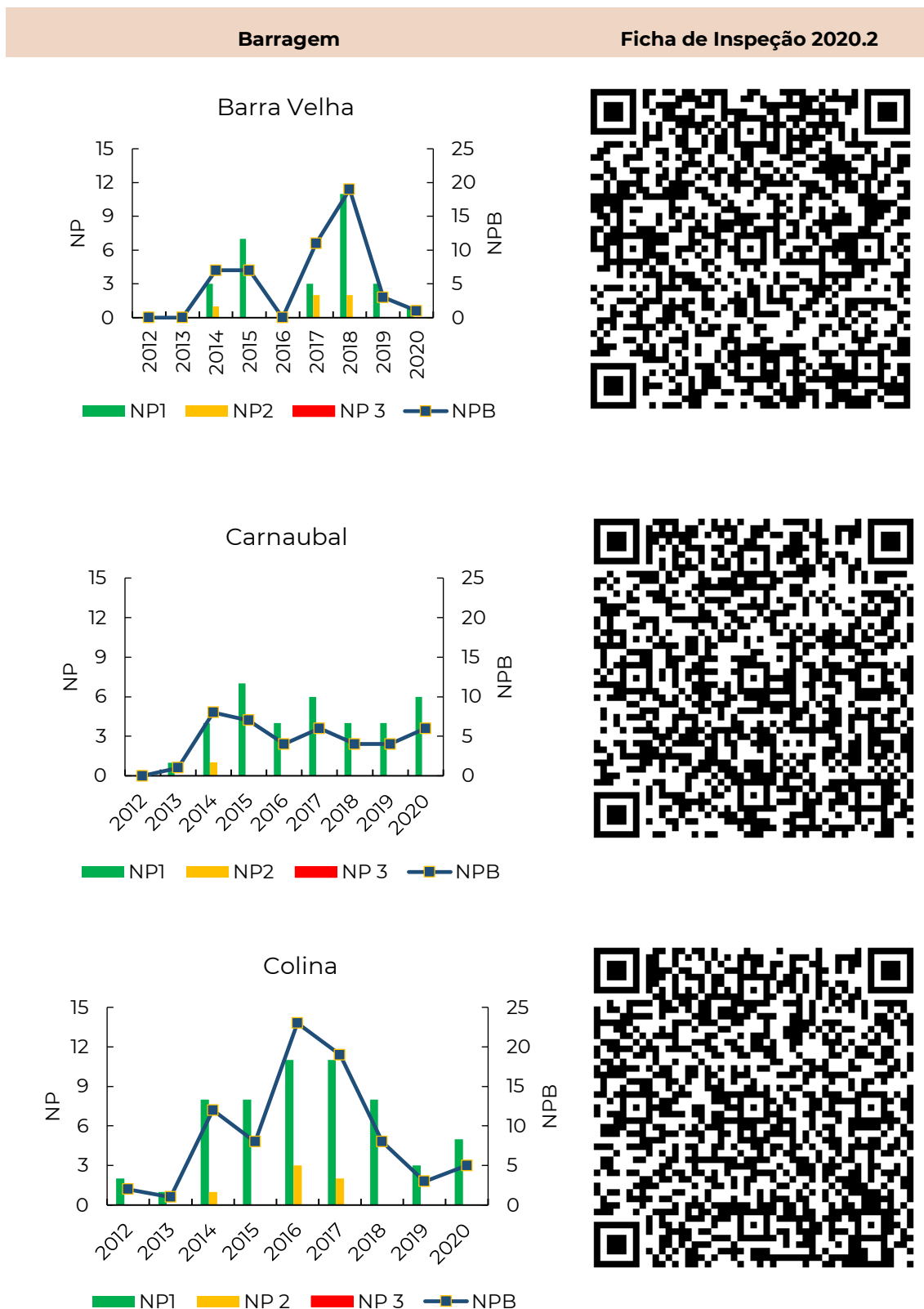


FIGURA 10.3. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS CUPIM, FLOR DO CAMPO E SÃO JOSÉ III.

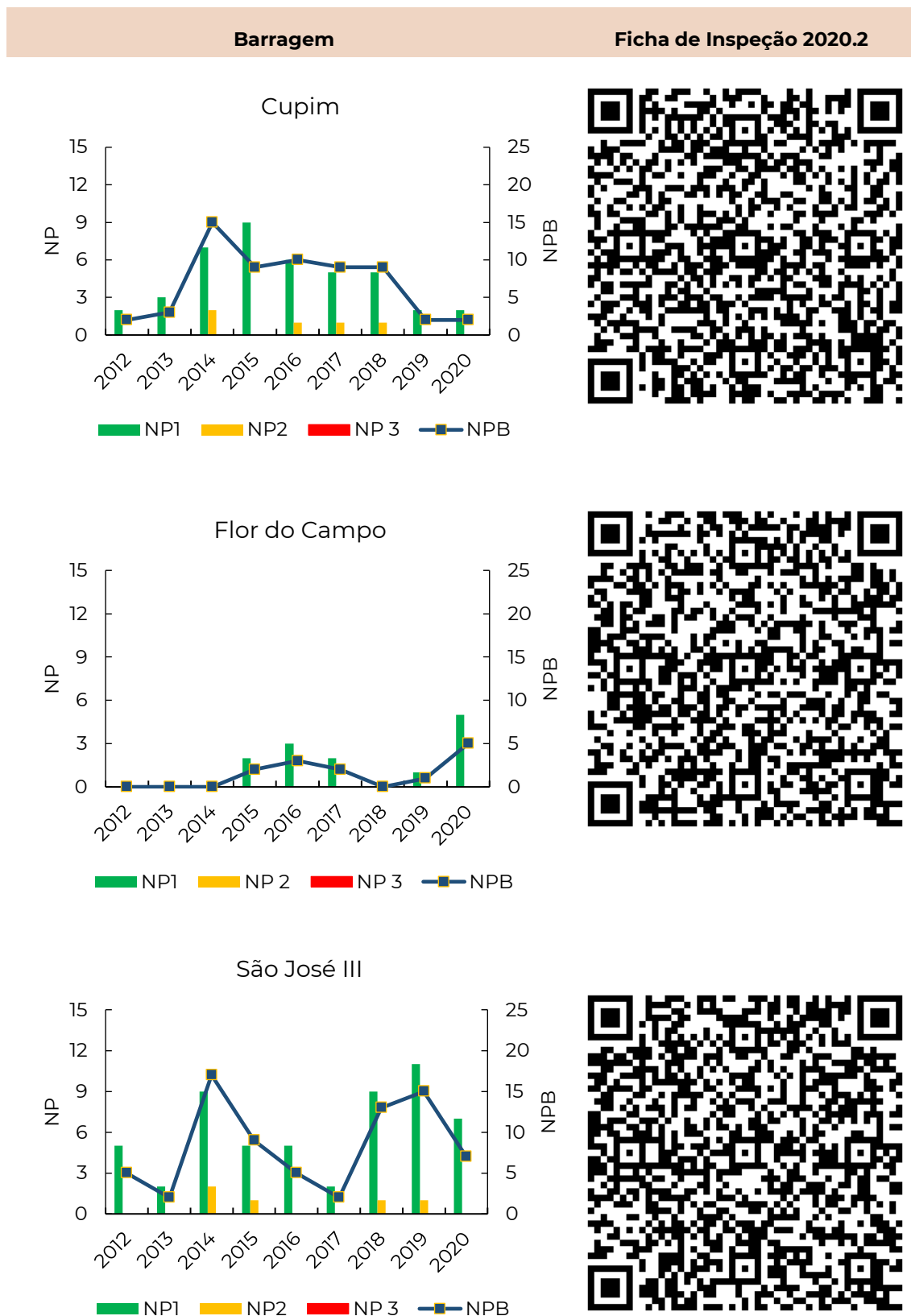
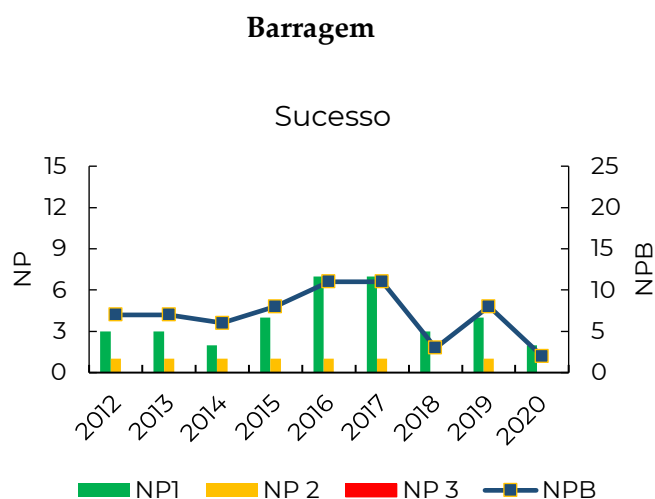
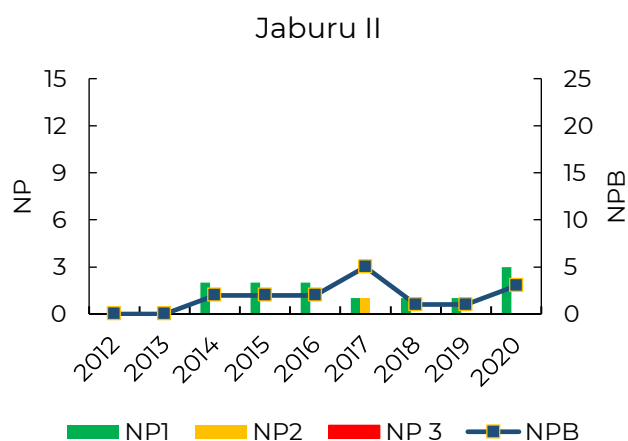
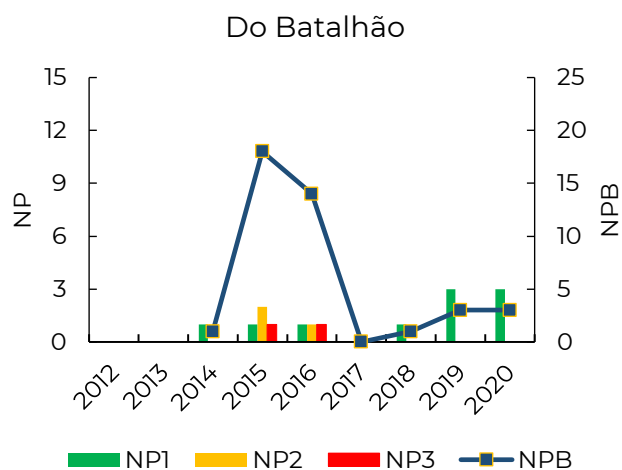


FIGURA 10.4. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODES DAS FICHAS DE INSPEÇÃO PARA AS BARRAGENS SUCESSO, DO BATALHÃO E JABURU II.



Ficha de Inspeção 2020.2



10.1.2 Classificação da barragem pelo risco e dano potencial associado

A PNSB define, no seu Art. 6º como um de seus instrumentos o sistema de classificação de barragens por **categoria de risco** e por **dano potencial associado**.

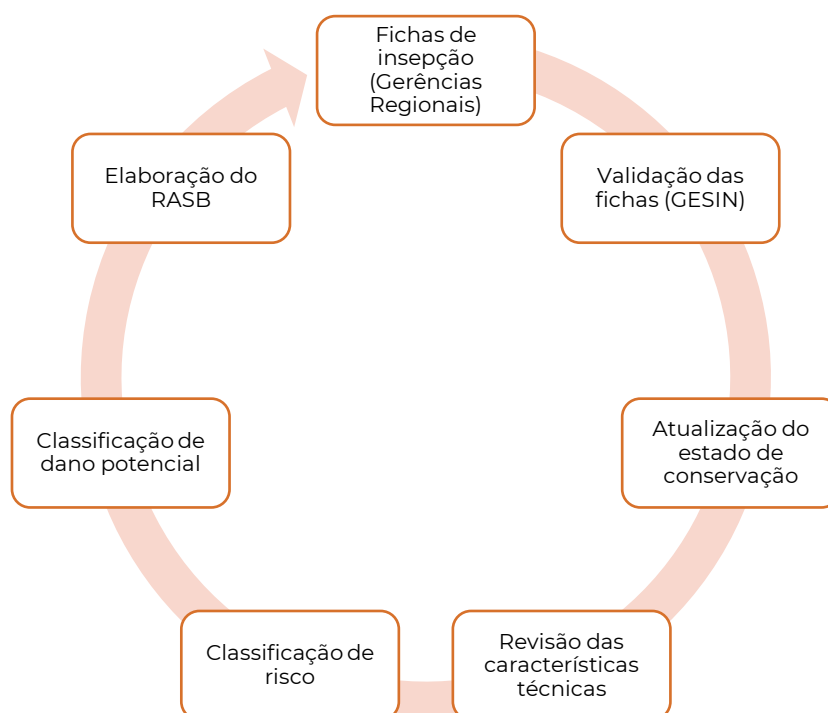
Nesse contexto, a GESIN realizou a classificação das barragens estaduais inspecionadas com o objetivo de compreender a situação destas e alinhar suas ações de acordo com a Política. É válido salientar, no entanto, que a COGERH, como órgão empreendedor, não possui tal atividade como obrigação, sendo esta responsabilidade do órgão fiscalizador.

A metodologia é a que se segue:

O processo de classificação de risco e dano potencial associados a barragens envolve basicamente as seguintes etapas (Figura 10.5):

- Aplicação de fichas de inspeção (*checklist*) pelas gerências regionais semestralmente (antes e após a quadra chuvosa);
- Validação das fichas de inspeção pela Gerência de Segurança e Infraestrutura;
- Atualização do estado de conservação;
- Revisão das características técnicas;
- Classificação de risco;
- Definição da área potencialmente afetada, para fins de classificação por dano potencial associado.

FIGURA 10.5. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES PARA A CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS.



Vale ressaltar que o Relatório Anual de Segurança de Barragens (RASB) é realizado no ano posterior a aplicação do checklist.

11.2.1 Classificação de risco

A Lei 14.066/2020 estabelece que a classificação de risco está associada à possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre devido às condições técnicas da barragem que possam influenciar sua segurança ou estabilidade.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, são estabelecidas as seguintes definições:

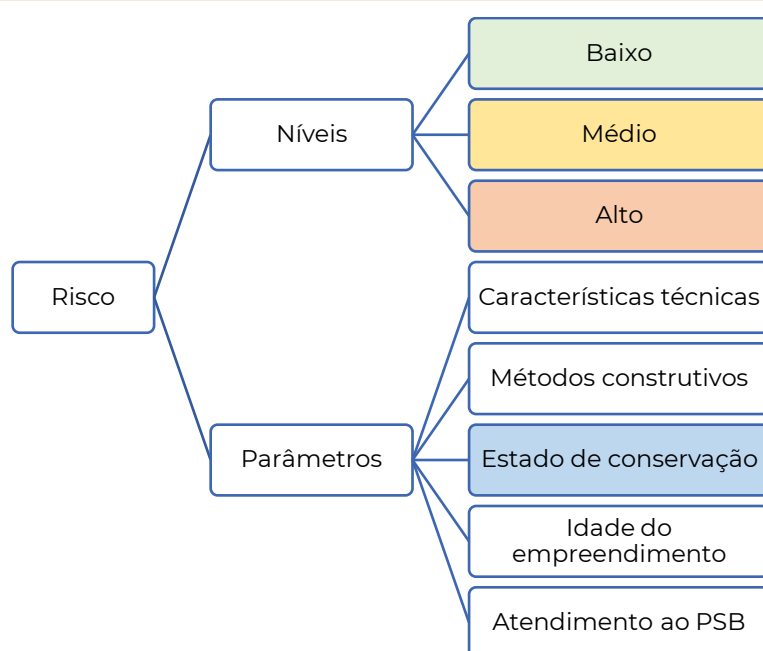
VIII - categoria de risco: classificação da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente ou desastre;

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.

Art. 7º As barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

§ 1º A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, dos métodos construtivos, do estado de conservação e da idade do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem, bem como de outros critérios definidos pelo órgão fiscalizador.

FIGURA 10.6. NÍVEIS DE RISCO E PARÂMETROS ANALISADOS.



Quanto **aos parâmetros**, principalmente o que se refere ao estado de conservação atual da barragem, são necessárias visitas técnicas de inspeção, nas quais são preenchidas fichas de inspeção (checklists), contendo as principais anomalias identificáveis nas barragens. Alguns dos parâmetros básicos utilizados nessa avaliação são elencados na Resolução 143/2012 – CNRH:

Art. 4º Quanto à categoria de risco, as barragens serão classificadas de acordo com aspectos da própria barragem que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando-se em conta os seguintes critérios gerais:

I- Características técnicas:

- a) altura do barramento;*
- b) comprimento do coroamento da barragem;*
- c) tipo de barragem quanto ao material de construção;*
- d) tipo de fundação da barragem;*
- e) idade da barragem;*
- f) tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro;*

II- Estado de conservação da barragem:

- a) confiabilidade das estruturas extravasoras;*
- b) confiabilidade das estruturas de adução;*
- c) eclusa;*
- d) percolação;*
- e) deformações e recalques;*
- f) deterioração dos taludes.*

III- Plano de Segurança da Barragem:

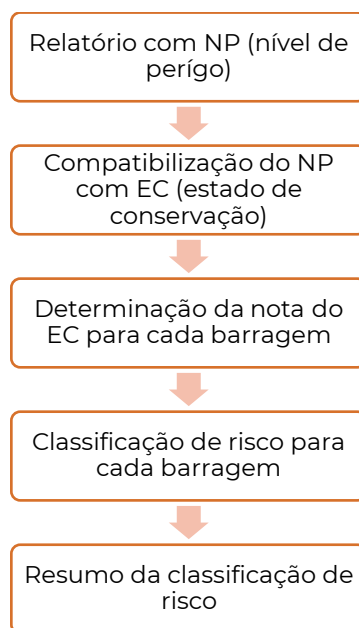
- a) existência de documentação de projeto da barragem;*
- b) estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem;*
- c) procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento;*
- d) regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem;*
- e) relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação.*

Nesse sentido, foram analisadas as fichas de inspeção (checklists) relativas às últimas vistorias do ano de 2020 (realizadas entre os meses de junho e julho), para identificar o estado de conservação das barragens. Portanto, **a classificação de risco se referirá ao estado de conservação da barragem** como encontrado nos meses em que foram realizadas as visitas.

Os parâmetros das fichas de inspeção (checklists) aplicados pelos técnicos da COGERH apresentaram uma série de informações para cada elemento da barragem (taludes, coroamento, tomada de água, vertedouro etc), mas não correspondem exatamente à nomenclatura utilizada na resolução. Na realidade, as fichas de inspeção utilizadas se apresentam mais detalhadas que o indicado em Legislação. Para permitir a classificação de risco, a COGERH realizou uma correspondência de nomenclaturas, transformando os NP das fichas de

inspeção em notas do estado de conservação da Resolução (Figura 10.7).

FIGURA 10.7. FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO.



Dessa forma, foi possível realizar o preenchimento dos quadros de classificação, que constam no Anexo II da Resolução nº 143/2012 do CNRH, para cada barragem e determinar a categoria de risco referente a cada empreendimento.

10.1.3 Classificação pelo dano potencial associado

A Lei de Segurança de Barragens estabelece também que o dano potencial associado está relacionado às possíveis consequências (independente da probabilidade de ocorrência) que possam afetar a segurança ou bom funcionamento da barragem. Essa avaliação deve levar em consideração fatores sociais, econômicos ambientais e a possibilidade de perdas de vidas humanas.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, são estabelecidas as seguintes definições:

VII - dano potencial associado à barragem: dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo

com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais;

Os critérios básicos para serem utilizados na definição do dano potencial associado estão estabelecidos na Resolução CNRH nº 143/2012:

Art. 5º Os critérios gerais a serem utilizados para classificação quanto ao dano potencial associado na área afetada são:

I- Existência de população a jusante com potencial de perda de vidas humanas;

II- Existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários;

III- Existência de infraestrutura ou serviços;

IV- Existência de equipamentos de serviços públicos essenciais;

V- Existência de áreas protegidas definidas em legislação;

VI- Natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados;

VII- Volume.

Na classificação por categoria de dano potencial em alto, médio ou baixo, a Lei considera o potencial de perdas de vidas humanas e os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem. A classificação tem como base o sistema de pontuação no Quadro II.2 no Anexo da Resolução nº 143/2012 do CNRH.

10.2 Resultado da Classificação do Risco para a RHSC

Em 2020 foram atualizadas em todo o Estado do Ceará as classificações para 89 barragens. Deste total 57 foram classificadas como 'risco baixo', 31 foram classificadas na categoria de 'risco médio' e 1 foi classificada na categoria de 'risco alto'. No ano anterior, 2019, foram classificadas 89 barragens, dentre as quais 62 apresentaram 'risco baixo' e 27 foram classificadas na categoria de 'risco médio'.

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.

É importante observar que na Figura 11.8, embora algumas barragens tenham passado de risco médio para risco baixo, outras barragens também passaram de risco baixo para risco médio. É o caso da RHSC, que reduziu o número de barragens com risco baixo em 2020, mas aumentou o número de barragens com risco médio, no mesmo período (Tabela 10.3). As barragens do Batalhão e Jaburu II passaram de risco baixo em 2019 para risco médio em 2020.

TABELA 10.3. CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS DAS BARRAGENS DA RHSC -2019 E 2020.

Ano	Barragem	Risco	Código
2020	Barra Velha	Baixo	1
2019	Barra Velha	Baixo	1
2020	Batalhão	Médio	2
2019	Batalhão	Baixo	1
2020	Carnaubal	Baixo	1
2019	Carnaubal	Baixo	1
2020	Colina	Baixo	1
2019	Colina	Baixo	1
2020	Cupim	Baixo	1
2019	Cupim	Baixo	1
2020	Flor Do Campo	Baixo	1
2019	Flor Do Campo	Baixo	1
2020	Jaburu II	Médio	2
2019	Jaburu II	Baixo	1
2020	São José III	Médio	2
2019	São José III	Médio	2
2020	Sucesso	Baixo	1
2019	Sucesso	Baixo	1

Fonte: RASB 2020

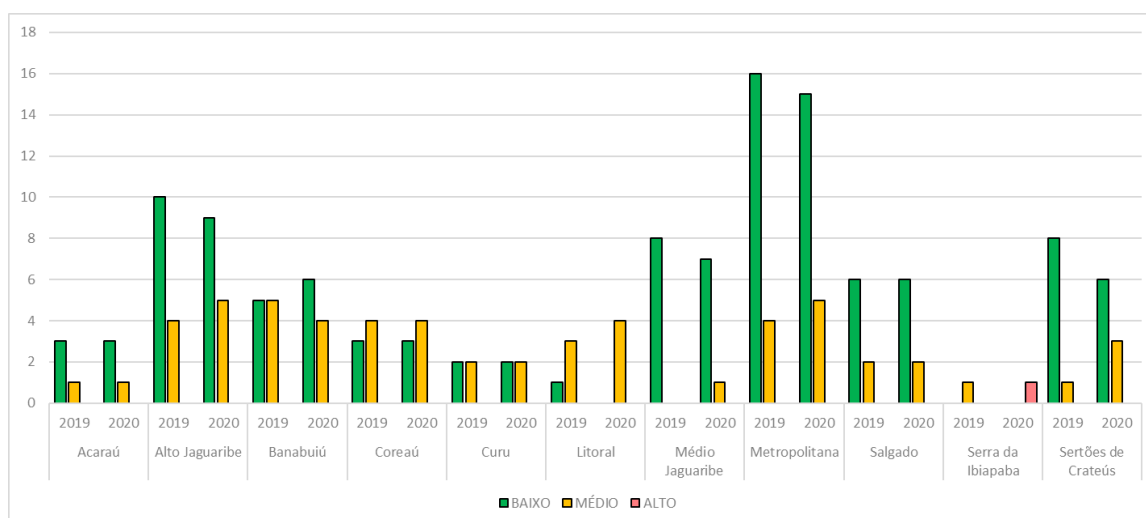
É importante, ainda, ressaltar que a classificação de risco leva em consideração não somente o estado de conservação, mas também as características técnicas, a existência do Plano de Segurança, existência de documentação da barragem, entre outros. Em algumas barragens do Estado, a COGERH foi nomeada empreendedora, sem, no entanto, possuir documentos técnicos utilizados na sua construção, elevando, portanto, a nota de risco.

Segundo o RASB 2020, 36% das barragens monitoradas no Estado do Ceará estavam na categoria de 'risco médio' em 2020. Isto soa como um

alerta, visto que tal porcentagem representa um valor significativo de barragens. Além do mais, é natural que, com o passar do tempo, o estado de conservação das barragens se altere, de modo que se torna imprescindível o planejamento contínuo de intervenções feitas anualmente. Obviamente, tudo isso deve ser compatibilizado com o orçamento anual disponível, de modo a otimizar os recursos e alcançar os melhores resultados.

Em relação a classificação por categoria de ‘dano potencial associado’, todas as barragens analisadas apresentam ‘alto dano potencial associado’. Isso se deve ao fato de que, culturalmente, no Estado do Ceará, há assentamentos da população em áreas próximas aos corpos d’água, o que leva a uma grande ocupação das regiões à jusante das barragens.

FIGURA 10.8. RISCO DAS BARRAGENS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.



10.3 Ações desenvolvidas pela GESIN na RHSC

10.3.1 Monitoramento da instrumentação das barragens da RHSC

Com o objetivo de identificar previamente possíveis situações de risco nas estruturas e viabilizar as providências necessárias para a operação normal da barragem, a GESIN faz o monitoramento da instrumentação operante.

Cabe ressaltar que, no âmbito do desenvolvimento dos Planos de Segurança das barragens do Batalhão e Jaburu II, foram determinados os níveis de controles da instrumentação que deverão ser considerados na gestão de segurança dessas estruturas. O sistema de alerta para instrumentação encontra-se em desenvolvimento pela Companhia. Para as demais barragens o monitoramento da instrumentação é realizado através da avaliação do comportamento histórico das leituras.

Para que seja possível a análise, as Gerências Regionais da COGERH, responsáveis por cada barragem instrumentada, enviam os registros das leituras feitas ao longo do mês, possibilitando a elaboração dos gráficos e o cálculo de dois indicadores criados pela Gerência: efetividade de leitura e percentual anômalo.

Tem-se por efetividade de leituras o percentual de leituras que foram registradas por cada instrumento em relação ao total registrado durante o período de operação; percentuais abaixo de 90% são considerados anormais.

Já o percentual anômalo representa a quantidade de dados, em relação ao total de registros, que tiveram valores maiores que a profundidade dos instrumentos, sendo considerados percentuais acima de 10% como anomalias.

A seguir são apresentadas as análises das barragens instrumentadas para o ano de 2020 na RHSC.

10.3.2 Barragem Flor do Campo

- **Histórico de Observação**

A barragem Flor do Campo possui tanto piezômetros, como medidores de nível d'água. Para os piezômetros, no período considerado, os instrumentos apresentaram 100% de leituras, considerando um total de 23 registros durante o ano de 2020, marcando os meses de janeiro a novembro.

Já para os medidores de nível d'água, considerando um total de 23 registros, todos os instrumentos apresentaram 100% de leituras, mas não tiveram anomalias nos valores encontrados. O comportamento dos instrumentos condiz com a variação do nível do reservatório.

- **Recomendações**

É importante que a frequência de registros e envios seja mantida, para obtenção de análises mais coerentes, obedecendo ao mínimo estabelecido de 2 leituras por mês.

10.3.3 Barragem Barra Velha

- **Histórico de Observação**

Para o referido açude, a ausência de alguns dados de leitura impossibilitou uma avaliação geral do comportamento da barragem.

- **Recomendações**

Recomenda-se que haja a regularização dos registros das leituras dos equipamentos, obedecendo ao mínimo recomendado de 2 registros por mês e o envio de justificativas em caso de inoperação dos instrumentos.

10.3.4 Barragem Jaburu II

- **Histórico de Observação**

No intuito de se complementar o monitoramento já efetuado na barragem Jaburu II, foram instalados no segundo semestre de 2020 (durante o desenvolvimento de seu Plano de Segurança - PSB) piezômetros tipo Casagrande.

Devido ao incipiente volume de dados ainda disponível, não foi possível ser realizado gráfico de série histórica de comportamento. Após a coleta de leituras e formação de histórico de dado sem quantidade suficiente, os mesmos serão analisados e monitorados pela GESIN.

- **Recomendações**

Devem ser realizadas leituras quinzenais regulares a fim de montagem de base de dados para posterior acompanhamento pela GESIN.



BARRAGEM JABURU II, INDEPENDÊNCIA - Foto: Danilo Florindo

10.3.5 Barragem Batalhão

- **Histórico de Observação**

Assim como o caso da barragem Jaburu II, no intuito de se complementar o monitoramento já efetuado na barragem Batalhão, foram instalados, durante o no segundo semestre de 2020 (também durante o desenvolvimento de seu Plano de Segurança), piezômetros tipo Casagrande.

Devido ao incipiente volume de dados ainda disponível, não foi possível ser realizado gráfico de série histórica de comportamento. Após a coleta de leituras e formação de histórico de dado sem quantidade suficiente, os mesmos serão analisados e monitorados pela GESIN.

- **Recomendações**

Devem ser realizadas leituras quinzenais regulares a fim de montagem de base de dados para posterior acompanhamento pela GESIN.

10.3.6 Obras de recuperação em barragens por contrato de obras públicas

A obra de recuperação da barragem Colina, localizada no município de Quiterianópolis, se deu no período de dezembro de 2019 a fevereiro de 2020.

Foram executados serviços de recuperação de erosões com aterro compactado nos taludes de montante da barragem auxiliar e no talude de jusante da barragem principal, execução de proteção do talude de montante da barragem auxiliar (*rip-rap*), drenagem superficial no talude de jusante da barragem principal, meio-fio no coroamento e enrocamento no canal de restituição do sangradouro. A Figura 10.9 mostra um registro fotográfico de antes e depois da obra de recuperação.

FIGURA 10.9. FOTOS ANTES E APÓS OBRA DE RECUPERAÇÃO NA BARRAGEM COLINA.



Antes

Depois

10.4 Planos de segurança de barragens

A Lei nº 12.334/2010 estabelece, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e em seu Artigo 17, inciso VII, atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade por desenvolver e implementar o PSB, de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias.



BARRAGEM SUCESSO, TAMBORIL – Foto: Danilo Florindo

O plano deve conter dados técnicos da barragem, dados de construção, operação e manutenção, e panorama do estado atual da segurança por

meio das inspeções realizadas. Em determinados casos, deve conter também o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Como órgão empreendedor de barragens, a COGERH deverá desenvolver ações para garantir a segurança dessas estruturas. Desta forma, para atendimento a PNSB e a Resolução nº 236/2017 da Agência Nacional de Águas (ANA), que exige do empreendedor a elaboração e a atualização do PSB.

O PSB é dividido nos seguintes volumes:

Volume I - Informações Gerais;

Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento;

Volume III - Planos e Procedimentos;

Volume IV - Registros e Controles;

Volume V - Revisão Periódica de Segurança da Barragem;

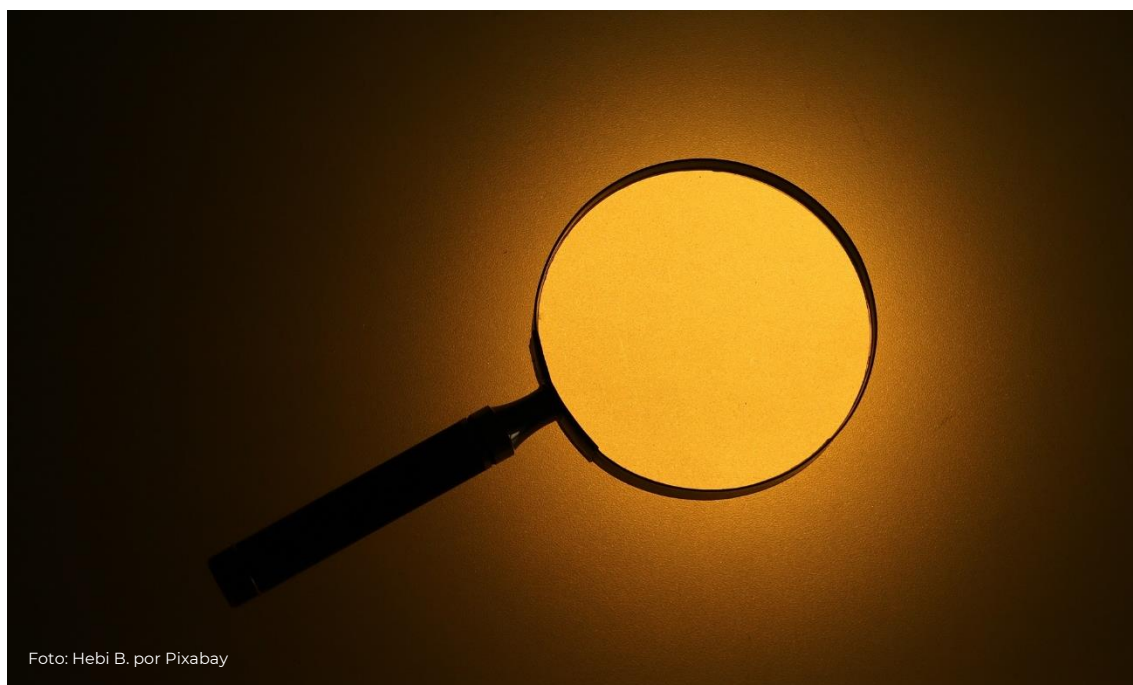
Volume VI - Plano de Ação de Emergência.

O contrato nº 015/2020/COGERH firmado entre a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e a empresa Geoprojetos Engenharia LTDA teve como objeto a contratação de serviços especializados em engenharia para elaboração dos Planos de Segurança das Barragens Jaburu II e Batalhão. Os dois PSB foram aprovados em agosto de 2021 e devem servir como uma ferramenta de planejamento de gestão da segurança das duas barragens.

Com sua equipe interna, a GESIN está desenvolvendo os Planos de Segurança das demais barragens da Companhia. Até 2020 a COGERH possuía um total de 67 barragens com o PSB elaborado de forma parcial.

11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS

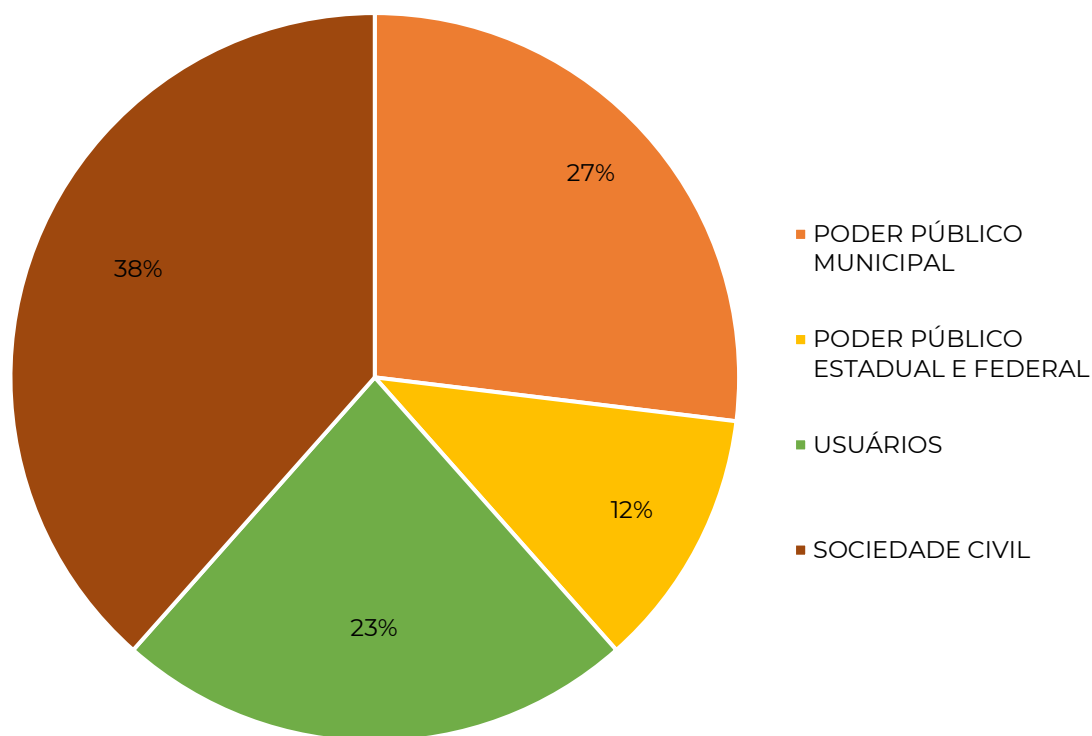
A participação social é um dos pilares da nova política de águas, que tem no plano de recursos hídricos, um de seus principais instrumentos. Sendo assim, para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, a COGERH realizou uma pesquisa quali-quantitativa visando diagnosticar o perfil dos membros CBHSC – tempo de participação no CBHSC do membro e de sua instituição, motivações para participação - e suas percepções sobre várias questões relevantes – problemas hidro ambientais, conflitos existentes e potenciais, e aspectos institucionais e de gestão na Região Hidrográfica.



A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionários semiestruturados, e aplicados de maneira virtual, em virtude da pandemia do COVID-19, no período de 05/03/2021 a 21/03/2021. Os questionários foram enviados para todos os representantes do CBHSC, sendo respondidos por 26 de seus representantes – 7 do poder público municipal (27%), 3 do poder público estadual e federal, 6 do setor

usuários (23%), e 10 da sociedade civil (38%), conforme apresentado na Figura 11.1.

FIGURA 11.1. PARTICIPAÇÃO NOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA RHSC POR SETOR DO CBH.



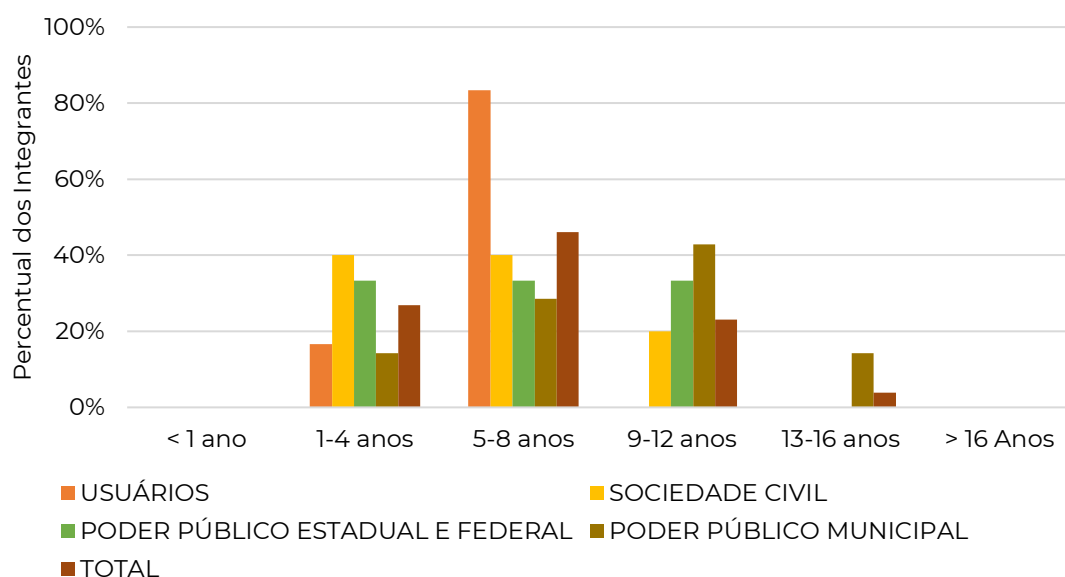
As perguntas iniciais visavam traçar o perfil dos participantes do CBH dos Sertões de Crateús (CBHSC). Em relação ao tempo de participação da entidade a qual representam no CBH (Figura 11.2), percebe-se que 73% (coluna Total) participa há mais 5 anos.

Dentre as entidades do setor usuário, 83% participam entre 5 e 8 anos do CBH. Observa-se que as entidades do Setor Público Municipal (PPM) e do Setor Público Estadual e Federal (PPEF) são as mais longevas: 43% das entidades do PPM participam do CBH entre 9-12 anos e 14% participam entre 13-16 anos.

Dado que o CBH do Sertões de Crateús foi instalado em 2013 (8 anos de existência), observa-se que 27% das entidades participam há mais de 9 anos e já faziam parte do antigo Pró-Comitê Poti Longá, que

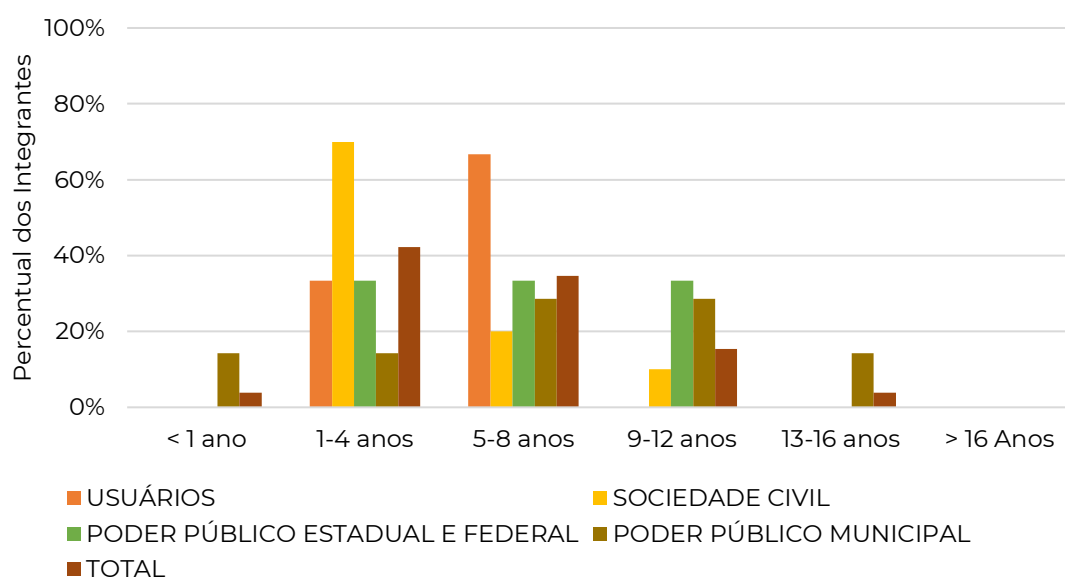
contemplava as regiões hidrográficas dos Sertões do Crateús e da Serra Ibiapaba, que funcionou como intermediário dos atuais Comitês.

FIGURA 11.2. TEMPO DA ENTIDADE NO CBH-SC - PODER PÚBLICO, SOCIEDADE CIVIL OU USUÁRIO.



Com relação ao tempo do representante no CBHSC (Figura 11.3), apenas 4% do total atua há menos de 1 ano. Cerca de 67% dos membros que fazem parte do setor usuário participam do CBHSC entre 5 e 8 anos, 70% dos membros da SC participam entre 1 e 4 anos, e 58% dos representantes do PPM compõe o CBHSC entre 5 e 12 anos.

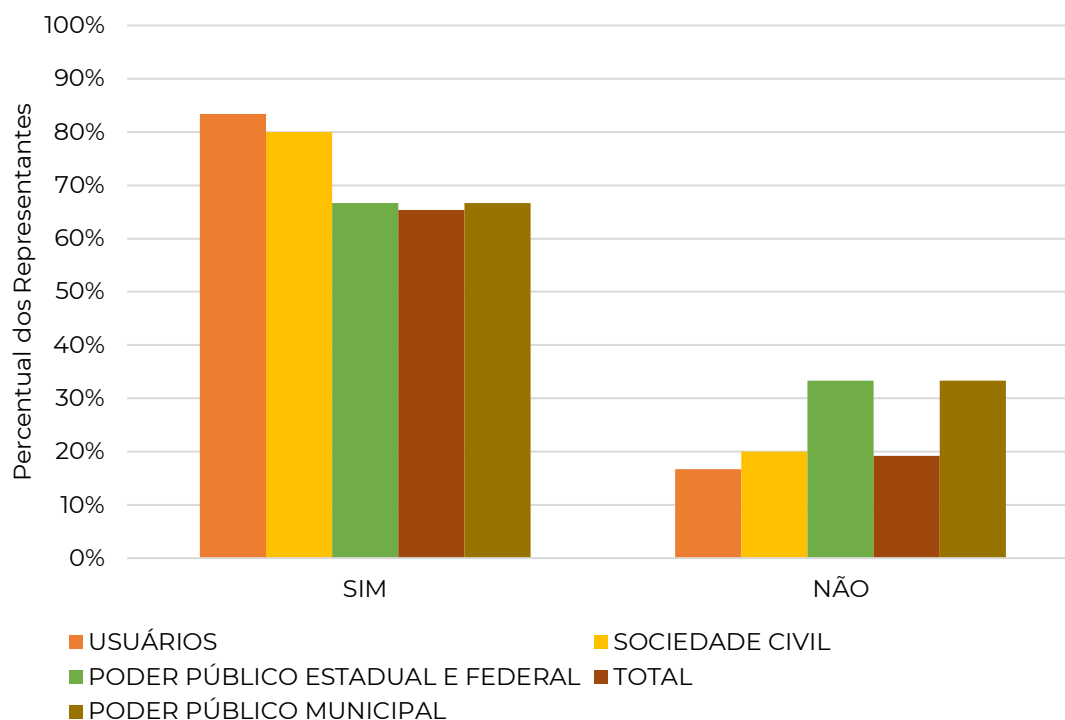
FIGURA 11.3. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DO REPRESENTANTE NO CBH-SC.



Em relação à motivação para a participação no Comitê, os representantes pontuaram a importância da participação da gestão dos recursos hídricos na RH, da aquisição de conhecimento sobre o tema e da representação dos interesses de uma categoria específica (pescadores, agricultores, município, entre outros). A partir das respostas observa-se que os participantes têm claro entendimento sobre o importante papel do CBH na gestão dos recursos hídricos na RH, da participação e querem defender os anseios do grupo ao qual representam. Em resumo, as motivações elencadas pelos representantes do CBH estão listadas a seguir:

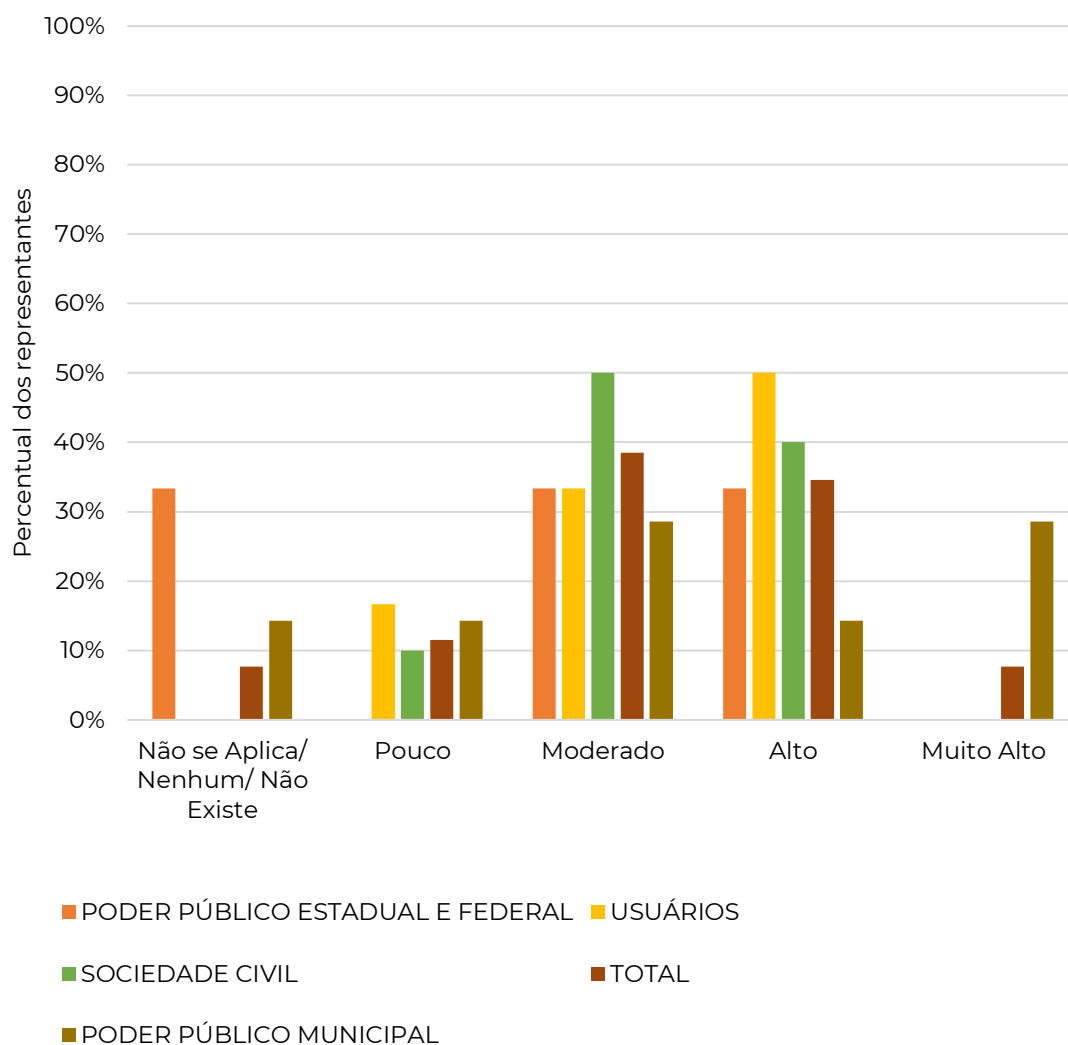
- Participar efetivamente da gestão dos recursos hídricos da RHSC (13 respostas);
- Representar os interesses de um grupo específico (4 respostas);
- Adquirir conhecimento sobre a gestão e projetos da água na região (5 respostas);
- A importância do conselho e suas decisões para a bacia hidrográfica do Sertões de Crateús (2 respostas);
- Participação a convite (2 respostas).

Indagados sobre a existência de um plano de Recursos Hídricos para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, cerca de 70% dos respondentes disseram saber da existência deste tipo de documento (83% dos usuários, 80% da SC, 67% do PPM e 67% do PPEF) (Figura 11.4).

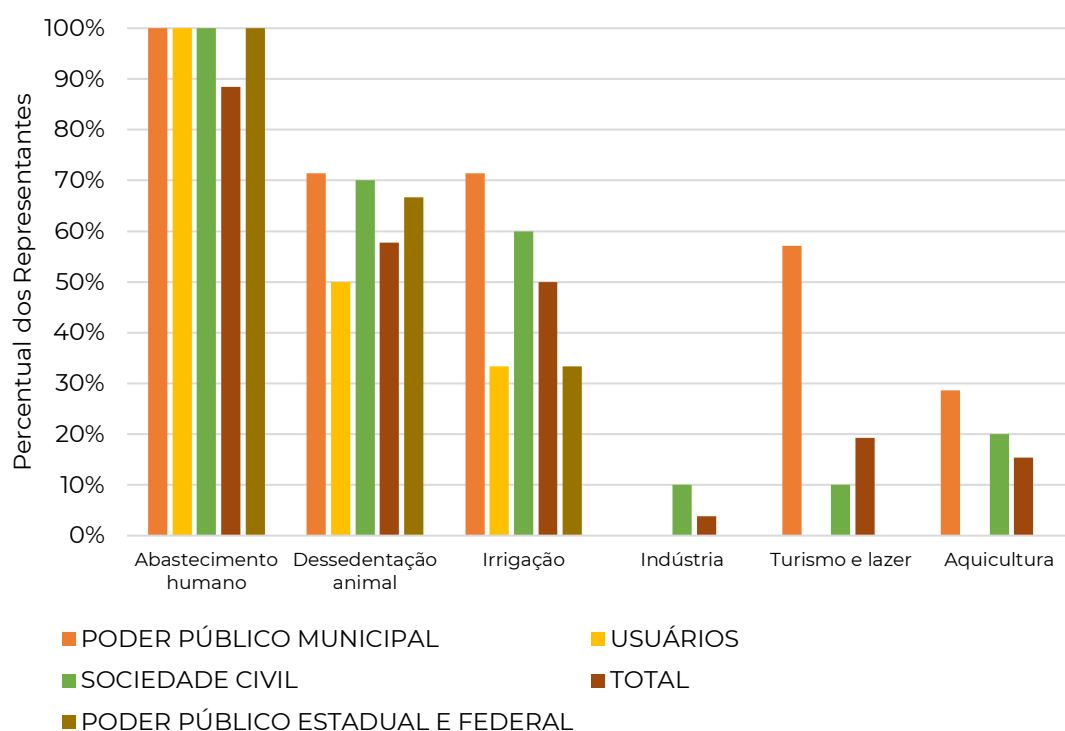
FIGURA 11.4. CONHECIMENTO QUANTO A EXISTÊNCIA DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

Ainda relacionado ao tema anterior, perguntou-se qual o nível do conhecimento do respondente sobre o Plano de RH da Região Hidrográfica. Observa-se na Figura 11.5 que apenas 2 representantes, 8% do total de entrevistados optou pelo item “não existe”, sendo 1 representante do PPEF e 1 do PPM. De fato, a Região Hidrográfica do Sertões de Crateús ainda está em processo de elaboração do seu primeiro plano de recursos hídricos.

As respostas deste item e do anterior evidenciam a dificuldade em se estabelecer a distinção clara entre os vários planos existentes (Pacto das Águas, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Plano Estratégico de Recursos Hídricos do Ceará, Plano de saneamento, de resíduos sólidos, etc.) e de abrangência espacial também distintas (estadual, municipal, da bacia do Parnaíba, etc.) e o plano de recursos hídricos de uma região hidrográfica. Tal fato evidencia a necessidade de se criar espaços para debater sobre esses instrumentos da política de recursos hídricos.

FIGURA 11.5. PORCENTAGEM DO APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO DOS MEMBROS DO CBH-SC EM RELAÇÃO AO PLANO DE BACIA.

No processo de planejamento, é necessário identificar os principais usos da água na Região Hidrográfica. Segundo os entrevistados, os principais usos da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús são: abastecimento humano (apontados por 100% dos entrevistados); dessedentação animal (65%); irrigação (54%); indústria (4%); uso para lazer e turismo (19%), e uso econômico para aquicultura (15%) (Figura 11.6). Sendo assim, os principais usos da RH, segundo os entrevistados, são abastecimento humano e dessedentação animal, seguido por irrigação, indicando uma vocação econômica da bacia para a agropecuária, em especial a criação de bovinos e ovinos, conforme já apresentado no Capítulo 3 (Demanda).

FIGURA 11.6. PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA NA RH DOS SERTÕES DE CRATEÚS.

A pesquisa também mapeou a percepção dos representantes do CBHSC quanto à ocorrência de problemas hídricos e ambientais. Tais informações fornecem subsídios para se pensar, na fase posterior de elaboração do Plano, em programas ou ações mitigadoras, tomando como ponto de partida o conhecimento dos membros do comitê.



Os problemas apresentados aos membros do CBH estão apresentados na Tabela 11.1, com a nomenclatura utilizada nos gráficos na sequência.

TABELA 11.1. OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS NA RHSC.

Descrição	Categoria	Subcategoria	Ocorrência de Problemas Hídricos e Ambientais
Cheias	Quantidade de Água	Eventos Extremos	Ocorrência de cheias (Cheias)
Secas			Ocorrência de secas (Secas)
Poços Aluviões		Água Subterrânea	Excesso de perfuração de poços no aluvião dos rios em época de restrição hídrica
Poços Irreg.			Construção de poços fora das Normas Técnicas exigidas
Poços Abandonados			Poços abandonados
Excesso de Poços			Excesso de perfuração de poços
Barramentos Irregulares		Reservatórios	Barramentos irregulares nos trechos perenizados
Assoreamento			Assoreamento dos reservatórios
Peq. Açudagem			Construção de pequenos açudes a montante dos principais reservatórios da bacia
Incerteza Hidro.		Gestão	Incertezas hidrológicas quanto à disponibilidade hídrica nos anos seguintes
Demanda Crescente			Crescimento descontrolado da demanda pelo uso da água
Aquicultura	Qualidade da Água	Piscicultura	Exploração inadequada na aquicultura
Pesca Pred.			Pesca predatória e/ou desordenada
Res. Sólidos		Saneamento	Destinação inadequada dos resíduos sólidos
Efluentes			Lançamento inadequado de efluentes urbanos
Agrotóxicos nas Vazantes		Agropecuária	Uso de agrotóxicos nas vazantes
Destinação dos Agrotóxicos			Destinação inadequada das embalagens dos agrotóxicos
Excesso Agrotóxicos			Uso indiscriminado de agrotóxicos
Mineração		Mineração	Extração mineral (areia, argila, etc) nas margens de rios
Eutrofização		Outros	Redução da qualidade da água devido à eutrofização
Salinização			Redução da qualidade da água devido à salinização
Contam. Ag. Subterrânea			Contaminação da água subterrânea
Turismo			Exploração turística predatória
Especulação Imobiliária	Questões Ambientais	Urbanização	Especulação imobiliária
Crescimento Desordenado			Crescimento desordenado de comunidades e núcleos urbanos
Ocupação de APP		Exploração Predatória	Ocupações irregulares e desmatamentos nas Áreas de Preservação Permanente (APP)
Nascentes			Degradação das nascentes
Desmatamento			Desmatamento
Erosão			Erosão do solo e/ou desertificação

Queimadas			Queimadas
-----------	--	--	-----------

Foi feito uso da escala Likert – 0 a 4 - possibilitando aos representantes assinalar mais de um item e atribuir graduações de intensidade de ocorrência (1 = pouco, 2 = moderado, 3 = alto e 4 = muito alto), ou informar que o problema listado não existe na sua região hidrográfica (=0). A Figura 11.7 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos problemas ambientais e hídricos (qualidade e quantidade).

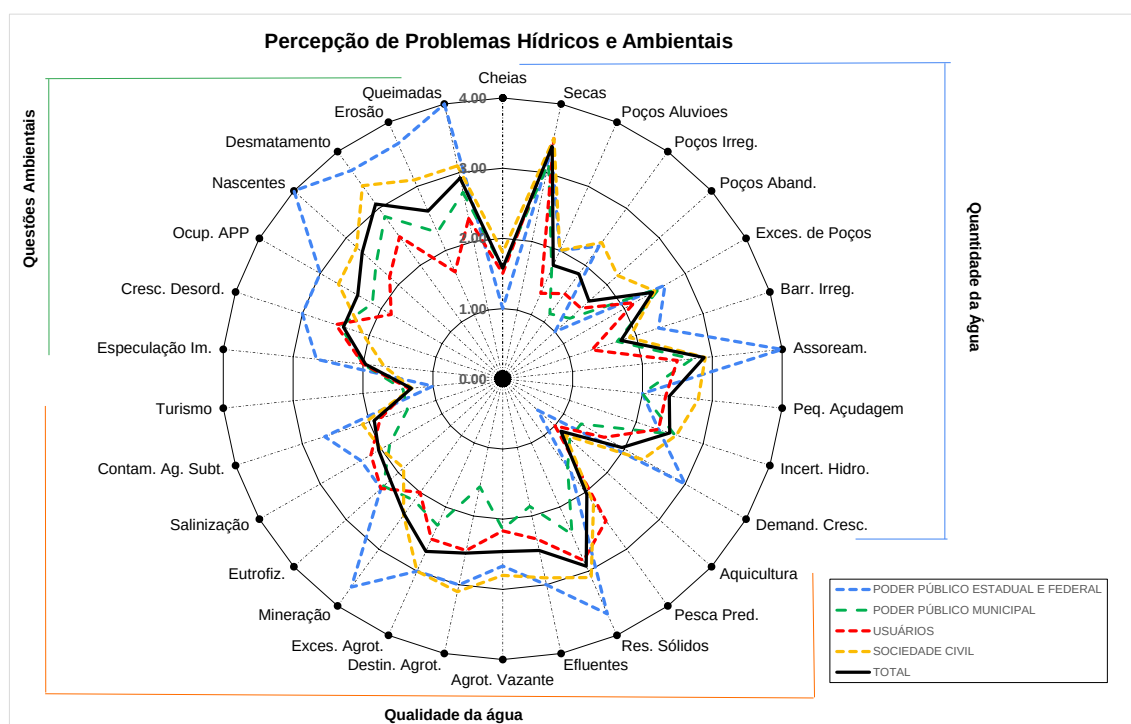
Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores problemas ambientais são as queimadas, o desmatamento e a degradação das nascentes. Esta percepção é partilhada por todos os segmentos do CBH, com especial ênfase por parte da Sociedade Civil (linha amarela), que também se preocupa com a ocupação das APP.

Embora partilhe da mesma opinião, tais problemas tem uma gravidade menor na percepção dos usuários (linha vermelha), que coloca também como preocupante o crescimento desordenado.

Em relação aos problemas associados à qualidade da água, a visão conjunta dos respondentes (linha preta), são que as maiores questões são as ligadas à destinação dos agrotóxicos e dos resíduos sólidos. São problemas que preocupam principalmente os membros da Sociedade Civil, que incluem ainda nos maiores problemas de qualidade de água os efluentes e os demais problemas associados aos agrotóxicos, como seu uso excessivo e sua aplicação nas áreas de vazantes. Tais problemas

tem menor gravidade (escala Likert mais baixa) na ótica dos Usuários (linha vermelha) e do Poder Público Municipal (linha verde), enquanto os representantes do Poder Público Estadual e Federal apontam Mineração e Despejo irregular de resíduos sólidos como pontos mais relevantes. Os Usuários apontaram ainda a pesca predatória como um problema relevante na RH.

FIGURA 11.7. PERCEPÇÃO DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS.



Quanto aos problemas associados à quantidade de água, os membros foram unânimes em apontar as secas como um problema grave na RH, seguido do assoreamento dos reservatórios, das incertezas hidrológicas e do excesso de poços. Os poços foram abordados no Capítulo 4 (Oferta), no qual foi descrita a grande quantidade de poços perfurados na RH, principalmente a partir de 2012, em função da seca, e a baixa vazão dos mesmos. Mais uma vez, a Sociedade Civil tem a percepção que os problemas têm gravidade maior que os setores Usuário e Poder Público Municipal. A Sociedade Civil também aponta para problemas graves relacionados a poços abandonados e irregulares, pequena açudagem e demanda hídrica crescente. Os problemas de menor

importância, na visão geral do CBHSC, foram as cheias (que não faz parte da memória recente dos membros em função da seca iniciada em 2012 e que ainda perdura na RH) e a aquicultura.

Observa-se que nenhum problema hídrico ou ambiental atingiu a escala 4 (muito alto). E, em geral os entrevistados consideraram que os problemas apontados no questionário foram suficientes, e representavam bem os desafios enfrentados na RHSC.

A pesquisa também buscou mapear os conflitos (prováveis e/ou existentes) percebidos pelos membros do CBHSC. Os conflitos apontados nos questionados são apresentados na Tabela 11.2, com a nomenclatura utilizada.

TABELA 11.2. PERCEPÇÃO DA INCIDÊNCIA DOS CONFLITOS (PROVÁVEIS E EXISTENTES).

Nomenclatura	Categoria	Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes)
Abas. Hum x Ind.	Conflito entre usos	Abastecimento humano x Uso industrial
Abas. Hum x Pisc.		Abastecimento humano x Piscicultura no espelho d'água
Abas. Hum x Pesca		Abastecimento humano x Pesca predatória
Abas. Hum x Irrig.		Abastecimento humano x Irrigação
Abas. Hum x Pecuár.		Abastecimento humano x Criação de animais nas margens dos corpos hídricos
Abas. Hum x Lazer		Abastecimento humano x Lazer
Abas. Hum x Furto		Abastecimento humano x Furto de água bruta nas adutoras
Abas. Hum x Tur.		Abastecimento humano x População flutuante (turismo)
Abas. Hum x Carcin.		Abastecimento humano x Carcinicultura
Ind. X Pisc.		Uso industrial x Irrigação
Irrig. X Pisc.		Irrigação a jusante x Piscicultura no espelho d'água
Irrig. X Pesca		Irrigação a jusante x Pesca
Perim. Pub. X Abast. Hum.		Perímetros públicos irrigados x Abastecimento humano
Irrig. X Vazant.	Conflito entre usuários	Irrigação a jusante x Uso de vazante
Perim. Pub. X Irr. Priv.		Perímetros públicos irrigados x Irrigação privada
Irrig. X Irrig.		Conflito entre irrigantes a jusante dos açudes
Nascent. X Prop. Priv.	Outros conflitos	Conservação de nascentes x Propriedades particulares
Comunid. Trad. X Ind		Uso industrial x Comunidades tradicionais
Comunid. Trad. X Carcin.		Comunidades tradicionais x Carcinicultura

Comunid. Trad. X Esp. Imobiliária		Comunidades tradicionais x Especulação imobiliária
Quebra Alloc. Poder Público	Conflitos de alocação	Não cumprimento de acordo de alocação pelo poder público
Quebra Alloc. Usuário.		Quebra do acordo de alocação por parte dos usuários
Transf. Açudes		Transferência de água entre açudes
Transf. Bacias		Transferência de água entre bacias
Transf. Estado		Liberação de água para outro estado



A Figura 11.8 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos conflitos prováveis e existentes na RH.

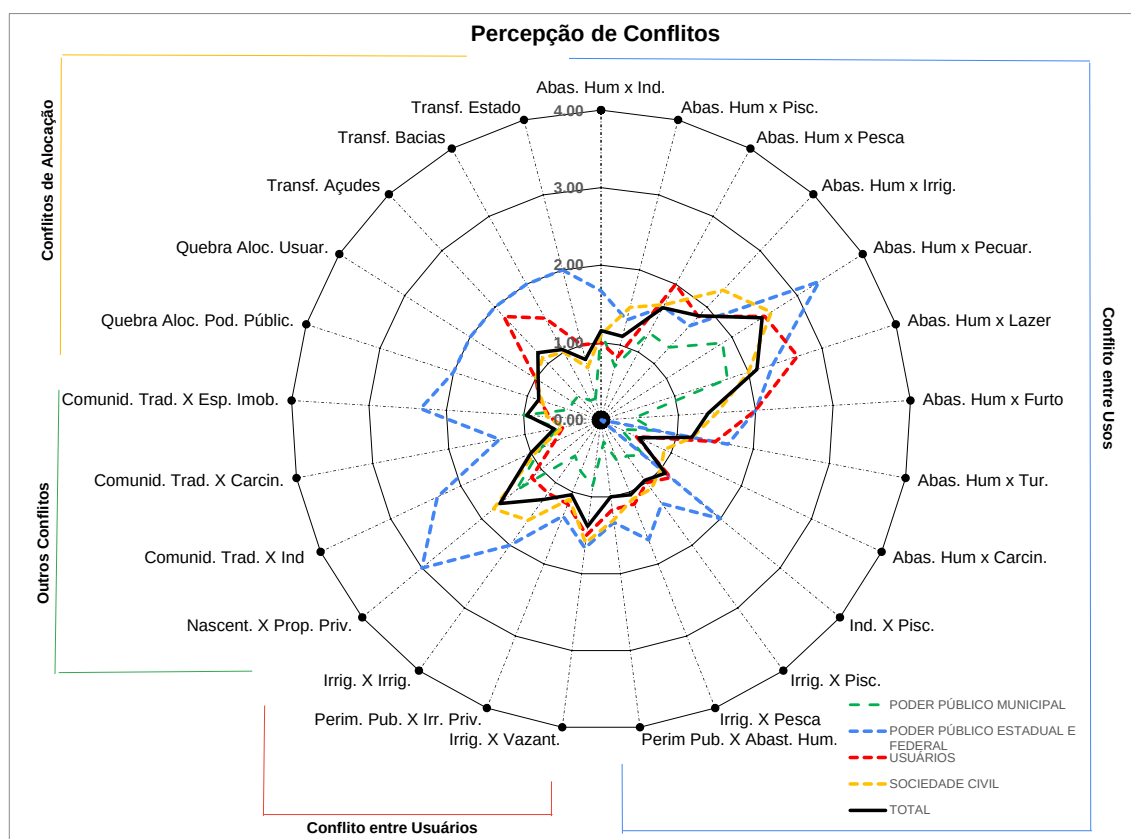
Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores conflitos entre usos são entre abastecimento e pecuária. A Sociedade Civil (linha amarela) aponta também conflitos entre o abastecimento humano e a irrigação e os Usuários (linha vermelha), do abastecimento humano com o lazer. Tais percepções refletem o conflito entre as maiores demandas da bacia (Capítulo 3) que são exatamente abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal, nesta ordem.

Em relação aos conflitos entre usuários, a totalidade do CBHSC (linha preta) apontou os irrigantes versus vazanteiros. Em relação a conflitos

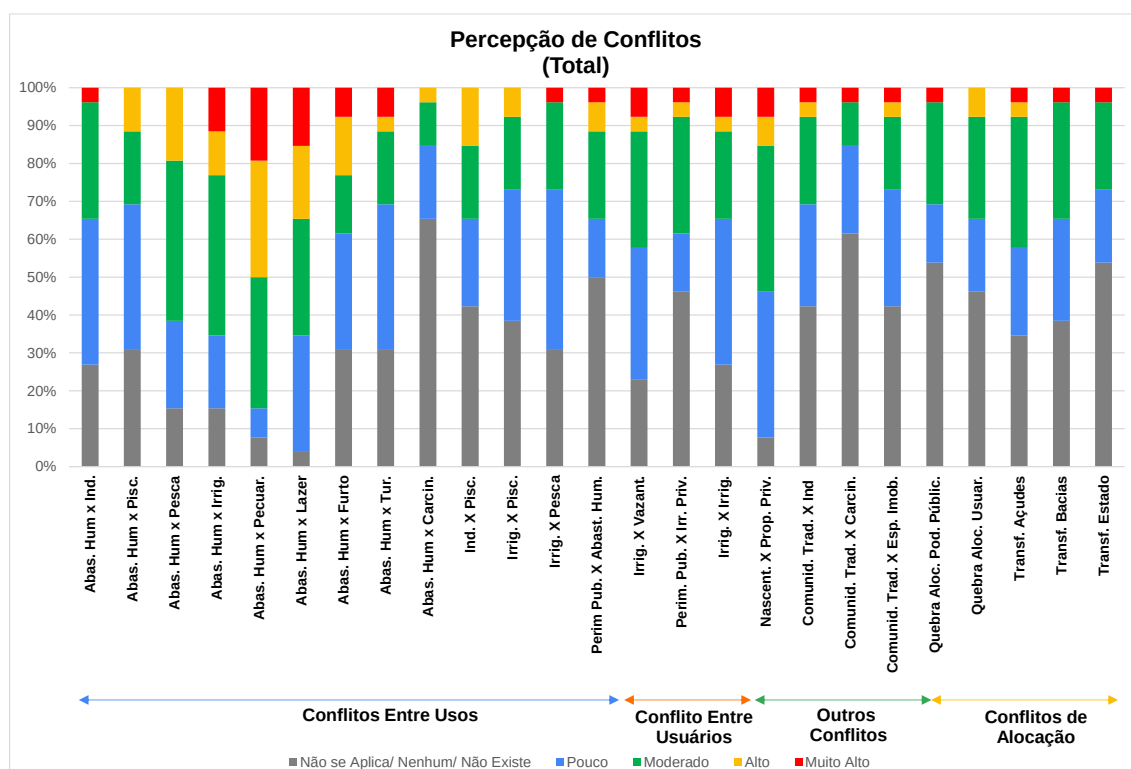
de alocação, os Usuários citam a quebra do acordo de alocação. Os outros setores do CBH não têm a percepção de conflitos relevantes nesta categoria.

Nos outros conflitos destaca-se a preservação de nascentes em propriedades privadas. Tais preocupações estão coerentes com a criação de novas Unidades de Conservação na RH Sertões de Crateús e com os problemas de degradação relatados no capítulo 8, sobre as questões ambientais da Região Hidrográfica.

FIGURA 11.8. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELO CBH.



Observa-se que, na percepção geral dos membros do CBHSC, os conflitos não são muito acentuados na Região, com a maioria dos entrevistados indicando que os conflitos estão na categoria moderado (2), pouco (1) ou inexistente (0), a exceção do conflito entre abastecimento e pecuária, onde mais de 50% dos entrevistados classificaram como conflito alto ou muito alto (Figura 11.9).

FIGURA 11.9. PERCEPÇÃO DOS CONFLITOS – TODOS OS ENTREVISTADOS.

Os membros que responderam os questionários não identificaram nenhum outro conflito na bacia, além dos aqui listados. Consideram também disputas com comunidades tradicionais não estão presentes na RH.



Outro aspecto abordado nos questionários foram os aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica em estudo. Todas as

questões listadas no questionário são apresentadas na Tabela 11.3, com a nomenclatura utilizada.

TABELA 11.3. ANÁLISE DOS ASPECTOS GERENCIAIS E INSTITUCIONAIS.

Descrição	Categoria	Análise dos Aspectos Gerenciais e Institucionais
Outorga	Efetividade instrumentos de gestão	Implementação da outorga na bacia hidrográfica
Cobrança		Implementação da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica
Plano de Bacia		Impacto do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos
Monit. Quantit.		Acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água
Monit. Qualit.		Acesso aos dados de monitoramento qualitativo da água
Fiscalização		Efetividade dos mecanismos de fiscalização
CBH	Fóruns	Incorporação de decisões e recomendações dos Comitês de Bacia pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos
CONERH		Impacto das resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Conerh) na sua bacia hidrográfica
Comis. Gestora		Importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água
Cump. Ac. Alocação		Cumprimento dos acordos da alocação negociada de água
Interf. Judiciário		Intervenção do Poder Judiciário nas decisões do Comitês de Bacia
Regularização dos Usos	Gestão da água	Ações de regularização de uso na bacia hidrográfica
Risco Privat. Água		Risco de privatização da água
Capacitação	Capacitações	Realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras
Educação Amb.		Implementação da educação ambiental na bacia hidrográfica
Defic. Mant. e Seg. Barr.	Segurança de barragem	Ações de manutenção e segurança de barragens
Defic. Mant. Equip. Hidromec.		Deficiência na manutenção dos equipamentos hidromecânicos

A Figura 11.10 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere às questões institucionais e gerenciais na RH.

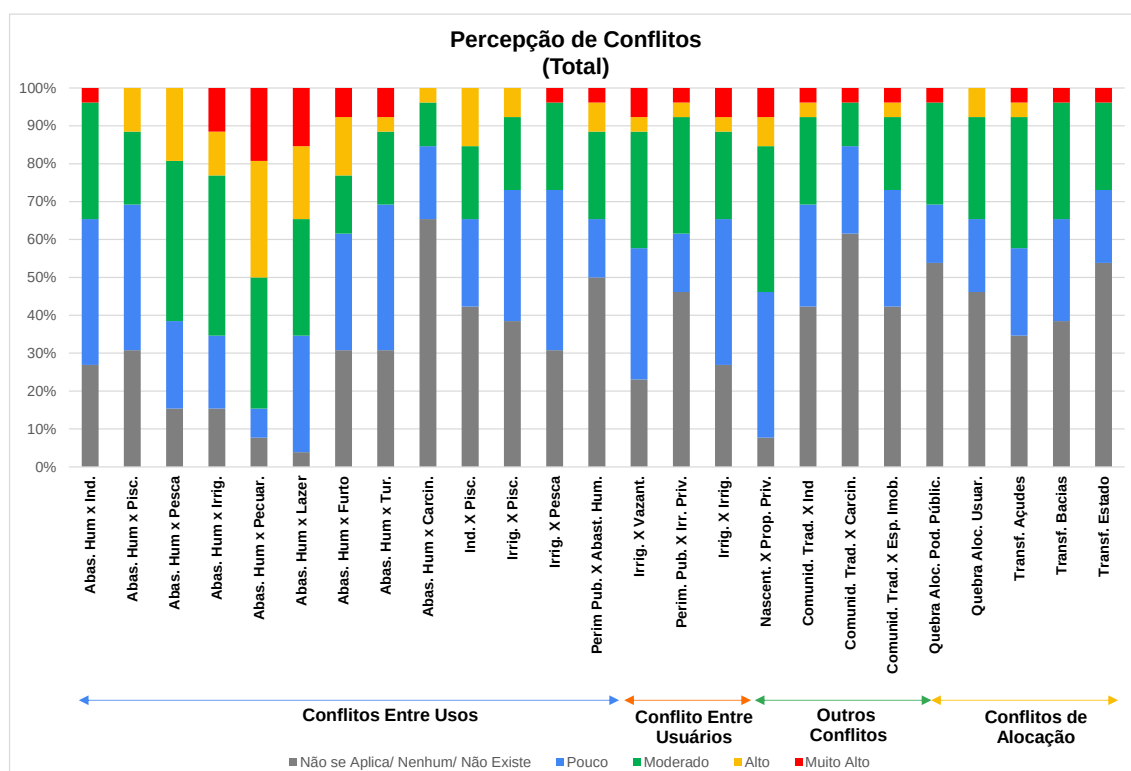
Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os respondentes têm a percepção as decisões de fóruns como o CBH, as comissões gestoras e o CONERH são efetivamente incorporadas, porém, a percepção do cumprimento dos acordos de alocação é um pouco mais baixa. O CBHSC também entende que não há interferência do judiciário.

Em relação aos instrumentos de gestão, a percepção é que os planos de RH e os monitoramentos qualitativo e quantitativos são os mais efetivos. Merece destaque a importância do plano de bacia perante o setor Usuários. A Sociedade Civil dá à cobrança mais importância que os demais setores do CBHSC.

Nota-se que os membros também têm preocupação com a manutenção e segurança das barragens da Região Hidrográfica, possivelmente devido à atenção do tema em virtude do Plano de Segurança de Barragens dos açudes Jaburu II e do Batalhão, em desenvolvimento pela COGERH.

Questões relacionadas à educação ambiental e à capacitação se mostraram ainda bastante relevantes na percepção do CBHSC, mais na ótica da Sociedade Civil, que dos Usuários. O CBHSC vê como risco baixo a privatização da água (principalmente o Poder Público) e julga importante a regularização dos usos da água.

FIGURA 11.10. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSC.



Além das questões de percepções descritas anteriormente, os membros do CBHSC foram também indagados com uma questão aberta sobre a importância do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos na sua região hidrográfica. As respostas versaram sobre o reconhecimento da importância deste instrumento de gestão, por propiciar planejamento dos usos dos recursos hídricos e a previsão de estratégias construídas a partir de um melhor conhecimento da realidade da região, destacando suas potencialidades e fragilidades. O planejamento contribui para que a água seja garantida para os vários usos, observadas as prioridades e o manejo sustentável dos recursos hídricos. O CBHSC afirmou ainda que o plano de bacia vai promover o gerenciamento, o acompanhamento e monitoramento da política de recursos hídricos na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, além de fortalecer o CBH e minorar os conflitos existentes.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia. Percebeu-se que há uma grande expectativa em relação às ações que o plano deve contemplar, algumas talvez estejam fora do escopo de um plano de recursos hídricos. Contudo, estas expectativas podem impulsionar a atuação de outras instituições que não compõem o SIGERH e que são responsáveis por tais questões, principalmente as ambientais, grande preocupação da Região.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADECE. Perímetros públicos irrigados do Ceará, (2011).

Aguiar, R.B. Caracterização Sistemática do Aquífero Serra Grande na Porção Nordeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017. 169p.

AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. In: Revista Estudos Avançados. v. 29, nº 84, São Paulo: 2015. pp 163-177. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200163. Acesso em 20 maio 2021.

ALLEN ET AL (1998). Crop evapotranspiration (guideline for computing crop water requirements). FAO Irrigation and drainage paper, 56. Roma

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 6, 711-728

ANM [Agência Nacional de Mineração]. Cadastro Mineiro. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/sistema-de-cadastro-mineiro>. Acesso em: (Acessado em 15/06/2021)

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2013. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dosrecursos-hidrico/conj2013_rel.pdf>. Acesso em: 03 abril de 2021.

Agência Nacional de Águas (Brasil) Atlas de Vulnerabilidade a Inundações / Agência. Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2020

_____. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada /Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.

_____. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

_____. Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83 de 14 DE JUNHO DE 2021.Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-conjunta-ana-srh-ce-e-semar-pi-n-83-de-14-de-junho-de-2021-327648937> (Acessado em 24/06/2021)

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Aerogeradores. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>. (Acessado em 15/06/2021)

AQUINO, Sandra Helena Silva de. Entre escassez, prioridades e negociações: a cogerh e os trajetos e destinos das águas que vêm do sertão para a metrópole. Tese de Doutorado em Sociologia, UFC: Fortaleza, 2019.

AQUINO, Sandra Helena Silva de. Conflitos pelo uso da água na perspectiva do órgão de gestão. Projeto Alocar.2020

AZEVEDO, B. M. Determinação da evapotranspiração real utilizando lisímetros de drenagem com a cultura do milho. Dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1993.

Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 114 p.: 16/06/2021.

Barbosa, F.L.A. Teores semitotais de metais pesados na fração orgânica de solos da região de Ibiapaba, Ceará. Dissertação de Mestre em Ciência do Solo. Fortaleza. 2020. 93p

BARROSO, Idembergue Moura Macedo de. Estudos das águas da bacia hidrográfica do Rio Banabuiú no trecho entre Quixeramobim e Banabuiú, Ceará, Brasil. Orientador: Horst Frischkorn. Fortaleza, 2013. 243 f. Tese (Doutorado em Geologia)-Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013

BOTTERILL, Linda Courtenay e COCKFIELD, Geoff. Science, policy and wincked problems In BOTTERILL, Linda Courtenay e COCKFIELD, Geoff (org.).Drought, risk Management and policy:decision making under uncertainty, CRC Press,2013.

Brandão R.L. & Feitosa F.A.C. (1998). Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Carnaubal. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de

Croatá. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Guaraciaba do Norte. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Ibiapina. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Ipueiras. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Poranga. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de São Benedito. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Tianguá. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Viçosa do Ceará. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

_____. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Ubajara. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

BUECHE, Thomas; VETTER, Mark. Simulating water temperatures and stratification of alpine lake with a hydrodynamic model: calibration and sensitivity analysis of climatic input parameters. *Hydrol. Process.* 28, 1450–1464. 2014.

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

BRASIL. Lei Nº 12305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 21/06/2021

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997.

CASTRO, I.C. O mito da Necessidade. Rio de Janeiro, Bertrand, 1992.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno regional da Região Hidrográfica do Poti-Longá, Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2009.

CEARÁ. Caderno da bacia hidrográfica do Poti-Longá [livro eletrônico]: informações sobre saneamento básico. Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2020.

_____. Decreto nº 31.898, de 09 de março de 2016. Dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará ou da União por delegação de competência, e dá outras providências. 2016.

_____. Decreto nº 32.159, de 24 de fevereiro de 2017. Altera o decreto nº 32.044, de 16 de setembro de 2016, que regulamenta a tarifa de contingência pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará, na forma de encargo hídricos emergencial. 2017.

_____. Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020. regulamenta os artigos 6º a 13º da Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga preventiva, de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica. 2020.

_____. Lei nº 14.844 de 28 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências. 2010.

_____. Resolução CONERH N°04/2009, de 18 de janeiro de 2010. Estabelece a criação da estrutura organizacional para elaboração do PCCC- Plano de Contingência para Controle de Cheias no Sistema Jaguaribe. 2010.

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>

CODEVASF. [Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba]3336999. Relatório final: diagnóstico da situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Brasília, 2020. 501 p.

COGERH. Relato do seminário em São Benedito. Seminário institucional pró-comitê POTI - LONGÁ, REGIÃO DA SERRA, 2009.

COGERH. Justificativa para a necessidade de divisão da Bacia do Parnaíba (Poti-Longá) em duas, resultando na criação da Bacia da Serra da Ibiapaba e da Bacia dos Sertões de Crateús. Agosto, 2011.

COGERH. Seminário de integração pró-comitês da bacia hidrográfica dos Sertões e Crateús e da Serra da Ibiapaba, 2011(a).

COGERH. Relatório Diagnóstico da Alocação Negociada de Água – Projeto Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos. Fortaleza, 2021(a).

CGESP. Umidade relativa do ar. São Paulo: Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas. 2021. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>

FIEC. Ceará em Comex. Centro Internacional de Negócios da Federação das Indústrias do Estado do Ceará. EDIÇÃO: NOVEMBRO de 2020 - Período de referência: janeiro a novembro de 2020. 19p. Disponível em: https://arquivos.sfiec.org.br/cin/files/files/ceara_em_comex_novembro_2020.pdf

FIGUEIREDO, M.A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, Fortaleza. 65p.

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.

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

Geodiversidade do estado do Ceará / Organização Ricardo de Lima Brandão [e] Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza : CPRM, 2014. 214 p. Geodiversidade – Brasil – Ceará. 2. Meio ambiente – Brasil – Ceará. 3. Planejamento territorial – Brasil – Ceará. 4. Geologia ambiental – Brasil – Ceará. I. Freitas, Luis Carlos Bastos. (Org). II. Título.

HIRSCHMAN, A. O. Política econômica na América Latina. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura s/A, 1969

IBGE. [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Série Estudos e Pesquisas em Geociências, nº 4, 111p. Rio de Janeiro, 1996.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Manual técnico da vegetação brasileira 2012. IBGE, Rio de Janeiro.

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

_____. 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.

INFOCLIMA, Ano 15, Número 4. 1. INFOCLIMA. BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 15. 23 de ABRIL de 2008. Número 4. Disponível em: http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Demografia. Disponível em <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/anuario.xhtml?cid=1>. Acesso em: 16/06/2021.

_____. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 16/06/2021.

_____. Saneamento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 17/06/2021.

_____. Agropecuária e extração vegetal. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/06/2021.

_____. Renda. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 17/06/2021.

_____. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/06/2021.

_____. Indústria. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 20/06/2021.

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.

MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. (Org.). Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. In: MARENGO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. (Org.). Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009. p. 4-19.

NEVES, F. C. A seca na história do Ceará. In: SOUSA, S. GONÇALVES, A. et al. Uma Nova História do Ceará. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. pp. 76-102.

OLIVEIRA et al. Manejo da Irrigação na Produção Integrada do Cajueiro-anão precoce. Embrapa. 7p. (Circular Técnica, 15). Fortaleza, 2003.

Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Inhamuns Crateús – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 406p. Disponível em: <http://projects.mcrit.com/ceara/index.php/documentacao-de-referencia/documentos-de-planejamento-2/documentos-de-planejamento/plano-territorial-desenvolvimento-rural-sustentavel-2011-2014>

Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Serra da Ibiapaba – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 336p. Disponível em: <http://projects.mcrit.com/ceara/index.php/documentacao-de-referencia/documentos-de-planejamento-2/documentos-de-planejamento/plano-territorial-desenvolvimento-rural-sustentavel-2011-2014>

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>

PORTO, R. L. L.; ZAHED FILHO, K.; SILVA, R. M. Hidrologia Aplicada. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2003

RANGEL- PERAZA, J. G.; OBREGON, O.; NELSON, J.; WILLIAMS, G. P.; ANDA, J. de; González-Farías, F.; Miller, J. Modelling approach for characterizing thermal stratification and assessing water quality for a large tropical reservoir. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 2012.

RIBEIRO, K.V.; ALBUQUERQUE, E.L.S. Caracterização do uso da terra no alto curso da Região Hidrográfica hidrográfica do Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 650-665, mar. 2017. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233990>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

ROCHA, C. M. S. R.; GOMES, D. D. M.; ROCHA, L. P. das F. O.; CAVALCANTE, I. N. Considerações sobre a legislação dos recursos hídricos do ceará. In: IPECE, Recursos Hídricos no Ceará, 2011. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Recursos_Hidricos_do_Ceara.pdf. Acesso em 20 maio 2021.

ROSA, L. P.; OBERMAIER, M. (Ed.) Mudança climática e Adaptação no Brasil: Uma análise Crítica, Meio Ambiente Estud. av. 27 (78) • 2011
SANTOS F.L de A. e Souza, M.J.N. de. Caracterização geoambiental do planalto cuestasiforme da Ibiapaba – Ceará. *Revista Geonorte, Edição Especial*, V.2, N.4, p.301 – 309, 2012.

SEDIYAMA, C. G.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima-água-planta. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998. Pocos de Caldas. Anais... Pocos de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85

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.

SHIAU, J.-T.; SHEN, H.W. Recurrence Analysis of Hydrologic Droughts of Diering Severity. J. Water Resour. Plan. Manag. 2001, 127, 30–40.

SILVA, Samiria M. Oliveira da. Compensação financeira como mecanismo de gestão de risco na alocação de água. Tese (doutorado) – universidade federal do ceará, Centro de tecnologia, departamento de engenharia hidráulica e ambiental. Programa de pós-graduação em Engenharia civil: recursos hídricos, fortaleza, Ceará, 2015.

SILVA, Ubirajara P. Álvares da. A dimensão social da gestão dos recursos hídricos no Ceará. XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – 2009.

SILVEIRA A. A., Poços Tubulares Não Regularizados: Um estudo de Caso na Área Especial de Interesse Social -AEIS, da Vila de Ponta Negra, Natal/RN, dissertação de Mestrado, UFRN, Natal, (2021).

SILVEIRA A. P. P. , Nuvolari A., Degasperis F. T., Firsoff W., Manual de Dessalinização de Água, Oficina de Textos, 2015

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

SRH/ Engesoft/ Montgomery Watson America. Elaboração do Diagnóstico dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba – Fase I, Diagnóstico, v. 1. 243 p.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Diagnóstico. Vol. 1. Fortaleza: SRH, 1992.

dos Santos, F. de A. Resiliência ambiental a secas e a inundações na sub-Região Hidrográfica hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI). Tese (doutorado) Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, do, da, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia. Fortaleza, 2019. 268p

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

_____. Painel de informações sobre saneamento. Disponível em: http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto. Acesso em: 20/06/2021

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

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

Souza, M. J. N. de., 2000. 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, pp. 13-98.

VIDAL, F. W. H.; Sales, F.A.C.B.; Roberto, F.A.C.; Sousa, J.F.; Mattos, I.C. Rochas e Minerais Industriais do Estado do Ceará. Editora FUNCAP, Fortaleza, 176 pp, 2005.

VILLELA S. M., MATTOS A. Hidrologia Aplicada. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

Wilhite, Donald A. Dought, a global assessment, volume II. Routledge-Taylor & Francis Group, London and New York, 2000.

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.