

# DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



## 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 CBHSI**

#### **PRESIDENTE**

Pedro Florindo da Silva

#### **VICE-PRESIDENTE**

Anna Elisabeth Vieira Parente

#### **SECRETÁRIO**

Francisco Carlos Dias

#### **SECRETÁRIO ADJUNTO**

José Adeilson Medeiros do Nascimento



## COMITÊ DE BACIA

### USUÁRIOS

Agropecuária sem Fronteira LTDA  
Titular: Ernesto Kouki Emori  
Suplente: Andréa Carneiro Machado

Associação Comunitária do Assentamento Valparaíso  
Titular: Benedito Salvino da Silva  
Suplente: Vicente de Paula Vieira

Associação Comunitária do Sítio Inharé  
Titular: Aldenir Matos da Silva  
Suplente: Maria Janaína Mendes dos Reis

Associação dos Remanescentes de Quilombo do Sítio Carnaúba II  
Titular: Maria Eliany Ribeiro Mendes  
Suplente: Francisco José Calisto de Sales

Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE  
Titular: Pedro Florindo da Silva  
Suplente: Nataly Acácio Neves

Cooperativa Agroorgânica Serra da Ibiapaba LTDA  
Titular: Antônio Miqueias de Oliveira Vieira  
Suplente: Reginaldo José dos Santos

Fazenda AMWAY NUTRILITE do Brasil LTDA  
Titular: Anna Elisabeth Vieira Parente  
Suplente: Tiago Mourão de Souza

Reijers Produção de Rosas LTDA  
Titular: Geraldo Patrício Dantas  
Suplente: Rudson Prado Feitosa

### SOCIEDADE CIVIL

Associação Beneficente Antônio Augusto Correia  
Titular: Ana Lúcia da Silva Soares Leite  
Suplente: José Correia Leite

Associação Comunitária do Sítio Salgado I  
Titular: Armando Freire de Paiva  
Suplente: Jeovane José de Lima

Cáritas Diocesana de Tianguá  
Titular: Maria de Lourdes Camilo do Nascimento  
Suplente: Francisco Antonio de Sousa

Escola de Formação Política e Cidadania – ESPAF  
Titular: André Wilson Teixeira Ribeiro  
Suplente: Flávio do Nascimento Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Tianguá  
Titular: José Adeilson Medeiros do Nascimento  
Suplente: Tony Andreson Guedes Dantas

Ordem dos Advogados do Brasil – Subseção Serra da Ibiapaba/CE  
Titular: João Moita de Oliveira  
Suplente: José Ribamar Muniz Feitosa

Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Ibiapina – SINDSEMIB  
Titular: Sebastião Basílio de Lima Filho  
Suplente: José Airton da Silva

Sindicato dos Trabalhadores Assalariados e Assalariadas Rurais da Serra da Ibiapaba – SINTAARSI  
Titular: Joaquim de Sousa Santos  
Suplente: Antônio Miguel Aguiar da Cunha

Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares de Tianguá  
Titular: Antônio João da Silva  
Suplente: Francisco Ferreira da Silva Filho

### PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Prefeitura Municipal de Carnaubal  
Titular: Paulo Roberto Lima Fontenelle  
Suplente: Graziela Veras Brandão

Prefeitura Municipal de Guaraciaba do Norte  
Titular: Francisco Gildenor de Oliveira  
Suplente: Evaldo Pinto Martins

Prefeitura Municipal de Ibiapina  
Titular: José Nogueira Júnior  
Suplente: Cristiane dos Santos Silva Coutinho

Prefeitura Municipal de São Benedito  
Titular: Jaime Gomes da Fonseca Filho  
Suplente: Francisco Helton Lopes Alcantara

Prefeitura Municipal de Tianguá  
Titular: Antônio Albani Adeodato  
Suplente: Iveridiane Maria de Souza

Prefeitura Municipal de Ubajara  
Titular: Francisco Roginaldo Rocha  
Suplente: Penísio Ferreira Lima

### 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: Joaquim Ferreira dos Reis  
Suplente: VACÂNCIA

Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará – EMATERCE  
Titular: Francisco Carlos Dias  
Suplente: Cicero Teles Costa Pereira

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio  
Titular: Gilson Luiz Souto Mota  
Suplente: Nágila Maria Pereira Campos

Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará – SRH  
Titular: Márcia Soares Caldas  
Suplente: Carlos Magno Feijó Campelo

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará – SEMA  
Titular: Tatianna Karine Angelo Ferreira  
Suplente: Andréa de Sousa Moreira



## **COMITÊ DE BACIA**

---

### **CÂMARA TÉCNICA DO PLANO**

Anna Elisabeth Vieira Parente  
Francisco Carlos Dias  
Jaime Gomes da Fonseca Filho  
José Adeilson Medeiros do Nascimento  
Maria de Lourdes Camilo do Nascimento  
Pedro Florindo da Silva  
Tony Andreson Guedes Dantas

### **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

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

### FUNCAP-UFC

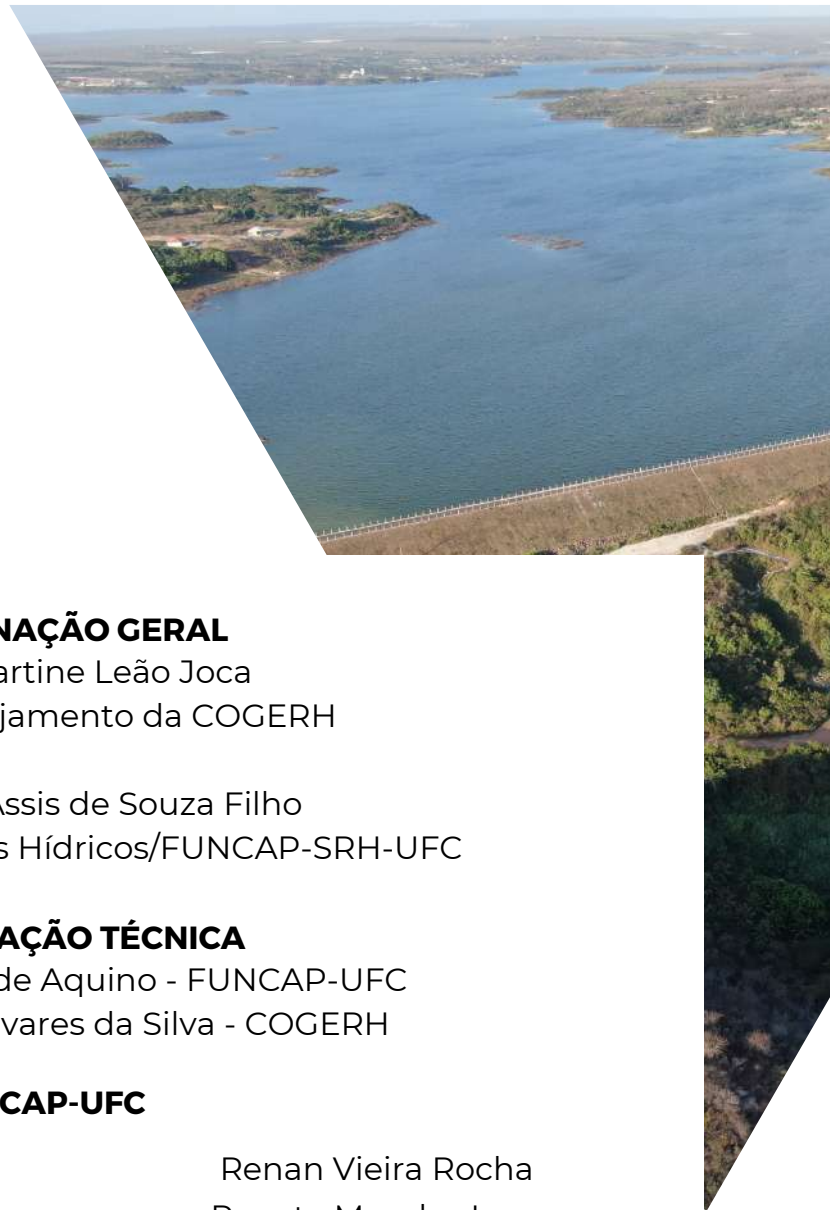
Ályson Brayner Sousa Estácio  
Amanda Rodrigues Costa  
Andrea Pereira Cysne  
Francisco José Matos Nogueira Filho  
Gabriela de Azevedo Reis  
Gamarra Kelson Souza de Oliveira  
João Dehon de Araújo Pontes Filho  
Louise Caroline Peixoto Xavier  
Lucas Falcão Muniz

Renan Vieira Rocha  
Renata Mendes Luna  
Samiria Maria Oliveira da Silva  
Taís Maria Nunes Carvalho  
Thales Vieira Rocha  
Ticiania Marinho de Carvalho Studart  
Victor Costa Porto  
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

APRECE Associação dos Municípios do Estado do Ceará

ARCE Agência Reguladora do Estado do Ceará

ASA Articulação Semiárido Brasileiro

CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

CBH Comitê de Bacia Hidrográfica

CBHSI Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba

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

FAEC Federação da Agricultura e Pecuária do Ceará

FETRAECE Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará

FIEC Federação das Indústrias do Estado do Ceará

FUNASA Fundação Nacional de Saúde

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

GESIN Gerência de Infraestrutura Hídrica

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

ISR Inspeções de Segurança Regular

L/s Litro por segundo

M<sup>3</sup>/s metros cúbicos por segundo

mm Milímetros

NP0 Nível de Perigo (Nenhum)

NP1 Nível de Perigo (Atenção)

NP2 Nível de Perigo (Alerta)

NP3 Nível de Perigo (Emergência)

NPB Nível de Perigo da Barragem

°C Graus Celsius

OD Ombreira Direita

OE Ombreira Esquerda

OL Ondas de Leste

PAE Plano de Ação de Emergência

PDTR Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável

PERH Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB Produto Interno Bruto municipal

PNRH Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB Política Nacional de Segurança de Barragens

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PSB Plano de Segurança da Barragem

RASB Relatório Anual de Segurança de Barragens

RH Região Hidrográfica

RHSI Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba

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

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

SFB Serviço Florestal Brasileiro

SIAGAS Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIGEL Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico

SIGERH Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SINGERH Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIPOM Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção

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 de Recursos do estado do Ceará

t tonelada

UC Unidade de Conservação

VAB Valor Adicionado Bruto

VCAS Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCIT Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.....	57
FIGURA 2.2. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.....	58
FIGURA 2.3. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DO TANQUE CLASSE A NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ (MM).....	59
FIGURA 2.4. RESPONSÁVEIS PELAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	62
FIGURA 2.5. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO PORANGA.....	63
FIGURA 2.6. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO GUARACIABA DO NORTE (440023).....	64
FIGURA 2.7. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO UBAJARA (340031).....	64
FIGURA 2.8. IMAGENS DO SATÉLITE GOES-12 NO CANAL INFRAVERMELHO DA POSIÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) EM 23 DE ABRIL DE 2008.....	69
FIGURA 2.9. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL NORTE DO NEB.....	70
FIGURA 2.10. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DE UMA FRENTE FRIA PRÓXIMA AO SUL DO ESTADO DA BAHIA.....	71
FIGURA 2.11. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÓRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR (VCAS).....	72
FIGURA 2.12. IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-7, CANAL INFRAVERMELHO.....	73
FIGURA 2.13. VAZÕES MÉDIAS MENSAS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ.....	76
FIGURA 2.14. VAZÕES MÉDIAS MENSAS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO.....	77
FIGURA 2.15. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ.....	78
FIGURA 2.16. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO.....	78
FIGURA 2.17. DADOS DE POPULAÇÃO - CENSOS DE 1970 - 2010.....	81
FIGURA 3.1. ANO DE INÍCIO DE VIGÊNCIA DAS OUTORGAS EM PERCENTUAL.....	97

FIGURA 3.2. VAZÃO OUTORGADA DO ABASTECIMENTO HUMANO, IRRIGAÇÃO E DILUIÇÃO DE EFLUENTES SEGUNDO O ANO DE VIGÊNCIA INICIAL.....	99
FIGURA 3.3. TIPOS DE REQUERENTES DAS OUTORGAS.....	100
FIGURA 3.4. EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.....	103
FIGURA 3.5. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE RETIRADA CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA POR TIPO DE USO.....	104
FIGURA 3.6. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR TIPO DE REBANHO EM L/S. ....	114
FIGURA 4.1. DIAGRAMA UNIFILAR DO RESERVATÓRIO JABURU I.....	119
FIGURA 4.2. SÉRIE HISTÓRICA (2004 A 2020) DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO JABURU I.....	120
FIGURA 4.3. DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	122
FIGURA 4.4. TIPOS DE USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	123
FIGURA 4.5. VAZÕES ESTABILIZADAS NOS POÇOS.....	123
FIGURA 4.6. STD MÉDIOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	128
FIGURA 6.1. ILUSTRAÇÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DA SECA.....	135
FIGURA 6.2. DISPERSÃO DA GRAVIDADE DA SECA E A SUA DURAÇÃO PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA. ....	137
FIGURA 6.3 PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	139
FIGURA 8.1. PRINCIPAIS MARCOS POLÍTICOS-INSTITUCIONAIS DA POLÍTICA CEARENSE DE RECURSOS HÍDRICOS. ....	171
FIGURA 8.2. PRINCIPAIS MARCOS POLÍTICOS-INSTITUCIONAIS DA RHSI....	180
FIGURA 9.1. VAZÕES APROVADAS NA RHSI NO PERÍODO DE 204 A 2021. ....	199
FIGURA 10.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ANOMALIAS POR MAGNITUDE POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	222
FIGURA 10.2. ETAPAS METODOLÓGICAS PARA A CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS.....	224
FIGURA 10.3. NÍVEIS DE RISCO E PARÂMETROS ANALISADOS.....	225
FIGURA 10.4. FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO.....	226
FIGURA 10.5. RISCOS DAS BARRAGENS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA DO CEARÁ.....	226

FIGURA 10.6. LINHA DO TEMPO COM AS INTERVENÇÕES REALIZADAS NO AÇUDE JABURU I.....	228
FIGURA 10.7. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODE DAS FICHAS DE INSPEÇÃO DA BARRAGEM JABURU I.....	231
FIGURA 11.1. PORCENTAGEM DOS SEGMENTOS QUE PARTICIPARAM DOS QUESTIONÁRIOS.....	235
FIGURA 11.2. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DO REPRESENTANTE NO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA.....	235
FIGURA 11.3. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DA INSTITUIÇÃO NO CBHSI.....	237
FIGURA 11.4. CONHECIMENTO QUANTO A EXISTÊNCIA DO PLANO DE BACIA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	239
FIGURA 11.5. PORCENTAGEM DO APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO DOS MEMBROS DO CBHSI EM RELAÇÃO AO PLANO DE BACIA.....	240
FIGURA 11.6. PRINCIPAIS USOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	241
FIGURA 11.7. PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E) USÁRIOS.....	245
FIGURA 11.8. PERCEPÇÃO DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS.....	249
FIGURA 11.9. PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS - PROVÁVEIS E EXISTENTES – PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E)USUÁRIOS.....	252
FIGURA 11.10. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELAS ENTIDADES DO CBH.....	255
FIGURA 11.11. PERCEPÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E)USUÁRIOS.....	258
FIGURA 11.12. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI.....	261



## LISTA DE MAPAS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO.....	31
MAPA BÁSICO.....	33
HIPSOMETRIA.....	36
HIDROGEOLOGIA.....	38
ESPELHOS D'ÁGUA.....	40
INFRAESTRUTURA HÍDRICA.....	43
GEOLOGIA SIMPLIFICADA.....	46
LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO DE SOLOS.....	48
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	51
SISTEMAS AMBIENTAIS.....	53
CLIMA.....	56
POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.....	61
PLUVIOMETRIA MÉDIA.....	66
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS.....	75
LIMITES MUNICIPAIS.....	83
AEROGERADORES, USINAS E PARQUES EOLIELÉTRICOS.....	87
OUTORGAS VIGENTES.....	98
ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS.....	147
PROCESSOS MINERÁRIOS.....	155
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	157

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1. AGENDA DA ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	27
TABELA 2.1. PERCENTUAL DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA RHSI. ....	32
TABELA 2.2. RESERVATÓRIO DA RHSI COM CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO. ....	41
TABELA 2.3. ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA. ....	41
TABELA 2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.....	57
TABELA 2.5. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ. ....	58
TABELA 2.6. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DO TANQUE CLASSE A NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ (MM). ....	59
TABELA 2.7. ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	60
TABELA 2.8. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO PORANGA (440018).....	63
TABELA 2.9. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO GUARACIABA DO NORTE (440023).....	63
TABELA 2.10. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO UBAJARA (340031).....	64
TABELA 2.11. ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	74
TABELA 2.12. VAZÕES MÉDIAS MENSIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ (M <sup>3</sup> /S).....	76
TABELA 2.13. VAZÕES MÉDIAS MENSIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO (M <sup>3</sup> /S).....	77
TABELA 2.14. PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	80
TABELA 2.15. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DA POPULAÇÃO. ....	81
TABELA 2.16. POPULAÇÃO URBANA E RURAL NA RHSI.....	82
TABELA 2.17. DISTRIBUIÇÃO DO PIB POR SETORES.....	85
TABELA 2.18. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO- MUNICIPAL – IDHM. ....	85
TABELA 2.19. QUANTIDADE DE EMPRESAS INDUSTRIAIS.....	86
TABELA 2.20. QUANTIDADE PRODUZIDA LAVOURAS TEMPORÁRIAS E PERMANENTES - 2019 (TONELADAS).....	88

TABELA 2.21. PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA.....	89
TABELA 2.22. NÚMERO DE IMÓVEIS RURAIS E ÁREA OCUPADA – 2005. ....	90
TABELA 2.23. EFETIVO DOS REBANHOS, POR TIPO DE REBANHO - VARIÁVEL - EFETIVO DOS REBANHOS (CABEÇAS). ....	91
TABELA 2.24. ATENDIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO. ....	91
TABELA 2.25. ÍNDICE MUNICIPAL DE ALERTA. ....	93
TABELA 3.1. VAZÃO OUTORGADA VIGENTE (L/S) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA POR TIPO DE USO. ....	97
TABELA 3.2. OUTORGAS VIGENTES (L/S) POR TIPO DE USO E MANANCIAL. ....	100
TABELA 3.3. VAZÕES OUTORGÁVEIS (L/S) NO JABURU I CONSIDERADAS NO MARCO REGULATÓRIO. ....	101
TABELA 3.4. EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.....	103
TABELA 3.5. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE RETIRADA CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.....	104
TABELA 3.6. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE CONSUMO CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.....	104
TABELA 3.7. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO POR MUNICÍPIO NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.....	106
TABELA 3.8. COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA POR TIPO DE APLICAÇÃO. ....	108
TABELA 3.9. ÁREA COLHIDA (HA) DAS PRINCIPAIS CULTURAS DOS MUNICÍPIOS DA RHSI. ....	109
TABELA 3.10. KC'S CALCULADOS.....	110
TABELA 3.11. ÁREAS IRRIGADAS, TIPO DE APLICAÇÃO E PRINCIPAIS CULTURAS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA POR MUNICÍPIO.....	111
TABELA 3.12. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA. ....	112
TABELA 3.13. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE EQUINOS/ASININOS/MUARES E CAPRINOS/OVINOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA. ....	113
TABELA 3.14. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE SUÍNOS E GALINÁCEOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA. ....	113
TABELA 3.15. RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RH DA SERRA DA IBIAPABA. ....	114
TABELA 3.16. COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DA SERRA DA IBIAPABA EM L/S. ....	115

TABELA 4.1. INDICADORES HIDROLÓGICOS DOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	118
TABELA 4.2. EFICIÊNCIA HIDROLÓGICA DOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	119
TABELA 4.3. TIPOS DE POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.....	121
TABELA 4.4. ESTADOS DE TROFIA.....	125
TABELA 4.5. FREQUÊNCIA DOS ESTADOS DE TROFIA.....	126
TABELA 4.6. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA.....	127
TABELA 4.7. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA POR MUNICÍPIO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	128
TABELA 5.1. VAZÃO REGULARIZADA COM GARANTIA DE 90%.....	129
TABELA 5.2. COMPARATIVO ENTRE A DEMANDA INSTALADA E A VAZÃO REGULARIZADA.....	129
TABELA 6.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA NO PERÍODO DE 1911 A 2017.....	136
TABELA 6.2. DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA NO PERÍODO DE 1911 A 2017.....	137
TABELA 7.1. QUANTIDADE DE NOTIFICAÇÕES DE AGRAVOS À SAÚDE DECORRENTES DE INTOXICAÇÃO EXÓGENA.....	152
TABELA 7.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	156
TABELA 9.1. REDUÇÕES DE VAZÕES APROVADAS PELO CBHSI COM INDICAÇÃO DE PERCENTUAL DE REDUÇÃO E SETOR DE USUÁRIO (2015-2018).....	207
TABELA 9.2. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JAN/2015.....	209
TABELA 9.3. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JAN/2016.....	210
TABELA 9.4. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JUL/2016.....	210
TABELA 9.5. VAZÃO APROVADA NA ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE 2021.....	213
TABELA 10.1. PESOS DOS NÍVEIS DE PERIGO.....	223
TABELA 10.2. CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS BARRAGENS VISTORIADAS EM 2020.....	230



## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 8.1. MARCOS POLÍTICOS E INSTITUCIONAIS DA GESTÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ.....	171
QUADRO 8.2. COMPOSIÇÃO DO CBHSI - PODER PÚBLICO MUNICIPAL.....	182
QUADRO 8.3. COMPOSIÇÃO DO CBHSI - PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL.....	183
QUADRO 8.4. COMPOSIÇÃO DO CBHSI – SOCIEDADE CIVIL.....	184
QUADRO 8.5. COMPOSIÇÃO DO CBHSI – USUÁRIOS DE ÁGUA.....	185

## SUMÁRIO

MENSAGEM DA SRH .....	20
MENSAGEM DA COGERH .....	22
1 APRESENTAÇÃO .....	24
2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA .....	30
2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica.....	34
2.2 Aspectos físicos.....	44
2.3 Clima.....	55
2.3.1 Dados climatológicos .....	57
2.4 Estações pluviométricas .....	59
2.4.1 Regime Pluviométrico .....	62
2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica .....	65
2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica .....	67
2.5 Estações Fluviométricas .....	74
2.6 Qualidade da água .....	78
2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos .....	80
3 DEMANDA ATUAL.....	95
3.1 Demanda hídrica outorgada .....	96
3.2 Demanda hídrica calculada pela Agência Nacional de Águas..	100
3.2.1 Demanda hídrica outorgável - Marco Regulatório.....	100
3.2.2 Demandas calculadas no Manual de Usos Consuntivos.....	101
3.3 Demanda Instalada.....	104
3.3.1. Abastecimento Humano .....	105
3.3.2 Irrigação.....	107
3.3.3 Dessedentação Animal.....	112
3.3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados.....	115
4 OFERTA HÍDRICA.....	117
4.1. Aspectos Quantitativos.....	117
4.1.1 Águas superficiais .....	117
4.1.2 Águas subterrâneas.....	120

4.2 Aspectos Qualitativos .....	124
4.2.1 Águas superficiais .....	124
4.2.2 Águas subterrâneas.....	126
5 BALANÇO HÍDRICO .....	129
6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS.....	130
6.1 Eventos extremos de seca .....	130
6.2 Eventos extremos de cheia.....	140
7 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA .....	145
8 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: POLÍTICAS, INSTRUMENTOS E ASPECTOS INSTITUCIONAIS .....	159
8.1. Política Nacional de Recursos Hídricos.....	159
8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos .....	162
8.3 O processo da divisão da bacia hidrográfica do Poti-Longá.....	176
8.4 Instrumentos e Aspectos Institucionais da RH .....	179
8.4.1 Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba .....	180
9 ALOCAÇÃO DE ÁGUAS, CONFLITOS E GESTÃO DE SECAS.....	194
9.1 Alocação Negociada de Água .....	194
9.1.1 Vazões alocadas .....	198
9.2 Conflitos pelo uso da água .....	200
9.3 Estratégias de gestão de seca.....	205
10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA .....	216
10.1 Gestão para a segurança de barragens pela COGERH.....	219
10.1.1 Classificação da barragem pela prioridade de intervenção.....	220
10.1.2 Classificação da barragem pelo risco e dano potencial associado .....	223
10.2 Gestão da Segurança das barragens na RHSI .....	227
10.2.1 Histórico dos problemas.....	227
10.2.2 Resultados da classificação quanto a prioridade de intervenção e do risco de dano potencial associado para a RHSI.....	230
10.3 Principais ações desenvolvidas pela GESIN na RHSI.....	231
11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS .....	234
12 REFERÊNCIAS .....	265

## 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 Bacias 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.

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 bacia 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 bacia 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.

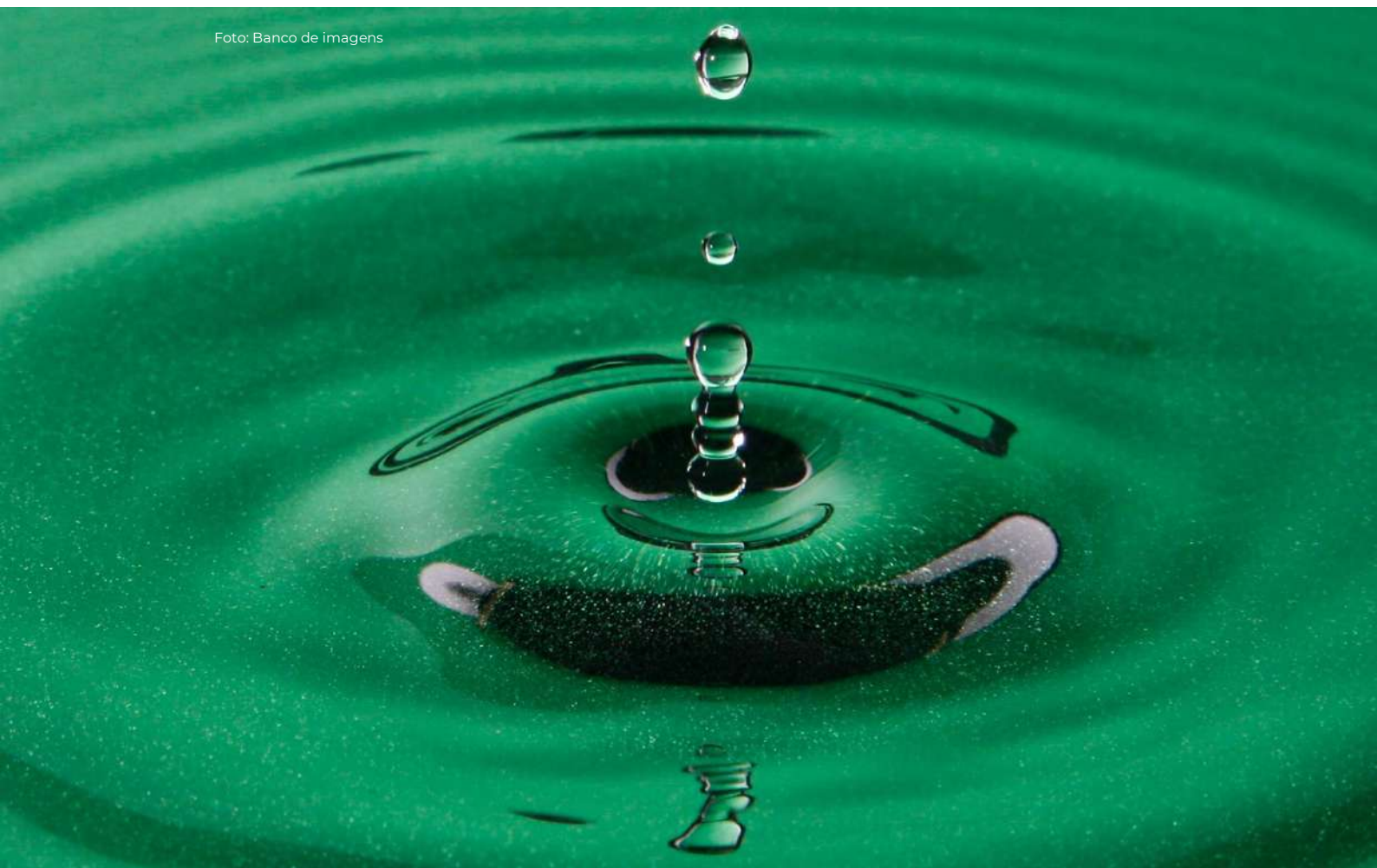
**João Lúcio Farias**  
**Presidente da COGERH**



# 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.

Foto: Banco de imagens



Os Planos de Bacias Hidrográficas do Ceará têm por finalidade fundamental 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 de 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 Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba 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 região compreendida pela bacia 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 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 da Serra da Ibiapaba é um instrumento novo e sua discussão junto ao CBHI teve início ainda em 28 de maio de 2019 quando foi realizada uma oficina de demandas que discutiu os seguintes aspectos: Meio Ambiente, Conflitos, Balanço Hídrico e Barreiras Institucionais. Em março de 2021, os membros dos comitês foram convidados a participar de uma sondagem para identificar os principais usos, problemas hídricos e ambientais, conflitos, aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

As atividades desse planejamento se intensificarão no período de maio de 2021 a novembro de 2021 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 DA SERRA DA IBIAPABA.**

<b>JUNHO</b>	
Dia 09	Reunião de partida do plano de bacia hidrográfica (13ª Reunião Extraordinária do CBH)
<b>JULHO</b>	
Dia 07	Audiência Pública (Iniciando o diálogo com a Bacia)
<b>AGOSTO</b>	
Dia 25	Reunião de aprovação do Diagnóstico (33ª Reunião Ordinária)
<b>SETEMBRO</b>	
Dia 15	Workshop (cenarização)
<b>NOVEMBRO</b>	
Dia 03	Reunião de aprovação dos cenários (Reunião Extraordinária)
Dia 17	Workshop (Estratégias e Ações)
<b>JANEIRO 2022</b>	
Dia 20	Aprovação das estratégias e ações e do Plano de Bacia (35ª Reunião Ordinária)

Este documento, nomeado Diagnóstico da RHSI, apresenta uma descrição da atual situação da região fruto das discussões realizadas na Audiência Pública na RHSI, dos relatórios dos grupos focais - Configurações do arranjo institucional (11/05/2021); oferta e demanda no gerenciamento dos recursos hídricos (28/05/2021) - 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 do Estado do Ceará (Funceme)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censos 2010 e 2017
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece)
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
- Lei Estadual dos Recursos Hídricos
- Lei Nacional dos Recursos Hídricos
- Ministérios do Boletim Agrometeorológico (Embrapa)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992 (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 11 capítulos a contar com esta apresentação. No segundo capítulo é realizado uma caracterização da bacia com foco na hidrografia e infraestrutura hídrica, destacando os aspectos físicos, demográficos. Climatológicos e socioeconômicos, na climatologia e meteorologia. O terceiro capítulo aborda as demandas hídricas da bacia sob duas vertentes: demanda outorgada e instalada. No quarto capítulo é realizado uma descrição da oferta hídrica. As informações



destes dois capítulos permitiram a estimativa do balanço hídrico que é apresentado no quinto capítulo. Na sequência é exposto uma descrição sobre os eventos extremos de seca e cheia (sexto capítulo) e sobre as questões ambientais da bacia (sétimo capítulo). A análise das dimensões político- institucional e legal que cercam a questão dos recursos hídricos é revelada no oitavo capítulo. O capítulo nove trata da alocação de água e as estratégias de gestão de seca. O capítulo 10 apresenta uma discussão sobre a segurança de infraestrutura hídrica na RHSI, destacando a barragem Jaburu I. Para finalizar o documento é apresentado uma síntese dos questionários supracitados e as referências bibliográficas.

SERRA DA IBIAPABA/ETA JABURU – Foto: CBH da Serra da Ibiapaba





## 2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (RHSI) localiza-se na porção noroeste do Estado do Ceará, entre as latitudes 3°28'00"S - 4°59'40"S e longitudes 40°23'15"W - 41°42'10"W. Limitando-se nas porções norte e nordeste com a Região Hidrográfica do Coreaú, a leste com a do Acaraú, ao sul e sudeste com Sertões de Crateús e a oeste com o estado do Piauí, ocupando uma área de 5.987,75 km<sup>2</sup> (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.



ACUDE JABURU I - Foto: Deivyson Teixeira

Esta Região compreende as redes de drenagem do rio Pirangi e dos afluentes do Longá - Rios Jacaraí, Catarina, Jaburu, Pejuaba, Arabê, Riacho do Pinga e Riacho da Volta; além do rio Macambira, afluente do Poti, e seus afluentes.

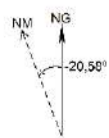




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**LOCALIZAÇÃO**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)

REALIZAÇÃO:



PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palisar  
ESCALA: 1 : 300.000



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh  
Junho - 2021

Seus limites perpassam por vários municípios do Ceará, alguns com uma área representativa dentro da RHSI, outros não, conforme pode-se observar na Tabela 2.1, a qual apresenta a área do município na Região Hidrográfica e seu percentual. A área em km<sup>2</sup> possibilita verificar qual a representatividade do município na RHSI.

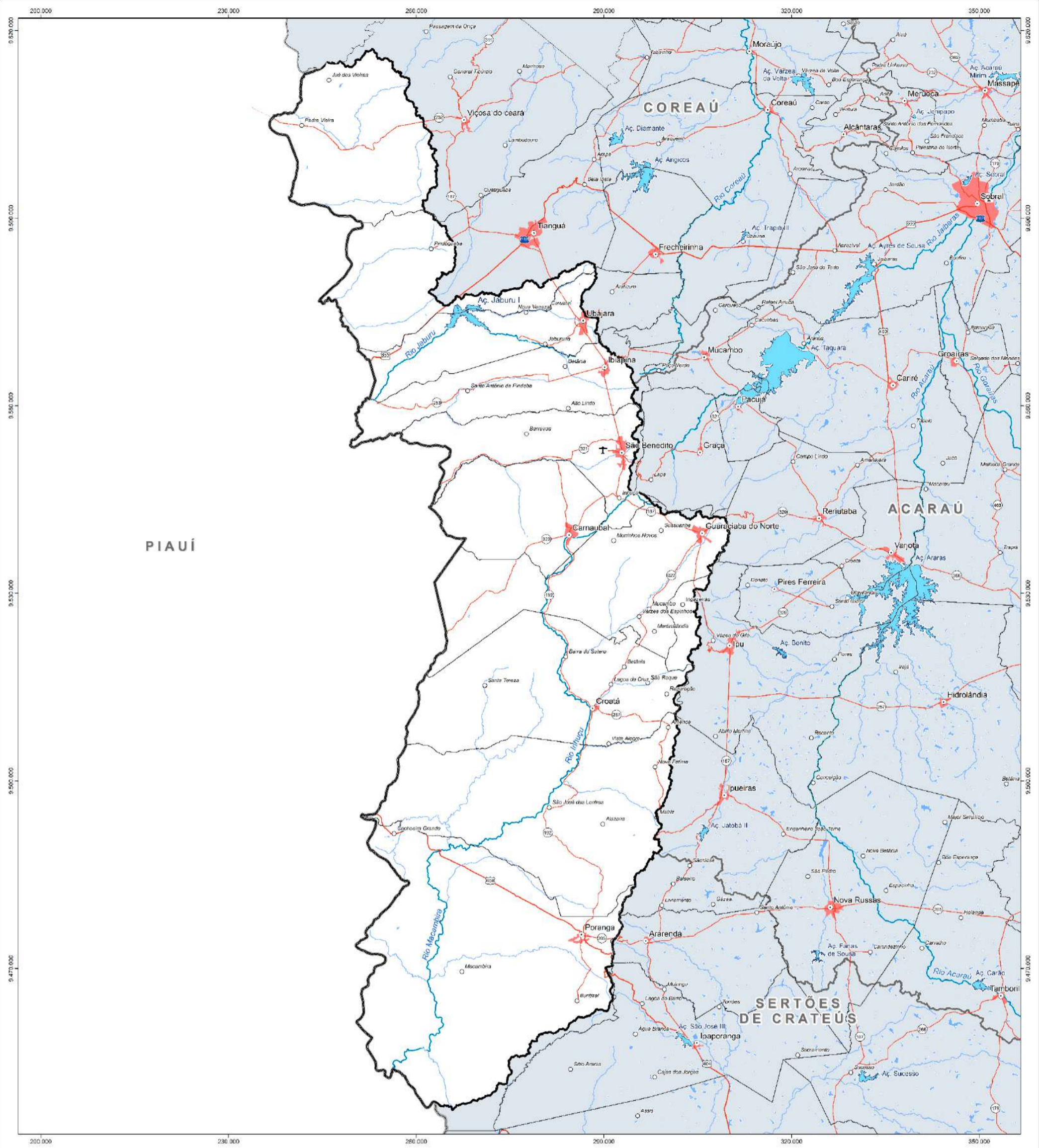
**TABELA 2.1. PERCENTUAL DA ÁREA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA RHSI.**

<b>Município</b>	<b>Área do Município pertencente à Região Hidrográfica (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual da área do Município pertencente à Região Hidrográfica (%)</b>
Poranga	1.226,16	93,5%
Ipueiras	892,72	60,2%
Croatá	693,63	99,6%
Ipu	57,01	9,1%
Guaraciaba do Norte	610,93	97,8%
Carnaubal	363,37	100,0%
São Benedito	336,92	96,0%
Ibiapina	362,91	87,6%
Ubajara	302,94	71,5%
Tianguá	380,01	41,8%
Viçosa do Ceará	496,76	37,9%

Embora se verifique que alguns dos municípios possuem menos de 50% das suas áreas na Região Hidrográfica e não possuem suas sedes nesta, a exemplo de Tianguá e Viçosa do Ceará, os mesmos serão considerados e trabalhados neste Plano por pertencerem ao Comitê de Região Hidrográficas da Serra da Ibiapaba e participarem das suas reuniões.

As principais rodovias que atendem os municípios desta Região Hidrográfica são as CE-187 e 192, interligando todos os municípios e, no sentido leste-oeste, as CE-253, CE-257, CE-265, CE-317, CE-321 e a CE-323. No que diz respeito às rodovias federais tem-se ao norte e sul da área, respectivamente, na direção do estado do Piauí, as BR-222 (Fortaleza-CE a Marabá-PA, interligando, também, o Ceará aos estados do Piauí e Maranhão) e BR-404 que liga Piripiri, no Piauí a Icó, no Ceará (Mapa Básico).

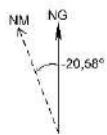




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**MAPA BÁSICO**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>Território</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sedes Municipais (Ipece, 2019)</li> <li>○ Sedes Distritais (Ipece, 2018)</li> <li>□ Limites Municipais (Ipece, 2021)</li> <li>□ Limites Estaduais (Ipece, 2021)</li> <li>■ Áreas Urbanas (Ipece, 2019)</li> </ul>   | <p><b>Sistema de Transportes (DER, 2018)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⬆ Rodovias</li> <li>✈ Aeroportos Estaduais</li> <li>📡 Postos Federais</li> <li>📡 Postos Estaduais</li> </ul> |
| <p><b>Hidrografia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>🗺 Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)</li> <li>🗺 Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)</li> <li>🌊 Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)</li> <li>🌊 Espelhos d'água 2008 - 2017 (Funcimec)</li> <li>🌊 Rios Principais (ANA, 2016)</li> <li>🌊 Drenagem (ANA, 2016)</li> </ul> |  |

REALIZAÇÃO



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

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 : 300 000





## 2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica

A RHSI corresponde a parcela da Região cearense, abrangendo, na sua porção norte a drenagem do rio Longá/Pirangi e na porção centro-sul a drenagem do rio Macambira/Inhuçu, afluentes do Poti. A RHSI corresponde a uma área de aproximadamente 5%, da imensa área de contribuição do Rio Parnaíba-PI.



ACUDE JABURU 1 – Foto: Cogeh

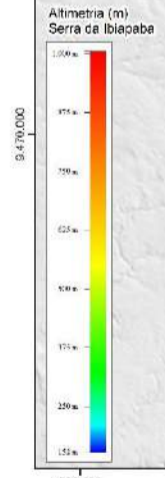
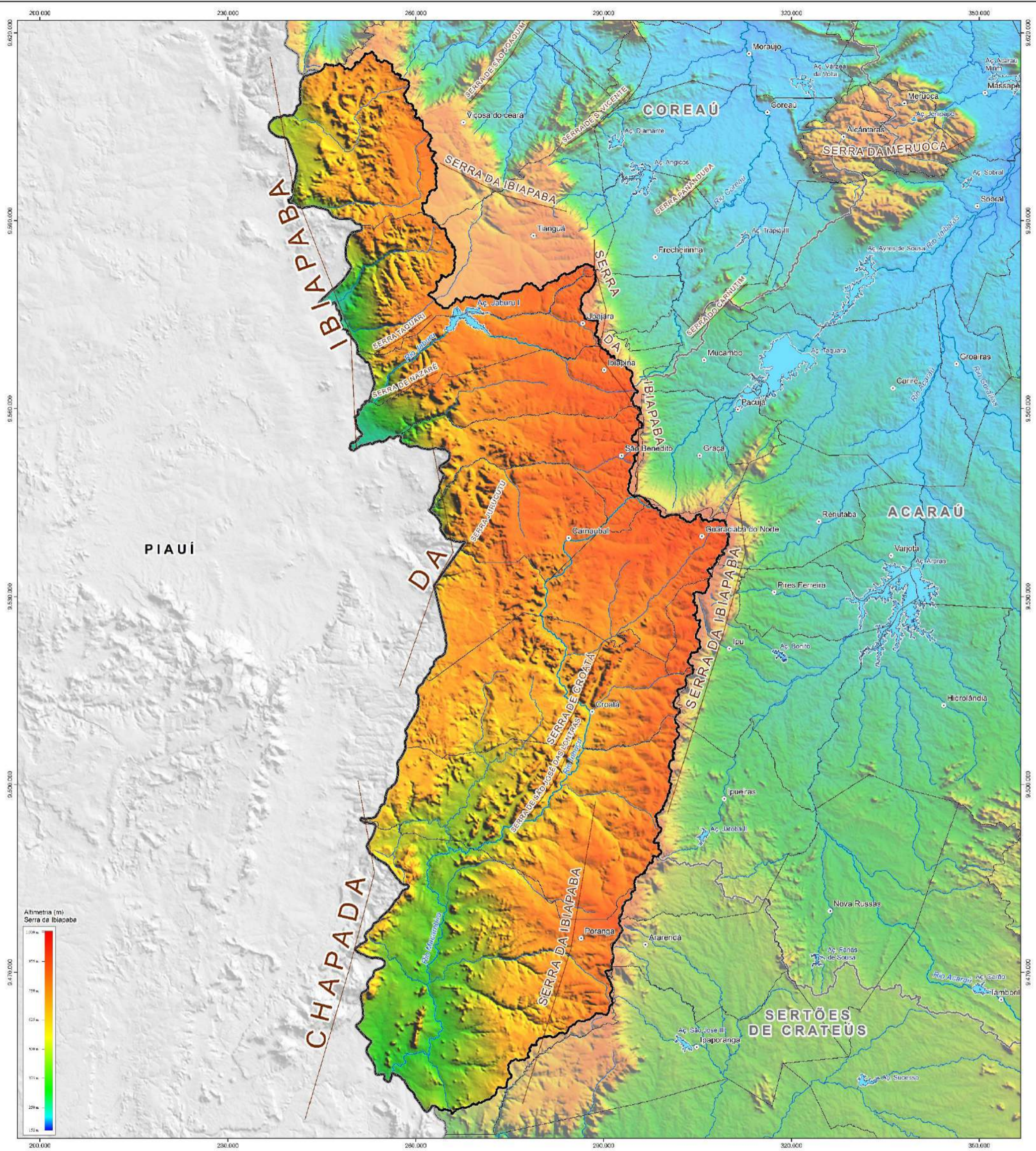
As regiões hidrográficas da porção mais ao norte são de pequeno porte, com todos os rios nascendo na serra da Ibiapaba, em elevadas altitudes e fluindo em direção ao Piauí. Possuem, em sua maioria, semelhança no formato, preferencialmente retangulares, estreitas e compridas. Com drenagem de padrão paralelo, onde se desenvolvem vales com vertentes suaves.

A drenagem do rio Longá/Pirangi em território cearense é formada, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH-1992, pela região hidrográfica do rio Pirangi e por oito regiões hidrográficas independentes que se prolongam para o estado do Piauí, correspondendo aos afluentes do rio Piracuruca, o qual desembocam no rio Longá na área do município de São José do Divino-PI (SRH, 1992).

Já na porção centro-sul da RHSI, a contribuição ocorre especialmente pela rede de drenagem do rio Macambira/Inhuçu, afluente do rio Poti. A Região Hidrográfica desenvolve-se em formato retangular, com eixo maior na direção norte-sul, chegando no rio Poti já em solo piauiense.

A partir do topo do Planalto, a região hidrográfica acompanha, de forma genérica, o caimento topográfico geral do reverso da Ibiapaba - rios consequentes, apresentando um padrão subdendrítico (CEARÁ, 2009a) e, de forma secundária e setorialmente, rios subsecentes, visto que a drenagem se acomoda aos afloramentos das rochas menos resistentes, indicadoras dos patamares topográficos do reverso, como pode ser observado no Mapa de hipsometria.

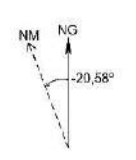




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**HIPSOMETRIA**



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



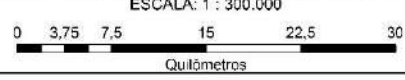
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (pece, 2019)
- Limites Municipais (pece, 2021)
- Limites Estaduais (pece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Apúdes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo  
*The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)*

REALIZAÇÃO:



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 : 300,000



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh  
Junho - 2021

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

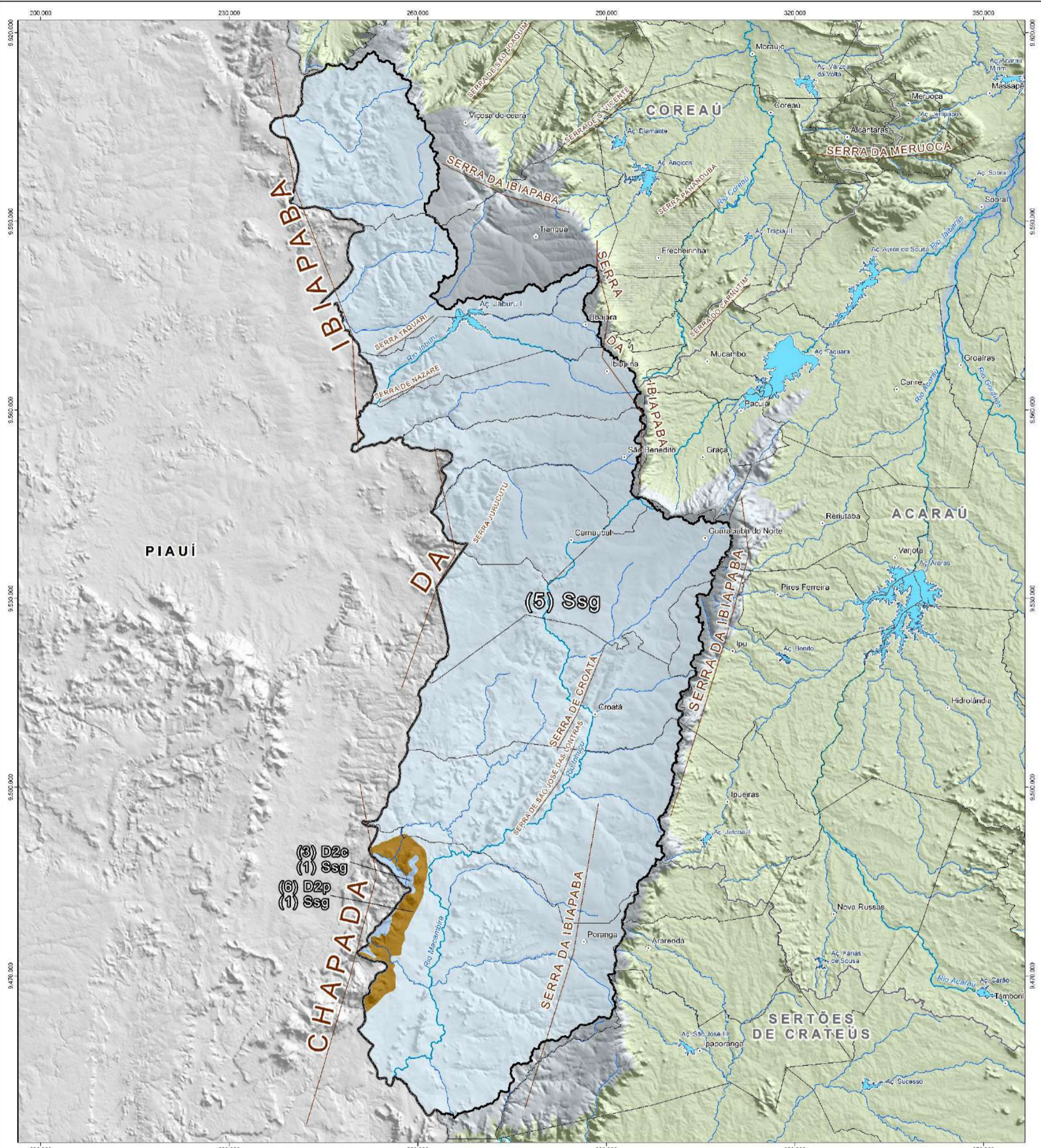


Segundo Brandão e Feitosa (1998), na RHSI prevalecem dois domínios hidrogeológicos, os sedimentares e os depósitos aluvionares. Os sedimentos da Formação Serra Grande são constituídos principalmente por arenitos grossos a conglomeráticos que, normalmente, apresentam um potencial médio sob o ponto de vista da ocorrência de água subterrânea, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.



Conforme Aguiar (2017) o aquífero Serra Grande representa a sequência basal da Bacia Sedimentar do Parnaíba, cuja área de exposição e recarga se caracteriza por uma estreita faixa de direção N-S, com unidade geológica predominantemente clástica, de espessuras anômalas e muito variáveis, tanto em sua faixa aflorante como em subsuperfície, em função de movimentações tectônicas que ocorreram durante sua sedimentação, especialmente, na borda da Bacia. Essas feições estruturais de natureza grabenforme são muito importantes no armazenamento de água subterrânea. O domínio hidrogeológico predominante na área corresponde a Bacia do Parnaíba, conforme o Mapa de hidrogeologia (BRANDÃO, 2014).

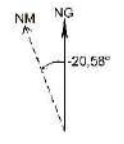




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**HIDROGEOLOGIA**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

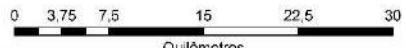


Contexto Nacional



Contexto Estadual

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 : 300.000



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Seces Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2016)

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

LEGENDA

- Unidades litoestratigráficas (CPRM, 2014)
- GRUPO SERRA GRANDE**
- (5) Ssg (5) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade bastante baixa, porém localmente baixa.
- (6) D2p (6) Ssg (3) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade moderada.
- (6) D2p (6) Ssg (6) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade pouco produtiva ou não aquifera.

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021



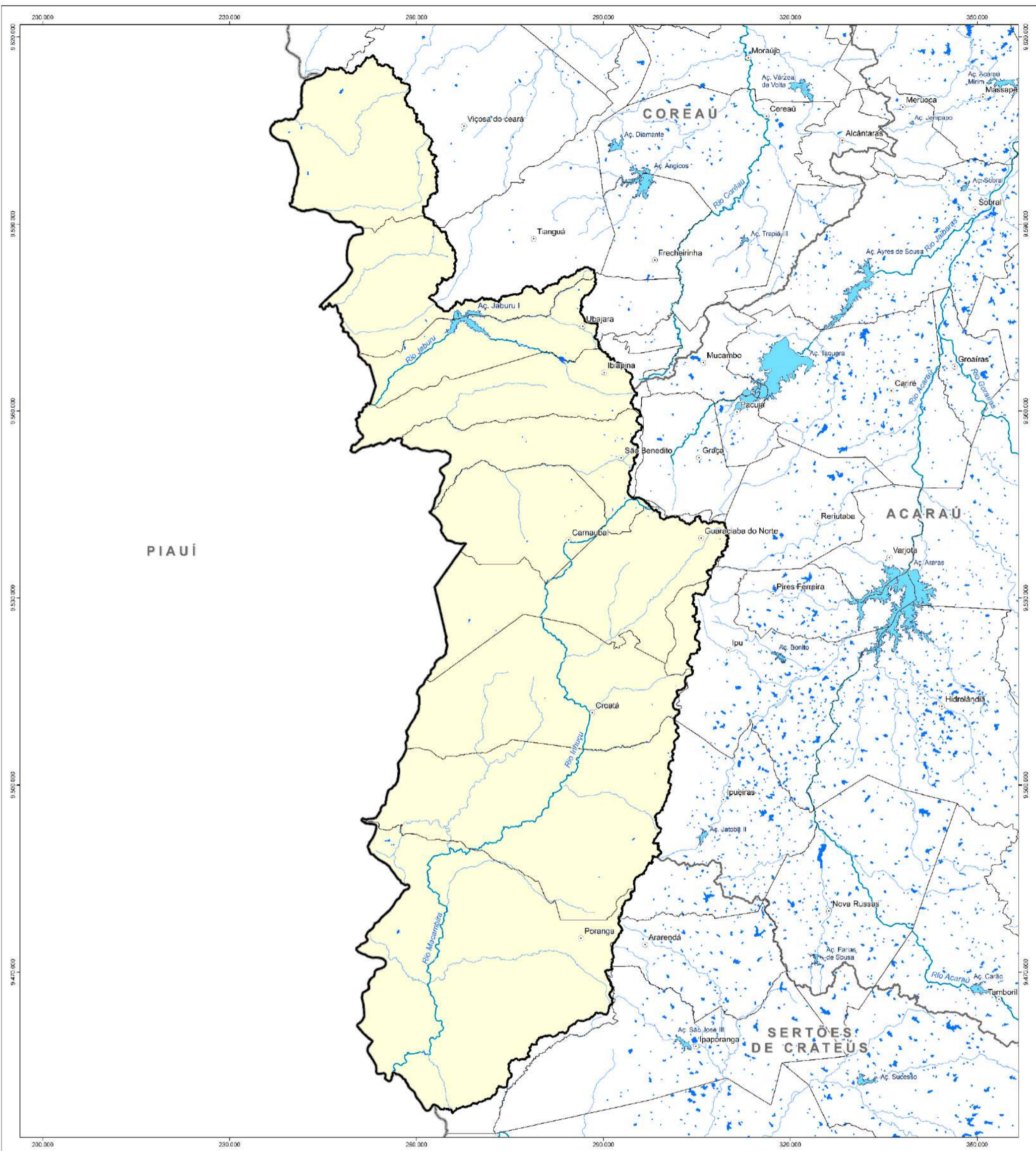
Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativamente alta do ponto de vista hidrogeológico,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



BARRAGEM BOI MORTO, UBAJARA – Foto: Cogerh

Na área existem cerca de 81 espelhos d'água mapeados pela FUNCEME de 2008 a 2017, obtidos utilizando-se imagens dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4. (FUNCEME, 2020), essa quantidade é bem abaixo do que se verifica para as outras regiões hidrográficas do Estado, o que se deve a sua característica hidrogeológica sedimentar (Mapa de espelhos d'água).

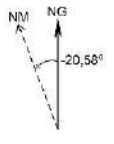




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**ESPELHOS D'ÁGUA**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

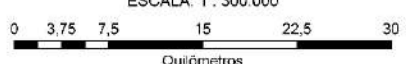
- Espelhos d'água (Funceme, 2008-2017)
- Espelhos d'água

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

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 : 300.000





A RHSI possui apenas um açude público de grande porte com características plurianuais, gerenciados pela COGERH, com capacidade de acumulação de 141.000.000 m<sup>3</sup> (Ceará, 2021). Existe um reservatório planejado, o Lontras, o qual barrará o rio Inhuçu, em Ipueiras e armazenará, conforme seu projeto, 347.130.000 m<sup>3</sup> (Tabela 2.2).

**TABELA 2.2. RESERVATÓRIO DA RHSI COM CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO.**

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	ÓRGÃO EXECUTOR	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m <sup>3</sup> )
Jaburu I	Ubajara		1983	Rio Jaburu	141.000.000
<b>TOTAL</b>			<b>141.000.000</b>		

A RHSI possui uma adutora estruturante, cuja fonte é o reservatório Jaburu I, levando água para Ibiapina, e transferindo água para os municípios da Região Hidrográfica do Acaraú, Graça, Pacujá, e Mucambo, em uma extensão de 44,2 km de (Tabela 2.3).

**TABELA 2.3. ADUTORAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

ADUTORA	EXTENSÃO (Km)	SISTEMA ADUTOR
Adutora estruturante	44,2	Açude Jaburu I - Graça/Pacujá/Ibiapina e Mucambo

Fonte: Banco de Dados SAGREH. COGERH, 2021.

Além dessas estruturas hídricas, uma rede de abastecimento de água dos núcleos urbanos está sendo trabalhada pelo Estado desde 2016, buscando suprir as fragilidades existentes no atual sistema. Trata-se do Projeto Malha d'Água cuja finalidade é garantir água de qualidade às populações. Para isso, além de adensar a rede de adutoras, implementará estações de tratamento de água, para só posteriormente realizar a adução aos núcleos urbanos integrados ao sistema.

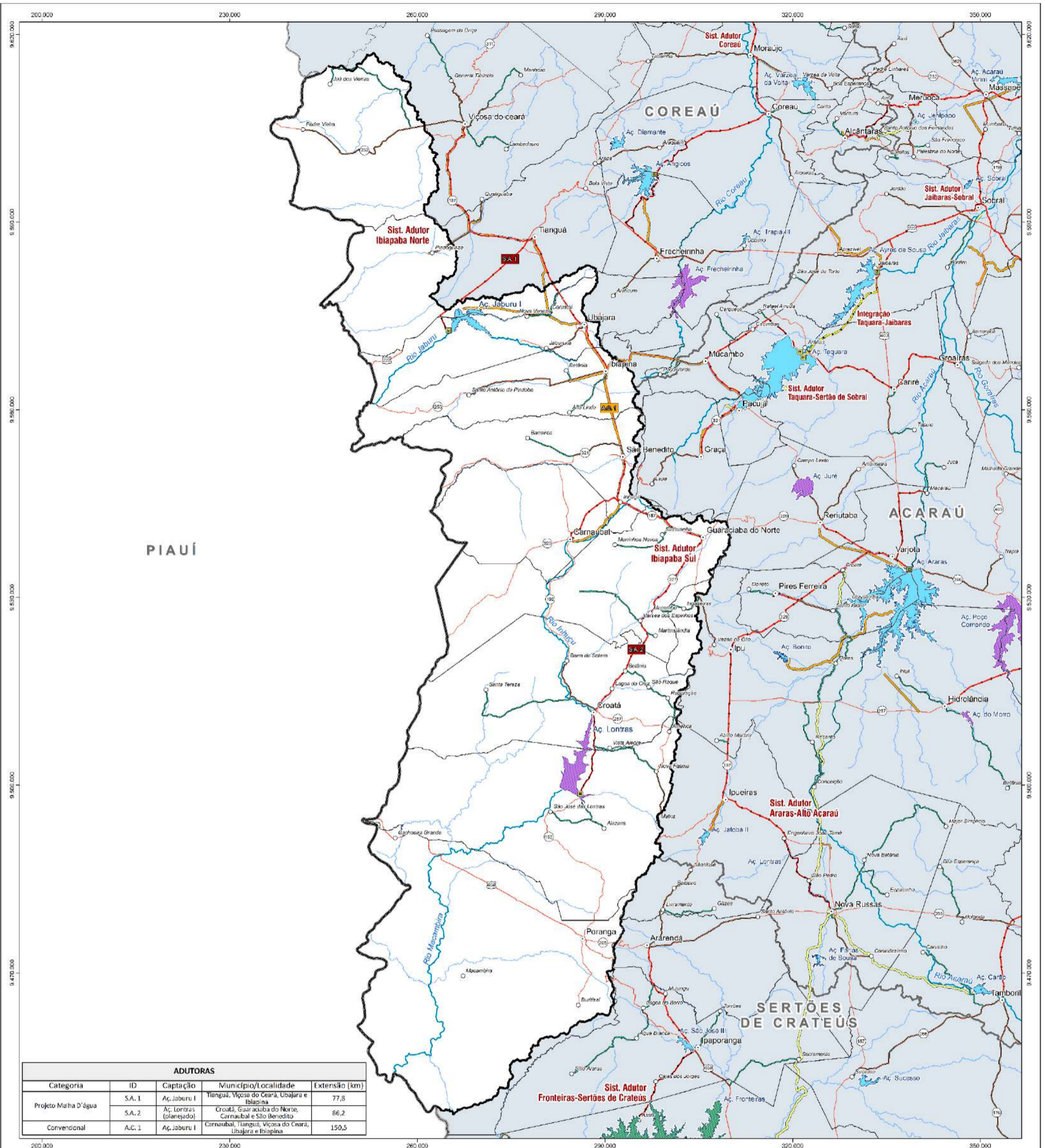
A nova concepção dos sistemas adutores congrega um conjunto de características específicas, que resultarão em uma matriz hídrica diferenciada para o Estado, tanto pela malha de adutoras de água tratada proposta, quanto pela categorização dos reservatórios com

destinação prioritária para o abastecimento humano. A malha foi traçada de modo otimizado e considerando o dimensionamento dos sistemas, e quando viável, a população rural mapeada.



Na RHSI o Projeto contempla o Sistema Adutor Ibiapaba Norte, com quatro municípios atendidos (Ibiapina, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará) e o Sistema Adutor Ibiapaba Sul, também para quatro municípios (Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte). O Mapa de infraestrutura hídrica mostra a infraestrutura hídrica existente e planejada na Região.



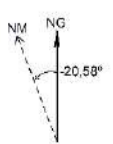


ADUTORAS				
Categoria	ID	Captação	Município/Localidade	Extensão (km)
Projeto Malha D'água	S.A. 1	Aç. Jaburu I	Tianguá, Viçosa do Ceará, Ubajara e Ibiapina	77,8
	S.A. 2	Aç. Lontras (planejado)	Croatá, Guaraciaba do Norte, Carnaubal e São Benedito	86,2
Convencional	A.C. 1	Aç. Jaburu I	Carnaubal, Tianguá, Viçosa do Ceará, Ubajara e Ibiapina	150,5

**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**INFRAESTRUTURA HÍDRICA**



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

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 da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
  - Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
  - Rios Principais (ANA, 2016)
  - Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

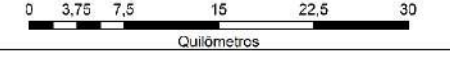
- Reservatórios**
  - Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
  - Em Construção (SRH, 2020)
  - Em Planejamento (SRH, 2020)
- Eixos de Transferência Hídrica**
  - Adutoras Convencionais (SRH/Cogeh/Sonidra)
  - Adutoras Emergenciais (Cogeh)
- Projeto Malha D'água (SRH, 2020) Em planejamento**
  - Captação
  - Ramal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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh  
Junho - 2021

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 : 300.000





Dados obtidos no IPECE (2017), em Ceará Mapas Interativos, trazem informações sobre a existência de 1.511 poços na Região Hidrográfica. Estes dados têm como fonte a SOHIDRA (96 poços), SDA (04 poços) e CPRM (1.411 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 RHSI compreende uma superfície cimeira, em escala regional, delineando o rebordo oriental da Região Hidrográfica sedimentar do Parnaíba. Esta unidade, foi denominada pelo IBGE (1995) como Planalto da Ibiapaba e compreende um conjunto de platôs, degraus litoestruturais e planaltos mais rebaixados, sustentados por rochas sedimentares da Região Hidrográfica do Parnaíba.

O Planalto da Ibiapaba, dispõe-se de sul para norte através de escarpamento contínuo, abrupto e bastante festonado, abrange toda a porção ocidental do Ceará na divisa com o Estado do Piauí, continuidade só interrompida na área de superimposição do rio Poti. Embora o Planalto corresponda a toda essa área, apenas a porção ao norte da garganta epigênia (cânion) formada pelo rio Poti, faz parte da RHSI.



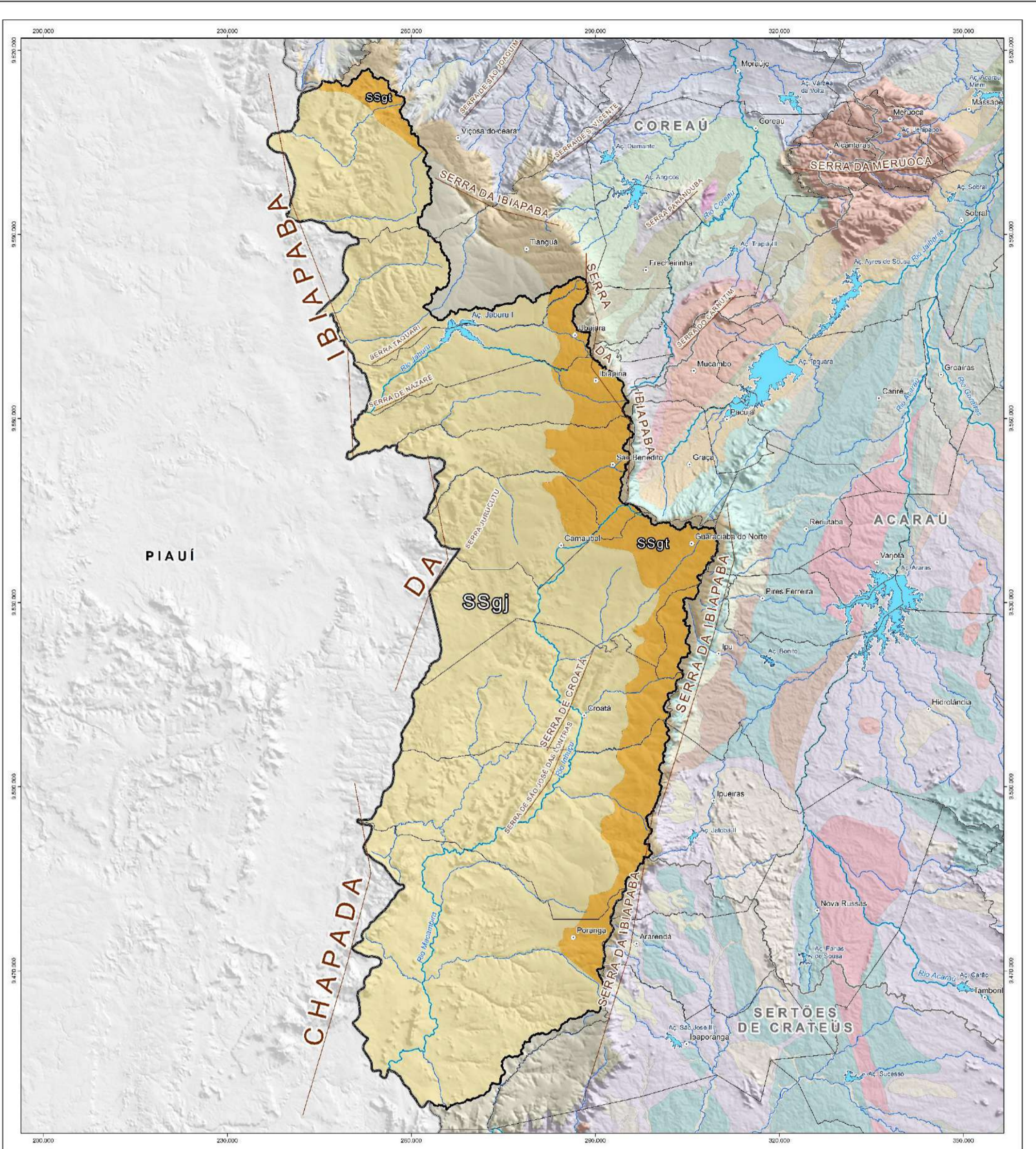
Segundo IBGE (1996), a área pode ser caracterizada por duas cuestas, Ibiapaba e Serra Grande. Segundo o mesmo documento a serra que bordeja a margem direita do rio Poti denomina-se localmente de Ibiapaba e a que margeia a borda esquerda, de serra Grande. A primeira faz parte da RHSI e a segunda da Região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

A Região representa um conjunto de superfícies inclinadas com cotas decrescentes de leste para oeste, que variam de 920 a 650 metros. Desta forma, o conjunto de planaltos da Ibiapaba apresenta superfícies suavemente basculadas para oeste, com um progressivo decréscimo de altitude até convergir com o piso das superfícies aplainadas da Região Hidrográfica do Parnaíba, no estado do Piauí.

Situada no contexto tectônico da Província Parnaíba, a Ibiapaba apresenta como substrato geológico predominante as litologias concernentes ao Grupo Serra Grande, base da Região Hidrográfica do Parnaíba, em contraponto com a diversidade litoestratigráfica verificada nos seus contatos à leste e ao norte, correspondentes à outra província, a Província Borborema.

A geologia da RHSI é caracterizada por rochas sedimentares de idade paleozóica (siluro-devoniana), mais especificamente pelos arenitos grosseiros a conglomeráticos e conglomerados da Formação Jaicós e da Formação Ipu, pertencentes ao Grupo Serra Grande (Mapa de geologia simplificada).

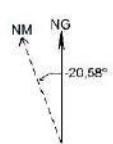




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
**REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA**



**GEOLOGIA SIMPLIFICADA**



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

**MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:**



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo  
The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

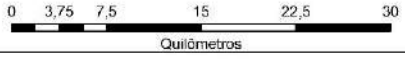
**LEGENDA**

- Unidades Itoestratégicas (CPRM, 2020)
- GRUPO SERRA GRANDE
- Formação Jalcós**  
Arenitos finos a médios, cinza-escuros/vermelhos, de composição quartzosa mal selecionada, com estratificação cruzada tabular, arenolita e espilrita de poeira, com laminares de argila.
- Formação Tianguá**  
Arenitos finos a médios, sílticos e argilosos, arenolíticos, foliados de cor cinza, bioturbados, com estratificações tabulares.

**REALIZAÇÃO:**



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 : 300.000



**ELABORAÇÃO:**  
 Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
 Junho - 2021

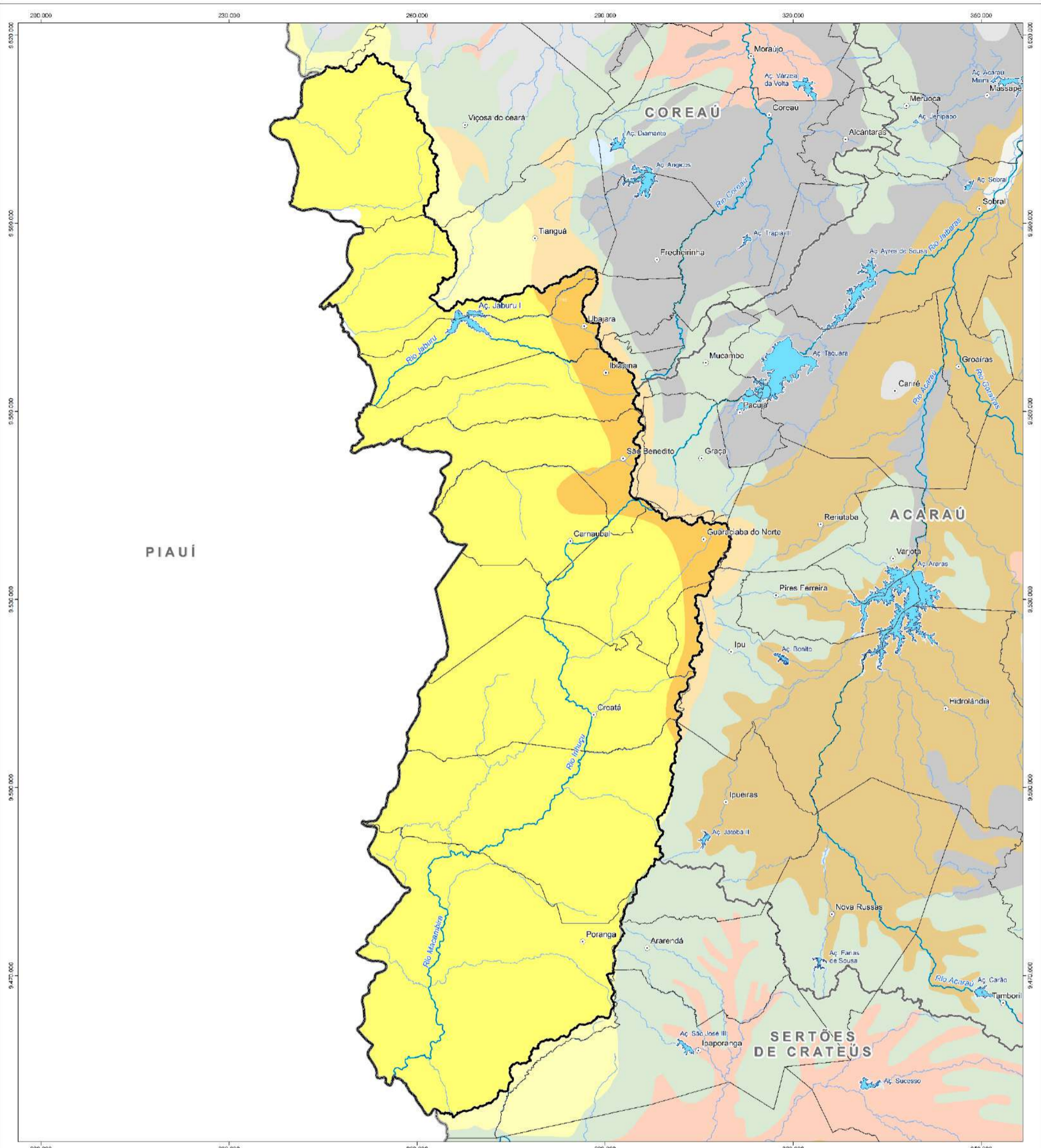


Os relevos planálticos do topo da Ibiapaba estão assentados em arenitos e conglomerados da Formação Serra Grande, de idade siluriana, que correspondem à base da Região Hidrográfica sedimentar do Parnaíba. O relevo escarpado, por sua vez, é sustentado por uma cornija de arenitos acentuadamente litificados.

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

Nos topos há predominância dos Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, solos muito profundos, bem drenados, muito friáveis, porosos e com baixa fertilidade natural, e dos Neossolos Quartzarênicos órticos, caracterizados pela baixa coesão e adesão entre suas partículas e pequena capacidade de retenção de umidade e de nutrientes (EMBRAPA SOLOS, 2011) (Mapa de levantamento exploratório de solos).

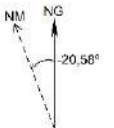
Nos terrenos escarpados, por sua vez, predominam Neossolos Litólicos, solos rasos, com grande influência do material originário, moderadamente drenado, normalmente pedregoso ou cascalhentos e, subordinadamente, Argissolos Vermelhos eutróficos, solos pouco profundos e profundos, areno-argilosos, com gradiente textural, bem a moderadamente drenados, que merecem cuidados especiais com o desenvolvimento de processos erosivos e Afloramentos de Rocha (IBGE-EMBRAPA, 2001).



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO  
RECONHECIMENTO DE SOLOS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

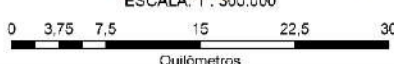
- Classes de Solos (Funceme, 1972)
- Obs. Classificação de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (BRCS) para o 1º nível categorial.
- Latossolos
- Neossolos Quartzarênicos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh  
Junho - 2021

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 : 300.000





O setor setentrional do Planalto da Ibiapaba configura-se como um ambiente de exceção em relação ao domínio das caatingas semiáridas, pois o obstáculo topográfico proporciona a ocorrência de chuvas orográficas a partir da ascensão de ventos úmidos provenientes de sudeste. As condições climáticas úmidas permitem a fixação de uma expressiva mata de encosta caracterizando-se em um verdadeiro brejo de altitude (SANTOS & SOUZA, 2012).

As condições climáticas mais amenas, ocorrem particularmente por essa área apresentar elevados totais de precipitação, baixos níveis de perda de água por evapotranspiração e elevado excedente hídrico.

O tipo de vegetação ou classe de vegetação predominante no sertão semiárido, de acordo com a Classificação do IBGE (IBGE, 2004), é a Savana-estépica, que comporta quatro subgrupos de formações: Savana-estépica Florestada, Savana-estépica Arborizada, Savana-estépica Parque e Savana-estépica Gramíneo-lenhosa. Entretanto, os enclaves úmidos e subúmidos do Nordeste brasileiro, localmente denominadas de 'brejos de altitude', formam ilhas de umidade e de florestas perenes (mata úmida) que contrastam com as condições ecológicas das baixas superfícies aplainadas adjacentes, os sertões.

Grande parte da área que era recoberta por vegetação do tipo Contato Savana-Estépica/Floresta Estacional – Ecótono foi substituída por área agrícola, pecuária ou ambas, assim como boa parte da região que era ocupada pela Savana-Estépica Arborizada, uma vez que a atividade agrícola tende a se concentrar, preferencialmente, nos topos e nas encostas úmidas, onde o potencial natural permite uma exploração diversificada e contínua do solo (Mapa de uso e ocupação da terra).

A Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria aparece, especialmente, ao norte da Região Hidrográfica, na região oeste entre os municípios de Viçosa do Ceará e Ibiapina, já a Savana-

Estépica Arborizada pode ser encontrada, na região mais ao sul, de Guaraciaba do Norte à Poranga, na porção oeste dos municípios.

A ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual Submontana acontece a leste da região de Viçosa do Ceará, Tianguá e na porção o norte de Ubajara e, entre os municípios de Guaraciaba do Norte, Carnaubal e São Benedito, no limite leste da Região Hidrográfica, verifica-se a presença da Floresta Ombrófila Aberta Submontana com palmeiras.

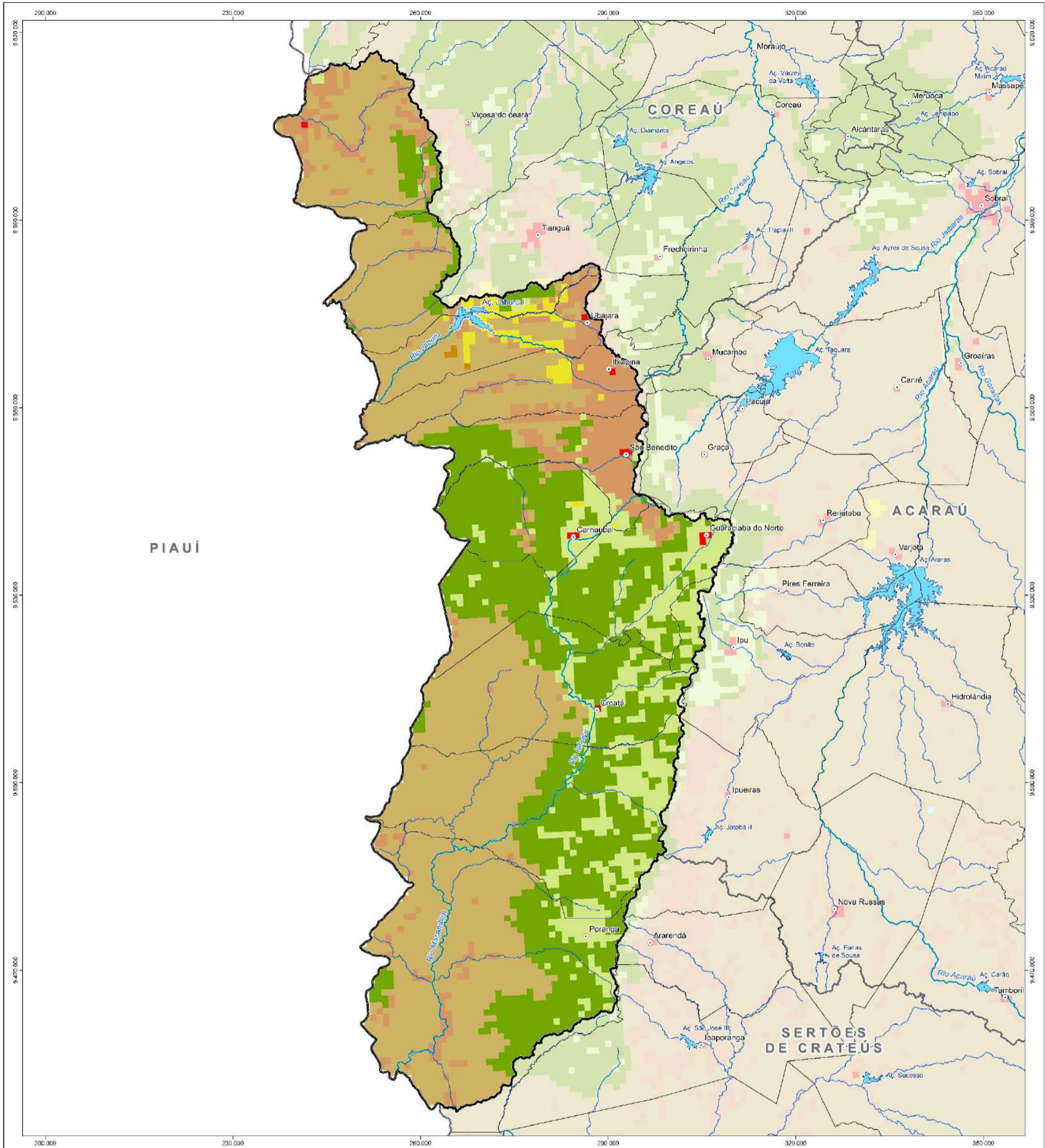
De forma menos expressiva ocorrem na Região a Savana-Estépica Florestada, Savana-Estépica Arbustiva e a Floresta Ombrófila Aberta Submontana.

O 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).



SERRA DA IBIAPABA – Foto: Sílvia Barroso

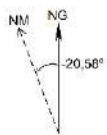




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**COBERTURA E USO DA TERRA**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

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 : 300.000



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021



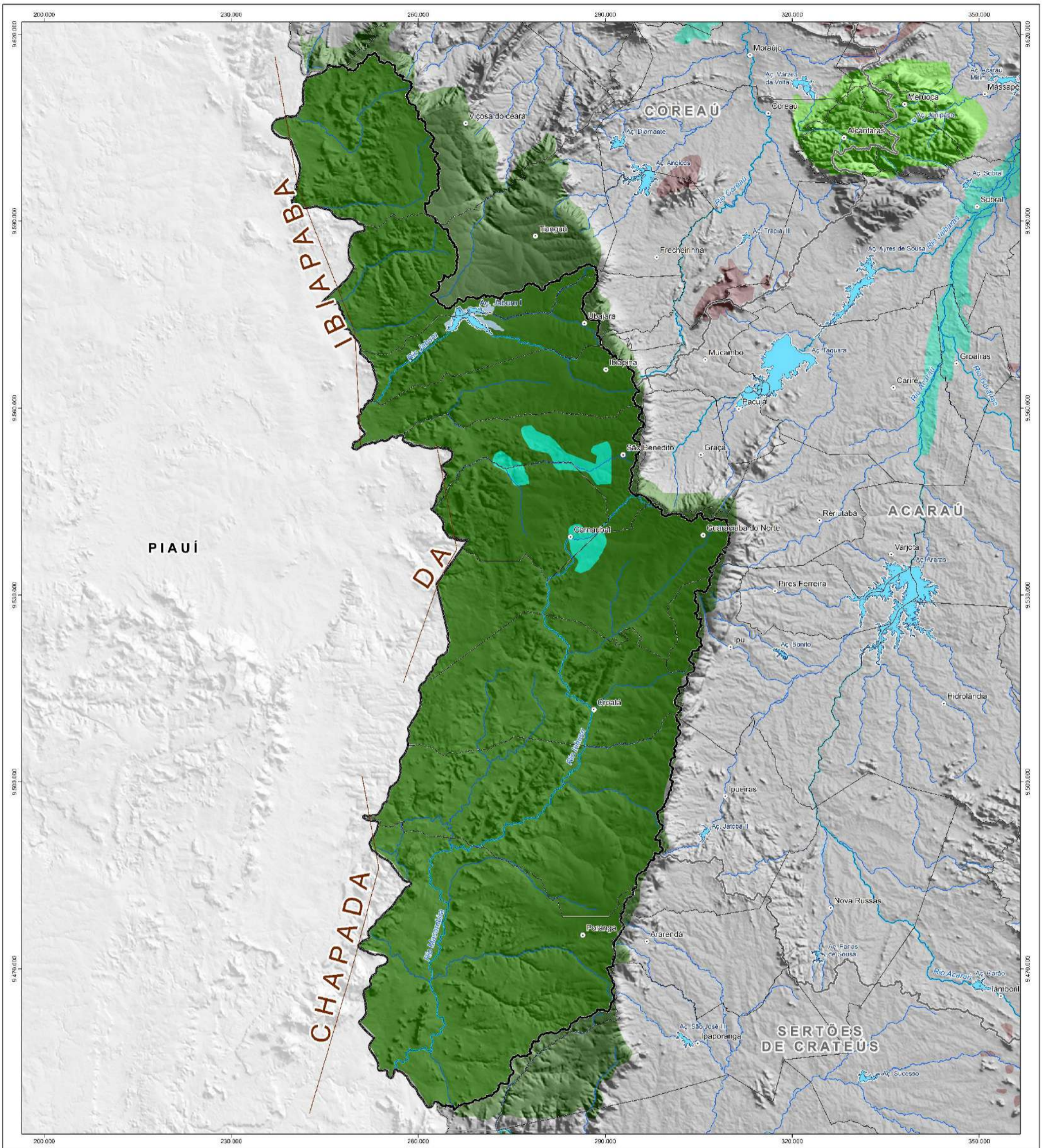
Souza (2000) cita que o Planalto da Ibiapaba possui um relevo dissimétrico com feição cuestiforme apresentando um reverso suave em direção oeste e um front escarpado para leste expressando o trabalho da erosão diferencial orientada pela resistência desigual das rochas em face aos processos desnudacionais.



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, quatro unidades se destacam e são representadas: (1) pelo Platô do Planalto da Ibiapaba, (2) Rebordos erosivos parcialmente dissecados, (3) Rebordos erosivos moderadamente dissecados e (4) Rebordos erosivos fortemente dissecados (Mapa de sistemas ambientais).

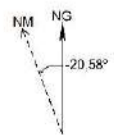




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**SISTEMAS AMBIENTAIS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2006)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo  
The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

LEGENDA

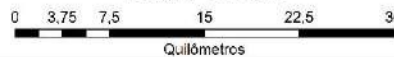
- Classes de Sistemas Ambientais (Funcom, 2009)
- Planalto da Ibiapaba
  - Planície Ribeirinha
  - Água

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

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 : 300.000





- Platô do Planalto da Ibiapaba

Na região do topo do Planalto da Ibiapaba, cuja composição está associada aos arenitos do Grupo Serra Grande (BRASIL, 2006a), predomina um relevo plano a suave ondulado, variando de 825 a 965 m, com condições climáticas amenas, particularmente influenciado pelos elevados totais de precipitação, baixa evapotranspiração e elevado excedente hídrico. O solo presente nessa unidade é o Latossolo (EMBRAPA SOLOS, 2011), tendo como uso a agricultura e pecuária, região antes ocupada por savana estépica e floresta ombrófila, onde existem ainda alguns remanescentes. Na unidade estão presentes áreas de nascentes e dos olhos d'água perenes, consideradas áreas de preservação permanente (APPs), pelo Código Florestal (BRASIL, 2012).

- Rebordos erosivos parcialmente dissecados do Planalto da Ibiapaba

Os rebordos dissecados localizam-se na região posterior ao platô do Planalto, com decaimento topográfico em direção ao estado do Piauí, assentados sobre os arenitos do Grupo Serra Grande (BRASIL, 2006a), em cotas altimétricas de 505 a 825 m e superfície plana a suave ondulada no topo e ondulada a forte ondulada nas bordas. Caracterizam-se por totais pluviométricos e excedentes hídricos significativos, nela se encontra o açude Jaburu I. Os solos identificados na área são, especialmente, Latossolos e Neossolos (IBGE, 2009). Esses são recobertos predominantemente pela agricultura e pecuária.

- Rebordos erosivos moderadamente dissecados do Planalto da Ibiapaba

Rebordos erosivos moderadamente dissecados está em contato direto com a depressão monoclinal, com cotas altimétricas da unidade variam de 185 a 425 m e predomínio de relevo plano a forte ondulado. Os níveis de precipitação, ainda, são significativos, os valores de

evapotranspiração começam a aumentar mais significativamente e ocorre déficit hídrico. Nessa região predominam os Neossolos.

- Rebordos erosivos fortemente dissecados do Planalto da Ibiapaba

A região dos Rebordos erosivos fortemente dissecados está assentada sobre os arenitos da Formação Cabeças e Grupo Serra Grande (BRASIL, 2006a; 2006b), com altimetria variando de 345 a 585 m e superfície bastante íngreme, com declividade variando de suave ondulada a montanhosa. Os níveis de precipitação são elevados, a evapotranspiração também é elevada, mas há predomínio de excedente.

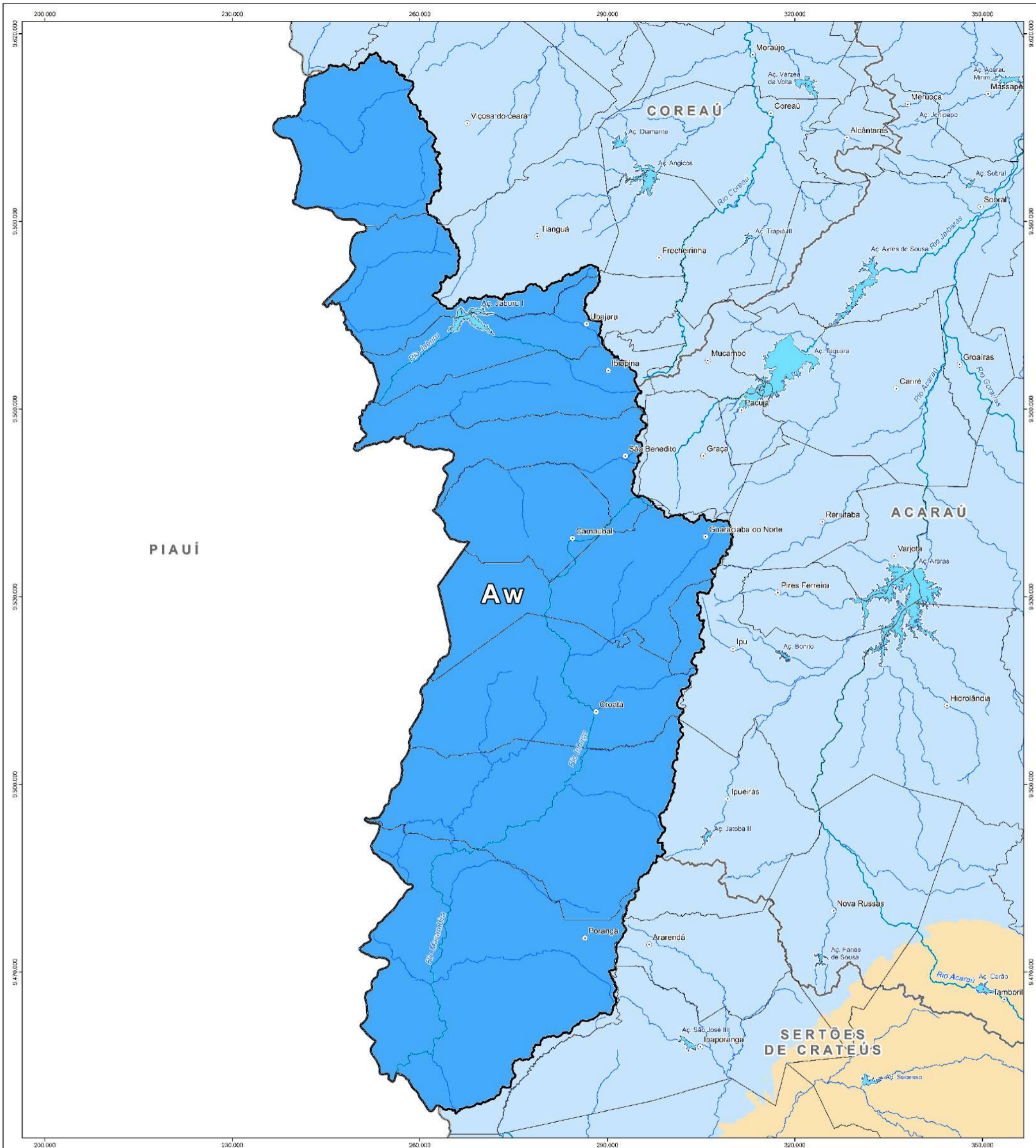
### 2.3 Clima

Analisar os sistemas de classificações climáticas de uma região é de grande relevância, pois assim é possível estabelecer o clima das diversas regiões, considerando seus diferentes elementos, otimizando a troca de informações e análises posteriores para diferentes propósitos (NÓBREGA, 2010).



O clima da região da RHSI, segundo a classificação de Köppen, para o estado do Ceará, apresenta-se como tropical de savana, com inverno seco (Aw) (Mapa de clima).

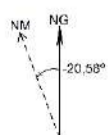




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**CLIMA**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

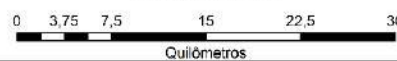


Contexto Nacional



Contexto Estadual

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS 2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palisar  
ESCALA: 1 : 300.000



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açúdes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

Descrição da Zona Climática (Koppen)  
(C. A. Alvares et al., 2013)

Aw - Clima tropical com estação seca no inverno

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

### 2.3.1 Dados climatológicos

Para a caracterização climatológica da RHSI foram usados os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa e evaporação da Estação Agroclimatológica de Tianguá, registradas no período de 1990 a 1996, localizada no município homônimo, e cujas coordenadas geográficas são: latitude de 3° 44' S, longitude de 40° 59' W e altitude de 775 metros (EMBRAPA, 1998).

- Temperatura

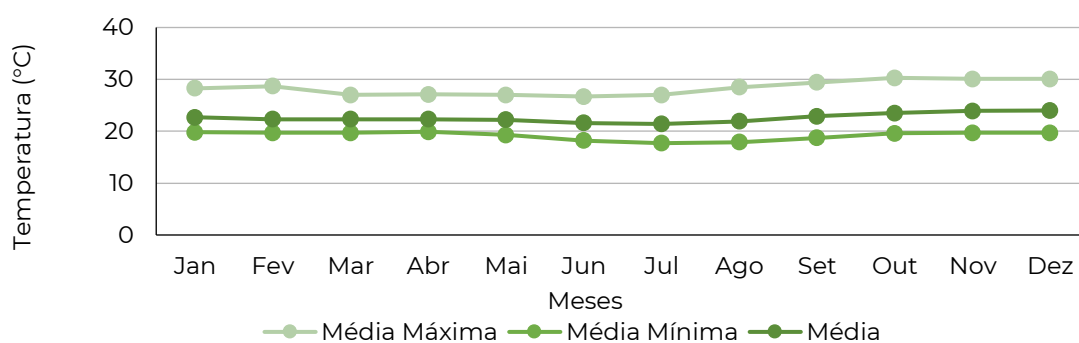
As temperaturas na Região são caracterizadas por temperaturas amenas, tendo sua média anual em torno de 23 °C. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, atingindo valores máximos de até 30,3 °C, em outubro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a setembro, atingindo mínimo de 17,7 °C, em julho. Na Tabela 2.4 e na Figura 2.1 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação de Tianguá.

**TABELA 2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.**

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	28,3	28,7	27	27,1	27	26,7	27	28,5	29,4	30,3	30,1	30,1	28,4
Média	22,7	22,3	22,3	22,3	22,2	21,6	21,4	21,9	22,9	23,5	23,9	24	22,6
Mínima	19,8	19,7	19,7	19,9	19,3	18,2	17,7	17,9	18,7	19,6	19,7	19,7	19,2

Fonte: INMET (1990).

**FIGURA 2.1. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (°C) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.**



Fonte: EMBRAPA (1998).

- Umidade relativa do ar

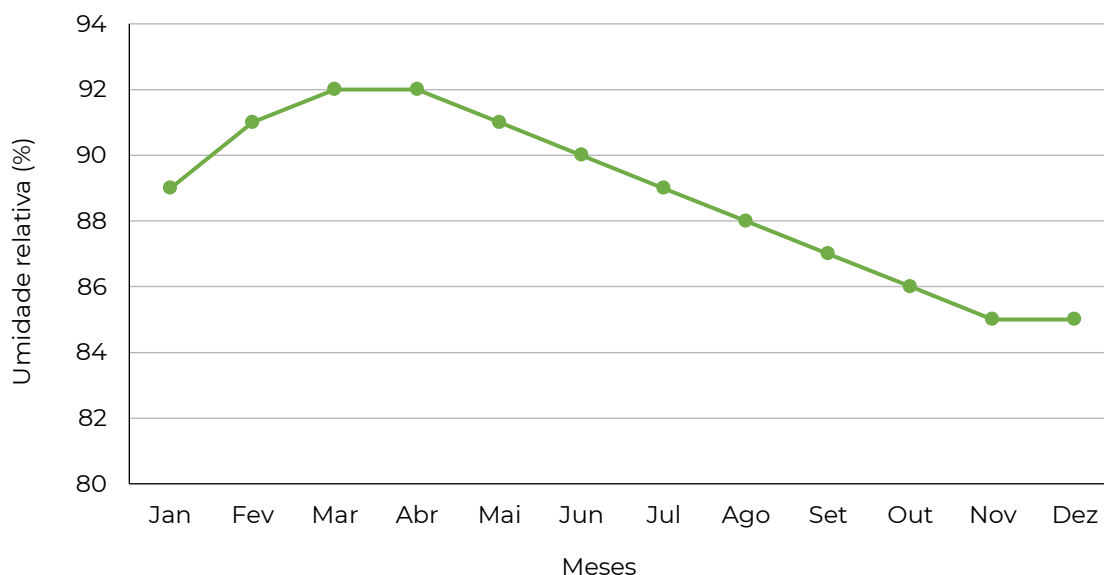
A umidade média anual na região da RHSI é cerca de 89% (Tabela 2.5). Os meses com índices de umidade mais elevados encontram-se entre fevereiro e maio (Figura 2.2). Essas variações mensais estão fortemente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. O período menos úmido, em termos gerais, se situa no segundo semestre do ano, nos meses de setembro a dezembro.

**TABELA 2.5. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.**

Umidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
%	89	91	92	92	91	90	89	88	87	86	85	85	88,8

Fonte: EMBRAPA (1998).

**FIGURA 2.2. UMIDADE RELATIVA (%) NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ.**



Fonte: EMBRAPA (1998).

- Evaporação Média

Os dados de evaporação média da estação de Tianguá são medidos no Tanque Classe A. A evaporação anual média observada na Região foi de cerca de 2597 mm, com as maiores taxas sendo observadas nos meses de setembro a dezembro e com um evento isolado no mês de março (Tabela 2.6 e Figura 2.3).

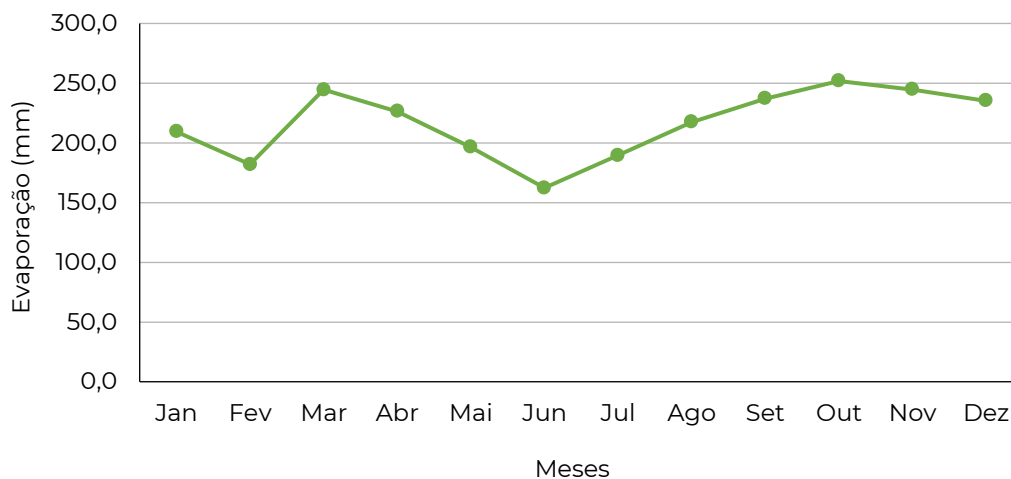


**TABELA 2.6. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DO TANQUE CLASSE A NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ (MM).**

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
209,5	181,9	244,5	226,3	196,4	162,3	189,5	217,4	237,0	251,8	244,7	235,4	2596,7

Fonte: EMBRAPA (1998).

**FIGURA 2.3. EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DO TANQUE CLASSE A NA ESTAÇÃO DE TIANGUÁ (MM).**



Fonte: EMBRAPA (1998).

## 2.4 Estações pluviométricas



De acordo com o inventário de dados da Agência Nacional de Águas - ANA (HidroWeb) de 2009, a RHSI apresenta um total de 30 estações

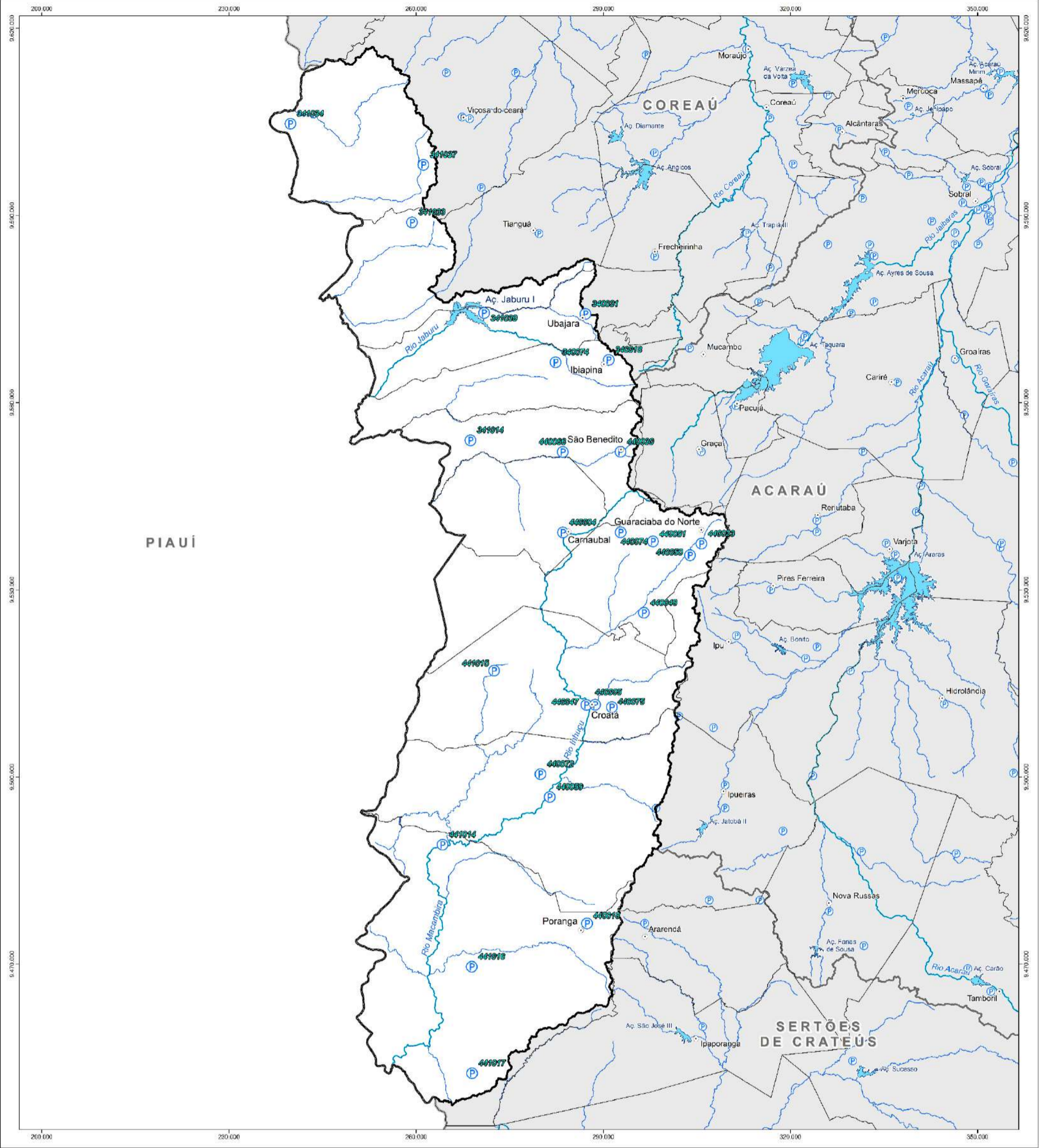
pluviométricas inseridas nos seus limites (Tabela 2.7), mas a estação Guaraciaba do Norte (440024) não apresenta dados disponíveis. A operação das estações divide-se entre a FUNCEME (80%), a SUDENE (10%), a ANA (7%) e o DNOCS (3%), conforme mostra a Figura 2.4.

**TABELA 2.7. ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

Estação	Código	Latitude	Longitude	Município	Responsável	Operadora
Ibiapina	340018	-3,917	-40,883	Ibiapina	FUNCEME	FUNCEME
Ubajara	340031	-3,850	-40,917	Ubajara	FUNCEME	FUNCEME
Santo Antônio da Pindoba	341014	-4,033	-41,083	Ibiapina	FUNCEME	FUNCEME
Padre Vieira	341015	-3,567	-41,333	Viçosa do Ceará	SUDENE	SUDENE
Pindoguaba	341033	-3,717	-41,167	Tianguá	FUNCEME	FUNCEME
Padre Vieira	341034	-3,573	-41,342	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME
Sítio Vambira	341037	-3,633	-41,150	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME
Poço da Areia	341039	-3,848	-41,063	Ubajara	FUNCEME	FUNCEME
São José de Lontras	440001	-4,550	-40,967	Ipueiras	FUNCEME	FUNCEME
Carnaubal	440004	-4,167	-40,950	Carnaubal	FUNCEME	FUNCEME
Croatá	440005	-4,416	-40,904	Croatá	ANA	CPRM
Poranga	440018	-4,733	-40,917	Poranga	FUNCEME	FUNCEME
Guaraciaba do Norte	440023	-4,183	-40,750	Guaraciaba do Norte	FUNCEME	FUNCEME
Guaraciaba do Norte*	440024	-4,150	-40,733	Guaraciaba do Norte	SUDENE	SUDENE
São Benedito	440026	-4,050	-40,867	São Benedito	DNOCS	DNOCS
São Benedito	440030	-4,050	-40,867	São Benedito	FUNCEME	FUNCEME
Poranga	440038	-4,733	-40,933	Poranga	DNOCS	DNOCS
Croatá	440047	-4,417	-40,917	Croatá	FUNCEME	FUNCEME
Sítio Várzea Redonda	440048	-4,283	-40,833	Guaraciaba do Norte	FUNCEME	FUNCEME
Picada	440050	-4,200	-40,767	Guaraciaba do norte	FUNCEME	FUNCEME
Limoeiro	440051	-4,180	-40,820	Guaraciaba do Norte	FUNCEME	FUNCEME
São José Das Lontras	440059	-4,550	-40,970	Ipueiras	FUNCEME	FUNCEME
Sítio Faveira	440066	-4,050	-40,950	São Benedito	FUNCEME	FUNCEME
São José	440072	-4,517	-40,983	Carnaubal	FUNCEME	FUNCEME
Morrinhos Novos	440074	-4,167	-40,867	Guaraciaba do Norte	FUNCEME	FUNCEME
Macambira	441009	-4,783	-41,100	Poranga	SUDENE	SUDENE
Saudoso	441014	-4,619	-41,125	Poranga	ANA	CPRM
Santa Tereza	441015	-4,367	-41,050	Croatá	FUNCEME	FUNCEME
Santana	441016	-4,796	-41,083	Poranga	FUNCEME	FUNCEME
Cristália	441017	-4,950	-41,083	Ubajara	FUNCEME	FUNCEME

Fonte: ANA-HidroWeb (2009).

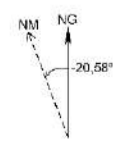




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**POSTOS PLUVIOMÉTRICOS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

- Recipiente Hidrometeorológico (ANA, 2021)
- Postos pluviométricos ativos

REALIZAÇÃO

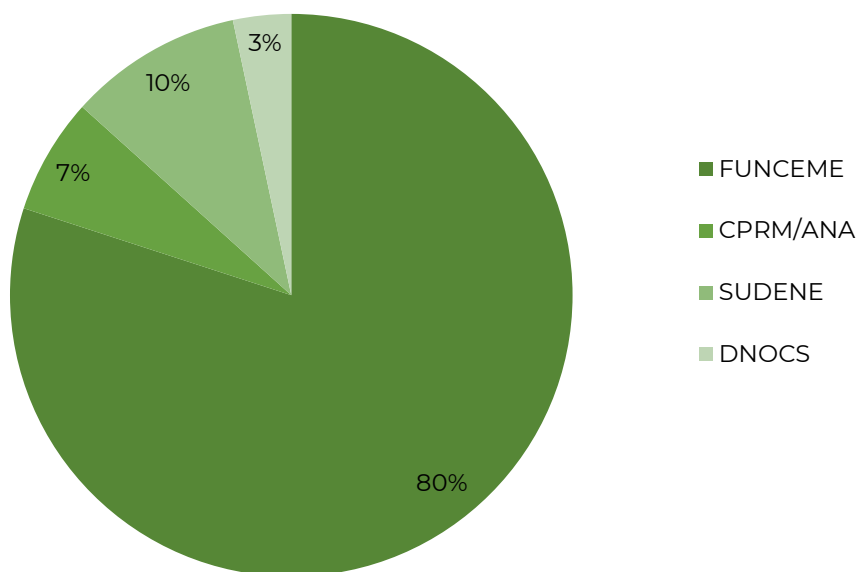


PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar  
ESCALA: 1 : 300.000



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

**FIGURA 2.4. RESPONSÁVEIS PELAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



### 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 bacia da Serra de Ibiapaba. Para essa análise foram selecionados três postos pluviométricos: Poranga (código 440018), Guaraciaba do Norte (código 440023) e Ubajara (código 340031).

Os valores médios, máximos e mínimos mensais calculados são apresentados nas Tabelas 2.8 a 2.10 e a distribuição das precipitações nos hietogramas das Figuras 2.5 a 2.7 para cada posto pluviométrico analisado. Os dados corroboram sobre o Planalto da Ibiapaba apresentar-se como um ambiente de exceção em relação às caatingas semiáridas, devido a serra proporcionar a ocorrência de chuvas orográficas.

O posto Poranga, selecionado para representar a região ao sul da RHSI, apresenta precipitação média anual de 917 mm (Tabela 2.8). Já na região central, a média anual aumenta para 1.243 mm (Tabela 2.9), expressa pelos dados do posto Guaraciaba do Norte. E na área ao norte,



a média anual aumenta para 1.462mm, representada pelo posto Ubajara.

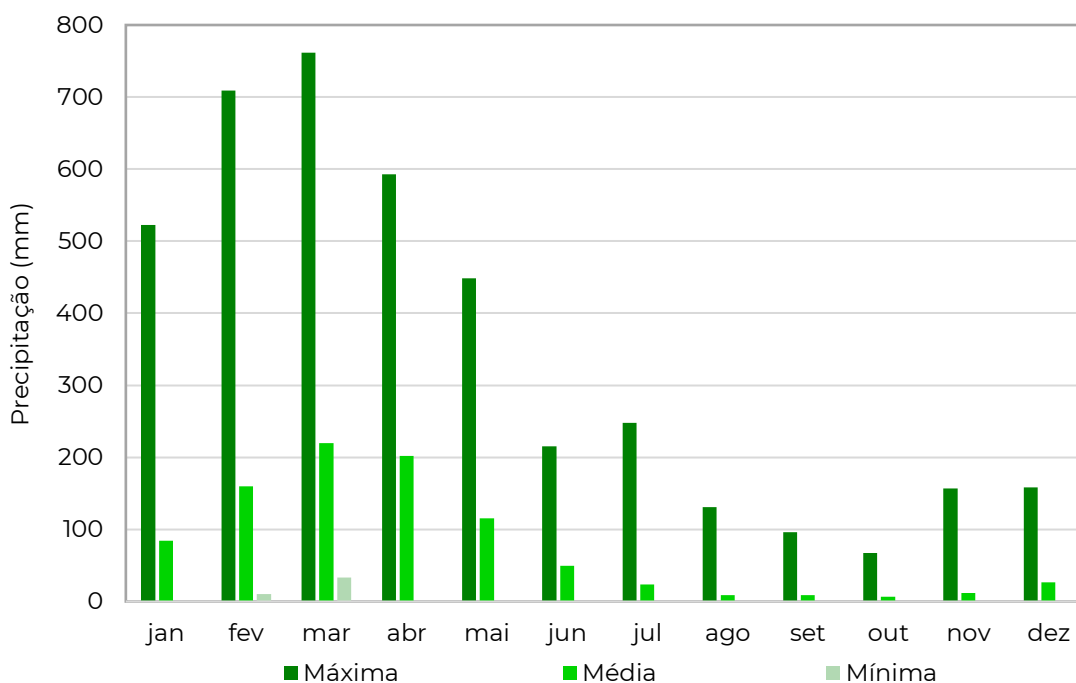
Analisando as Figuras 2.5 a 2.7, observa-se que apesar de encontrar condições climáticas mais amenas na Região, as precipitações são variáveis, ocorrendo, predominantemente, no primeiro semestre do ano.

**TABELA 2.8. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO PORANGA (440018).**

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	522,8	708,8	761,6	593,1	448,2	215,5	248,2	130,8	96,0	67,5	157,0	158,0
Média	84,5	159,5	220,1	201,7	115,7	49,8	23,8	8,5	8,6	6,6	11,6	26,7
Mínima	0,0	10,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

**FIGURA 2.5. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO PORANGA.**

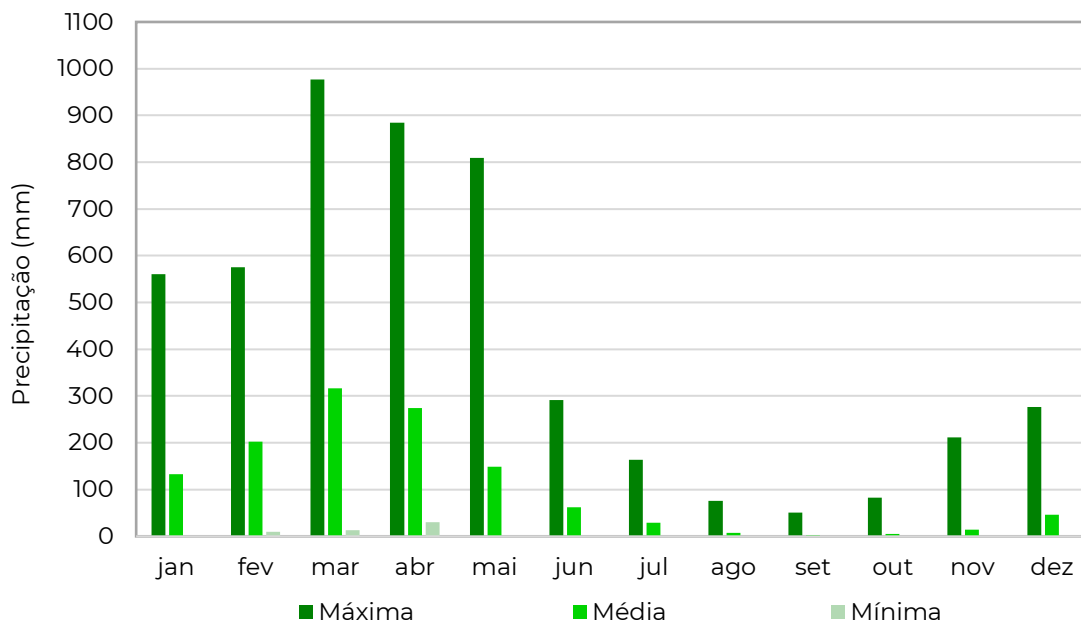


**TABELA 2.9. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO GUARACIABA DO NORTE (440023).**

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	561,0	575,7	977,1	884,5	809,7	291,2	163,7	75,6	51,0	83,2	211,0	277,0
Média	133,2	202,0	316,7	274,8	149,4	62,5	28,6	7,3	2,7	5,2	14,5	46,2
Mínima	0,0	10,0	13,5	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

**FIGURA 2.6. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO GUARACIABA DO NORTE (440023).**

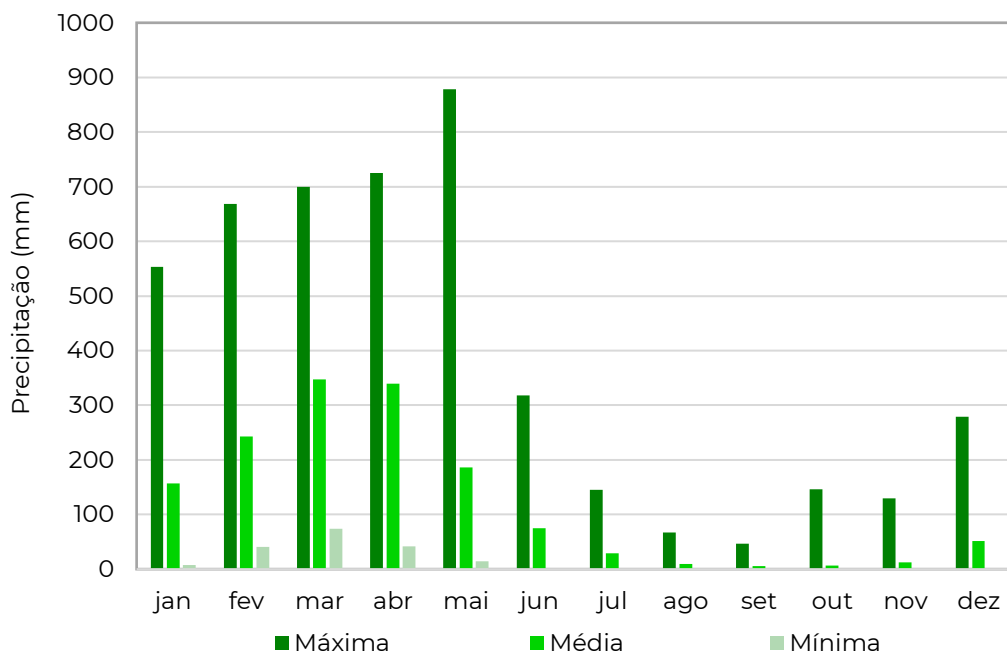


**TABELA 2.10. PLUVIOSIDADES MÁXIMAS, MÍNIMAS E MÉDIAS (MM) NO POSTO UBAJARA (340031).**

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	553,4	668,3	700,0	724,8	878,8	317,7	145,2	67,1	46,4	146,2	129,4	279,3
Média	156,5	243,0	347,2	339,8	185,7	75,2	29,4	9,3	5,2	6,3	12,8	51,9
Mínima	7,9	40,4	73,7	41,4	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA (HidroWeb)

**FIGURA 2.7. HIETOGRAMA DO POSTO PLUVIOMÉTRICO UBAJARA (340031).**





### 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.

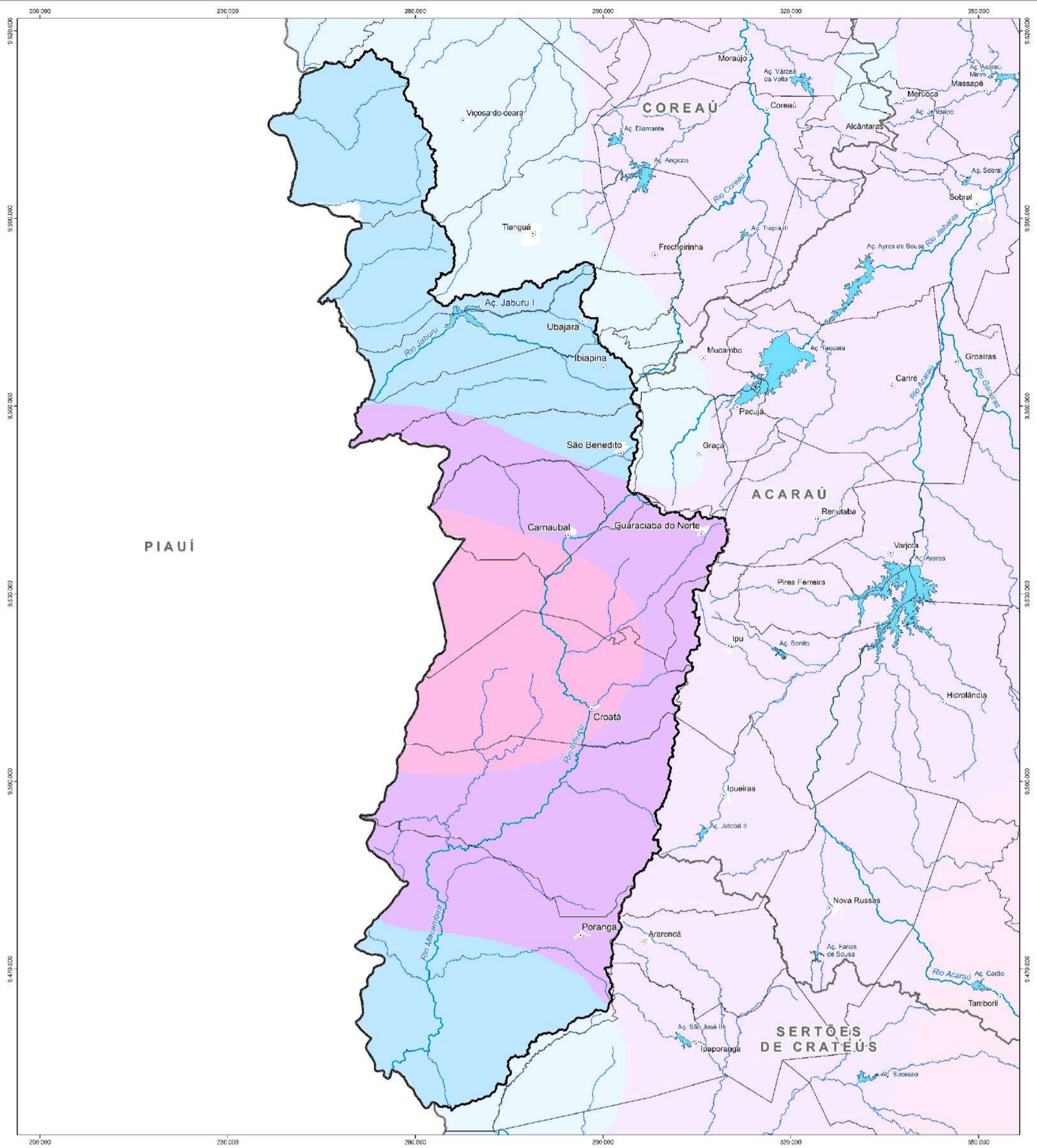
Uma maneira de calcular essa altura média é utilizando métodos de interpolação. Para a utilização deste método não é necessário que os postos pluviométricos estejam uniformemente distribuídos, uma vez que o mesmo pondera os valores obtidos em cada posto por sua área de influência.

No Mapa de pluviometria média apresenta-se a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela FUNCEME (2016). Observa-se que as maiores precipitações ocorrem ao norte da Região, com médias chegando a 1.400 mm/ano e ao sul, 1.300 mm/ano. Na área central as médias diminuem para cerca de 800 mm/ano.



BARRAGEM BOI MORTO, UBAJARA – Foto: Cogerh

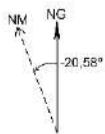




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**PLUVIOMETRIA MÉDIA  
1984-2016**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

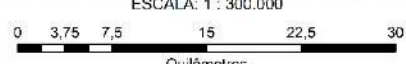
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



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 : 300.000



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.

A precipitação da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba caracteriza-se pela sazonalidade, concentrando-se em poucos meses, o que indica uma estação chuvosa definida, iniciando em dezembro e finalizando em maio. Essa variabilidade ocorre, principalmente, em função da atuação (ou não), da ZCIT. Quando atua, as chuvas ocorrem, principalmente, entre fevereiro e abril. Observa-se que as serras, em função de suas altitudes e seu posicionamento geográfico em relação à direção dos ventos, configuram-se como áreas favorecidas de melhores índices pluviométricos (MOURA-FÉ, 2017).

No período de fevereiro a maio, além desses, outros sistemas atmosféricos atuam no sentido de contribuir ou inibir as chuvas, tais como: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) e Frentes Frias. Já a ocorrência de chuva, no período de junho a agosto, quando ocorre nesta Região Hidrográfica, pode ser relacionada ao sistema atmosférico denominado 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 Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, conforme FUNCEME (2014).

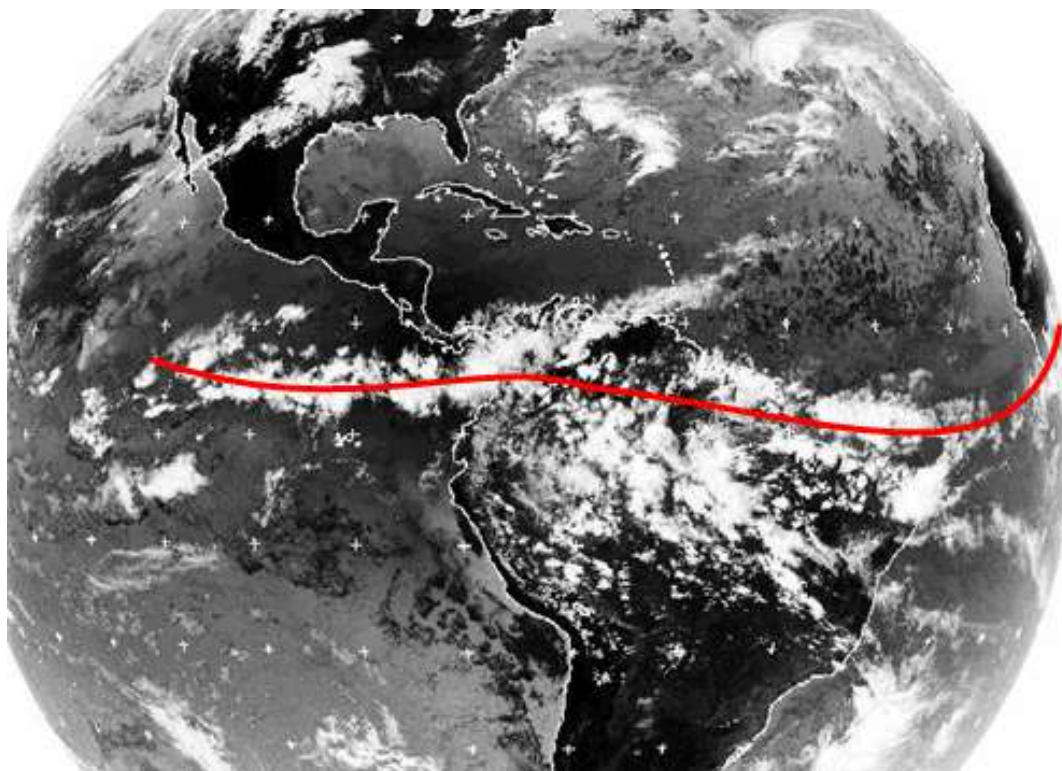
### **Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal sistema meteorológico atuante na região norte do Nordeste do Brasil e, conseqüentemente, na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba. 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 2.8). 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 2.8. 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.

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 2.9), sobretudo nos meses de fevereiro e março, é a

proximidade da ZCIT. Este sistema age em amplas faixas setentrionais do Ceará, alcançando a Serra de Ibiapaba, que dista 50 km do litoral (Moura-Fé, 2017).

**FIGURA 2.9. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL NORTE DO NEB.**



Fonte: FUNCEME



### Frentes Frias

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 quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (Figura 2.10).

**FIGURA 2.10. IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-7 MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DE UMA FRENTE FRIA PRÓXIMA AO SUL DO ESTADO DA BAHIA.**



Fonte: FUNCEME.

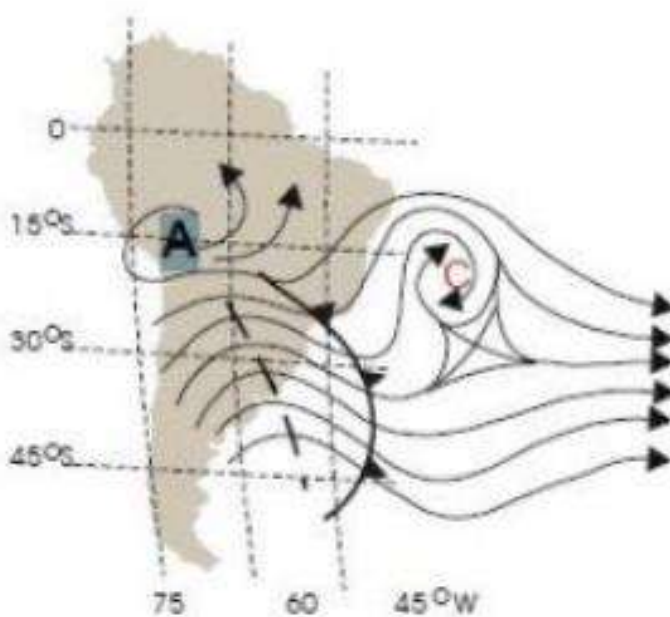
### Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

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 2.11 e 2.12).

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

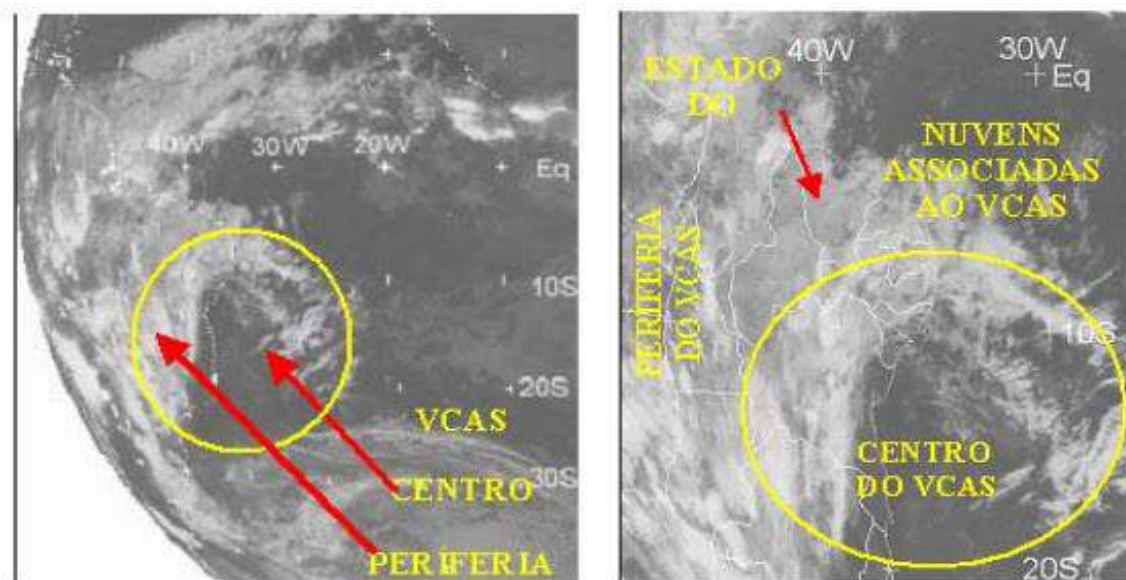
**FIGURA 2.11. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÓRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR (VCAS).**



Fonte: FUNCEME.



**FIGURA 2.12. IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-7, CANAL INFRAVERMELHO.**



Fonte: FUNCEME.

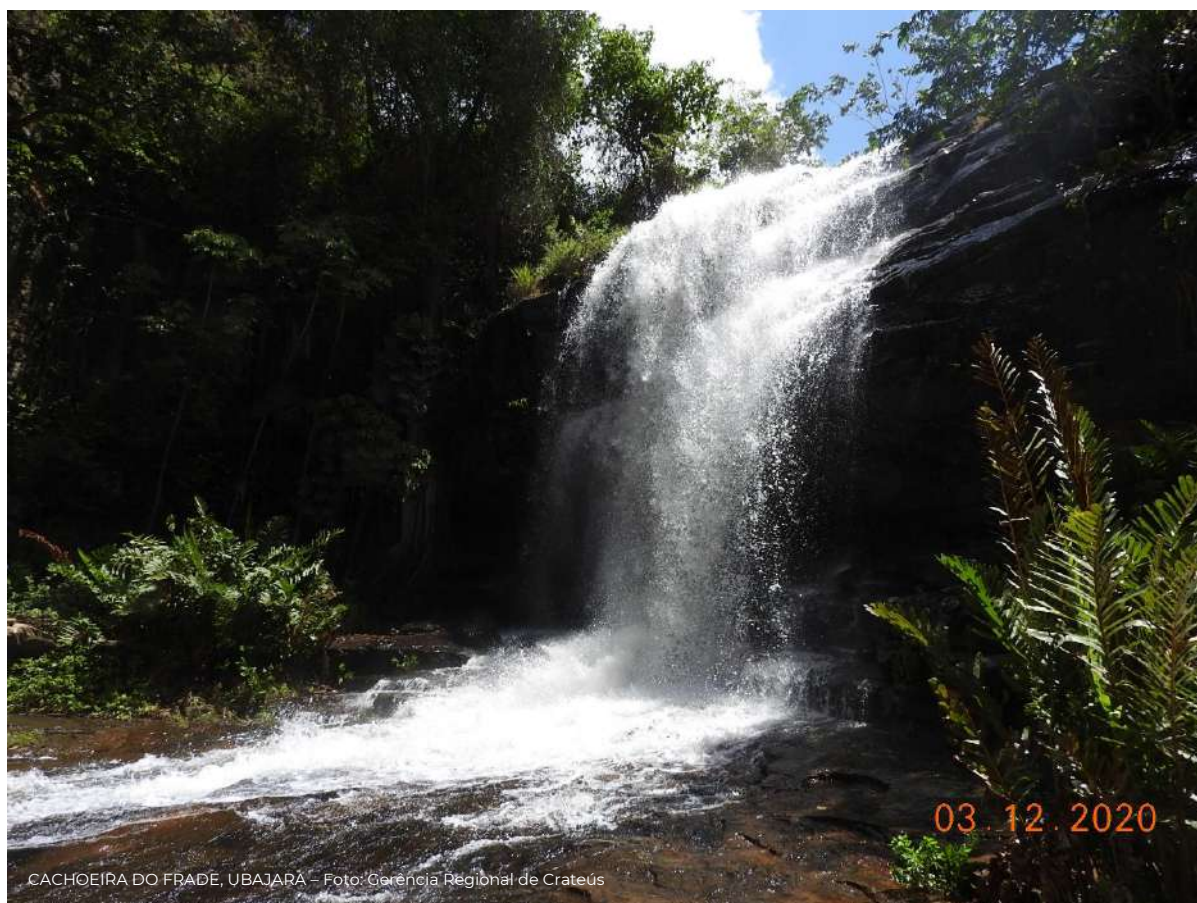
### **Ondas de Leste**

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

Na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, as Ondas de Leste são as principais responsáveis pela produção de chuvas na porção norte da Região Hidrográfica durante os meses de maio e junho.

## 2.5 Estações Fluviométricas

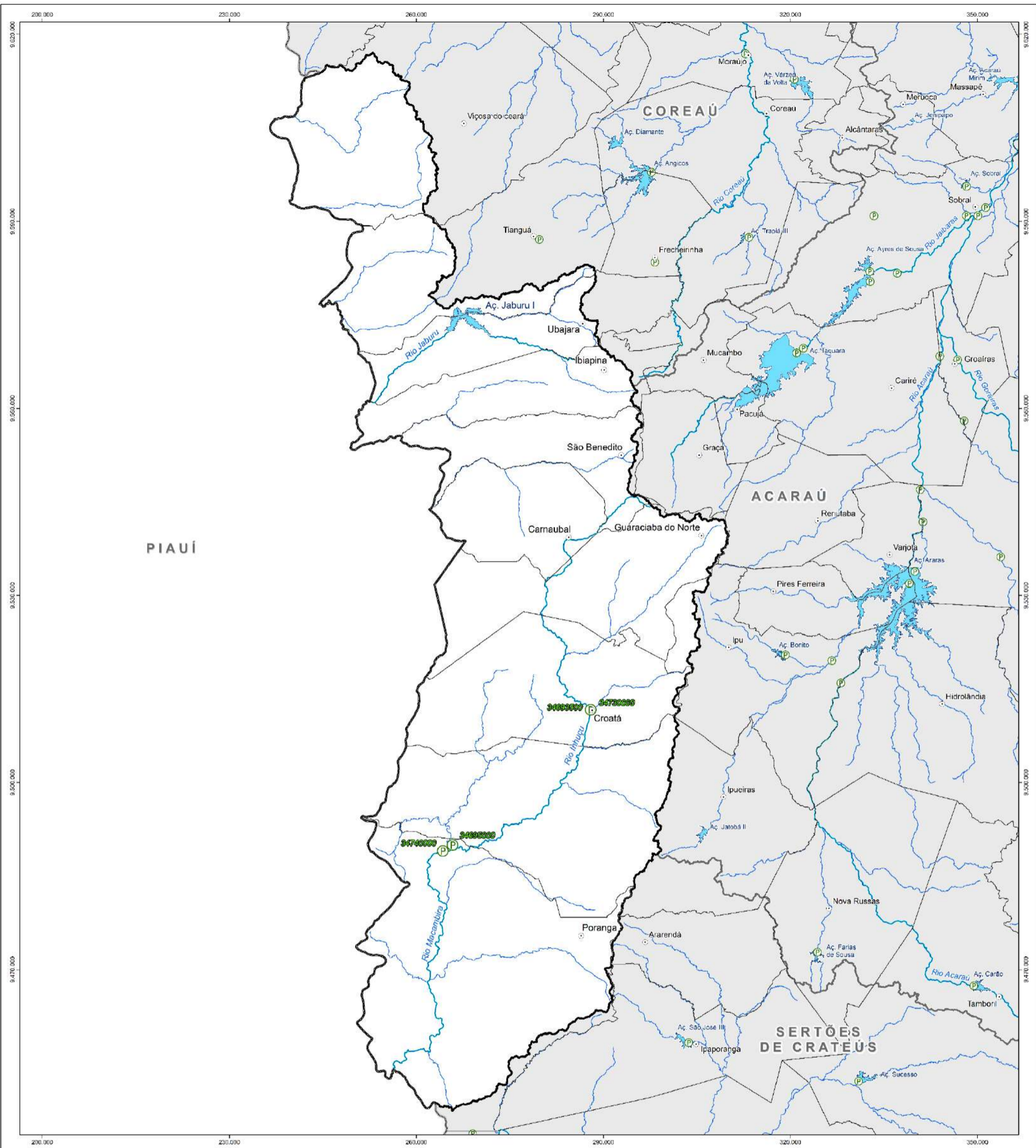


Segundo o banco de dados Hidroweb (ANA), existem apenas 03 estações fluviométricas (Tabela 2.11) dentro da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, conforme pode-se verificar no Mapa das estações fluviométricas. Destas, apenas as estações Croatá (34730000) e, Saudoso (34740000), operadas pela CPRM, apresentam dados de vazão, já a estação Açude Jaburu I (34978000) operada pela COGERH, apresenta apenas dados de cotas e qualidade da água.

**TABELA 2.11. ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

Estação	Código	Latitude	Longitude	Rio	Município	Responsável	Operadora
Croatá	34730000	-4,4156	-40,9108	Macambira	Croatá	ANA	CPRM
Saudoso	34740000	-4,6197	-41,1250	Macambira	Poranga	ANA	CPRM
Açude Jaburu I	34978000	-3,8570	-41,1070	Jaburu	Ubajara	COGERH	COGERH

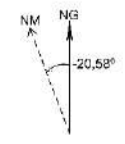




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**POSTOS FLUVIOMÉTRICOS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2018)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2018)

LEGENDA

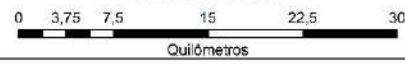
- Rede Hidrometeorológica (ANA, 2021)
- Postos Fluviométricos ativos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

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 : 300.000



Nas Tabelas 2.12 e 2.13 e nas Figura 2.13 e 2.14 observam-se que as vazões médias mensais para os postos Croatá e Saudoso, 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 no posto Croatá, e no posto Saudoso esse escoamento praticamente se anula entre os meses de setembro e dezembro, que pode ser decorrente da falta de precipitação nesse período.

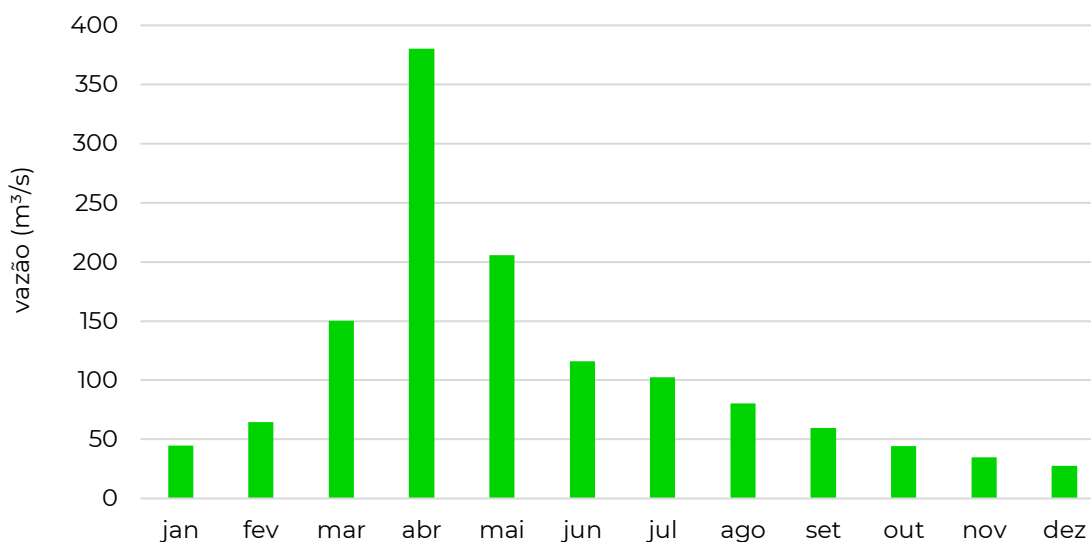
A série de vazões do posto Croatá apresentou vazão média anual de 109,4 m<sup>3</sup>/s, e o posto Saudoso apresentou média anual de 3 m<sup>3</sup>/s, ambos com CV igual a 1,0, típico da região Nordeste. Apesar de apresentarem mesmo CV, o posto Croatá se localiza numa região com parcela de microclima úmido e geologia sedimentar, e o posto Saudoso se aproxima da região semiárida, com geologia cristalina.

**TABELA 2.12. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ (M<sup>3</sup>/S).**

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Média	44,9	64,4	150,1	380,0	205,8	115,8	102,4	80,2	59,6	44,5	34,6	27,6	109,2

Fonte: ANA (HidroWeb)

**FIGURA 2.13. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ.**



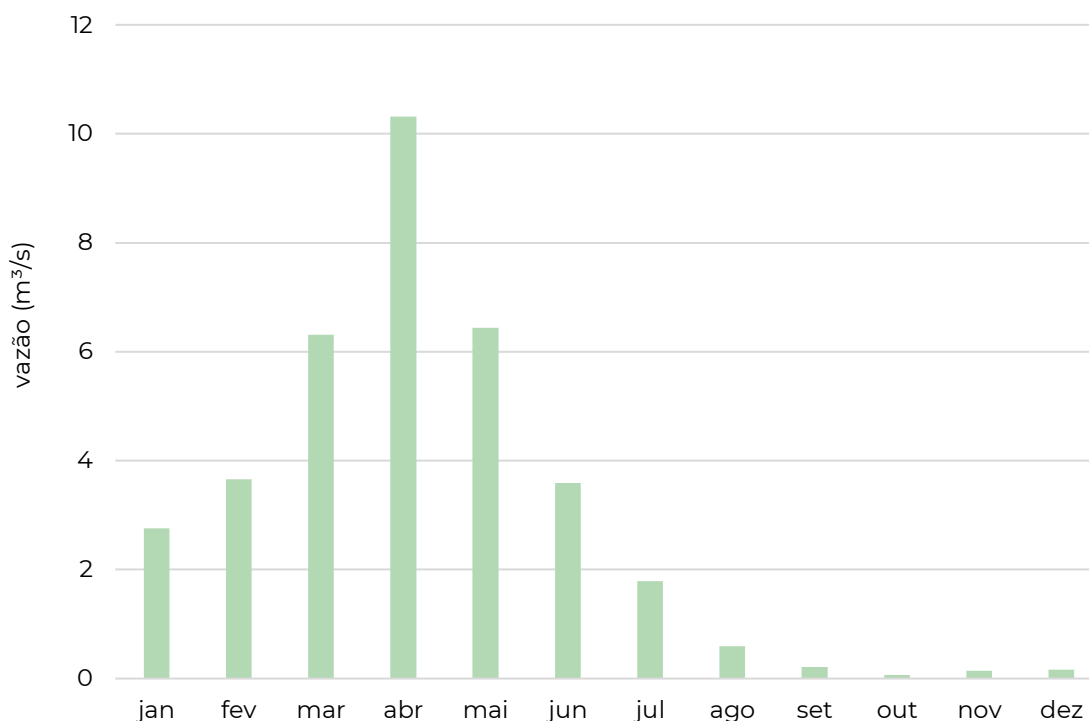


**TABELA 2.13. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO (M<sup>3</sup>/S).**

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2,8	3,7	6,3	10,3	6,4	3,6	1,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	3,0

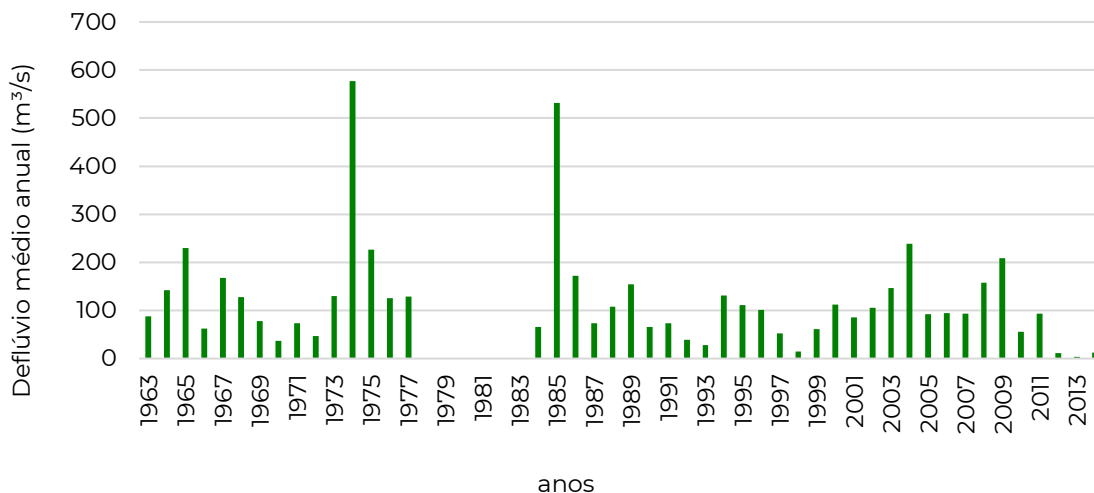
Fonte: ANA (HidroWeb)

**FIGURA 2.14. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS REGISTRADAS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO.**



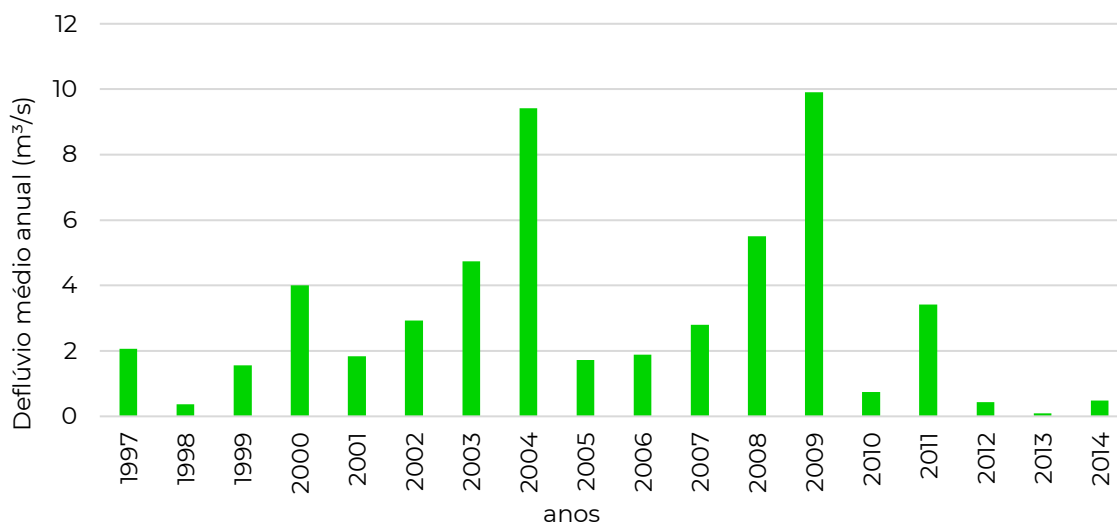
Na Figura 2.15 observa-se que os deflúvios médios anuais no posto Croatá apresentam alta variabilidade, no entanto apenas entre os anos 1979 e 1982 tiveram vazões médias anuais iguais a zero. Salienta-se que o ano de 1983 pode ser considerado como falho, pois só apresenta dados para três meses do ano.

**FIGURA 2.15. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO CROATÁ.**



Na Figura 2.16 apresenta-se os deflúvios médios anuais no posto Saudoso, com apenas 18 anos de dados consistidos, segundo banco de dados Hidroweb (ANA). Os deflúvios apresentam alta variabilidade, com os anos de 2012 e 2013 apresentando vazões médias anuais próximas a zero.

**FIGURA 2.16. DEFLÚVIOS MÉDIOS ANUAIS REGISTRADOS NO POSTO FLUVIOMÉTRICO SAUDOSO.**



## 2.6 Qualidade da água

A disponibilidade não é único fator a se considerar 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 RHSI, possui um ponto de monitoramento, no açude Jaburu I (JB1-10).

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. Na Região da Serra da Ibiapaba não existe monitoramento no âmbito deste Programa.

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 RHSI tem-se como pontos de coleta as estações Croatá e Saudoso.

Na Tabela 2.14, são apresentados os pontos de monitoramento da Região.

**TABELA 2.14. PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA.**

Nº	Código	Estação	Tipo	Cód_Rio	Curso de água	Entidade	Latitude	Longitude
1295	34730000	Croatá	FDQ	34746000	Rio Macabira	ANA	-04 26 56	-40 58 42
1296	34740000	Saudoso	FDQ	34746000	Rio Macabira	ANA	-04 36 40	-41 06 39
1298	34978000	Açude Jaburu I	FQ	34001000	Rio Jaburu	COGERH	-03 51 24	-41 06 24

## 2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

A região da RHSI compreende 11 municípios que, total ou parcialmente, fazem parte de seu território. Destes, dois possuem área menor que 60% do seu total inseridos na área de abrangência da Região Hidrográfica, são eles Tianguá e Viçosa do Ceará, os quais serão aqui contemplados por fazerem parte do seu Comitê Gestor. Os aspectos socioeconômicos do município de Ipu também serão contemplados, embora com pequeno percentual de área inserida na Região (9,1%), verifica-se a existência de um aglomerado urbano do município na RHSI, o qual será importante no estudo da oferta/demanda de água para esta área.

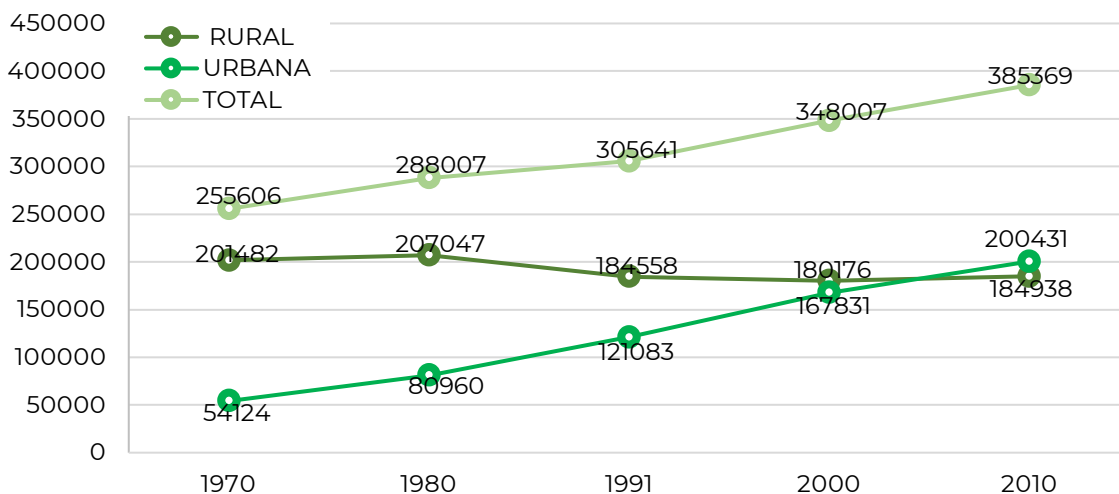
As informações sobre as condições socioeconômicas da RHSI serão apresentadas de forma a possibilitar uma melhor compreensão da área, e a permitir a análise comparativa entre os municípios, no contexto do Ceará e da sua própria Região, em relação a evolução e distribuição da população residente; a análise 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 RHSI (Figura 2.17), semelhante ao de grandes centros em desenvolvimento, ou seja, além do crescimento populacional verificado na área, observa-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, que em 1970



representava 79% da população da Região, passando para 48% em 2010.

**FIGURA 2.17. DADOS DE POPULAÇÃO - CENSOS DE 1970 - 2010.**



Fonte: IBGE, 2019

Corroborando com esta análise, pode-se verificar o expressivo processo de urbanização na maioria dos municípios na Tabela 2.15, 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 Tianguá é o mais populoso, com 20,0% da população da Região Hidrográfica, seguido por Viçosa do Ceará (15,9%), São Bedito (12,8%) e Ipueiras (11%), esses quatro municípios contêm juntos 40,5% da população, em 35,17% do seu território.

**TABELA 2.15. 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
Carnaubal	7.960	8.786	16.746	17.685	1,40	0,56	0,95
Croatá	9.038	8.031	17.069	18.133	2,16	-0,87	0,61
Guaraciaba do Norte	17.403	20.372	37.775	40.784	1,62	0,08	0,76
Ibiapina	10.743	13.065	23.808	25.082	2,70	-0,64	0,72
Ipu	25.581	14.715	40.296	42.058	1,33	-1,24	0,31
Ipueiras	18.358	19.504	37.862	38.114	1,53	-1,39	-0,09
Poranga	7.798	4.203	12.001	12.347	0,89	-0,90	0,22
São Bedito	24.554	19.624	44.178	48.131	1,59	0,36	1,03
Tianguá	45.819	23.073	68.892	76.537	2,08	1,06	1,72

Ubajara	15.350	16.437	31.787	35.047	2,08	1,19	1,61
Viçosa do Ceará	17.827	37.128	54.955	61.410	2,10	1,84	1,92

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A distribuição da população na Região pode ser observada na Tabela 2.16, onde são mostrados os dados referentes às populações urbana e rural inseridas na área. O Mapa de limites municipais mostra os núcleos urbanos inseridos na RHSI.

**TABELA 2.16. POPULAÇÃO URBANA E RURAL NA RHSI.**

Município	Unidade Geográfica	População 2010		
		Rural	Urbana	Total
Carnaubal	Carnaubal	8.786	7.960	16.746
Croatá	Barra do Sotero	1.229	542	1.771
	Betânia	1.405	1.363	2.768
	Croatá	888	5.214	6.102
	Lagoa da Cruz	798	291	1.089
	Repartição	509	401	910
	Santa Tereza	630	563	1.193
	São Roque	1.364	407	1.771
	Vista Alegre	1.208	257	1.465
Guaraciaba do Norte	Guaraciaba do Norte	8.941	12.574	21.515
	Martinslândia	1.096	1.022	2.118
	Morrinhos Novos	1.046	1.062	2.108
	Mucambo	2.410	1.291	3.701
	Sussuanha	3.066	373	3.439
	Várzea dos Espinhos	3.813	1.081	4.894
Ibiapina	Alto Lindo	1.361	883	2.244
	Betânia	688	441	1.129
	Ibiapina	10.658	9.211	19.869
	Santo Antônio da Pindoba	358	208	566
Ipu	Ingazeiras	4.284	411	4.695
Ipueiras	Alazans	1.082	244	1.326
	América	1.932	770	2.702
	Matriz	3.678	774	4.452
	Nova Fátima	1.298	886	2.184
	São José das Lontras	1.227	256	1.483
Poranga	Buritizal	1.226	858	2.084
	Cachoeira Grande	1.273	476	1.749
	Macambira	379	86	465
	Poranga	1.325	6.378	7.703
São Benedito	Barreiros	1.130	885	2.015
	Inhuçu	3.250	1.898	5.148
	São Benedito	15.244	21.771	37.015
Tiangúá	Caruataí	3.527	977	4.504
	Pindoguaba	3.101	383	3.484
Ubajara	Jaburuna	3.565	1.114	4.679
	Nova Veneza	1.916	432	2.348
	Ubajara	8.456	12.094	20.550
Viçosa do Ceará	Juá dos Vieiras	5.416	799	6.215
	Padre Vieira	1642	828	2470

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010

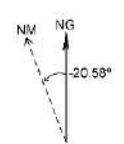




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**LIMITES MUNICIPAIS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



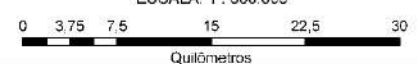
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede Municipal (Ipece, 2019)
- Sedes Distritais (Ipece, 2018)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Limite Municipal (Ipece, 2021)

REALIZAÇÃO:



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 : 300 000



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
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.

Na análise da evolução da estrutura produtiva por regiões de planejamento realizada pelo IPECE (2020), a região da Serra da Ibiapaba foi uma das que registrou ganho de participação na comparação do ano de 2018 em relação ao ano de 2002.

Analisando-se o PIB per capita dos municípios do Ceará para o ano de 2018, Poranga foi um dos dez municípios com menor valor, e Tianguá figura entre os municípios de maior valor no Estado. Já no setor Agropecuário, Tianguá e Ubajara figuram entre os dez municípios com maiores participações no setor da agropecuária – Ceará – 2002, 2010, 2017 e 2018.

Os municípios têm a maior participação de sua economia vinculada a atividade de Serviços (incluindo a atividade de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social - APU), isso é evidente para 149 municípios do Estado, e também para a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, conforme Tabela 2.17, onde se verificam os percentuais mais altos para este Setor.

**TABELA 2.17. DISTRIBUIÇÃO DO PIB POR SETORES.**

Municípios	PIB per capita	PIB (R\$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Carnaubal	6.609,91	117.306,00	0,08	10,74	4,07	85,18
Croatá	7.696,45	138.490,00	0,09	26,43	2,97	70,60
Guaraciaba do Norte	11.978,47	475.701,00	0,31	34,98	3,07	61,96
Ibiapina	11.277,10	281.871,00	0,18	30,65	8,99	60,36
Ipu	9.341,60	391.161,00	0,25	16,81	4,17	79,01
Ipueiras	6.430,39	245.673,00	0,16	11,32	2,55	86,13
Poranga	6.103,62	75.282,00	0,05	7,95	3,88	88,16
São Benedito	10.796,06	506.864,00	0,33	22,11	5,68	72,22
Tianguá	17.463,87	1.312.235,00	0,84	17,55	13,33	69,12
Ubajara	16.719,17	577.313,00	0,37	20,45	27,51	52,04
Viçosa do Ceará	7.202,63	434.715,00	0,28	20,60	3,01	76,39

Fonte: IPECE, 2018

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. 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 2.18 para os municípios, com dados do censo de 2010.

**TABELA 2.18. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO- MUNICIPAL - IDHM.**

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Carnaubal	0,593	147,00	0,513	150,00	0,760	98,00	0,536	133,00
Croatá	0,590	154,00	0,544	101,00	0,760	102,00	0,497	180,00
Guaraciaba do Norte	0,609	105,00	0,528	119,00	0,776	45,00	0,552	98,00
Ibiapina	0,608	106,00	0,525	126,00	0,767	76,00	0,559	90,00
Ipu	0,618	79,00	0,532	116,00	0,762	87,00	0,583	41,00
Ipueiras	0,573	172,00	0,479	173,00	0,735	159,00	0,534	136,00
Poranga	0,581	165,00	0,500	161,00	0,746	142,00	0,527	150,00
São Benedito	0,611	96,00	0,531	117,00	0,764	80,00	0,562	82,00
Tianguá	0,657	18,00	0,587	45,00	0,768	70,00	0,628	8,00
Ubajara	0,648	25,00	0,594	35,00	0,769	67,00	0,595	25,00
Viçosa do Ceará	0,571	174,00	0,475	176,00	0,753	129,00	0,521	163,00

Fonte: IPECE/PNUD (2010)



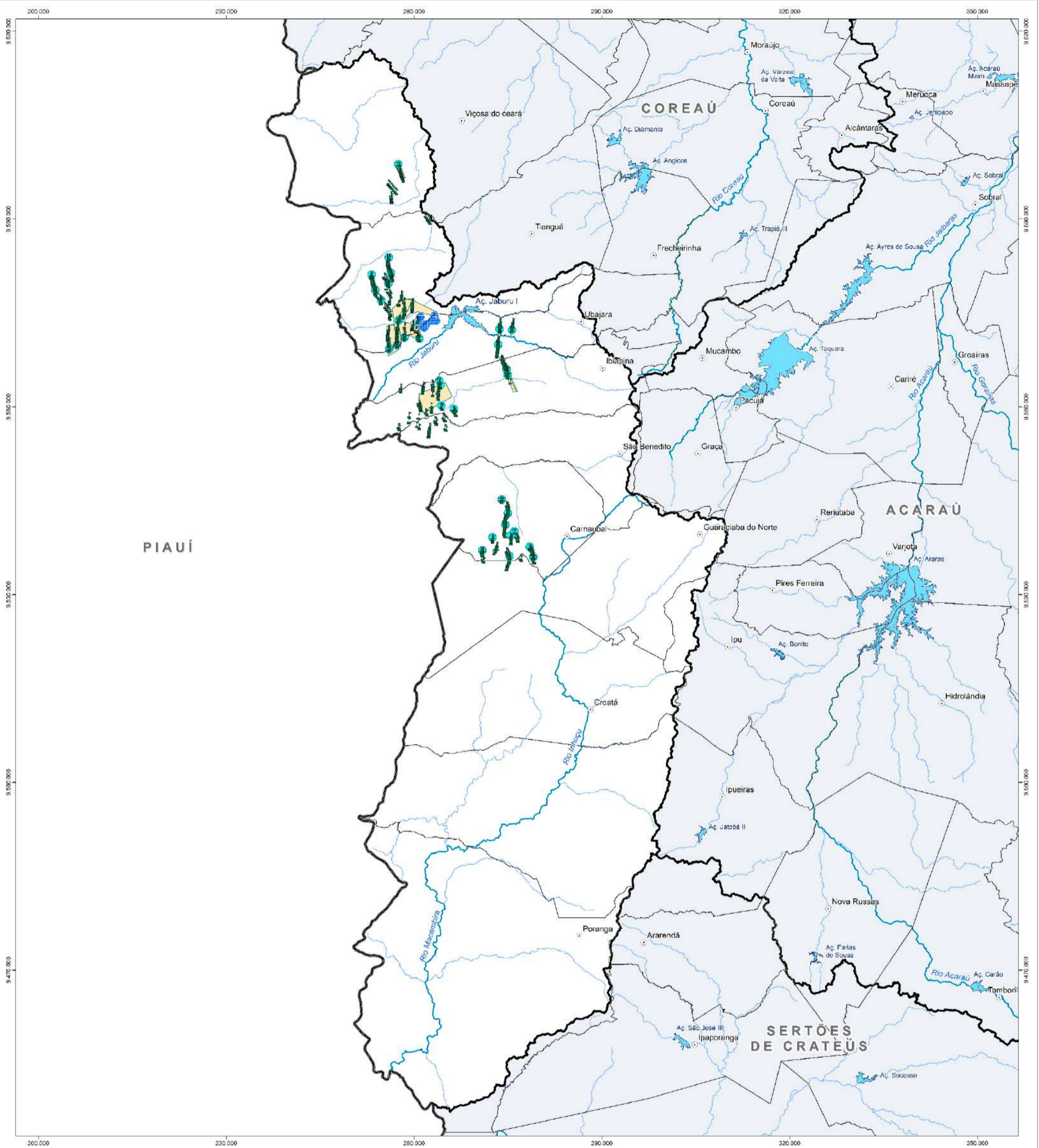
Na RHSI destaca-se a Indústria de Transformação, conforme Tabela 2.19. As principais empresas se localizam nos municípios de Tianguá, Viçosa do Ceará, São Benedito e Ubajara. Segundo dados da FIEC (2020) Tianguá ocupou uma posição de destaque nas importações cearenses em 2020 sendo a China seu único parceiro comercial.

**TABELA 2.19. QUANTIDADE DE EMPRESAS INDUSTRIAIS.**

Municípios	Empresas Industriais				Total
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	
Carnaubal	-	2	38	-	40
Croatá	-	2	22	-	24
Guaraciaba do Norte	1	3	107	-	111
Ibiapina	4	7	65	-	76
Ipu	4	14	99	2	119
Ipueiras	2	6	77	-	85
Poranga	-	-	13	1	14
São Benedito	3	20	146	-	169
Tianguá	14	84	364	6	468
Ubajara	9	24	107	-	140
Viçosa do Ceará	2	8	164	5	179

Na área localizam-se ainda 11 Parques Eólicos em operação, nos municípios de Tianguá, Ubajara e Ibiapaba, e 21 com outorga requerida, entre Viçosa do Ceará e Guaraciaba do Norte, conforme Mapa de aerogeradores, usinas e parques eolielétricos.

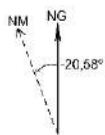




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**AEROGERADORES E USINAS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Aquíferos Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Aerogeradores
- Usina Fotovoltaica - UFV
- Usinas Ecolétricas - EOL
- Polígono do Parque Ecolétrico - EOL

LEGENDA

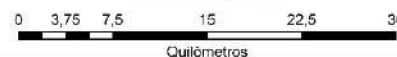
- Sigel - Aneel (2021)

REALIZAÇÃO



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

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 : 300.000





Dentre os municípios da Região Hidrográfica, cinco apresentam valores de IDHM inferior a 0,599, representando um Baixo Desenvolvimento, são eles: Viçosa do Ceará, Ipueiras, Poranga, Croatá e Carnaubal, um reflexo principalmente da componente Educação, seguido da Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando no intervalo de 0,600 a 0,699, considerado Médio Desenvolvimento.

No que diz respeito à agricultura, as principais culturas permanentes produzidas na Região Hidrográfica foram, para o ano de 2019, o maracujá e a banana, em uma área de aproximadamente 9.300 hectares. Destaque para a produção de maracujá em Viçosa do Ceará.

As culturas temporárias, em destaque na Região são a cana-de-açúcar, o tomate, a batata doce e a mandioca. Em uma área de 16.500 hectares, para essas culturas. Guaraciaba do Norte foi o maior produtor de cana da Região Hidrográfica (Tabela 2.20).

**TABELA 2.20. QUANTIDADE PRODUZIDA LAVOURAS TEMPORÁRIAS E PERMANENTES - 2019 (TONELADAS).**

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes					
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano - 2019					
	Maracujá	Banana (cacho)	Cana-de-açúcar	Tomate	Batata Doce	Mandioca
Carnaubal	1.000	100	6.630	2.440	2.952	1.150
Croatá	6.675	553	426	9.000	4.050	5.700
Guaraciaba do Norte	11.800	9.420	106.663	42.000	13.475	11.164
Ibiapina	18.000	6.015	21.000	12.000	7.950	4.200
Ipu	250	330	3.000	1.500	4.973	5.200
Ipueiras	728	957	1.250	1.200	270	1.270
Poranga	-	22	560	-	-	520
São Benedito	7.763	4.237	12.0000	16.000	39.300	4.400
Tianguá	27.720	15.900	60.000	31.500	1.920	5.620
Ubajara	22.590	3.730	9.000	11.200	4.875	3.542
Viçosa do Ceará	35.000	5.850	72.600	1760	300	12.380

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019

A região se destaca pela produção de flores, com cerca de 114ha plantados nos municípios de São Benedito, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará Guaraciaba do Norte, Carnaubal e Ibiapina, figurando entre os maiores exportadores nacionais.



No que diz respeito à extração vegetal, verifica-se na área a predominância da extração de madeira, lenha e carvão vegetal, segundo dados do IBGE (2019) para Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, conforme Tabela 2.21.

**TABELA 2.21. PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA.**

Município	Lenha (m <sup>3</sup> )	Madeira em tora (m <sup>3</sup> )	Carvão vegetal (t)	Ceras (t)
Carnaubal	10.000	-	15	-
Croatá	6.750	-	24	12
Guaraciaba do Norte	800	-	2	-
Ibiapina	5.200	-	16	-
Ipu	6.600	-	70	1
Ipueiras	20.000	-	60	1
Poranga	19.380	330	4	75
São Benedito	2.500	-	11	-
Tianguá	9.600	-	58	3
Ubajara	3.100	-	27	1
Viçosa do Ceará	13.400	-	36	187
<b>TOTAL</b>	<b>295.880</b>	<b>1.658</b>	<b>198</b>	<b>76</b>

A estrutura fundiária nos municípios da Região Hidrográfica (Tabela 2.22) reflete a realidade vigente no país, onde ocorrem grandes distorções quanto à distribuição e ao seu 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 90% 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 RHSI existem quatro valores de módulo fiscal (MF), para o município de São Benedito o MF é 40ha; para os municípios de Croatá, Guaraciaba do Norte, Ibiapina e Tianguá, 45ha; para Carnaubal, Ubajara e Viçosa do Ceará, 50ha; e para Ipueiras e Poranga, 70ha.

**TABELA 2.22. NÚMERO DE IMÓVEIS RURAIS E ÁREA OCUPADA – 2005.**

Município	Dados do Imóvel	Total	Minifúndio	Pequena propriedade	Média propriedade	Grande Propriedade	Não classificados
Carnaubal	Quantidade	286	195	62	12	7	10
	Área (ha)	22.548	3.211	5.363	4.592	9.382	
Croatá	Quantidade	239	166	51	2	-	20
	Área (ha)	7.545	2.846	3.845	789		65
Guaraciaba do Norte	Quantidade	1.312	1.128	139	11	1	33
	Área (ha)	29.148	13.912	10.915	3.242	708	372
Ibiapina	Quantidade	653	522	74	11	1	45
	Área (ha)	15.687	5.394	5.897	3.192	1.171	33
Ipu	Quantidade	798	262	1004	37	2	393
	Área (ha)	28.158	5.452	8.607	12.349	1.750	-
Ipueiras	Quantidade	1.071	732	189	34	1	115
	Área (ha)	56.261	16.072	23.309	14.778	2.088	14
Poranga	Quantidade	186	106	41	21	6	12
	Área (ha)	31.965	2.681	5.174	11.325	12.785	
São Benedito	Quantidade	1.297	1.147	116	13	2	19
	Área (ha)	24.558	10.457	8.037	3.280	2.745	40
Tianguá	Quantidade	1.317	1.095	164	29	4	25
	Área (ha)	49.162	12.626	12.928	9.574	14.033	2
Ubajara	Quantidade	1.148	1.011	92	13	3	29
	Área (ha)	38.924,0	10.589,0	7.788,0	5.158,0	15.224,0	166,0
Viçosa do Ceará	Quantidade	2.392	1.850	308	54	13	167
	Área (ha)	89.404	22.382	26.562	19.989	20.465	7

Fonte: Instituto Nacional de Colonização Agrária, 2005

As informações quantitativas do efetivo de rebanhos, do tipo e da produção animal na Região são mostradas na Tabela 2.23. Destacando-se a produção de galinhas e a criação de suínos.

Em 2019, segundo dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (IBGE, 2019), a produção de tilápia na Região foi de 42,15 toneladas, com destaque para os municípios de Viçosa do Ceará (10 t), Ipueiras (8 t), Ibiapina e Tianguá (6 t, cada).

**TABELA 2.23. EFETIVO DOS REBANHOS, POR TIPO DE REBANHO - VARIÁVEL - EFETIVO DOS REBANHOS (CABEÇAS).**

Município - CE	Tipo de rebanho						
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos - total
Carnaubal	2.200	-	200	4.000	4.000	1.700	20.000
Croatá	3.900	-	190	3.000	5.000	3.800	40.000
Guaraciaba do Norte	4.200	4	165	10.100	2.150	650	54.000
Ibiapina	12.100	-	475	4.000	3.000	6.200	83.000
Ipu	14.200	6	239	15.000	8.000	7.000	80.000
Ipueiras	5.200	-	180	5.085	17.445	6.740	19.231
Poranga	8.500	-	115	3.850	1.205	630	40.000
São Benedito	7.500	40	400	7.000	3.800	1.950	658.501
Tianguá	5.000	-	90	15.200	4.000	1.300	159.869
Ubajara	11.600	60	800	49.000	15.000	4.200	170.000
Viçosa do Ceará	2.200	-	200	4.000	4.000	1.700	20.000

Fonte: IBGE- Pesquisa da Pecuária Municipal, 2019

Outra informação importante para a socioeconomia diz respeito à infraestrutura hídrica, água e esgoto. Segundo dados dos prestadores que responderam o SNIS de 2019 (BRASIL, 2020), a parcela da população urbana efetivamente atendida por rede de abastecimento de água em relação à população urbana residente varia de 47,12% em Croatá a 97,27% em Ipueiras, no ano de referência de 2019. No caso de Ipueiras os dados foram obtidos juntos à Secretaria de Desenvolvimento Agrário, tendo em vista que os dados não foram repassados para o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (Tabela 2.24).

**TABELA 2.24. 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
Carnaubal	99,64	77,44	-
Croatá	100,00	47,12	10,51
Guaraciaba do Norte	99,34	55,64	11,26
Ibiapina	99,95	73,93	-
Ipu	84,17*	62,89*	-
Ipueiras	94,67*	97,27	-
Poranga	99,27	57,77	18,18
São Benedito	99,29	75,52	24,38
Tianguá	99,29	76,13	27,14
Ubajara	98,66	75,12	-
Viçosa do Ceará	99,93	64,68	30,00



\*SAAE | Fonte: CAGECE, 2020; SNIS, 2019; SDA 2019, Pacto pelo Saneamento, 2020

Quatro dos municípios da Região não repassaram dados ao SNIS referente 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. Os demais apresentam índices baixos, sendo o maior de 30,0% para Viçosa do Ceará.

No âmbito do Programa Água para Todos a área conta com sistema de abastecimento de água que beneficia 2.563 famílias da área rural e conta com 04 chafarizes instalados, além disso encontra-se em execução projeto que beneficia mais 191 famílias (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020). Ainda segundo dados do Pacto, a SOHIDRA instalou, de 2009 a 2020, chafarizes em 25 comunidades, 02 em Guaraciaba do Norte, 05 em Ibiapina, 12 em Poranga, 06 em Viçosa do Ceará e um dessalinizador em Ubajara.

Um total de 18.667 cisternas foram construídas na área, especialmente pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) (7.542) e pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) (8.846), e 70 barragens subterrâneas, sendo 20 em Poranga, 26 em Ipueiras e 24 em Ipu.

Além disso o Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR, possibilitou o acesso à água para 164 localizadas, distribuídas em oito municípios - Carnaubal, Croatá, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, São Benedito, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020).

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. Em Viçosa do Ceará um aterro sanitário está sendo implantado para atender a esse município e ao de

Tianguá, mas segundo dados de 2020 do Pacto para o Saneamento, a obra encontra-se paralisada. Além deste existe o Projeto de um aterro em Guaraciaba do Norte, que atenderá a mais cinco municípios (São Benedito, Carnaubal, Croatá, Ibiapina e Ubajara), o qual está à espera de financiamento.

Além dessas informações o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.25, para os municípios integrantes da Região Hidrográfica. O IMA é considerada uma 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 2.25. ÍNDICE MUNICIPAL DE ALERTA.**

Município	IMA 2020	Ranking IMA 2020 no Estado
Carnaubal	0,658	82
Croatá	0,607	138
Guaraciaba do Norte	0,440	182
Ibiapina	0,351	184
Ipu	0,621	122
Ipueiras	0,640	104
Poranga	0,675	50
São Benedito	0,425	183
Tianguá	0,494	177
Ubajara	0,450	180
Viçosa do Ceará	0,484	178

Fonte: IPECE, 2020

Segundo as classes de IMA para 2020, verifica-se um total de seis municípios com Baixa Vulnerabilidade (valores abaixo de 0,5709), Ibiapina, São Benedito, Guaraciaba do Norte, Ubajara, Viçosa do Ceará, Tianguá; três municípios com Média-Alta Vulnerabilidade (valores entre 0,6391 e 0,7074), são eles: Ipueiras, Carnaubal e Poranga e os municípios de Croatá e Ipu com Média Vulnerabilidade (valores entre 0,5709 e 0,6391), e três municípios com média-alta vulnerabilidade: Ipueiras,

Carnaubal e Poranga. Conjectura-se que este resultado retrata o fato desta Região possuir municípios que registraram maiores precipitações pluviométricas no ano de 2019, e também por deterem boas condições de infraestrutura hídrica, melhor situação relativa de produção agrícola e satisfatórios indicadores de assistência social.



### 3 DEMANDA ATUAL

Os recursos hídricos são marcados pela essencialidade e o conhecimento sobre os seus usos e as relações que esses usos estabelecem é fundamental para o alcance da segurança hídrica. O conhecimento da demanda é um dos elementos fundamentais para o planejamento e para o gerenciamento das águas ao evitar os riscos de não atendimento das necessidades das populações e dos ecossistemas associados, bem como para o desenvolvimento das atividades econômicas da sociedade.

Os usos das águas podem ser classificados como consuntivo e não consuntivo. Segundo a ANA (2019), o primeiro ocorre quando a água retirada é consumida - parcial ou totalmente- no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água. Enquanto, os usos não consuntivos não afetam diretamente a quantidade de água local, embora dela dependam.

O cadastro de Outorga de Direito de Uso tem sido comumente utilizado para avaliar (i) o perfil desses usos nas bacias hidrográficas e (ii) o nível de comprometimento dos mananciais para os próximos anos. A outorga é um ato administrativo, mediante o qual o poder público outorgante (União, Estados e Distrito Federal) faculta ao outorgado (usuário da água) o direito ao uso dos recursos hídricos, por um prazo determinado, nas condições expressas no referido ato. É um dos instrumentos utilizados para implementar o gerenciamento dos recursos hídricos e objetiva assegurar: i) o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água; e, ii) o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997).

Importante destacar que o referido cadastro não representa diretamente a demanda hídrica da Região Hidrográfica, pois corresponde apenas ao volume de água passível de uso.

Este capítulo apresenta a análise da demanda com base em estudos diferenciados. O primeiro estudo trata da análise da demanda hídrica a partir do cadastro de outorga vigente. A segunda análise utiliza os dados da ANA em duas aplicações. Na primeira é apresentado a demanda hídrica outorgável com base nos dados constantes no Marco Regulatório (ANA, 2021). A outra toma como base as demandas calculadas pela referida agência disponíveis no Manual de Usos Consuntivos da Água. A terceira parte traz uma avaliação da demanda hídrica instalada, com base nos dados do Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2017) e na Pesquisa Agropecuária Municipal (2019). O confronto dessas informações é importante para a compreensão da escassez hídrica e para o aprimoramento dos instrumentos e políticas de gestão da demanda na RHSI.

### **3.1 Demanda hídrica outorgada**

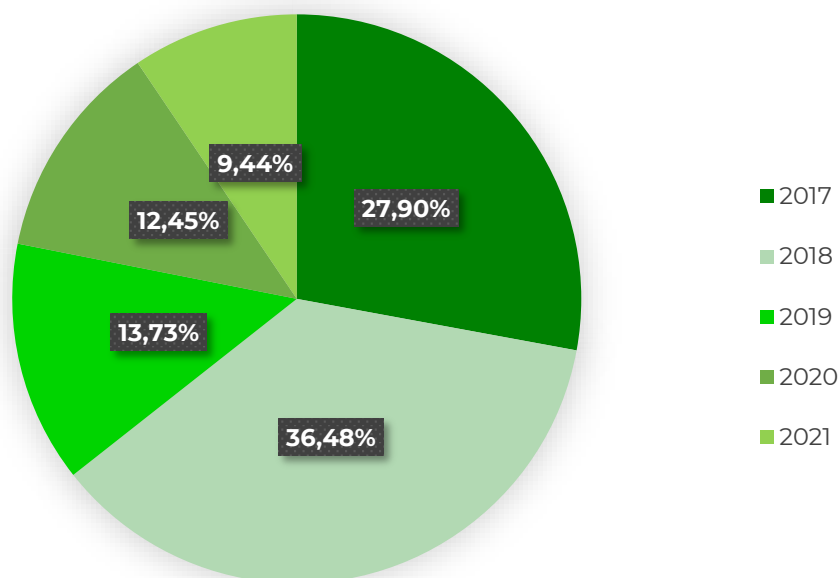
Esta análise utilizou a plataforma Outorga Online da COGERH/SRH, referentes as outorgas em vigência no mês de maio de 2021 para os usos: abastecimento humano, dessedentação animal, diluição de efluentes, industrial, aquicultura, irrigação, serviço e comércio e demais usos, conforme pode ser observado no Mapa de outorgas vigentes.

A vazão total outorgada na região da Serra da Ibiapaba totaliza 1.150,63l/s, destacando como principais usos o abastecimento humano e a irrigação que consomem respectivamente 59,84% e 28,24% desse total (Tabela 3.1). Essa vazão é registrada em 233 outorgas que possuem vigência em 2021 e que foram concedidas entre os anos de 2015 a 2021. Desse total, 36,48% tornaram-se vigentes no ano de 2018 (Figura 3.1).

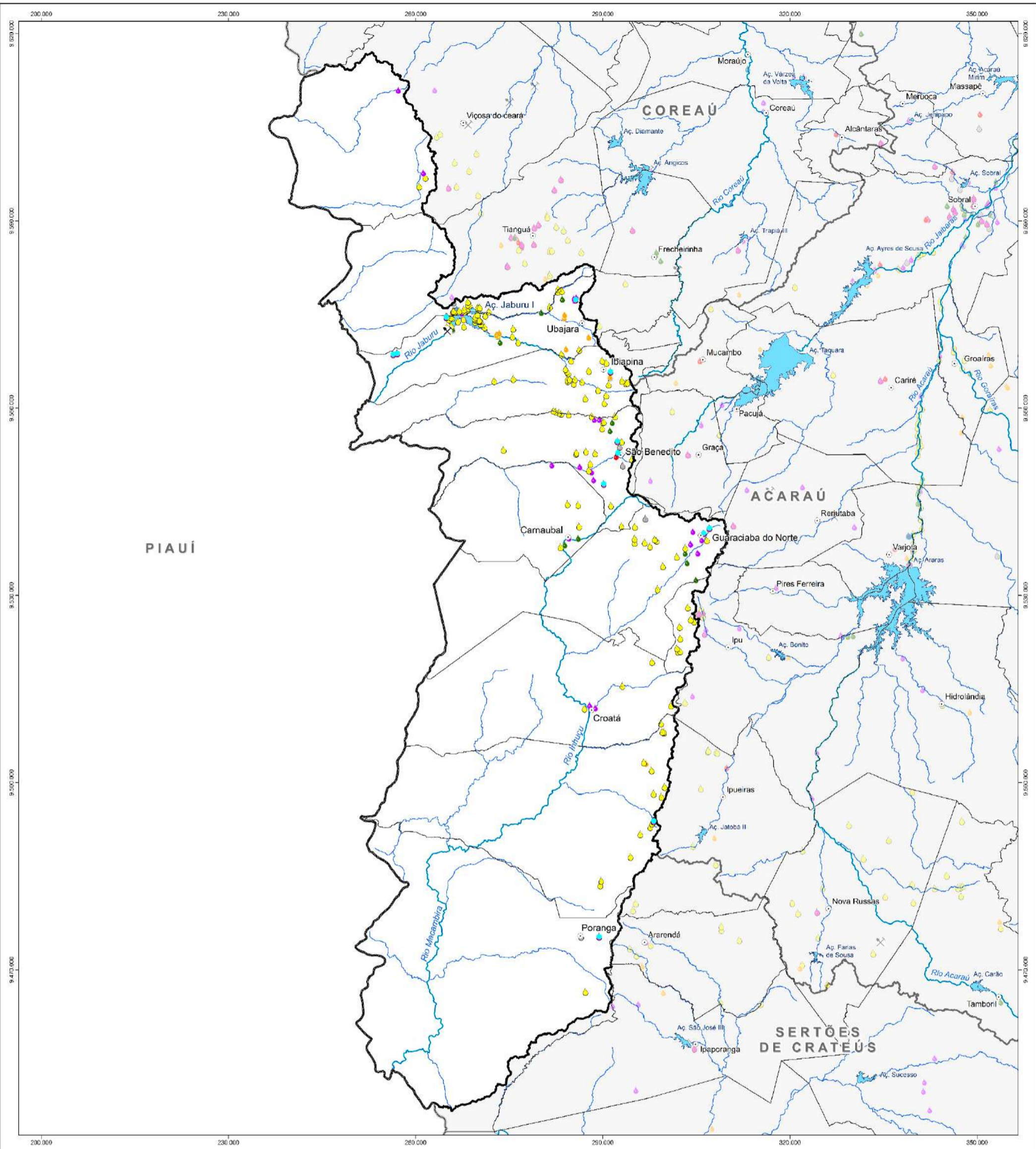
**TABELA 3.1. VAZÃO OUTORGADA VIGENTE (L/S) NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA POR TIPO DE USO.**

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Vazão Outorgada (l/s)</b>
Abastecimento humano	688,58
Água mineral e água potável de mesa	0,37
Demais usos	0,81
Dessedentação de animal	3,74
Diluição de efluentes	123,29
Industrial	5,52
Irrigação	324,90
Serviço e comércio	3,41
<b>Total</b>	<b>1.150,63</b>

Em relação à diluição de efluentes, ressalta-se que no semiárido nordestino o leito seco do rio é destinado para lançamento e não para diluição em função da intermitência dos rios. A diluição de efluentes que consta entre os tipos de usos outorgados na RHSI (Tabela 3.1) não figura como uso consultivo dos recursos hídricos e refere-se ao volume autorizado a ser lançado no corpo hídrico, estando de acordo com a Resolução do CONAMA nº 430 de 13/05/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, especificamente o Art. 15.

**FIGURA 3.1. ANO DE INÍCIO DE VIGÊNCIA DAS OUTORGAS EM PERCENTUAL.**

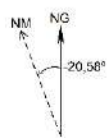




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**OUTORGAS VIGENTES**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

- Outorgas vigentes (Cogeh, 2021)\*
- Outorgas por tipo de uso
- Abastecimento humano (19)
- Demais usos (5)
- Dessedentação animal (8)
- Diluição de efluentes (1)
- Industrial (11)
- Irrigação (158)
- Serviço e comércio (12)
- Outorgas de obras (1)

\*Dados do sistema Balanço Hídrico em 14/07/2021.

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh  
Junho - 2021

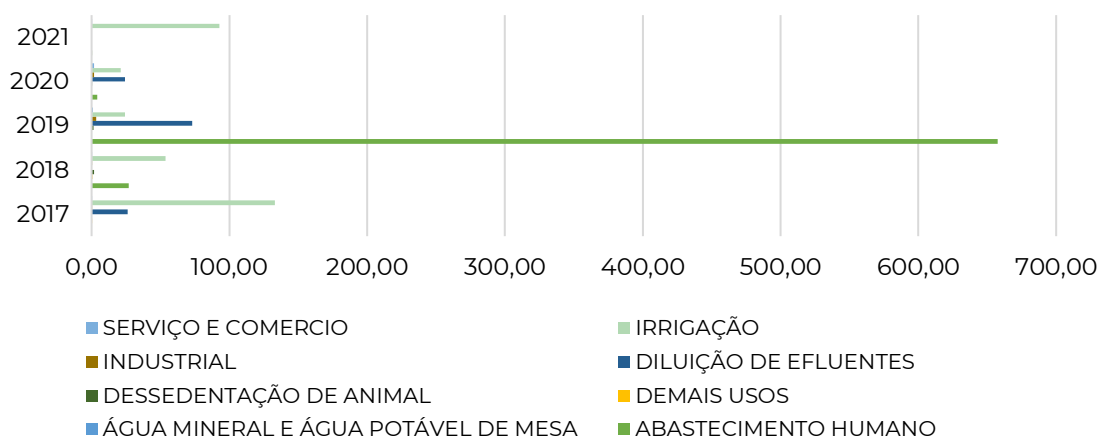
PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar  
ESCALA: 1 : 300.000



A maior parte da demanda do abastecimento humano teve vigência inicial no ano de 2019 (657,53 l/s). A irrigação possui seus maiores volumes outorgados iniciando nos anos de 2017 (133,09 l/s) e 2021 (92,84 l/s) conforme na Figura 3.2.

Também se observa que as vazões outorgadas demandados para a diluição de efluentes tiveram vigência inicial nos anos de 2017 (26,12 l/s) e 2019 (73,06 l/s). Vale ressaltar que o Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 manifesta a vigência mínima de dez (10) anos para a concessão de outorga de direito de uso no estado (CEARÁ, 2020). A vigência máxima é expressa pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e corresponde a trinta e cinco anos (BRASIL, 1997).

**FIGURA 3.2. VAZÃO OUTORGADA DO ABASTECIMENTO HUMANO, IRRIGAÇÃO E DILUIÇÃO DE EFLUENTES SEGUNDO O ANO DE VIGÊNCIA INICIAL.**



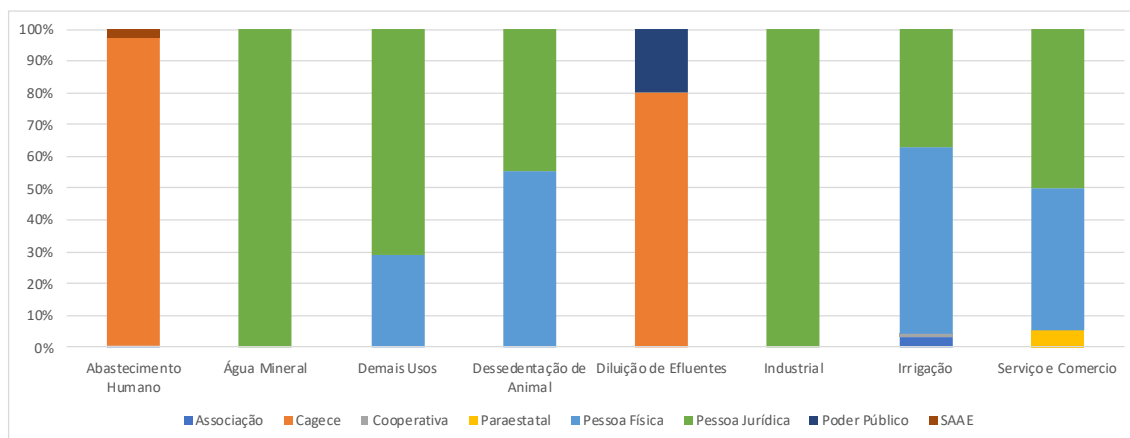
O atendimento das vazões outorgadas tem sido realizado por açudes monitorados, não monitorados, água subterrânea, lago ou lagoa e rios ou riacho. O abastecimento humano tem recebido água principalmente do açude Jaburu I. A irrigação, por sua vez, possui outorgas para usar a água de açudes não monitorados e do açude Jaburu I. Ela também tem sido atendida por águas subterrâneas, lago ou lagoa e rio ou riacho. O uso industrial está concentrado nas águas subterrâneas e no açude Jaburu I. E a diluição de efluentes tem sido realizada em rios e riachos (Tabela 3.2).



**TABELA 3.2. OUTORGAS VIGENTES (L/S) POR TIPO DE USO E MANANCIAL.**

Manancial	Abastecimento humano	Água mineral/ mesa	Demais usos	Dessedentação de animal	Diluição de efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e comércio	Total
Açude Jaburu I	649,83					3,05	222,12		875,00
Açude não monitorado	19,01								19,01
Água subterrânea	19,74	0,37	0,81	3,74		2,47	102,78	3,33	133,24
Rio ou riacho					123,29			0,09	123,38
<b>Total</b>	<b>688,58</b>	<b>0,37</b>	<b>0,81</b>	<b>3,74</b>	<b>123,29</b>	<b>5,52</b>	<b>324,90</b>	<b>3,41</b>	<b>1150,63</b>

A Figura 3.3 expõe os tipos de requerentes das outorgas. A CAGECE é a maior requerente para fins de abastecimento humano (96%) e diluição de efluentes (80%) enquanto pessoas jurídicas e física são os maiores requerentes para outros usos da água. O SAAE tem outorga vigente apenas para o abastecimento humano (2,75%) e o poder público para diluição de efluentes (19,80%) e irrigação (0,21%).

**FIGURA 3.3. TIPOS DE REQUERENTES DAS OUTORGAS.**

## 3.2 Demanda hídrica calculada pela Agência Nacional de Águas

### 3.2.1 Demanda hídrica outorgável - Marco Regulatório

O marco regulatório do sistema hídrico Jaburu/Jenipapo de 2006 foi revogado pela Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83. Ficou estabelecida a entrega de uma vazão média de 300l/s no período de



julho a janeiro. Para a concepção do marco regulatório da operação do sistema hídrico Jaburu/Jenipapo (ANA, 2021), a ANA considerou as vazões apresentadas na Tabela 3.3 como a demanda hídrica outorgável do reservatório Jaburu I.

**TABELA 3.3. VAZÕES OUTORGÁVEIS (L/S) NO JABURU I CONSIDERADAS NO MARCO REGULATÓRIO.**

Finalidade	Vazão média anual (L/s)	
Abastecimento público	400	Relatório CAGECE 2018
Demais usos no reservatório Jaburu I	480	Cadastro COGERH 2014 e 2015
Usos no rio Jaburu a jusante do reservatório até a confluência com o rio Jenipapo*	50	Estimativa COMAR
Usos no rio Jenipapo*	250	Cadastro SEMAR PI 2016
<b>Total</b>	<b>1055</b>	

OBS: Liberação apenas para o período de julho a janeiro conforme expresso na Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83.

### 3.2.2 Demandas calculadas no Manual de Usos Consuntivos

A ocorrência da seca em 2012 na RHSI revela que os dados relativos as outorgas não condizem com a realidade, optou-se também pela análise da demanda em outras fontes de dados secundários com vistas a identificar a presença ou a inexistência de uma demanda reprimida na referida região.

O estudo pautou-se em dados do sistema Uso Consultivo de Águas no Brasil (1931- 2030)<sup>1</sup> da Agência Nacional de Águas (ANA), que apresenta para todos os municípios do país um estudo com estimativas de demandas de usos consuntivos da água. A estimativa adotou como base as categorias: abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoeletricidade e irrigação. Associado a isso estimou-se evaporação

<sup>1</sup> O acesso ao sistema pode ser realizado pelo link: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaW5kaWw4MTIiIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTg4MGItdm91ZDZjZDFiYWY4OCJ9>

líquida de reservatórios, tendo em vista que o semiárido nordestino é marcado por altas taxas de evaporação, representando significativa perda de água nos açudes.

São metodologias indiretas adotadas como alternativa para cálculos de uso da água com vistas a orientar a gestão dos recursos hídricos. Metodologia que usa coeficientes técnicos que associam variáveis inventariadas - população, por exemplo- e uma estimativa de necessidade média de água (litros por habitante por ano, por exemplo). Geralmente, esses coeficientes são calculados a partir de medições com elevado grau de precisão, sendo sua aplicação nas estimativas uma extrapolação espacial e temporal.



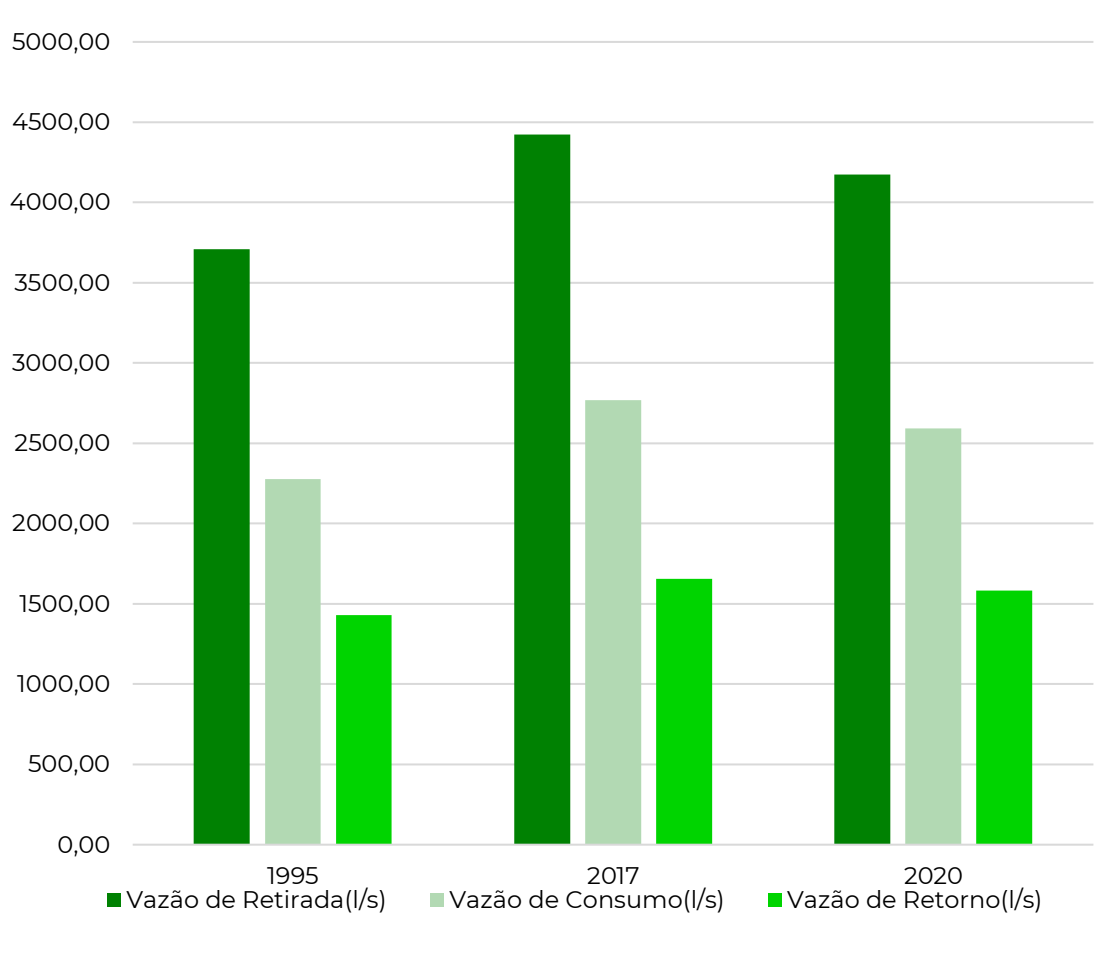
Tomando como referência os dados da ANA, a demanda para a RH da Serra da Ibiapaba em 2020 foi estimada em 4174,90 L/s para vazão de retirada, 2593,65 L/s para a vazão de consumo efetivo e 1581,25 L/s para a vazão de retorno aos corpos hídricos. A Tabela 3.4 e Figura 3.4

apresentam a evolução da demanda na região, considerando as vazões de retirada, consumo e retorno.

**TABELA 3.4. EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Ano	Vazão de Retirada(L/s)	Vazão de Consumo(L/s)	Vazão de Retorno(L/s)
1995	3707,32	2277,52	1429,80
2017	4423,97	2769,44	1654,54
2020	4174,90	2593,65	1581,25

**FIGURA 3.4. EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.**



As Tabelas 3.5 e 3.6 e a Figura 3.5 apresentam a estratificação das demandas por tipo de uso, para os anos de 1995, 2017 e 2020. Observa-se na Tabela 3.5 um crescimento do abastecimento urbano que passa de 165,52 L/s (1995) para 276,08 L/s (2020) e um crescimento da demanda por irrigação que passa de 3308,32 (1995) para 3647,54 L/s (2020).



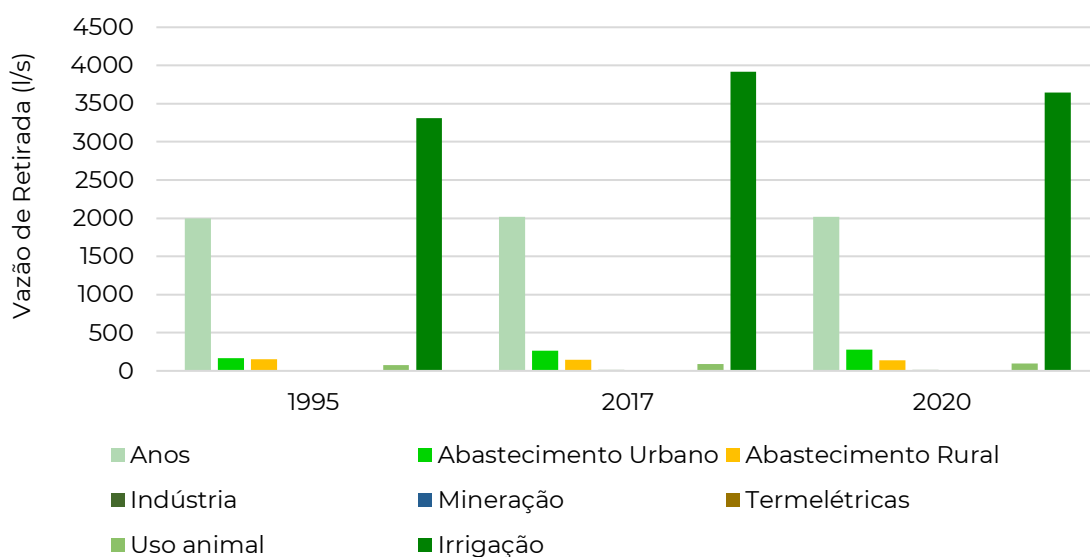
**TABELA 3.5. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE RETIRADA CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Anos	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Mineração	Termelétricas	Uso animal	Irrigação
1995	165,52	149,63	7,81	0,02	0,00	76,02	3308,32
2017	264,60	142,53	12,02	1,31	0,00	89,23	3914,29
2020	276,08	139,66	13,74	1,84	0,00	96,04	3647,54

**TABELA 3.6. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE CONSUMO CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Anos	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Mineração	Termelétricas	Uso animal	Irrigação
1995	33,11	119,69	5,63	0,01	0,00	55,28	2063,80
2017	52,90	114,03	3,84	0,62	0,00	60,67	2537,37
2020	55,21	111,73	4,34	0,87	0,00	65,47	2356,03

**FIGURA 3.5. EVOLUÇÃO DAS VAZÕES DE RETIRADA CALCULADAS PELA ANA PARA A RH DA SERRA DA IBIAPABA POR TIPO DE USO.**



### 3.3 Demanda Instalada

A demanda é um componente da gestão bastante dinâmico e o seu conhecimento não pode se limitar apenas a demanda outorgada, na medida em que ela - por não se universalizada - não corresponde ao consumo total nas regiões hidrográficas.

Nesse sentido ao estudo da demanda deve-se incluir a chamada demanda instalada. Para a Região hidrográfica da Serra da Ibiapaba tomamos os seus principais usos - abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal - para uma avaliação apresentada neste item.

### 3.3.1. Abastecimento Humano

Para o abastecimento humano, o cálculo da demanda instalada considerou o total da população e o consumo per capita médio considerando perdas conforme utilizado nos estudos de concepção do Malha d'Água.

Importante lembrar que para a Região hidrográfica da Serra da Ibiapaba a demanda hídrica corresponde a 251,7 l/s referente a população residente de 2010.

Ao observar a Tabela 3.7, percebe-se que dos municípios que compõem a referida região, São Benedito (57,4 L/s) e Guaraciaba do Norte (47L/s) apresentam as maiores demandas instaladas para abastecimento humano.

A Tabela 3.7, apresenta a demanda hídrica instalada para abastecimento humano na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba estratificada por distritos conforme a população do censo de 2010 e apresentado no capítulo 2.

Os consumos per capita utilizados foram os mesmos já preconizados no Malha d'água, 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 –  $C = 100 \text{ L/hab.dia}^{-1}$ ;
- População Urbana residente entre 1.000 a a5.000 habitantes –  $C = 120 \text{ L/hab/dia}$ ;
- População Urbana residente maior ou igual a 5.000 e menor que 50.000 habitantes –  $C = 150 \text{ L/hab/dia}$ ;
- População Rural –  $C = 70 \text{ L/hab/dia}$ .

**TABELA 3.7. DEMANDA INSTALADA PARA ABASTECIMENTO HUMANO POR MUNICÍPIO NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Município	Distrito	População residente	População Urbana	População Rural	Qurb (L/s)	Qrural (L/s)	Q(L/s)
Carnaubal	Carnaubal	16.746	7.960	8.786	13,8	7,1	20,9
Croatá	Barra do Sotero	1.771	542	1.229	0,6	1,0	1,6
	Betânia	2.768	1.363	1.405	1,9	1,1	3,0
	Croatá	6.102	5.214	888	9,1	0,7	9,8
	Lagoa da Cruz	1.089	291	798	0,3	0,6	1,0
	Repartição	910	401	509	0,5	0,4	0,9
	Santa Tereza	1.193	563	630	0,7	0,5	1,2
	São Roque	1.771	407	1.364	0,5	1,1	1,6
	Vista Alegre	1.465	257	1.208	0,3	1,0	1,3
Guaraciaba do Norte	Guaraciaba do Norte	21.515	12.574	8.941	21,8	7,2	29,1
	Martinslândia	2.118	1.022	1.096	1,4	0,9	2,3
	Morrinhos Novos	2.108	1.062	1.046	1,5	0,8	2,3
	Mucambo	3.701	1.291	2.410	1,8	2,0	3,7
	Sussuanha	3.439	373	3.066	0,4	2,5	2,9
	Várzea dos Espinhos	4.894	1.081	3.813	1,5	3,1	4,6
Ibiapina	Alto Lindo	2.244	883	1.361	1,0	1,1	2,1
	Betânia	1.129	441	688	0,5	0,6	1,1
	Ibiapina	19.869	9.211	10.658	16,0	8,6	24,6
	Santo Antônio da Pindoba	566	208	358	0,2	0,3	0,5
Ipu	Ingazeiras	4.695	411	4.284	0,5	3,5	3,9
Ipueiras	Alazans	1.326	244	1.082	0,3	0,9	1,2
	América	2.702	770	1.932	0,9	1,6	2,5
	Matriz	4.452	774	3.678	0,9	3,0	3,9
	Nova Fátima	2.184	886	1.298	1,0	1,1	2,1
	São José das Lontras	1.483	256	1.227	0,3	1,0	1,3
Poranga	Buritizal	2.084	858	1.226	1,0	1,0	2,0
	Cachoeira Grande	1.749	476	1.273	0,6	1,0	1,6
	Macambira	465	86	379	0,1	0,3	0,4
	Poranga	7.703	6.378	1.325	11,1	1,1	12,1
São Benedito	Barreiros	2.015	885	1.130	1,0	0,9	1,9
	Inhuçu	5.148	1.898	3.250	2,6	2,6	5,3
	São Benedito	37.015	21.771	15.244	37,8	12,4	50,1
Tianguá	Caruataí	4.504	977	3.527	1,1	2,9	4,0
	Pindoguaba	3.484	383	3.101	0,4	2,5	3,0
Ubajara	Jaburuna	4.679	1.114	3.565	1,5	2,9	4,4
	Nova Veneza	2.348	432	1.916	0,5	1,6	2,1
	Ubajara	20.550	12.094	8.456	21,0	6,9	27,8
Viçosa do Ceará	Juá dos Vieiras	6.215	799	5.416	0,9	4,4	5,3
	Padre Vieira	2.470	828	1.642	1,0	1,3	2,3
<b>Total</b>	-	<b>212.669</b>	<b>97.464</b>	<b>115.205</b>	<b>158,4</b>	<b>93,3</b>	<b>251,7</b>



### 3.3.2 Irrigação

A irrigação figura, mundialmente, como um dos maiores consumidores de água. Fato que aponta para a necessidade premente de adoção de tecnologias poupadoras desses recursos e adequada à realidade hídrica dos lugares.

Para calcular a demanda para a irrigação para RHSI o Censo Agropecuários de 2017 foi tomado como base de dados para a análise.

A demanda instalada para irrigação foi estimada a partir da Equação 1.

$$Demanda \left( \frac{m^3}{s} \right) = \frac{ETP \times Kc \times A}{n} \quad (1)$$

Onde:

$n$  é a eficiência média de aplicação;

$A$  é a área irrigada;

$ETP$  é a evapotranspiração (ver Capítulo 2);

$Kc$  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, 2017) apresentados na Tabela 3.8. 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 - ano 2017 - o tipo de aplicação mais evidente na RHSI é a localizada com um coeficiente de 0,9 que corresponde a 74%, revelando um alto coeficiente em relação aos demais do uso de método mais eficiente do ponto de vista do uso da água.

**TABELA 3.8. COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA POR TIPO DE APLICAÇÃO.**

Tipo de Aplicação	Coeficiente de Eficiência (n)
Inundação	0.6
Sulcos	0.75
Aspersão (Pivô Central)	0.85
Aspersão (outros métodos)	0.8
Localizado (Gotejamento, micro aspersão)	0.9
Outros métodos de irrigação e/ou molhação	0.6

O coeficiente de cultura ( $K_c$ ) é um dado importante para a melhoria do manejo da irrigação ao sinalizar a necessidade hídrica das culturas. Este coeficiente é definido como a razão entre a evapotranspiração real na cultura ( $ET_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_p$ ). Allen et al. (1998) esclarece que a diferença entre os valores de evapotranspiração na cultura e a evapotranspiração de referência se dá por 4 efeitos fundamentais: (a) a altura da cultura que afeta a resistência aerodinâmica; (b) o albedo (refletância) da superfície relativa ao binômio solo-planta que afeta a radiação solar líquida da superfície; c) A resistência do dossel, que afeta a transferência de vapor dos estômatos para a atmosfera e a d) Evaporação do solo.



ÁREA PRODUTIVA NO ENTORNO DO ACUDE JABURU I - Foto: Cogerh

Para este estudo foi adotado o tipo de cultura mais representativo para

cada município conforme as áreas colhidas do Censo Agropecuário apresentadas na Tabela 3.9, tanto para a classe de lavouras temporárias como para as lavouras permanentes. Na RH da Serra da Ibiapaba, as lavouras temporárias são predominantemente de feijão ou milho, enquanto que as lavouras permanentes são predominantemente de banana, maracujá ou caju conforme pode ser observado na Tabela 3.9.

Na Tabela 3.9 são apresentadas as áreas colhidas das principais culturas dos municípios que integram a RHSI. O X que aparece nesta tabela, representa: "valor inibido pelo censo para não identificar o informante por exemplo quando determinado município só possui uma empresa produtora de cimento, logo o valor de sua produção deve ser inibido."

**TABELA 3.9. ÁREA COLHIDA (HA) DAS PRINCIPAIS CULTURAS DOS MUNICÍPIOS DA RHSI.**

Município	Permanente					Temporário			
	Abacate	Acerola	Banana	Caju	Maracujá	Cana-de-açúcar	Feijão	Mandioca	Milho
Carnaubal	3	0	X	11	<b>33</b>	31	<b>781</b>	46	266
Croatá	X	0	2	6	<b>31</b>	X	<b>845</b>	44	411
Guaraciaba do Norte	8	X	<b>281</b>	7	129	157	<b>1581</b>	248	782
Ibiapina	141	7	201	8	<b>768</b>	116	<b>1093</b>	230	750
Ipu	1	X	74	46	<b>109</b>	X	1514	160	<b>1696</b>
Ipueiras	X	X	<b>48</b>	45	16	6	2895	121	<b>3207</b>
Poranga	X	X	1	<b>30</b>	X	14	<b>1937</b>	52	1320
São Benedito	9	X	<b>121</b>	3	109	390	<b>2024</b>	428	1178
Tianguá	35	97	<b>408</b>	11	201	95	<b>2268</b>	329	1708
Ubajara	30	148	133	4	<b>380</b>	159	983	147	<b>1099</b>
Viçosa do Ceará	11	X	178	<b>357</b>	167	249	3304	886	<b>3335</b>

Os Kc's médios por tipo de cultura foram calculados a partir dos mensais propostos por Gondim, et al (2018) para as culturas de feijão, milho, banana e caju; para a cultura do maracujá a referência foi Nogueira et al. (2014). O trabalho Gondim et al. (2018) considerou os coeficientes de cultura para a bacia do Jaguaribe e o de Nogueira et al. (2014) determinou o coeficiente de cultura do maracujá para o município de Santa Rosa no Piauí.



A Tabela 3.10 apresenta os Kc's médios utilizados por cultura.

**TABELA 3.10. KC'S CALCULADOS.**

Cultura	Kc
Feijão	0,98
Milho	0,89
Caju	0,55
Banana	1,10
Maracujá	0,85



Foto: Clemliton Ferreira

Os dados das áreas irrigadas por município - lavouras permanentes e lavouras temporárias -, o principal tipo de aplicação utilizado no município e a cultura cultivada de maior expressividade por município, destacando os respectivos coeficientes de eficiência de aplicação (n) e coeficientes de cultura médios (Kc) estão contidos na Tabela 3.11.

**TABELA 3.11. ÁREAS IRRIGADAS, TIPO DE APLICAÇÃO E PRINCIPAIS CULTURAS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA POR MUNICÍPIO.**

Município	Áreas Irrigadas			Tipo de Irrigação			Cultura Temporária		Cultura Permanente		Demanda Total (L/s)
	Área Lavouras Permanentes /Horticultura/Florestas (ha)	Área Lavouras Temporárias (ha)	Área Total Irrigada (ha)	Principal Método Irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc	
Ipueiras	256	45	301	Molhação	60,20%	0,6	Milho	0,89	Banana	1,1	41,27
Ubajara	1434	154	1588	Gotejamento	71,50%	0,9	Milho	0,89	Maracujá	0,85	137,77
Carnaubal	52	162	214	Gotejamento	100,00%	0,9	Feijao	0,98	Maracujá	0,85	28,84
Viçosa do Ceará	468	140	608	Gotejamento	37,90%	0,9	Milho	0,89	Caju	0,55	20,57
Croatá	84	11	95	Gotejamento	99,60%	0,9	Feijao	0,98	Maracujá	0,85	11,63
Tianguá	1586	195	1781	Gotejamento	41,80%	0,9	Feijao	0,98	Banana	1,1	114,98
Poranga	38	28	66	Gotejamento	93,50%	0,9	Feijao	0,98	Caju	0,55	6,42
Ibiapina	1234	132	1366	Gotejamento	87,60%	0,9	Feijao	0,98	Maracujá	0,85	146,67
São Benedito	821	104	925	Gotejamento	96,00%	0,9	Feijao	0,98	Banana	1,1	137,10
Guaraciaba do Norte	1646	270	1916	Gotejamento	97,80%	0,9	Feijao	0,98	Banana	1,1	288,41
Ipu	15774	26	15800	Gotejamento	9,10%	0,9	Milho	0,89	Maracujá	0,85	173,68
<b>Total corrigido pelo % Área</b>	<b>7105,30</b>	<b>952,80</b>	<b>8058,11</b>								<b>1107,36</b>

Fonte: Censo Agropecuário, 2017

Assim, a irrigação possui demanda hídrica média de 1,11 m<sup>3</sup>/s (Tabela 3.10), sendo Guaraciaba do Norte e Ipu, os municípios com maior demanda instalada, iguais a 0,29 m<sup>3</sup>/s e 0,18 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

### 3.3.3 Dessedentação Animal

O cálculo da demanda instalada para dessedentação animal na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba tomou como base dados do Pesquisa Pecuária Municipal de 2019 (IBGE) - número de cabeças por município por tipo de rebanho, bovinos, equinos, asininos e muares, caprinos e ovinos, suínos e galináceos - e informações contidas no Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017) que tratam do consumo hídrico por cabeça/dia classificado por tipo de rebanho. Para este cálculo também foi considerado o percentual de área total que o município tem inserido na RHSI.

As Tabelas 3.11 a 3.13, 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.

**TABELA 3.12. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE BOVINOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Município	Bovinos (Corte)			
	%Area	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (L/s)
Ipueiras	60,20%	13.500	50	4,70
Ubajara	71,50%	4.990	50	2,06
Carnaubal	100,00%	2.800	50	1,62
Viçosa do Ceará	37,90%	10.950	50	2,40
Croatá	99,60%	3.600	50	2,08
Tianguá	41,80%	6.750	50	1,63
Poranga	93,50%	5.377	50	2,91
Ibiapina	87,60%	4.250	50	2,15
São Benedito	96,00%	7.500	50	4,17
Guaraciaba do Norte	97,80%	7.000	50	3,96
Ipu	9,10%	12.100	50	0,64
<b>Total corrigido</b>		<b>48950</b>	<b>-</b>	<b>28,33</b>



**TABELA 3.13. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE EQUINOS/ASININOS/MUARES E CAPRINOS/OVINOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Município	%Area	Equinos/Asininos/Muares			Caprinos/Ovinos		
		Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (L/s)	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (L/s)
Ipueiras	60,20%	200	40	0,06	12150	10	0,85
Ubajara	71,50%	80	40	0,03	2420	10	0,20
Carnaubal	100,00%	100	40	0,05	6100	10	0,71
Viçosa do Ceará	37,90%	650	40	0,11	18000	10	0,79
Croatá	99,60%	180	40	0,08	6600	10	0,76
Tianguá	41,80%	310	40	0,06	5000	10	0,24
Poranga	93,50%	171	40	0,07	23004	10	2,49
Ibiapina	87,60%	120	40	0,05	2200	10	0,22
São Benedito	96,00%	93	40	0,04	1630	10	0,18
Guaraciaba do Norte	97,80%	90	40	0,04	1600	10	0,18
Ipu	9,10%	475	40	0,02	9200	10	0,10
<b>Total corrigido</b>	-	<b>1318</b>	<b>40</b>	<b>0,61</b>	<b>58033</b>	<b>10</b>	<b>6,72</b>

**TABELA 3.14. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO DE SUÍNOS E GALINÁCEOS NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Município	%Area	Suínos			Galináceos		
		Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (L/s)	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (L/s)
Ipueiras	60,20%	14.200	18,7	1,85	68.000	0,27	0,13
Ubajara	71,50%	12.800	18,7	1,98	195.026	0,27	0,44
Carnaubal	100,00%	4.350	18,7	0,94	15.000	0,27	0,05
Viçosa do Ceará	37,90%	48.000	18,7	3,94	165.000	0,27	0,20
Croatá	99,60%	3.800	18,7	0,82	46.000	0,27	0,14
Tianguá	41,80%	17.500	18,7	1,58	621.530	0,27	0,81
Poranga	93,50%	4.845	18,7	0,98	18.409	0,27	0,05
Ibiapina	87,60%	8.500	18,7	1,61	46.200	0,27	0,13
São Benedito	96,00%	5.800	18,7	1,21	29.200	0,27	0,09
Guaraciaba do Norte	97,80%	6.300	18,7	1,33	47.000	0,27	0,14
Ipu	9,10%	4000	18,7	0,08	83000		0,02
<b>Total corrigido</b>		<b>75.412</b>	<b>18,7</b>	<b>16,32</b>	<b>702.765</b>	<b>0,27</b>	<b>2,20</b>

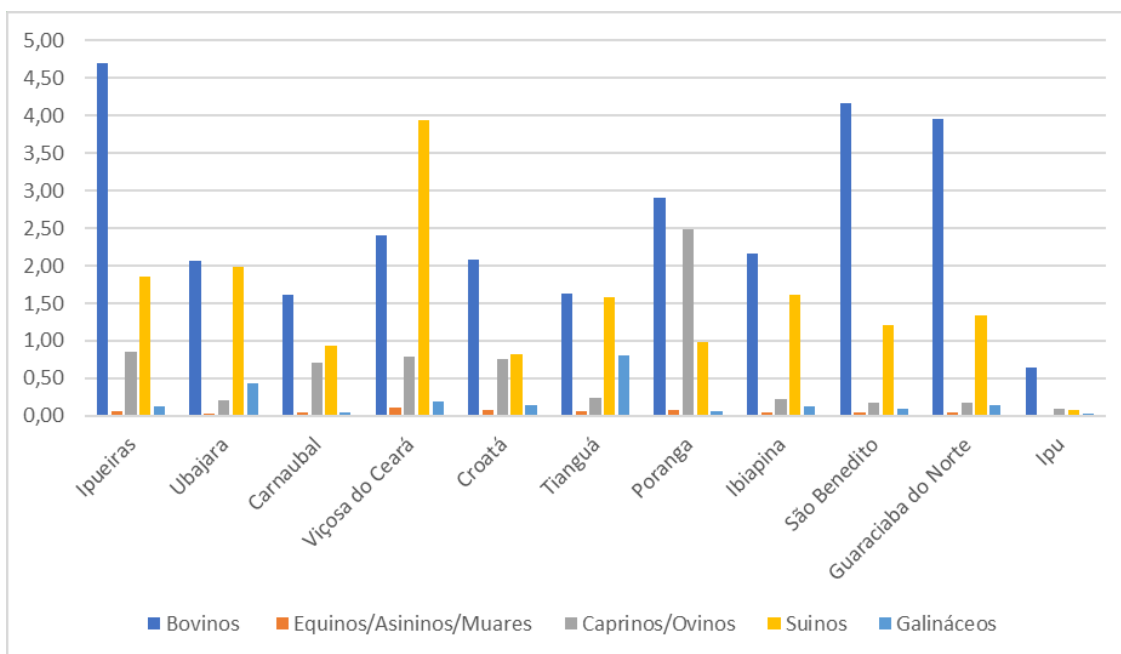
Desta forma, estimou-se a demanda instalada na RH da Serra da Ibiapaba em 54,17 L/s, sendo 52% para dessedentação de bovinos, e os municípios de Ipueiras e Viçosa do Ceará com a maior demanda para esta classe de uso, com 7,58 e 7,44 L/s respectivamente.

Os dados relativos a demanda total para dessedentação animal na RH da Serra da Ibiapaba, classificada por tipo de rebanho e por município, estão contidas na Tabela 3.14 e na Figura 3.6.

**TABELA 3.15. RESUMO DA DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NA RH DA SERRA DA IBIAPABA.**

Município	Bovinos	Equinos/Asininos/Muares	Caprinos/Ovinos	Suínos	Galináceos	Total(L/s)
Ipueiras	4,70	0,06	0,85	1,85	0,13	7,58
Ubajara	2,06	0,03	0,20	1,98	0,44	4,71
Carnaubal	1,62	0,05	0,71	0,94	0,05	3,36
Viçosa do Ceará	2,40	0,11	0,79	3,94	0,20	7,44
Croatá	2,08	0,08	0,76	0,82	0,14	3,88
Tianguá	1,63	0,06	0,24	1,58	0,81	4,33
Poranga	2,91	0,07	2,49	0,98	0,05	6,51
Ibiapina	2,15	0,05	0,22	1,61	0,13	4,16
São Benedito	4,17	0,04	0,18	1,21	0,09	5,68
Guaraciaba do Norte	3,96	0,04	0,18	1,33	0,14	5,66
Ipu	0,64	0,02	0,10	0,08	0,02	0,86
<b>Total</b>	<b>28,33</b>	<b>0,61</b>	<b>6,72</b>	<b>16,32</b>	<b>2,20</b>	<b>54,17</b>

**FIGURA 3.6. DEMANDA INSTALADA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL POR TIPO DE REBANHO EM L/S.**



### 3.3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados

Em função das peculiaridades da RH da Serra da Ibiapaba e do quadro de escassez hídrica que se instalou de forma sequencial a partir de 2012, neste capítulo para a análise da demanda - um dos importantes componentes da gestão - foram apresentadas algumas metodologias para melhor qualificá-la.



A Tabela 3.15 apresenta estimativa de demanda na RH da Serra da Ibiapaba e considerou demanda contínua de 146 L/s para demandas do Rio Jenipapo (PI).

**TABELA 3.16. COMPARATIVO DA ESTIMATIVA DE DEMANDA NA RH DA SERRA DA IBIAPABA EM L/S.**

Uso	Dados de Outorgas	Marco Regulatório - ANA*	Demanda Usos consuntivos - ANA	Demanda Instalada Vazão (L/s)
Abastecimento Humano	688	400	<b>276</b>	251
Industria	6	480	13	-
Irrigação	324		3.647	1.110
Dessedentação Animal	4		237	54
Demais Usos	129			-
Usos no rio Jaburu a jusante do reservatório até a confluência com o rio Jenipapo	-	500	-	
Demanda Rio Jenipapo		250	-	146
<b>Total</b>	<b>1.151</b>	<b>1.055</b>	<b>4.174</b>	<b>1.561</b>



\*OBS: Liberação apenas para o período de julho a janeiro conforme expresso na Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83.

Percebe-se que os dados outorgados apresentam uma demanda reprimida, principalmente quando se analisa o uso para irrigação. Os dados apresentados neste item do documento apontam para o reconhecimento da dinamicidade da demanda que precisa ser observada e que, apenas os dados outorgados não são, ainda, capazes de revelar a demanda real em virtude da sua não universalização.

Daí a importância de se considerar a demanda instalada da RHSI. Muito embora, a Secretaria de Recursos Hídricos e a sua vinculada – COGERH – tenham avançado no aperfeiçoamento deste instrumento de gestão, em especial, quando oportunizam redução das burocracias, dando mais celeridade aos processos - Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 - e fazendo investimentos em tecnologias capazes de subsidiar o monitoramento e fiscalização de um recurso essencial, mas cada vez mais escasso e conflituoso.

## 4 OFERTA HÍDRICA

Neste capítulo são abordados os aspectos quantitativos e qualitativos relacionados à oferta hídrica superficial e subterrânea da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

### 4.1. Aspectos Quantitativos

#### 4.1.1 Águas superficiais

A RHSI ocupa uma área de 5.987,75 km<sup>2</sup> e está abrigada na região hidrográfica do Parnaíba. Sua rede de drenagem compreende as do rio Pirangi e dos afluentes do Longá - Rios Jacaraí, Catarina, Jaburu, Pejuaba, Arabê, Riacho do Pinga e Riacho da Volta; além do rio Macambira, afluente do Poti, e seus afluentes.

Região que apresenta condições climáticas amenas em função das precipitações que caem em seu território e dos níveis mais reduzidos de evapotranspiração quando se compara com áreas incrustadas nos sertões.

Essas características não descartam a necessidade de aproveitamento das águas superficiais condicionado à existência de infraestruturas de armazenamento, como por exemplo, os açudes. Construções que viabilizam o armazenamento das vazões afluentes e evitam sua perda no período úmido, via escoamento.

##### 4.1.1.1 *Estimativa das vazões afluentes*

A avaliação da oferta hídrica superficial é realizada com base na avaliação das vazões afluentes aos reservatórios. Como, no entanto, a

maioria dos reservatórios não conta com registro de vazões afluente, adotou-se uma estratégia de regionalização que foi desenvolvida no Projeto de Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos (PROJETO ALOCAR, 2021).

Os indicadores hidrológicos vinculados a oferta hídrica estão apresentados na Tabela 4.1 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. INDICADORES HIDROLÓGICOS DOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

Reservatório	Capacidade (hm <sup>3</sup> )	Bacia Hidrográfica (Km <sup>2</sup> )	Precipitação Média (mm)	Deflúvio Médio (mm)	Coeficiente de escoamento (%)
Jaburu I	141,0	315,0	1255,1	221	18

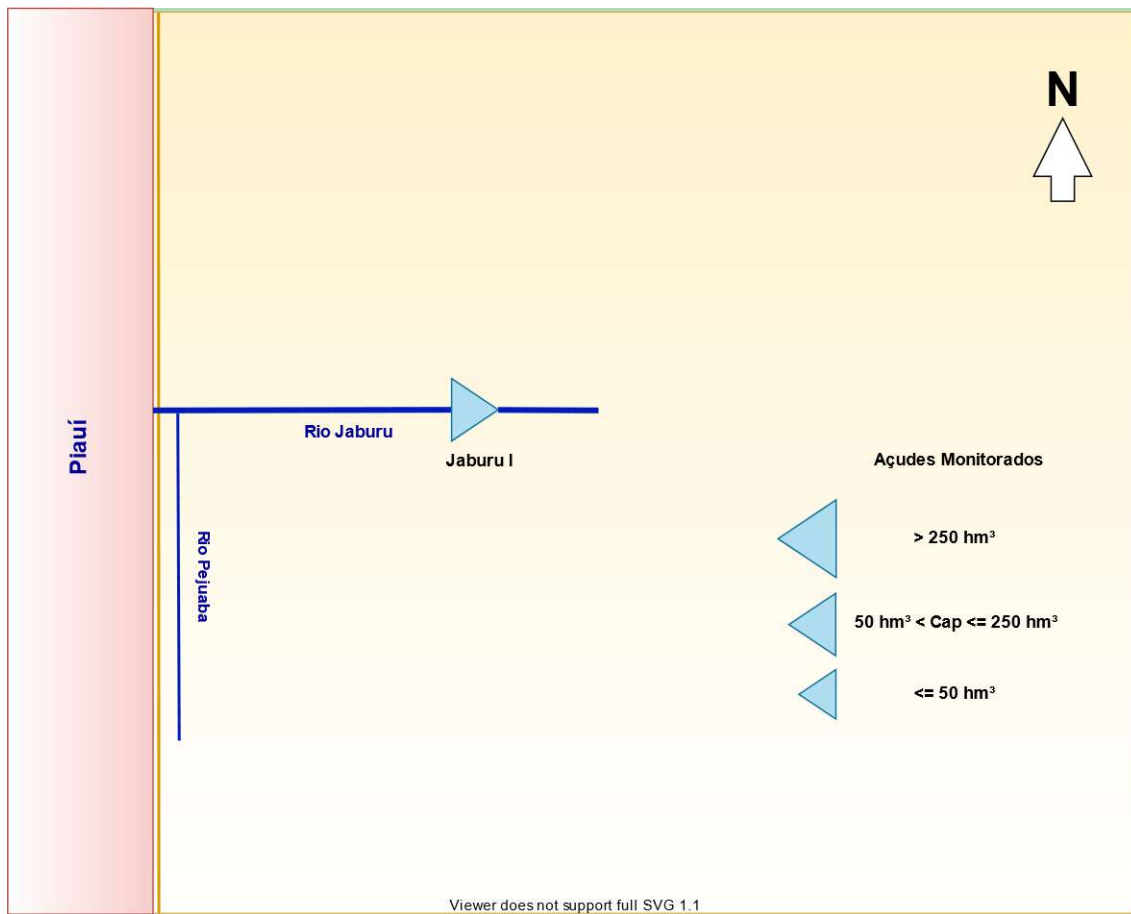


A eficiência hidrológica do reservatório Jaburu I é apresentada na Tabela 4.2 e a Figura 4.1 mostra o diagrama unifilar da rede de drenagem principal da RHSI. Conforme as simulações realizadas para a



vazão com garantia de 90%, o reservatório regularizou 60% da vazão afluente, verteu 25% e perdeu 15% por evaporação. Como a regularização é maior que as perdas por vertimento e evaporação, o reservatório é considerado eficiente do ponto de vista hidrológico.

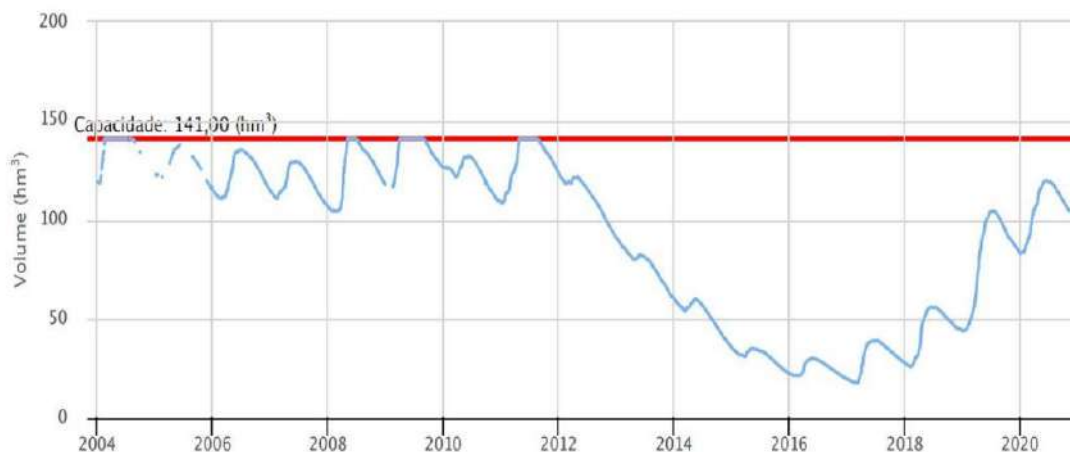
**FIGURA 4.1. DIAGRAMA UNIFILAR DO RESERVATÓRIO JABURU I.**



**TABELA 4.2. EFICIÊNCIA HIDROLÓGICA DOS RESERVATÓRIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

Reservatório	Afluência(hm³/ano)	Q90 (m³/s)	Regularização (%)	Vertimento (%)	Evaporação (%)
Jaburu I	69,7	1,442	60	25	15

A Figura 4.2 apresenta a evolução do armazenamento do Jaburu I de 2004 a 2020. Observa-se que o reservatório operou perto de sua capacidade máxima no período de 2004-2011 e que na seca mais recente operou com capacidade reduzida. Também se verifica que o açude Jaburu I recuperou parte do seu armazenamento a partir de 2018.

**FIGURA 4.2. SÉRIE HISTÓRICA (2004 A 2020) DOS VOLUMES ARMAZENADOS NO RESERVATÓRIO JABURU I.**

Fonte: COGERH, 2021.

#### 4.1.2 Águas subterrâneas

A Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba possui uma geologia caracterizada por rochas sedimentares, cujo aquífero poroso possui água armazenada nos espaços entre os grãos criados durante a formação da rocha.

Sobre o quantitativo de poços na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, o IPECE (2017), em Ceará Mapas Interativos, contabiliza em seu banco de dados um total de 1.511 poços na referida região. Valor que agrega dados de fontes como a SOHIDRA (96 poços), SDA (04 poços) e CPRM (1.411 poços).

Mas quando se observa os dados de poços do estado do Ceará cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), constam 793 poços, representando 2,5% do total de poços do estado.

Em relação ao total de poços cadastrados no SIAGAS, identificou-se que a maioria das captações é realizada em poços tubulares (91%) conforme

exposto na Tabela 4.3. 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. Inclusive, o período de seca iniciando em 2012 desencadeou uma significativa perfuração de poços para abastecimentos de comunidades e para atividades econômicas. Há poços irregulares e sem o monitoramento da COGERH e que, portanto, não estão contabilizados nos bancos de dados citados anteriormente (IPECE e SIAGAS).

**TABELA 4.3. TIPOS DE POÇOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

Tipo de poços e fonte	Número de poços
Fonte natural	9
Poço escavado(cacimba/cisterna)	1
Poço amazonas	60
Poço tubular	723

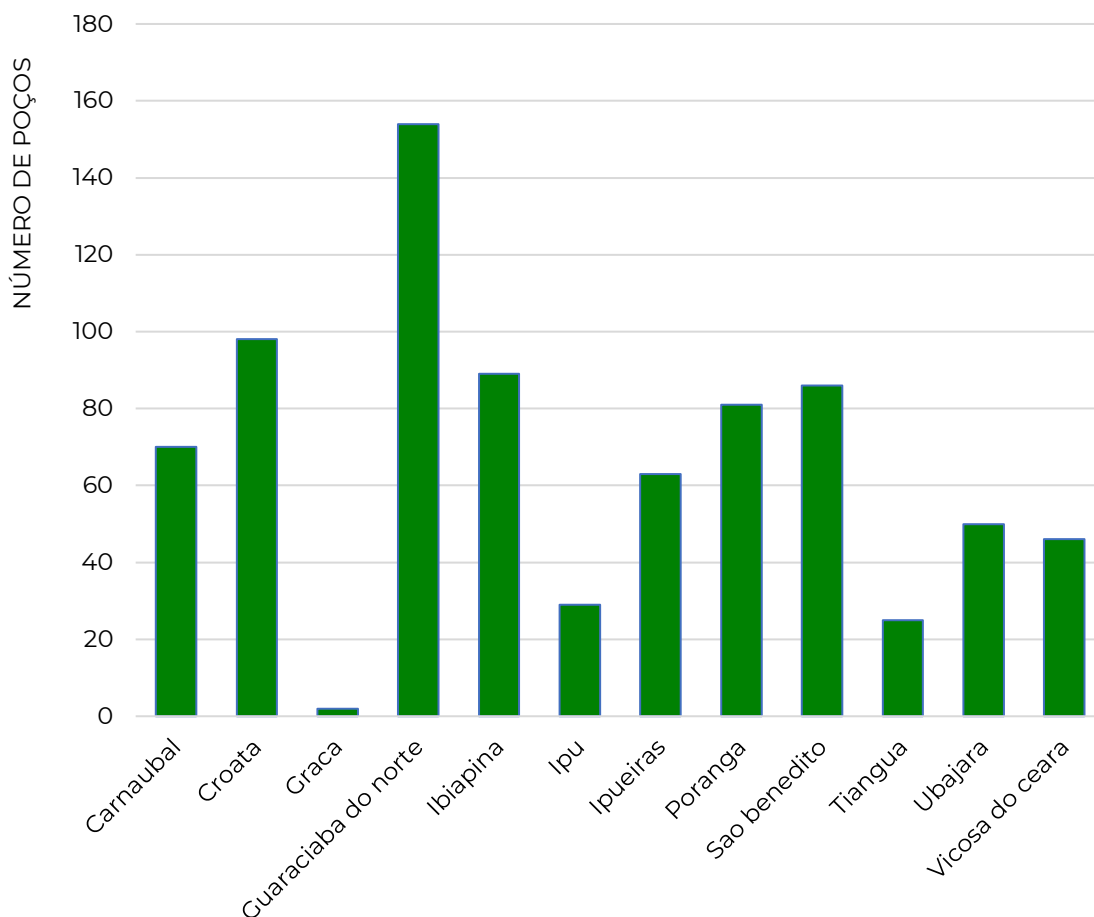
Fonte: SIAGAS.

Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia conforme pode ser observado na Figura 4.3. O município de Guaraciaba do Norte detém 19,4% dos poços seguido por Croatá (12,4% dos poços), Ibiapina (11,2% dos poços) e São Benedito (10,8% dos poços).





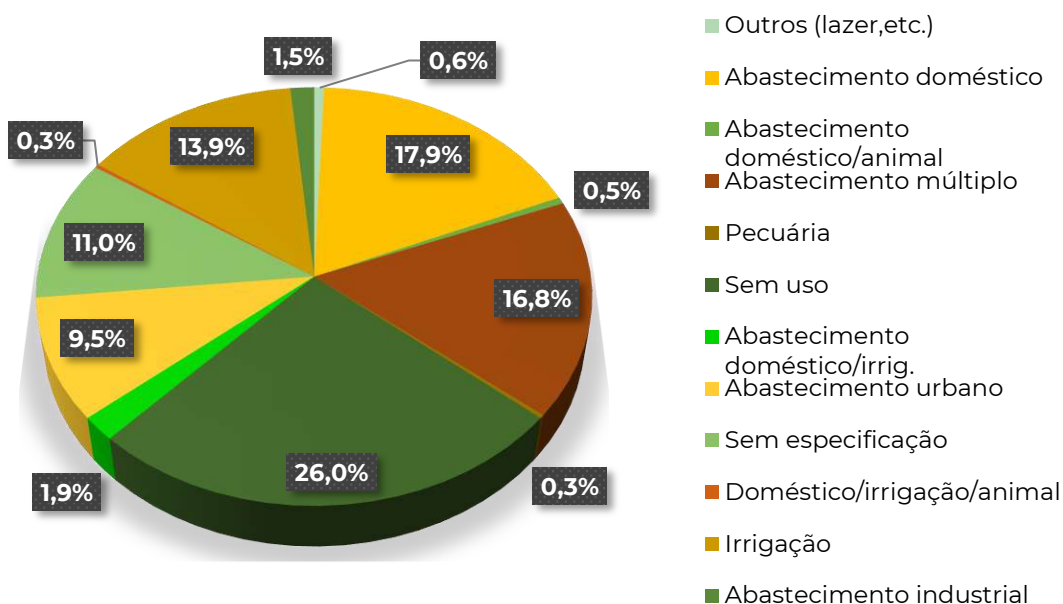
**FIGURA 4.3. DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



Fonte: SIAGAS

A Figura 4.4 expõe o tipo de uso das águas subterrâneas. O principal uso é o abastecimento doméstico (142 poços) e o abastecimento múltiplo (133 poços). Observa-se que em 11% dos poços não foi especificado o tipo de uso e 206 (26%) estão sem utilização. Considerou-se como poços sem utilização aqueles classificados como: fechados, não utilizável, obstruído, parado, abandonado, secos e não instalados.

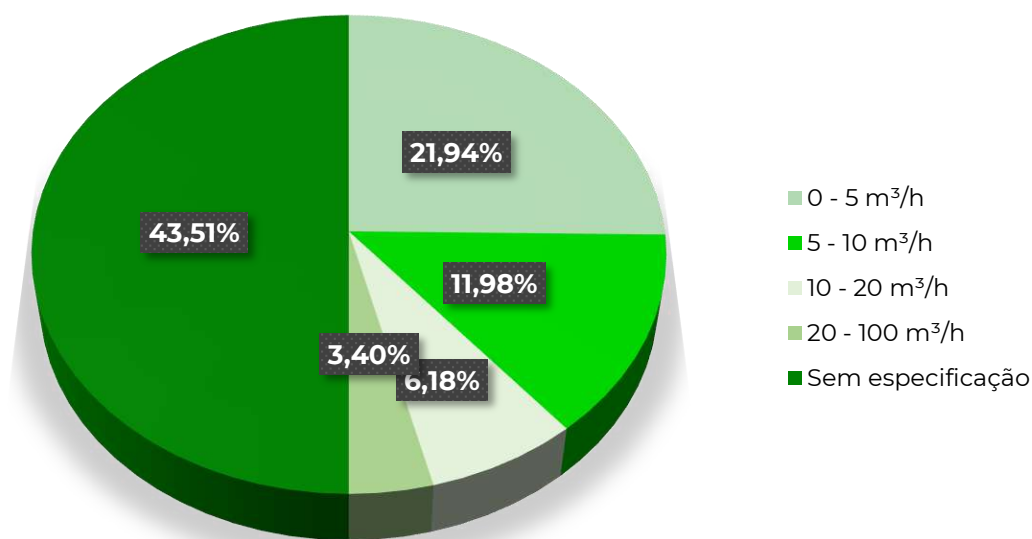
**FIGURA 4.4. TIPOS DE USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.**



Fonte: SIAGAS

As vazões estabilizadas nesses poços estão apresentadas na Figura 4.5. O intervalo de 0 a 5 m<sup>3</sup>/h concentra a maior o maior número de poços (174), seguido pelo intervalo de 5 a 10 m<sup>3</sup>/h, o que corresponde a poços com produtividade baixa ou muito baixa. Observa-se que 43,51% dos poços não possuem especificação de vazão.

**FIGURA 4.5. VAZÕES ESTABILIZADAS NOS POÇOS.**



Fonte: SIAGAS

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**

A água possui parâmetros físicos, químicos e biológicos em sua composição e tais parâmetros 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. Portanto, a qualidade da água 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) que é gerida pela COGERH. Essa rede conta com o apoio da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA) – e do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA). O objetivo da RMQA é monitorar os principais açudes do Estado e avaliar se 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.



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

Devido ao grande número de parâmetros é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice são utilizados dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e suas descrições são apresentados na Tabela 4.4.

**TABELA 4.4. ESTADOS DE TROFIA.**

<b>Estado de Trofia</b>	<b>Descrição</b>
Oligotrófico	Indica que as águas estão limpas e possuem baixa produtividade.
Mesotrófico	Indica produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas ainda em níveis aceitáveis.
Eutrófico	Indica produtividade alta, apresentando baixa transparência e sendo, em geral, afetados por atividade antrópicas.
Hipereutrófico	Indica produtividade muito alta, as águas são significativamente afetadas pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, podendo ocorrer florações tóxicas e mortandade de peixes e comprometendo fortemente seus usos.

As análises de qualidade utilizadas nesse capítulo foram registradas no período de 2008 a 2019. Observa-se que neste período ocorreram 48 medições no reservatório Jaburu I. Na maioria das medições foi registrado o estado oligotrófico (Tabela 4.5).

**TABELA 4.5. FREQUÊNCIA DOS ESTADOS DE TROFIA.**

Reservatório	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Jaburu I	23	17	7	1

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).

Dado esses fatores, o estado do Ceará vem realizando um contínuo esforço para melhorar a gestão integrada dos recursos hídricos através do monitoramento da qualidade das águas acumuladas nos reservatórios. Desde 2008, a COGERH vem coletando, analisando e divulgando a qualidade das águas através do Portal HidroWeb.

#### **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.

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 4.6. Verifica-se que cerca 98% dos poços avaliados possuíam águas doces e o restante dos poços (2,1%) apresentam águas ligeiramente salobras.



**TABELA 4.6. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA.**

Concentração STD (mg/L)	Quantidade de poços	Classificação
<1000	97,9%	Águas doces
1000-5000	2,1%	Águas Ligeiramente Salobras
5001-15000	0	Águas Moderadamente Salobras
15001-35000	0	Águas Fortemente Salobras
>35000	0	Águas Marinhas

Fonte: Silveira et al, 2015



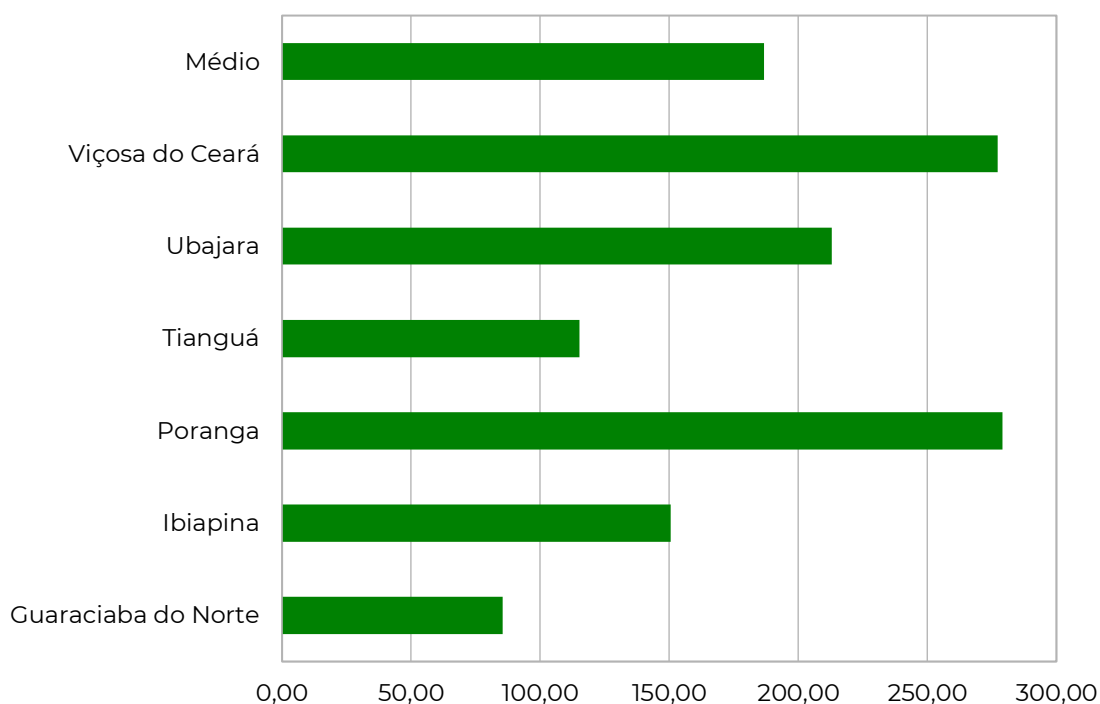
**TABELA 4.7. CLASSIFICAÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA POR MUNICÍPIO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.**

Município	STD Médio	Águas doces	Águas ligeiramente salobras	Águas moderadamente salobras	Águas fortemente salobras	Águas marinhas
Carnaubal	0	0	0	0	0	0
Croatá	0	0	0	0	0	0
Guaraciaba do Norte	85,4533333	3	0	0	0	0
Ibiapina	150,565	6	0	0	0	0
Ipu	0	0	0	0	0	0
Ipueiras	0	0	0	0	0	0
Poranga	279,121053	19	0	0	0	0
São Benedito	0	0	0	0	0	0
Tianguá	115,229091	11	0	0	0	0
Ubajara	213	1	0	0	0	0
Viçosa do Ceará	277,205	7	1	0	0	0

Fonte: COGERH

Na Figura 4.6, é possível observar que os municípios possuem poços com águas doces (STD <1000 mg/L) ao avaliar a média de STD. Os municípios de Ipu, Carnaubal, Croatá, Ipueiras e São Benedito não apresentaram poços monitorados na região da Serra da Ibiapaba.

**FIGURA 4.6. STD MÉDIOS POR MUNICÍPIO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



Fonte: COGERH

## 5 BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico permite avaliar o superávit ou déficit de disponibilidade hídrica que é representada pela vazão regularizada com garantia de 90%. Na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba verifica-se a vazão regularizada total de 1,442 m<sup>3</sup>/s. (Tabela 5.1).

**TABELA 5.1. VAZÃO REGULARIZADA COM GARANTIA DE 90%.**

Reservatório	Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)
Jaburu I	1,442



Aponta-se que a demanda outorgada vigente na bacia, considerando demanda contínua de 0,146 m<sup>3</sup>/s para o rio Jenipapo, é da ordem de 1,297 m<sup>3</sup>/s (Capítulo 3) e sendo a vazão regularizada de 1,442 m<sup>3</sup>/s, tem-se um superávit da ordem de 0,145 m<sup>3</sup>/s, considerando-se somente a oferta hídrica superficial. Conclui-se que a quantidade outorgada vigente está dentro do limite da vazão regularizada com 90% de garantia. Entretanto, ao se avaliar a demanda instalada (1,561 m<sup>3</sup>/s), se verifica um déficit de 0,119 m<sup>3</sup>/s.

**TABELA 5.2. COMPARATIVO ENTRE A DEMANDA INSTALADA E A VAZÃO REGULARIZADA.**

Demanda instalada (m <sup>3</sup> /s)	Demanda outorgada (m <sup>3</sup> /s)	Demanda instalada (m <sup>3</sup> /s)
Vazão regularizada	1,442	1,561
Diferença	0,145	0,119
Situação	Superávit	Déficit

## 6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS

Os impactos ocasionados pelos eventos hidrológicos de secas e cheias se materializam nas dimensões naturais, sociais e econômicas, afetando de modo mais severo as populações mais vulneráveis, conseqüentemente, as que estão mais expostas e as que são mais sensíveis aos riscos disparados pelos eventos extremos. Segundo Marengo (2009) estes eventos representam, em termos meteorológicos ou climatológicos, grandes desvios de um estado climático moderado.

### 6.1 Eventos extremos de seca



AÇUDE JABURU I – Foto: Marcelino Júnior

A seca é um fenômeno que ocorre em diversas partes do mundo, mas a forma como afeta o território e as pessoas que nele vivem e trabalham é diferenciada. Tal diversidade é fruto das peculiaridades relativas às



características meteorológicas, hidrológicas, físicas, ambientais socioeconômicas e culturais de cada lugar.

Trata-se de um evento extremo que figura como um risco temporário associada ao tempo e a eficácia das chuvas, sendo um aspecto da variabilidade climática e não um acontecimento inesperado. Entretanto, as últimas manifestações deste evento climático apontam para o alargamento do tempo de ocorrência e para elevação do grau severidade dos impactos que gera.

Como condição relativa, a seca inicia-se vagarosamente e seus efeitos se acumulam ao longo do tempo, fato que demanda ao poder público o rompimento do ciclo-hidroilógico - marcado por decisões gestadas durante a crise que envolvem ações reativas- e a busca por ações pautadas numa lógica da gestão dos riscos (BOTTERILL & COCKFIELD, 2013; WILHITE, 2000 e HIRSCHAM, 1969).

Os riscos associados às secas, de modo geral, decorrem de fatores como o grau de exposição ao evento, o nível de sensibilidade da população - que revela sua vulnerabilidade aos efeitos da seca- e a capacidade de adaptação das pessoas e dos tomadores de decisões no âmbito das políticas públicas desenvolvidas e implementadas para lidar com este evento extremo.

No caso brasileiro, os climas semiáridos, marcados por baixos índices pluviométricos anuais e estiagens frequentes, compõe o cenário nordestino. Nele a natureza projetada na imagem da "caatinga ressequida, na indefectível carcaça de um boi e nos retirantes, magros, com seus poucos pertences entrouxados e equilibrados sobre a cabeça" (CASTRO, 1992, p. 59), foi protagonista durante muitos anos dos discursos de autoridades e intelectuais. A seca como fenômeno climático extremo é subsumida por sua significação simbólica, marcada pela tragédia com expressivo conteúdo social e político. A

seca, capturada pelo poder dominante, era algo “imprevisível”, sendo a busca por socorro exterior a única forma de “combatê-la” (BURSZTYN, 2008).

Segundo Neves (2007), a seca (ou a escassez de chuvas) passou a ser considerada como um problema social no Ceará desde 1877, quando Fortaleza foi o cenário de “retirantes maltrapilhos [acampados] nas praças e ruas” (p. 82), exigindo a intervenção das autoridades locais e suas famosas “frentes de emergência” ou “Campos de Concentração”, dentre outros. Foi no século XX, contudo, que o Governo passa a intervir de forma mais planejada no Nordeste, ainda que submissa ao poderio das elites rurais (marcada pelo patrimonialismo e clientelismo), merecendo destaque a criação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Banco do Nordeste, dentre outros (BURSZTYN, 2008). Ao longo dessa evolução, o Ceará se destaca na condução de políticas públicas, as quais consideram que a escassez hídrica nesse espaço territorial está associada a semiaridez do clima e a variabilidade climática a ele associada, demandando ações de planejamento, monitoramento e intervenção.

Nesse sentido, o estado do Ceará arquitetou um arranjo institucional para atuar no campo dos recursos hídricos no final dos anos 1980 e na década seguinte implementa o sistema estadual de recursos hídricos. Nesse processo, as secas são entendidas como episódios naturais frequentes, caracterizada pela ocorrência de precipitações significativamente abaixo da média (seca meteorológica), apresentando, desse modo, variações anuais e decadais que exigem governança pautada em instrumentos integrados de gestão que minimizem os seus impactos nesse contexto marcado pela escassez.

Vale salientar que os impactos da seca são intensificados ao considerarmos as particularidades locais, quando a elevada evaporação

(2.000 a 2.500 mm/ano), significativamente superior à precipitação média anual do estado (800 mm/ano) resultou na ineficiência da regularidade plurianual dos reservatórios. Somado a isso, há o fato do estado do Ceará ter a presença acentuada de solos rasos -75% de domínio geológico do cristalino-, condição que, de certa forma, limita o uso de águas subterrâneas como alternativa de abastecimento em contexto de escassez hídrica.

Para a análise da base de dados relativos aos eventos extremos de seca, o presente documento pautou-se numa série de precipitações de 1911 a 2018, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA). Essa avaliação tomou como base o cálculo do Índice de Precipitação Padronizado com uma escala de tempo de 12 meses (SPI12), a qual está diretamente relacionada com o tempo necessário para que os efeitos da seca sejam sentidos em diferentes setores e recursos hídricos da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

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



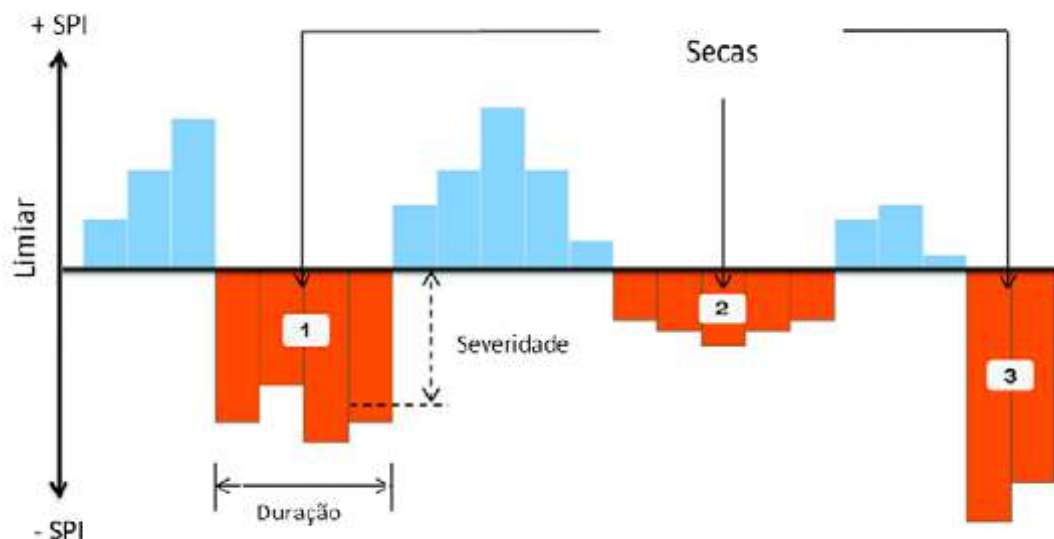
Dessa forma, a análise das características da seca, ou seja, a duração e a severidade da seca, se inicia com o cálculo do índice de seca SPI. Após essa transformação dos valores de precipitação em valores de SPI, determina-se um limiar, abaixo do qual, as secas serão caracterizadas. Neste caso, optou-se por utilizar o limiar igual a zero, ou seja, sempre que a precipitação estiver abaixo da média, inicia-se um evento de seca.

A duração deste evento de seca será igual ao número de meses ou anos em que o valor do SPI se manteve menor ou igual ao limiar, ou seja,  $SPI \leq 0$  para este caso. A vantagem de utilizar esse limiar é evitar a divisão de pequenas secas dentro de uma seca mais longa.

A severidade de um evento de seca é dada ao se somar os valores do SPI durante o período em que este esteve abaixo do limiar.

A vantagem de utilizar essas duas características da seca nas análises é que uma seca muito longa pode ter uma severidade baixa, ou seja, se manteve próximo do limiar mas prevaleceu durante um longo período. Outro exemplo de que esse tipo de análise é preferível seria o de uma seca muito curta mas que teve uma severidade muito alta, ou seja, as chuvas foram muito abaixo da média, causando um grande impacto para a sociedade. Portanto, a análise multivariada das secas é preferível em comparação com a análise univariada pois a última pode omitir informações importantes que se relacionam com os impactos sócio ambientais das secas.

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

**FIGURA 6.1. ILUSTRAÇÃO DA DURAÇÃO E SEVERIDADE DA SECA.**

Fonte: Pontes Filho et al, 2020.

No cenário recente, Pontes Filho et al. (2020) enfatizaram que as principais causas da seca de 2012-2018 estiveram relacionadas com a combinação em uma série de anomalias de alta e baixa frequência nos SSTs que causaram a sua persistência, correspondendo a secas consecutivas com a duração de um ano. A seca desse período é considerada como um dos acontecimentos mais adversos para parte significativa das regiões hidrográficas do Ceará, comparada às secas de 1951-1956 e 1978-1983. Este fato, relacionado ao aumento populacional, à ampliação do consumo de água, bem como às medidas reativas de mitigação explicam os impactos ocasionados por esta seca.

Esse intervalo de tempo marcado pela seca significou “o maior período médio de retorno bivariado já registrado, apresentando longa persistência, severidade substancial e cobertura espacial”, sendo o gatilho impulsionador para a elaboração e implementação de planos proativos de secas, conforme assinalado por Pontes Filho et al (2020, p. 17), os quais “devem usar análise de frequência, pois permite uma análise científica de identificação de recorrência de seca, que pode ser

usada como uma ferramenta de preparação para a mitigação de futuras secas” (idem).

Em relação a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, observou-se a ocorrência de um total de 24 eventos de seca entre os anos de 1911 a 2017. O intervalo entre uma seca e outra foi de 4,5 anos. A duração média de uma seca nesta região é de 2 anos com um coeficiente de variação de 0,73. A severidade máxima das secas foi de 7,47 com média de 1,85 e coeficiente de variação de 0,95 (Tabela 6.1). Esta região apresenta uma menor tendência à ocorrência de secas prolongadas e severas por estar localizada ao norte do estado do Ceará. Há uma maior variabilidade intra-anual causada pelas condições oceânicas, além de sofrer uma menor dependência da posição da ZCIT.

**TABELA 6.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS EVENTOS DE SECA E DAS VARIÁVEIS DE DURAÇÃO E SEVERIDADE PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA NO PERÍODO DE 1911 A 2017.**

<b>Características</b>	<b>Estatísticas</b>
Números de eventos de seca	24
Intervalo entre os eventos de seca (anos)	4,5
Duração máxima (anos)	6
Duração média (anos)	2
Coeficiente de variação da duração	0,73
Severidade máxima	7,47
Severidade média	1,85
Coeficiente de variação da severidade	0,95

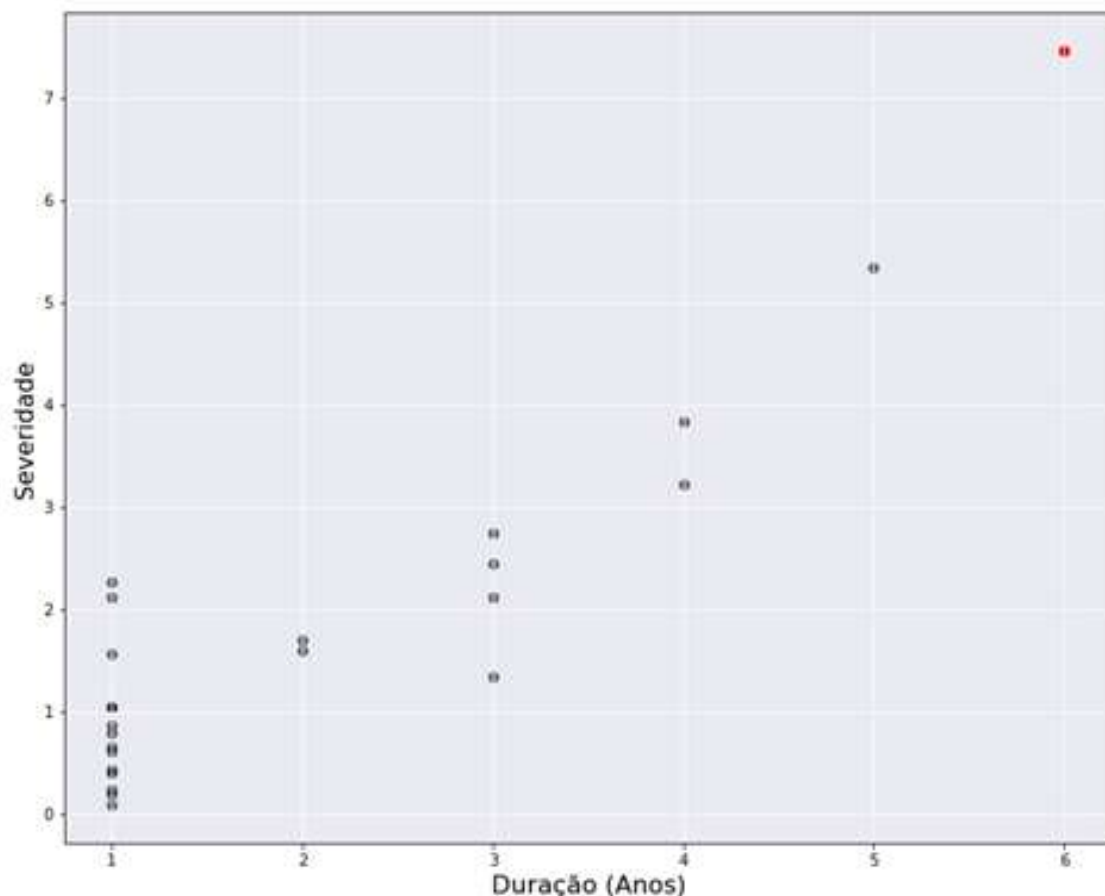
Fonte: Projeto Alocar (2021a)

A Figura 6.2 mostra a dispersão da gravidade da seca e a sua duração. A seca de 2012-2017 é um dos acontecimentos mais adversos já registrado para a maioria das regiões hidrográficas. Especificamente na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba, este evento aparece representado na figura com uma bola vermelha, indicando que dentre os 24 eventos de seca identificados, ela apresentou o maior índice relativo a duração em anos – 6 anos – e a severidade registrada (7,466 anos). Apenas a seca de 1979-1983 aproxima desta em termos de duração e severidade (5 anos e 5.353 de severidade). A duração e severidade dos demais eventos ocorridos na bacia expostos na Tabela



6.2 – 14 eventos – revela que na Região da Ibiapaba não ultrapassou 1 ano de duração e atingiu uma severidade abaixo de 3.

**FIGURA 6.2. DISPERSÃO DA GRAVIDADE DA SECA E A SUA DURAÇÃO PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



Fonte: Projeto Alocar (2021a)

**TABELA 6.2. DURAÇÃO E SEVERIDADE DOS EVENTOS DE SECA OCORRIDOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA NO PERÍODO DE 1911 A 2017.**

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1956	1956	1	0.091
1948	1948	1	0.202
1962	1962	1	0.241
1960	1960	1	0.403
1976	1976	1	0.439
1911	1911	1	0.619
1987	1987	1	0.669
1936	1936	1	0.804
1972	1972	1	0.866
1966	1966	1	1.051
2010	2010	1	1.057
1915	1915	1	1.57
1919	1919	1	2.124
1958	1958	1	2.272

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1969	1970	2	1.604
1931	1932	2	1.701
2001	2003	3	1.35
2005	2007	3	2.126
1997	1999	3	2.449
1941	1943	3	2.745
1951	1954	4	3.235
1990	1993	4	3.846
1979	1983	5	5.353
2012	2017	6	7.466

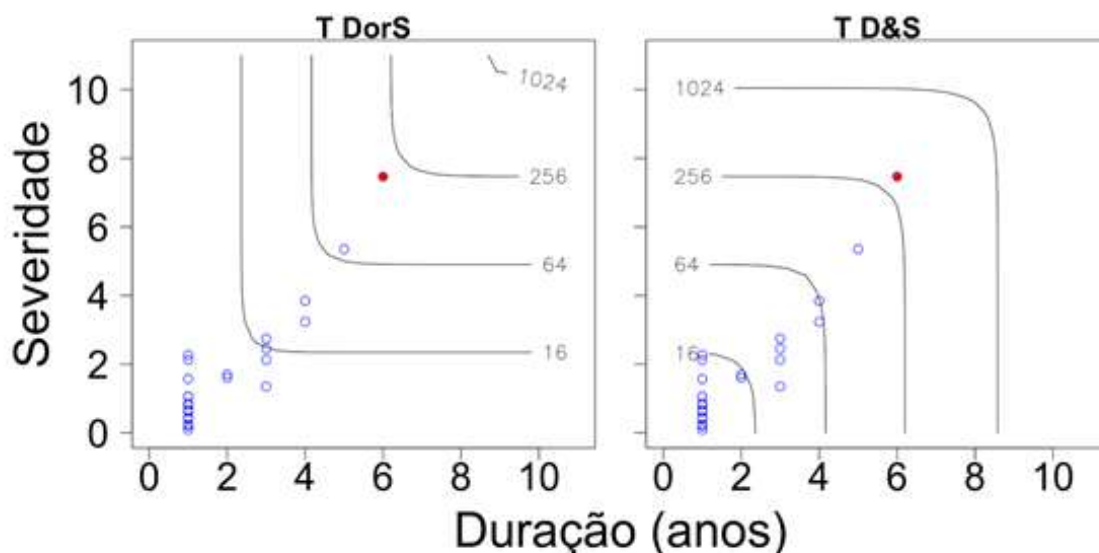
Fonte: Projeto Alocar (2021a)

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 Figura 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 (TDorS) percebe-se que apenas 2 secas demorariam 64 anos para voltar a ocorrer. Três eventos obtiveram períodos de retorno entre 16 e 64 anos e as demais apresentaram períodos de retorno abaixo de 16 anos.

Em relação ao período de retorno “e” (TD&S), 3 eventos de seca ocorreriam novamente no intervalo de 64 a 256 anos, 4 eventos possuem período de retorno entre 16 e 64 e as outras observações possuem períodos de retorno abaixo de 16 anos. Dessa análise percebe-se que os eventos de seca conjunta com grande duração e severidade tendem a apresentar um maior período de retorno.

**FIGURA 6.3 PERÍODO DE RETORNO (EM ANOS) DAS SECAS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



Fonte: Projeto Alocar (2021a)

Na figura 6.3 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 está destacada a seca iniciada em 2012. Ao observar esta figura, percebe-se que na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, o período de secas seguiu esse mesmo cenário, sendo um dos eventos com maior duração e severidade de toda série histórica, notadamente entre 2012 e 2017, período considerado como o de maior seca dos últimos 60 anos.

As imagens indicam que este mesmo evento com essas mesmas características pode demorar mais para se repetir. Na figura TDorS o retorno da seca de 6 anos de duração e com severidade acima de 7 pode levar até 256 anos para se repetir. A imagem TD&S revela que esta mesma seca levaria mais de 256 anos de tempo e retorno. Apesar das diferenças, elas apontam que há um tempo longo para seu retorno.

A importância deste tipo de análise consiste em possibilitar identificar não apenas a duração do evento- como se fazia anteriormente- mas saber o grau do impacto que ela ocasiona a um determinado sistema ou região. Somado a isso, este tipo de análise ajuda a planejar as ações



estruturantes para o setor de recursos hídricos ao indicar, por exemplo, que não adianta ter um grande reservatório, se o mesmo não está adequado as características da seca que ocorrem naquela região. Muito embora, os demais eventos de seca tenham apresentado baixa duração e severidade quando se compara com a seca de 2012-2017, esta e seus efeitos na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba não podem ser desconsiderados, isso porque o clima não é estático, muito menos a realidade socioeconômica e ambiental dos lugares.

## **6.2 Eventos extremos de cheia**

Eventos com acúmulos superiores de chuva, episódios pluviométricos extremos, geralmente provocam desastres com impactos tanto naturais como sociais, especialmente nos locais onde vivem as populações mais vulneráveis.

Segundo Marengo (2009, 2016) estes eventos representam, em termos meteorológicos ou climatológicos, grandes desvios de um estado climático moderado, sendo eventos raros, de aparição extraordinária.

Desta forma, por vezes as chuvas intensas são causadoras de enchentes provocando o transbordamento de rios, inundações de casas, perdas humanas e materiais e destruição de plantações.

O conhecimento das precipitações máximas resulta em diversas aplicações no campo da engenharia de recursos hídricos, podendo ser utilizada como base para o dimensionamento de obras hidráulicas, tais como canais, bueiros e vertedores. (COELHO FILHO; MELO; ARAÚJO, 2017). Segundo Cruciani et al. (2002), é imprescindível caracterizar as chuvas intensas de uma determinada região de estudo para que seus efeitos possam ser quantificados de forma adequada e para que eventos hidrológicos extremos sejam previstos.



ACUDE JABURU I - Foto: Cagece

No estado do Ceará as chuvas apresentam um comportamento irregular, espacial, interanual e intra-anual. Os meses mais chuvosos compreendem o quadrimestre fevereiro-maio, para a maioria dos municípios, com destaque para os meses de março e abril, período em que geralmente se verificam os acumulados mais expressivos em virtude da máxima atuação da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, o principal sistema atmosférico que ocasiona chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro.

As Chuvas extremas no Estado podem estar relacionadas a atuação conjunta dos sistemas atmosféricos na porção setentrional do Nordeste brasileiro, quais sejam: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT),

Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e frentes frias, com sua formação original no Polo Sul, proporcionando um cenário favorável à ocorrência destes eventos de grande magnitude caracterizados como extremos.

Em relação às condições climáticas na Região, destaca-se que dentre os sistemas atmosféricos atuantes na área a ZCIT configura-se como aquele de maior relevância para a determinação dos meses chuvosos na área pesquisada. Ressalta-se que o seu posicionamento sofre influência da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), particularmente das Região Hidrográficas do oceano Pacífico e Atlântico, fato que será determinante para ocorrência de anos normais, secos ou chuvosos.

Em geral as enchentes e inundações, nos períodos de chuvas mais frequentes, se devem ao regime hidrológico dos pequenos efluentes que se apresentam com pouca escavação em seus leitos e não possuem capacidade suficiente para absorver o excesso de água (CEARÁ, 2004).

A configuração espacial Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba e suas elevadas altitudes favorecem totais pluviométricos maiores em relação a outras áreas do Estado, no entanto sua forma alongada, drenagem predominantemente no sentido leste-oeste, e seus terrenos com declividade no sentido do Piauí, favorecem o escoamento e diminuem a possibilidade de cheias. Apesar disso, existem problemas de inundações em áreas urbanas e nos baixos vales dos grandes rios intermitentes e riscos de deslizamento de terra em algumas regiões.

Conforme Santos (2019) embora a probabilidade à ocorrência de inundações na RHSI seja baixa, devido à sua configuração, deve-se observar os demais fatores ambientais e, sobretudo, os socioeconômicos, além disso a localização espacial das populações



residentes podem fazer com que os impactos desses eventos sejam ainda mais danosos.

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. Entre esses registros a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba apresentou nove dos seus municípios com estas ocorrências, especialmente para os anos de 2003 (Viçosa do Ceará), 2004 (Carnaubal, Poranga, São Benedito, Tianguá e Viçosa do Ceará), 2008 (Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará) e 2009 (Croatá, Ibiapina, Ipueiras Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará) com uma ocorrência para cada ano, em cada um dos municípios.

Em todos esses episódios foram decretadas Situação de Emergências devido ocorrência de chuvas intensas na região. Dentre os referidos anos, sobressai-se o ano de 2009, que apresentou Índice de Anomalia de Chuvas de 2,9 e anomalia positiva, que se deu devido à ocorrência simultânea de evento La Niña de intensidade fraca e da fase positiva do Dipolo do Atlântico. As condições sinóticas foram favoráveis à chuva com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se mantendo na sua posição mais ao sul e as Ondas de Leste ou Distúrbios Ondulatórios de Leste (OL/DOL) incrementando o cenário, garantindo a umidade para a região.

Nesses anos ocorreram cheias nas cidades relacionadas principalmente a problemas de drenagem urbana, devido à inobservância ou ao desconhecimento das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e os aspectos sociais. Alguns fatores que contribuem para essa situação são a impermeabilização do solo, a infraestrutura hidráulica inadequada, o desmatamento, ausência da coleta e disposição adequada do lixo, dentre outros.

A ocupação das planícies fluviais, o desmatamento das matas ciliares, desnudando o solo e favorecendo processos de erosão e carreamento de sedimentos, impactam diretamente nas mudanças da calha dos rios, e são algumas das causas das enchentes com riscos à população

Outro fator importante é que, segundo COGERH (2016), o processo de urbanização tem desprezado o risco e ocupado, em maior ou menor grau, as áreas ribeirinhas, em detrimento às orientações do Art4º do Capítulo II, do Código Florestal (2012), o qual delimita essas áreas como Áreas de Preservação Permanente. Isso se deve, principalmente, à permissividade quanto a loteamentos de áreas sujeitas à inundação, realizados pelo setor imobiliário; à 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 RHSI observam-se, além dos processos de urbanização das planícies fluviais; a extração de madeira para produção de lenha, a retirada da vegetação nativa para dar lugar à agricultura e ao pastoreio e o desmatamento das matas ciliares, desnudando o solo e reduzindo o processo de retenção das águas. Além disso, podendo contribuir com os deslizamentos de terra, como os que aconteceram no ano de 2020 em Ibiapina e São Benedito, por contribuírem no processo de saturação do solo, favorecendo ainda mais os processos erosivos.

## 7 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A análise integrada da paisagem é primordial para a compreensão das questões que permeiam o ambiente. Assim, o estudo geossistêmico é realizado analisando-se as inter-relações dos elementos físico, biológico e antrópico.



Foto: PatuNews/Reprodução

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

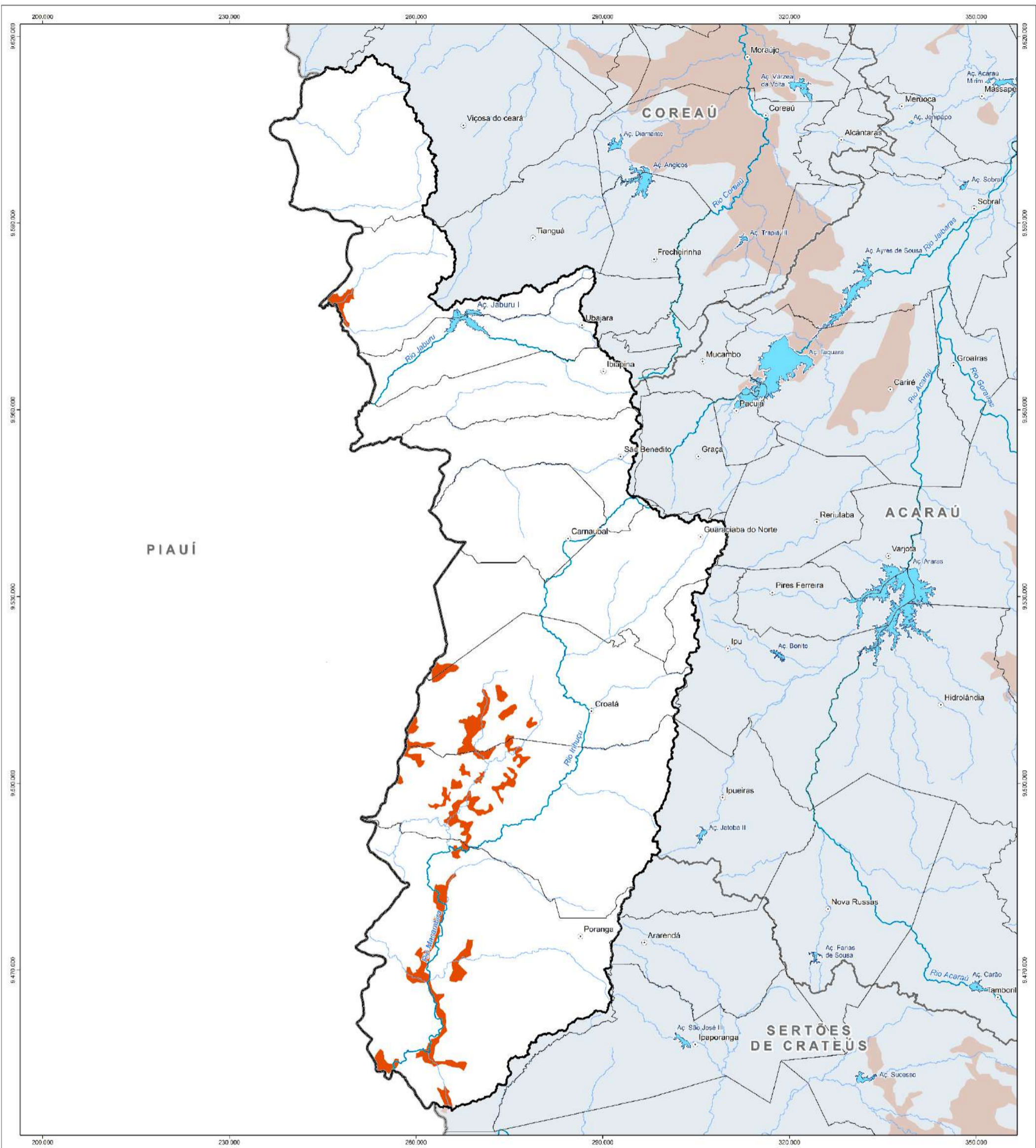


ocorre pela falta de compreensão de que se trata de um ambiente integrado, onde seus componentes são interconectados, ou mesmo pelo nível de desenvolvimento da sociedade em que se vive, com o uso de técnicas inadequadas que podem, inclusive, gerar ou aumentar processos de degradação e impactar o desenvolvimento 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). Desta forma é importante conhecer o ambiente para que se avalie adequadamente suas fragilidades.

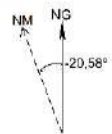
A RHSI é caracterizada pelo Planalto Sedimentar que se encontra bastante degradado, com poucos remanescentes de recobrimento vegetal primário; com uso predominantemente da agricultura e/ou pecuária, e algumas áreas fortemente degradadas, conforme dados de 2016 mapeados pela FUNCEME (Mapa de áreas fortemente degradadas). A informação é ratificada no documento da CODEVASF (2020) o qual coloca parte da área como de grau de Desertificação Moderado.



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**ÁREAS FORTEMENTE  
DEGRADADAS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogehr, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2018)

LEGENDA

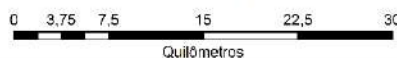
- Áreas fortemente degradadas (Funcema, 2016)
- Áreas Fortemente Degradadas

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr  
Junho - 2021

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palisar  
ESCALA: 1 : 300.000







RIO PEJUABA – Foto: Armando Freire de Paiva

Análises realizadas no Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR) da Serra da Ibiapaba e Inhamuns Crateús, bem como no Pacto das Águas, no Pacto pelo Saneamento Básico, no Inventário Ambiental da COGERH e nas publicações da FUNCEME corroboram que os principais problemas ambientais encontrados na Região Hidrográfica são os apontados pelo trabalho do CGEE (2016). Esses problemas incluem, principalmente, a degradação das matas ciliares de Planícies Fluviais e Fluvioacústres com dificuldade na sua recuperação; o desencadeamento de processos erosivos; o assoreamento do leito dos rios e dos lagos e o aterramento de rios e corpos de água.

Na Região existem nascentes, topos de morro, declividades acentuadas, além de planícies fluviais, todas estas áreas são consideradas, segundo o Código Florestal, Áreas de Preservação Permanente (APP), onde é proibido construir, plantar ou explorar atividade econômica, porém observa-se que estas diretrizes não são observadas na maioria dos municípios da Região Hidrográfica e há ausência de fiscalização.



O desmatamento da vegetação original em áreas de proteção natural - especialmente das matas ciliares, das faixas de proteção dos açudes e das faixas de Serras - é verificado em grande parte da RHSI, muitas vezes ocorre para extração de lenha e para produção de carvão, principais produtos de extração vegetal na área; e também quando do preparo da terra para o cultivo das lavouras tradicionais, processo muitas vezes agravado pela prática da limpeza e destocamento com a queima, de forma indiscriminada, 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. Tendo sido mais uma vez decretada, no Diário Oficial da União, Situação de Emergência Ambiental, para 2019 e 2020 e, o governo do Estado também decretou, em 2021, Situação de Emergência Ambiental na Região.

As ocupações desordenadas, especialmente os loteamentos irregulares, são potenciais causadores de desequilíbrio ambiental. Na Região essas ocupações ocorrem especialmente nos ambientes mais vulneráveis: nas áreas de APPs das nascentes, como é o caso de loteamentos em Ibiapina nas nascentes do rio Jaburu; e nas APPs de rios e reservatórios, como as que ocorrem às margens do açude Jaburu I, em Tianguá, e em Ubajara. Essa prática pode vir a comprometer os recursos hídricos tanto nos aspectos quantitativos como qualitativos.

É importante considerar que, conforme discutido e colocado na reunião da Câmara Técnica de Meio Ambiente do Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba de julho de 2020, devem ser solicitadas providências céleres aos órgãos municipais ou estaduais responsáveis pelo licenciamento e fiscalização, de modo que ações desta natureza não possam ser levadas adiante, a participação da comunidade nesse processo é de grande relevância.

Como consequências destas práticas podem ser apontadas a destruição da biodiversidade; a erosão, especialmente nas áreas de maior declividade; o empobrecimento dos solos; as mudanças paisagísticas; as enchentes e assoreamento dos rios; a poluição dos mananciais; a diminuição dos índices pluviométricos; a proliferação de pragas e doenças; a salinização (irrigação inadequada) e o processo de criação ou ampliação das áreas desérticas, as quais podem ainda serem agravadas com as práticas inadequadas no manejo de ovinos e caprinos que levam ao sobrepastoreio e à diminuição da quantidade e qualidade da cobertura vegetal.

O uso excessivo dos adubos orgânicos tem levado a eutrofização dos rios e corpos hídricos, por meio da lixiviação e do escoamento superficial, além disso, a utilização indiscriminada de agrotóxicos e defensivos agrícolas, comprometem a qualidade dos recursos hídricos, da saúde da população e a fauna.

Estudo realizado por Barbosa (2020) na Região, alerta para a importância do monitoramento de metais pesados (Ferro, Zinco e Cobre) no solo onde há aplicação de agrotóxicos, pois embora os teores encontrados dos metais ainda não sejam considerados elevados, foi observado incrementos comparados com as regiões de mata nativa, principalmente na área de textura argilosa.

A falta de conhecimento técnico para utilização de agrotóxico muitas vezes faz com que o seu uso seja excessivo caracterizando um risco, o que também ocorre quando aplicado de forma inadequada e sem considerar medidas de proteção. Além disso, é importante a verificação dos descartes das embalagens, cujo destino inadequado resulta em elevado risco ambiental às populações expostas.

Compete à Semace, conforme lei estadual nº 12.228/93 o cadastro de agrotóxicos no Estado e o registro e fiscalização das empresas que comercializam esses produtos. Já a fiscalização da aplicação dessas substâncias no campo fica a cargo da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará – Adagri, cuja competência abrange exercer o poder de direção, regulação e fiscalização sobre as atividades agropecuárias (lei estadual nº 14.145/2008).

Dados do Ministério da Saúde referentes ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), mostram as notificações relacionadas às doenças e agravos decorrentes de intoxicação exógena. Na Tabela 7.1 é possível verificar essas informações disponibilizadas no Sistema, para dois dos tipos de intoxicação exógena, cujo agente tóxico é agrotóxico agrícola ou agrotóxico doméstico, para a população residente na área



de Abrangência da RHSI e para àquela que notificou o agravo à saúde na Região.

**TABELA 7.1. QUANTIDADE DE NOTIFICAÇÕES DE AGRAVOS À SAÚDE DECORRENTES DE INTOXICAÇÃO EXÓGENA.**

Município	Número de casos de intoxicação exógena							
	Agrotóxico agrícola			Total	Agrotóxico doméstico			Total
	2018	2019	2020		2018	2019	2020	
Carnaubal	1	1	-	<b>2</b>	-	-	-	-
Croatá	-	1	-	<b>1</b>	-	-	-	-
Guaraciaba do Norte	2	1	-	<b>3</b>	1	-	-	<b>1</b>
Ibiapina	1	-	-	<b>1</b>	-	-	-	-
Ipu	-	3	-	<b>3</b>	-	-	-	-
Ipueiras	1	-	-	<b>1</b>	-	-	-	-
Poranga	-	-	-	-	-	-	-	-
São Benedito	4	3	4	<b>11</b>	-	1	-	<b>1</b>
Tianguá	1	9	-	<b>10</b>	1	2	1	<b>4</b>
Ubajara	-	2	1	<b>3</b>	-	-	-	-
Viçosa do Ceará	2	2	-	<b>4</b>	-	-	-	-

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net

O desconhecimento técnico na utilização de agrotóxico muitas vezes faz com que o seu uso seja excessivo é uma realidade e um risco, assim como pela falta de uso de equipamentos de proteção no momento da aplicação, além disso é importante a verificação dos descartes das embalagens, cujo destino inadequado resulta em elevado risco ambiental às populações expostas.

No que diz respeito às embalagens, estas 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, com um posto de coleta na Região, em Ubajara.

Importante salientar que na Região vem sendo desenvolvida a tradição do cultivo em ambiente protegido, com alguns produtores fazendo uso de telados para proteger as culturas de algumas pragas, reduzindo, assim, o uso de pesticidas e também utilizando estufas para o desenvolvimento de mudas de hortaliças, frutas e flores. Além disso, alguns municípios estão trabalhando outras ações, como o reflorestamento em São Benedito e Croatá, este último com a produção de mudas, e a agrofloresta em Viçosa do Ceará.



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, fazendo o lançamento dos dejetos diretamente nos corpos hídricos levando a eutrofização dos

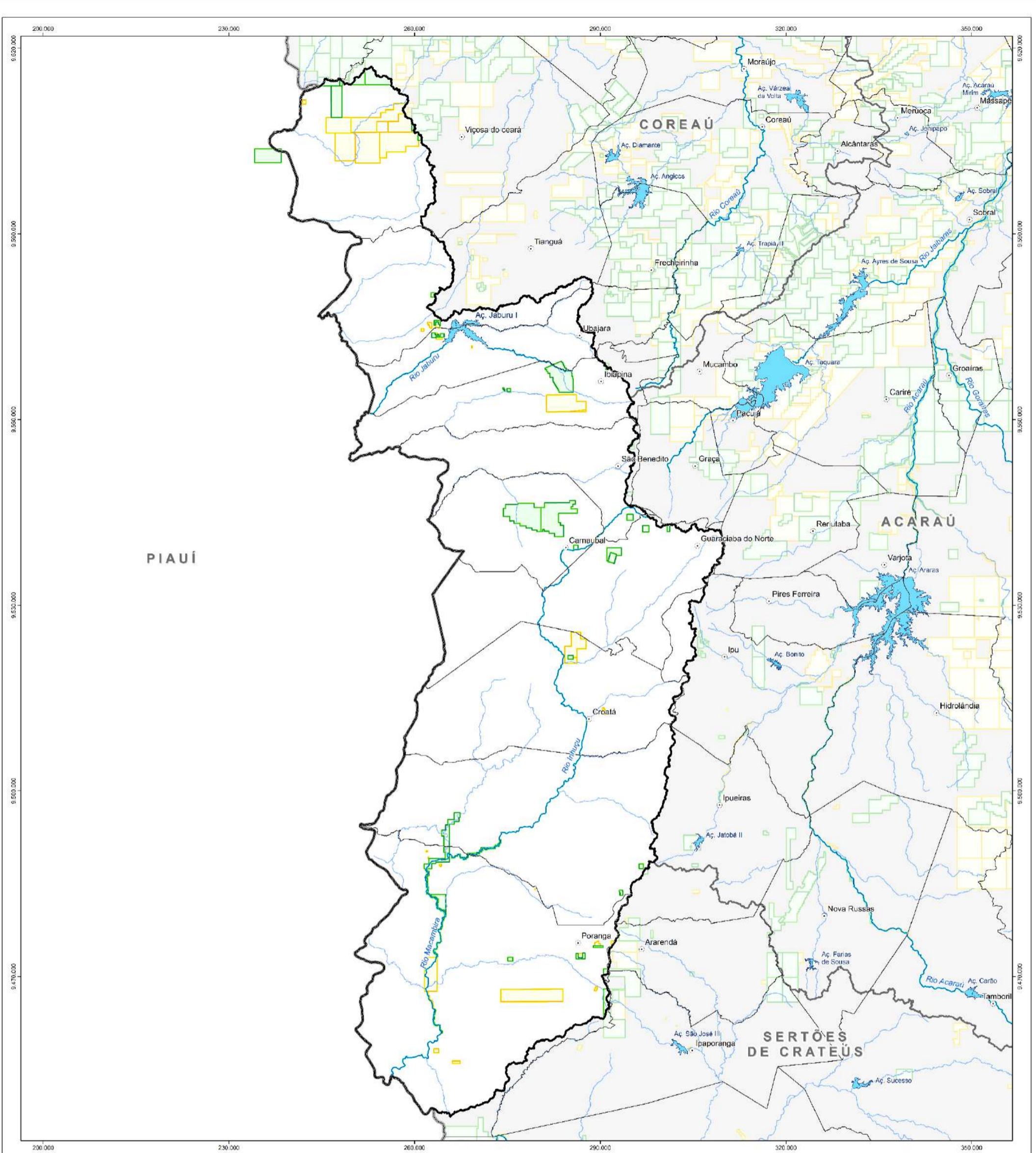
mesmos. Os municípios também não atendem à Legislação de Saneamento, também no que diz respeito à disposição dos resíduos sólidos, sejam eles perigosos ou não, à drenagem e ao manejo das águas pluviais urbanas, dentre outros.

A presença de animais a montante e no entorno dos reservatórios e o seu confinamento, caracterizando como currais, são também fontes de poluição recorrentes na Região Hidrográfica. Além do uso das águas para lazer, como balneário e com o uso de motos aquáticas (jet ski), lavagem de roupas, tem-se também o lançamento de esgoto doméstico na rede de drenagem e dejetos de animais. Algumas cidades têm seus cemitérios próximos aos recursos hídricos, o que também compromete a qualidade as águas.

Na RHSI são extraídos a areia e o saibro, para uso na construção civil; os minérios de cobre e de ferro, para uso industrial; fosfato, para produção de fertilizantes; quartzo e quartzito, especialmente para revestimentos. Os processos de extração mineral devem ser acompanhados e fiscalizados, tendo em vista que que podem impactar o ambiente e ainda causar o adoecimento das populações próximas ao local da mineração (Mapa de processos minerários).

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.

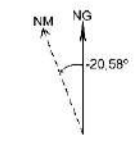




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**PROCESSOS MINERÁRIOS**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogeh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020)
- Aquíferos Monitorados (SRH/Cogeh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

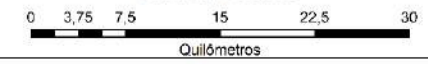
- Processos minerários  
Agência Nacional de Mineração (2021)
- Ativos
- Em análise

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh  
Junho - 2021

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palisar  
ESCALA: 1 : 300.000





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.



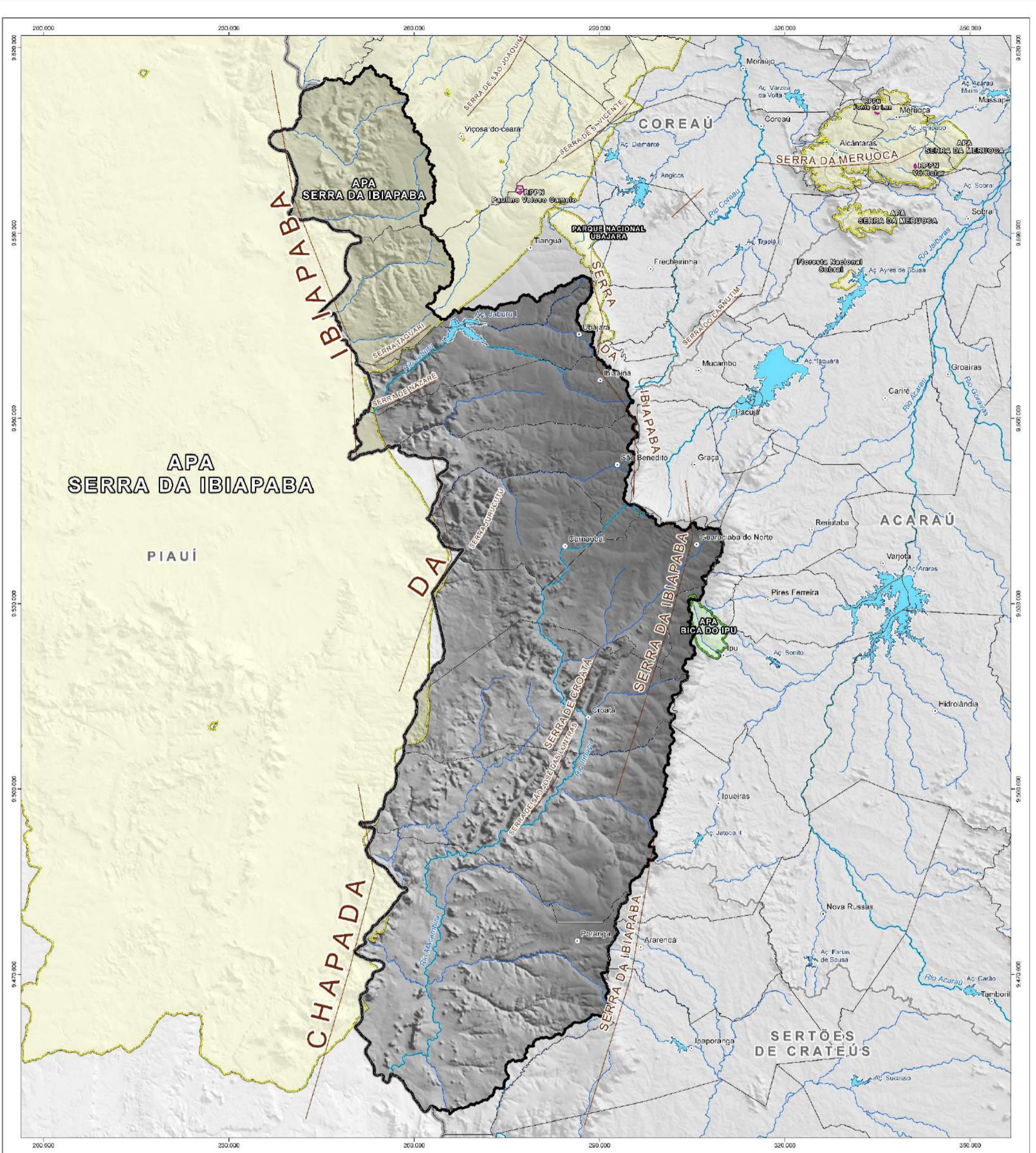
A Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba possui 01 (uma) Unidade de Conservação Federal (UC) a APA da Serra da Ibiapaba, uma das maiores APAs do Brasil, criada por meio do Decreto s/n° de 26 de novembro de 1996 (ICMBio, 2021), Tabela 7.1, conforme SEMA (2017) (Mapa de unidades de conservação).

**TABELA 7.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.**

Unidades de conservação estaduais		
Nome	Município da Região Hidrográfica na UC	Ecossistema
APA da Serra da Ibiapaba	Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará	Serra úmida

Fonte: SEMA, 2017.

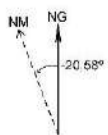




**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA



**UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Cogem, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogem, 2020)
- Aquíferos Monitorados (SRH/Cogem, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo  
*The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)*

LEGENDA

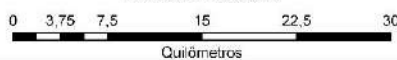
- Categorias de Unidades de Conservação (Sema, 2021) (ICMBio, 2019)
- Unidade de Conservação Municipal
  - Unidade de Conservação Estadual
  - Unidade de Conservação Federal
  - Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

REALIZAÇÃO:



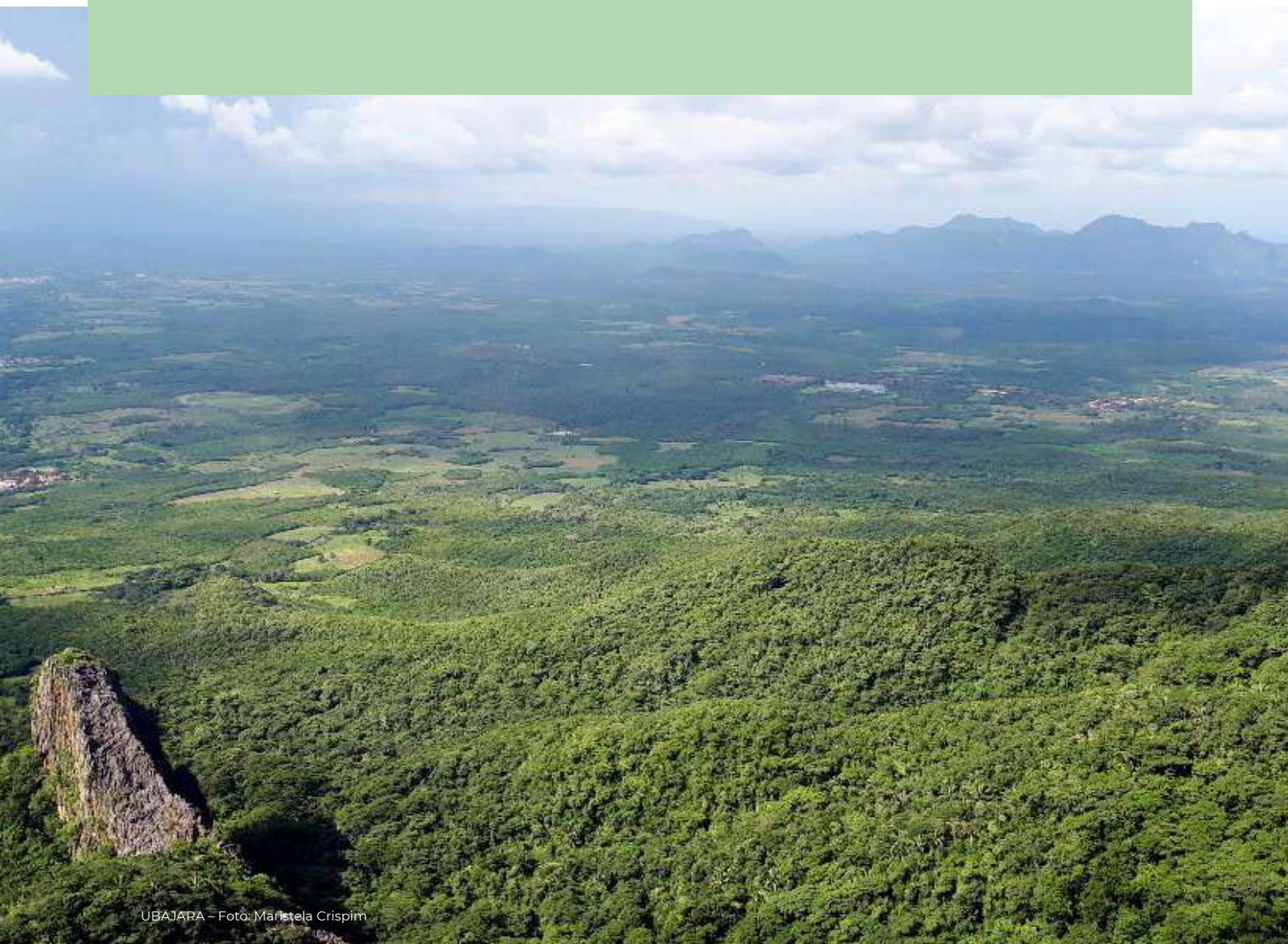
ELABORAÇÃO:  
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogem  
Junho - 2021

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 : 300 000





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 preservação e proteção 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.



UBAJARA – Foto: Mairistela Crispim

## **8 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: POLÍTICAS, INSTRUMENTOS E ASPECTOS INSTITUCIONAIS**

O capítulo traz uma visão panorâmica do arranjo institucional arquitetado por atores sociais – indivíduos, grupos e instituições – para conceber e implementar uma política pública para o campo dos recursos hídricos. São apresentados os principais marcos políticos e institucionais que propiciaram o nascimento e desenvolvimento destas políticas, destacando as experiências nacional, cearense e, mais especificamente o formato escolhido para lidar com as águas na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

### **8.1. Política Nacional de Recursos Hídricos**



A Política Nacional de Recursos Hídricos é fruto de um contexto político e social que a antecede. Seu percurso formativo é atravessado por disputas entre Governo Federal e empresas estrangeiras pelo domínio do setor elétrico, pela influência de princípios liberais que pautam os principais marcos jurídicos do país e pela centralidade de ideias desenvolvimentistas que priorizam a industrialização como condição fundamental para superação do subdesenvolvimento.

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). Somente na década de 1930, o país desfruta do seu primeiro marco legal para a gestão de recursos hídricos no Brasil. Trata-se do Código das Águas (1934) que buscava obter maior controle sobre os recursos hídricos nacionais, delimitando as águas públicas, comuns e privadas, entretanto, havia ainda um grande enfoque ao incentivo do uso industrial das águas.

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.

O Estado passa a considerar maior participação social na formulação das políticas públicas sobre recursos hídricos. Essa mudança na formulação das políticas no Brasil se deu, principalmente, a partir das mudanças que a Constituição Federal de 1988 possibilitou, na busca do desenvolvimento da democracia semidireta brasileira.

É sob os ventos da redemocratização do país que a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) nasce e 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. Essa norma também criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH). A PNRH tem entre seus principais fundamentos: A consolidação da água como 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 desta lei possibilitou um grande avanço no modelo nacional de gerenciamento de recursos hídricos. A água, agora, é caracterizada como um bem comum público e limitado, dotado de valor econômico e voltada para múltiplos usos, que, quando escassa, deve ser, prioritariamente, voltada para o consumo humano. Dessa forma, passou-se a ter maior atenção à questão do uso consciente da água e do desenvolvimento sustentável.

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, por meio dos comitês e dos conselhos.

A Lei das Águas também prevê os instrumentos de gestão que fazem parte do PNRH, são eles: os Planos de Recursos Hídricos<sup>2</sup>; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos

---

<sup>2</sup> O Plano Nacional de Recursos Hídricos teve sua elaboração de 2003 a 2005 e foi promulgado após aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, pela Resolução N° 58, em 30 de janeiro de 2006, do mesmo Conselho. Este plano teve o horizonte temporal para 2020 e passou por algumas revisões: 2012-2015 e 2016-2020. Atualmente está em curso a construção do PNRH 2022-2040.

hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

O percurso formativo da regulamentação dos recursos hídricos no país atravessou fases distintas e mobilizou diferentes atores sociais. Aqui destacamos apenas os Comitês de Bacias Federais, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), o Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Esta última, criada em 2000 por meio da Lei 9.984/2000, é uma autarquia federal responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Nos anos 1990, o reconhecimento da participação social nas decisões relativas ao uso e distribuição da água toma corpo, com a constituição de Comitês de Bacias Hidrográficas e outros organismos sociais de discussão e deliberação sobre as questões atinentes aos recursos hídricos. Contexto que abre caminho para que cada estado forje sua política de recursos hídricos e o Ceará elabore uma política de recursos hídricos singular anterior à promulgação da Lei Federal.

## **8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos**

O Ceará acompanhou as mudanças que ocorriam no Brasil durante o período da redemocratização. Desde 1988 houve a implicação de ajuste fiscal, estabilização monetária, descentralização de funções administrativas e responsabilidade fiscal. Esse cenário propiciou políticas de descentralização e o crescimento da esfera deliberativa e da participação dos cidadãos nas políticas. A partir de uma maior descentralização municipal, com formalização de conselhos populares que ocorre nesse período, tem-se a formulação de experiências de políticas que puderam servir de modelo para outros cenários.

O modelo cearense de gestão de recursos hídricos foi elaborado ainda no começo da década de 1990, sendo implementado por meio da Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992, ou seja, antes mesmo da elaboração da Política Nacional. Assim, o Estado do Ceará e de São Paulo foram vanguardistas no gerenciamento de recursos hídricos, implementando, formalmente, suas políticas para este setor ainda no início dos anos 1990.



Até os anos 1990, a política de gestão de recursos hídricos no território do Ceará foi conduzida, sobretudo, pelo Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), cujas ações focavam na administração técnica dos recursos hídricos, construção de obras de infraestrutura (açudes, perímetros de irrigação e poços, dentre outras) com intuito de aproveitar as águas para a exploração agropecuária (modernização agrícola) com vistas a promover o desenvolvimento do Nordeste (BURSZTYN, 2008). Contudo, este arcabouço político-institucional



modifica-se, imprimindo um discurso em que se enfatiza o caráter público e finito dos recursos hídricos, a importância da gestão e do compartilhamento das decisões.

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)<sup>3</sup> – que depois sofrerá 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. A garantia legal de representação dos CBHs no CONERH só acontece com a lei 14844, em 2010.

O segundo marco, mais conhecido como Plano Zero, foi resultado de um esforço do Governo do Ceará após um período de seca (1979-1983). Foi criado um grupo de trabalho com representantes de instituições que atuam na área de recursos hídricos, a fim de elaborar estratégias de ação conjuntas de curto, médio e longo prazo.

---

<sup>3</sup> Em 15 de dezembro de 1987, através da lei N° 11.380 (D.O. 17/12/87), a FUNCEME teve seu nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.



Foto: Austin Kehmeier

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

Outro marco na (re)estruturação do sistema de gestão de água no Ceará foi a elaboração do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH, realizado entre janeiro de 1988 a fevereiro de 1991. Apresentou como resultado a Política Estadual de Recursos Hídricos, que foi instituída através da Lei n.º 11.996, de 24 de julho de 1992 e criou o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH. Este sistema composto pelo Conselho de Recursos Hídricos do Ceará; pelo órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, a SRH-CE; pelos Comitês de Bacia Hidrográficas; pela instituição de gerenciamento de recursos hídricos, a COGERH; e pelas instituições setoriais que realizem atividades relacionadas aos recursos hídricos e estejam envolvidas com a gestão do clima e dos 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, aqui no estado, 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 movimenta 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 no estado (AQUINO, 2019).

Trata-se da alocação negociada de água, uma invenção local de caráter participativo e deliberativo, gestada pela COGERH na região do Jaguaribe em 1994, cuja metodologia – que tem passado por aprimoramentos - 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 - ciência hidrológica- , operação técnica e participação social.

Este processo 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, gestão participativa, 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 terão todas as regiões hidrográficas contempladas, sendo que em alguns casos será feita uma atualização - Região Hidrográfica do Curu - e em outros será feita a elaboração do primeiro plano, como o da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

Outro instrumento de gestão é a cobrança pelo uso da água bruta que está implementada em todo o território cearense, inclusive o estado foi pioneiro na implementação deste instrumento, cuja definição de tarifa é feita a partir de estudos técnicos e a arrecadação é centralizada pela COGERH – modelo que difere do que tem sido implementado em outros entes da federação - para custear as despesas ou ações de gerenciamento. O modelo cearense aplica o princípio do subsídio cruzado para corrigir distorções entre valores arrecadados por região hidrográfica e gera receita própria que lhe garante autonomia em relação ao tesouro do estado para execução das suas atividades. A cobrança pelo uso da água bruta não deve ser concebida como um imposto. Ela é definida como “um instrumento financeiro utilizado para recuperar os custos de operação, administração e manutenção das infraestruturas (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. Trata-se de um ato discricionário do estado - uma autorização de uso - presente em todas as regiões hidrográficas do Ceará. Mas não goza de universalização, nos territórios nem todos os usuários são outorgados. Registra-se 5.423 outorgas de uso vigentes – cadastro de outorga - e 17.921 usuários de águas - cadastro de usuários - espalhados

pelas regiões hidrográficas do estado (Diagnóstico dos recursos hídricos do Ceará do Projeto Ceará 2050).

A política em tela prevê que a gestão das águas seja compartilhada. Nesse caso, cabe à SRH se articular, através da celebração de convênios, tanto com a ANA como 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 o protagonismo da COGERH na gestão das águas no Ceará. Trata-se de uma instituição que está também na ponta do processo, atuando fortemente junto aos CBHs 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).

Esse modo de gerir as águas colocou o Ceará no cenário nacional como caso exemplar, conferindo à COGERH visibilidade privilegiada nesse processo. Houve, desse modo, condições oportunas, as quais corroboraram para a atual legitimidade que a Companhia possui junto à sociedade, notadamente no que se refere à gestão dos recursos hídricos.

Importante destacar 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 sofre 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. Entretanto, o gerenciamento precisa passar por



processos de avaliação e aprimoramento frequentes a fim de prover melhor gestão dos recursos hídricos.

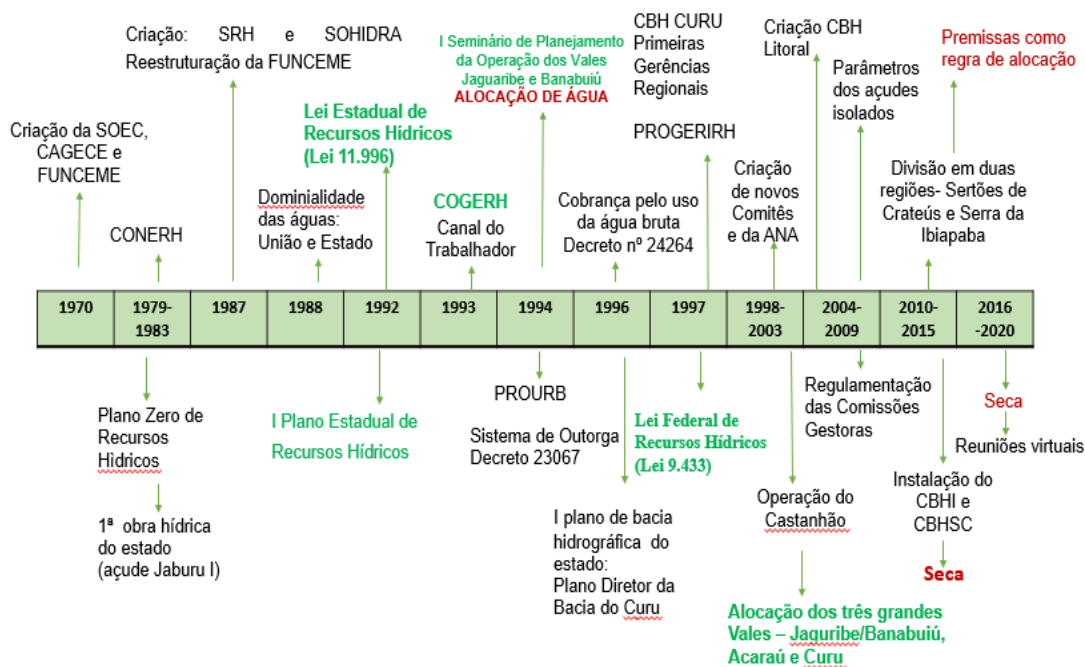
Tal processo traz como marca importante a participação social efetivada pela atuação conjunta com comitês de bacias hidrográficas, comissões gestoras, comissões de operação, câmaras técnicas.



A formação de Comitês de Bacias Hidrográficas 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.

Os principais marcadores políticos-institucionais da política de recursos hídricos do Ceará e seus antecedentes podem ser observados na Figura 8.1 e no Quadro 8.1.

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



Fonte: Adaptado do Projeto Alocar, 2020.

**QUADRO 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)

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA // JULHO DE 2021

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		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 nome modificado para <u>Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos</u> , passando a ser vinculada à Secretaria de 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 hídricos Ltda., SIRAC – Serviços Integrados e Consultoria Ltda. e AGUASOLOS – Consultoria de Engenharia Ltda
1991/1992	Programa de Aduoras Regionais	Aduoras 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.



DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA // JULHO DE 2021

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		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 de Recursos Hídricos do Estado do Ceará- SRH) Contrato assinado em 1995.
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,

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA // JULHO DE 2021

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		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
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	Ocorrência de áreas de cheias no Ceará
2004	Canal da Integração (Eixo 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 N° 002	Regulamenta as Comissões Gestoras, que ficam a cargo dos CBHS
2009	Período de cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2009	Canal da Integração (Eixo 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.

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA // JULHO DE 2021

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
2010	Lei Estadual 14.844	Revoga a lei 11.996/92 e institui a nova Política Estadual de Recursos Hídricos
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 (Eixo 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	DecretoNº32.044/2016 DecretoNº32.159(24/02/2017) DecretoNº32.305(11/08/2017)
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	Eixos estruturantes da política Estadual dos Recursos Hídricos: Planejamento dos Recursos Hídricos; Água, Tempo e Clima; Infraestrutura Hídrica; Gerenciamento das Águas; Governança das Águas; e Água e outras Políticas Setoriais
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 ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83, sistema Jaburu/Jenipapo

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 RHSI, 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. Mas

tal denominação não resolveu a inadequação da nomenclatura por dois motivos. Primeiro, no território cearense estão inseridos apenas os afluentes do rio Longá - Rio Pejuaba, Arabé, Jaburu, Jacaraí, Catarina, Riacho da Volta e Riacho do Pinga- e que o Rio Pirangi, que nasce no Ceará e drena suas águas para o Piauí, constitui uma bacia independente da bacia do Longá (Idem, 2011).

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).



REUNIÃO DO PRÓ-COMITÊ DA REGIÃO DA SERRA DA IBIAPABA - Foto: Cogerh

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. No Caso da RHSI, foram eleitos 14 delegados, sendo 06 da sociedade civil, 06 de usuários e 02 do poder público (Idem, 2011a).

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 Instrumentos e Aspectos Institucionais da RH**

Esta seção trata dos aspectos institucionais e dos instrumentos de gestão na escala da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba. As informações apresentadas foram extraídas de relatórios técnicos da COGERH e da sistematização dos relatos obtidos nos dois grupos focais, Configurações do arranjo institucional (11/05/2021); oferta e demanda no gerenciamento dos recursos hídricos (28/05/2021), ambos realizados com técnicos da Gerência Regional de Crateús.

Os principais marcos políticos-institucionais da RHSI estão diretamente relacionados com os que foram apresentados na Figura 8.1 que agrega marcos mais amplos da política estadual de recursos hídricos. Os principais eventos políticos-institucionais estão sistematizados na linha do tempo e podem ser visualizados na Figura 8.2.

**FIGURA 8.2. PRINCIPAIS MARCOS POLÍTICOS-INSTITUCIONAIS DA RHSI.**

#### 8.4.1 Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba

A Região hidrográfica da Serra da Ibiapaba guarda peculiaridades quanto ao arranjo institucional adotado para a implementação da política estadual de recursos hídricos. Por estar inserida numa bacia hidrográfica Federal – Bacia do Rio Parnaíba – agrega outros atores sociais: IBAMA, ICMbio, ANA e o Comitê Federal do Parnaíba (em processo inicial de formação). Ela foi a última região hidrográfica a constituir formalmente o comitê de bacia (2012), muito embora a Gerência Regional tenha sido instalada na região ainda em 2000 no município de Crateús<sup>4</sup>.

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? E no caso de um ente estadual, seria apenas um ou seriam

<sup>4</sup> Durante a Reunião de Partida realizada no dia 9 de junho de 2021 foi levantado novamente pelos membros do CBHSI a necessidade de implantação de um escritório da Gerência da COGERH na Serra da Ibiapaba.

constituídos um para cada região hidrográfica, conforme relatado no item anterior.

Os relatos dos técnicos asseguram que para viabilizar as primeiras reuniões de operação do único açude monitorado na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba – Jaburu I – eles lançaram mão da formação de uma comissão de acompanhamento. Uma instância informal que foi acionada para garantir que as decisões ocorressem de forma participativa e perduraram até a criação do comitê em 2012. Ela agregava usuários do entorno do açude e alguns representantes de instituições públicas.



Antes mesmo que a formação do Comitê Federal do Parnaíba fosse formalizada, o estado do Ceará cria o CBH da Serra da Ibiapaba através do Decreto estadual 31.062, de 22 de novembro de 2012, sendo instalado no ano seguinte (26 de fevereiro de 2013). Trata-se de um colegiado de caráter consultivo e deliberativo que segue a mesma lógica de representação dos demais CBH do estado. O CBHI 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, conforme expresso no Decreto 32.470//2017:

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 da Serra da Ibiapaba, em percentual de 20% (vinte por cento).

Atualmente o CBH está com uma vacância, contando com 29 membros. A seguir tem-se a representação atual por categoria:

**QUADRO 8.2. COMPOSIÇÃO DO CBHSI - PODER PÚBLICO MUNICIPAL.**

MUNICÍPIO	PARTICIPAÇÃO
Carnaubal	Desde primeira composição
Guaraciaba do Norte	Desde segunda composição
Ibiapina	Desde primeira composição
São Benedito	Desde primeira composição
Tianguá	Desde primeira composição
Ubajara	Desde primeira composição

Atualmente, embora a região hidrográfica seja composta por 11 municípios (capítulo 2), 02 deles preferem participar das reuniões do CBH dos Sertões de Crateús (Ipueiras e Poranga estão inseridos tanto

na RHSI e como na RHSC)<sup>5</sup> – em razão da distância. As atuais representações dos municípios que integram o CBHSI estão desde a sua primeira formação em 26 de fevereiro de 2013. No Quadro 8.3 estão listados os membros do poder público – estadual e federal – do referido comitê.

### QUADRO 8.3. COMPOSIÇÃO DO CBHSI - PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL.

ÓRGÃO	PARTICIPAÇÃO
CODEVASF	Desde primeira composição
DNOCS	Desde primeira composição
EMATERCE	Desde primeira composição
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio	Desde primeira composição
SEMA	Desde primeira composição
SRH	Desde primeira composição

O Decreto 32470/2017 estabelece como 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.

Em relação a composição do setor sociedade civil, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Benedito teve representante no primeiro mandato do CBHSI, mas saiu durante o processo de escolha dos membros para o segundo mandato do Comitê (Quadro 8.4).

<sup>5</sup> Ver Tabela 2.1. Percentual da área dos municípios inseridos na RHSI contida no capítulo 2.

**QUADRO 8.4. COMPOSIÇÃO DO CBHSI – SOCIEDADE CIVIL.**

ENTIDADE	PARTICIPAÇÃO
Associação Beneficente Antônio Augusto Correia do Sítio Cachoeira do Sul	Entrou na segunda composição
Associação Comunitária do Sítio Salgado I	Desde a primeira composição
Sindicato dos Trabalhadores Assalariados e Assalariada Rurais da Serra da Ibiapaba – SINTAARSI	Desde a segunda composição
Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Ibiapina - SINDSEMIB	Desde primeira composição
Cáritas Diocesana de Tianguá	Entrou na segunda composição
Escola de Formação Política e Cidadania – ESPAF	Entrou na segunda composição
IFCE de Tianguá	Entrou na segunda composição
OAB, Subsecção Serra da Ibiapaba	Entrou na segunda composição
Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares de Tianguá	Desde a primeira composição

É válido acrescentar que, segundo o Decreto do 32470/2017:

consideram-se usuários de água 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.

No Quadro 8.5 é possível observar os membros do setor de usuários de água com a indicação do tempo de participação no colegiado em questão.



**QUADRO 8.5. COMPOSIÇÃO DO CBHSI – USUÁRIOS DE ÁGUA.**

<b>ENTIDADE</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Associação dos Remanescentes de Quilombo do Sítio Carnaúba II	Entrou na segunda composição
Associação Comunitária do Sítio Inharé	Desde a segunda composição
Cooperativa Agro Orgânica Serra da Ibiapaba LTDA	Entrou na segunda composição
Reijers Produção de Rosas LTDA	Desde primeira composição
Fazenda AMWAY NUTRILITE do Brasil LTDA	Desde primeira composição
Agropecuária sem Fronteira LTDA	Desde primeira composição
Associação Comunitária do Assentamento Valparaíso	Entrou na segunda composição
CAGECE	Desde primeira composição
<b>VACÂNCIA</b>	

O CBHI passou pelo seu primeiro processo de renovação em 30 de agosto de 2017 e ao se observar os quadros com a composição dos seus membros, constatou-se mudança no setor sociedade civil (7 novas representações), poder público municipal (1 nova representação) e usuários (5 novas representações).

Ao analisar as atas do CBHSI percebeu-se que as principais discussões giram das vazões a serem aprovadas, a liberação de água para o estado do Piauí, problemas de infraestrutura do açude Jaburu I, a necessidade de elaboração do I plano de recursos hídricos da região, ampliação da oferta hídrica via construção do açude Lontras e, em especial, dos problemas relativos ao uso e ocupação do solo que vão desde a ocupação irregular de áreas de proteção ambiental até uso de agrotóxicos. Todas essas discussões são realizadas em arenas públicas do processo de alocação negociada que contam com a participação de membros dos CBHSI – com direito a voz e voto – e convidados que podem fazer uso da palavra durante as reuniões.

Ainda segundo o Decreto 32470/2017, 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 CBH.

Quanto ao funcionamento, ao contrário de outros Comitês, o CBH da Serra da Ibiapaba não possui Comissão Gestora, pois a Bacia possui apenas um reservatório, o açude Jaburu I. Logo, o monitoramento é feito pela COGERH, sendo que o Comitê toma as decisões de alocação de água do açude. O fato de ser apenas um reservatório público para

toda a região reforça a preocupação do CBHI com a preservação das nascentes desde a sua origem. Portanto, também não possui Comissão de Operação e Manutenção, sendo o próprio Comitê quem faz o acompanhamento da operação do reservatório. Quando há algum problema/demanda em específico, o Comitê forma uma comissão provisória.

Por outro lado, com o propósito de divulgar as decisões tomadas pelo Comitê durante as reuniões de alocação negociada de água, além da divulgação no site e nas redes sociais vinculadas ao colegiado, a Secretaria Executiva realiza reuniões setoriais, especificamente no Assentamento Valparaíso e na Comunidade de Águas Belas.

Outro aspecto relevante na dinâmica institucional do CBH da Serra da Ibiapaba é a sua relação com o Comitê Federal de 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 do açude Jaburu I é qual será o desenho da tomada de decisão para usos alocadas quando o Comitê Federal iniciar sua atuação na região. 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.



### 8.4.2 Câmara Técnica de Meio Ambiente

Os debates sobre as questões ambientais têm mobilizado os membros dos CBHSI em função dos impactos à região hidrográfica, conforme relatado no capítulo 7.



O agravamento dos efeitos e, em especial, o aumento das ocupações desordenadas em áreas de preservação permanente impulsionou a criação de uma câmara técnica específica para debater essas questões e viabilizar encaminhamentos aos órgãos competentes a fim de regular usos ou simplesmente, solicitar o cumprimento do que já é previsto em lei ambiental, sobretudo o Código Florestal.

Criada a partir de uma demanda do CBHSI, A Câmara Técnica de Meio Ambiente nasce em 2018, mas seu funcionamento se dá no ano seguinte. Este colegiado vem pautando a sua atuação na conservação e preservação dos recursos hídricos.

Através dessa instância, as pautas relacionadas ao meio ambiente passaram a ter encaminhamentos mais efetivos. Ela tem realizado diligências nas construções às margens dos corpos hídricos, além de atuar nas questões relacionadas aos incêndios florestais ocorridos em 2020.

São membro da Câmara Técnica: I – Associação Comunitária do Sítio Salgado I; II – Escola de Formação Política e Cidadania – ESPAF; III – Escola de Formação Política e Cidadania – ESPAF; IV – Fazenda AMWAY NUTRILITE do Brasil; V – Prefeitura Municipal de Ibiapina e VI – Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Ibiapina – SINDSEMIB. Ainda funciona com os mesmos membros, os quais têm mandato de 4 anos.

Legalmente, a Câmara técnica de Meio Ambiente tem as seguintes atribuições:

I – analisar, encaminhar e relatar ao Plenário do CBHSI propostas de deliberações, acompanhadas de relatório ou parecer técnico conclusivo, observada a legislação pertinente;

II – manifestar-se sobre consulta que lhe for encaminhada pelo CBHSI;

III – convidar especialistas ou solicitar à Secretaria-Executiva do CBHSI para assessorá-la em assuntos de sua competência e assuntos jurídicos;

IV – discutir, analisar e propor a plenária do CBHSI mecanismos de articulação e cooperação entre o poder público, os setores usuários e a sociedade civil quanto à educação ambiental e a capacitação em recursos hídricos;

V – discutir, analisar e recomendar conteúdo de educação ambiental em recursos hídricos para os materiais gráficos produzidos pelo Comitê.

### **8.4.3 Instrumentos de Gestão**

Os instrumentos de gestão para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos estão previstos no Plano Estadual de Recursos Hídricos, especificamente em seu Artigo 5º cita, são eles:

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

Dentre os instrumentos de gestão indicados anteriormente, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos foi extinto e passou a vigorar a Fonte Estadual de Recursos Hídricos de natureza orçamentária e financeira através do Resolução CONERH N°09/2017, 26 de dezembro de 2017.

Na RHSI estão implantados a outorga, a fiscalização, a cobrança e o sistema de informações. Este não tem sido o meio principal para obter informações por parte dos membros do CBHSI na medida em que utilizam, com bastante frequência, as redes sociais, sobretudo os



grupos de WhatsApp em função da facilidade de acesso. Outra forma utilizada é a solicitação direta para a Secretaria executiva.

Sobre a cobrança pelo uso da água bruta, o cadastro realizado em 2014 registra que 62,8% referente ao total de 455 usuários cadastrados na bacia hidráulica do açude Jaburu I não pagam pelo uso da água. Enquanto que 37,2% são cobrados pela COGERH ou pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR).



Durante a realização do grupo focal - oferta e demanda - técnicos relataram que a taxa é considerada irrisória e não há, de modo geral, conflitos quanto ao pagamento pelos irrigantes outorgados. Contudo, isso não significa que a mesma não seja questionada e aceita por todos.

A outorga figura como uma autorização de uso e é instrumento mais conhecido na RHSI. Entretanto, sua implantação não foi tão simples nos primeiros anos de gerenciamento em função da área integrar uma bacia federal. A ANA delegou a SRH a emissão das outorgas no açude Jaburu I<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> RESOLUÇÃO N° 051, DE 11 DE MARÇO DE 2008: Delega competência e define os critérios e procedimentos para a outorga preventiva e de direito de uso de recursos

Em 2014 foi realizado um levantamento de usuários que captam água no entorno da bacia hidráulica do açude Jaburu I e 455 usuários foram cadastrados, estando 291 localizados no município de Ubajara e 164 situados no município de Tianguá. Tal cadastro revelou que 91,9% desses usuários não possuíam a outorga de direito de uso da água do açude Jaburu I (Plano Operacional de Monitoramento e Fiscalização dos Recursos Hídricos registrou - AÇUDE JABURU I, 2015). Esse levantamento evidenciou a necessidade de regularização desses usuários.

Um dos relatos do grupo focal sobre a questão da implementação da outorga na RHSI afirma que, posteriormente, se observou um aumento de pedidos para regularização quando a ENEL condicionou a ligação da captação para o uso da irrigação para os produtores outorgados. Fato que levou, especialmente os usuários de poços a solicitarem a outorga.

Esse condicionamento era um procedimento da ENEL que após uma reunião entre representante da COGERH e da referida empresa para explicar o que é a outorga, nenhum requerimento foi recebido com esse tipo de condicionante, conforme informações obtidas junto à Gerencia de Outorga e Fiscalização da COGERH.

O processo de solicitação de outorga é virtual e o Decreto Estadual nº 32.470 de 2017 determina que aqueles que fazem parte do segmento de usuários dos comitês de bacias hidrográficas sejam outorgados. Inclusive, o Decreto Estadual nº 33.559, de 29 de abril de 2020 simplifica o processo de outorga ao propor uma análise mais sucinta e reduzir a documentação necessária.

---

hídricos de domínio da União para as bacias dos rios Poti e Longá, no Estado do Ceará.  
<https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/Resolu%C3%A7%C3%A3o-N%C2%BA-051-2008-de-11-de-Mar%C3%A7o-de-2008.pdf>.

No cadastro de outorgas vigentes de 2016, a RHSI possui 233 outorgas vigentes, sendo o maior requerente a CAGECE, conforme pode ser observado no capítulo 3.

Embora a ANA tenha delegada a outorga para a SRH, o mesmo não acontece com a fiscalização. Esta é intransferível e cabe à COGERH nesse processo elaborar um documento chamado de denúncia qualificada com informações sobre o uso irregular. O documento é encaminhado para a Gerência de Outorga e fiscalização – GEOFI que envia para o setor de fiscalização da ANA<sup>7</sup>. A notificação é entregue ao próprio usuário, mas quando o uso irregular está localizado na zona rural os técnicos da COGERH fazem a entrega.

Mas tanto os usuários de água como os profissionais responsáveis pelo gerenciamento das águas locais da RHSI afirmam que o corpo técnico responsável pela fiscalização é insuficiente.

Como a fiscalização é disparada mediante denúncias, técnicos relataram durante a realização dos grupos focais que muitas demandas que chegam à Gerência Regional fogem da competência direta do órgão de gerenciamento dos recursos hídricos. Isso gera, segundo eles, insatisfação por parte dos usuários que veem que os problemas recorrentemente denunciados não são solucionados a contento, como os casos de ocupação das áreas de APPs.

---

<sup>7</sup> Ver Resolução N° 24, DE 24 DE MAIO DE 2020, que trata dos procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos em corpos d'água e da segurança de barragens objeto de outorga de domínio da União exercidas pela Agência Nacional de Águas – ANA: [https://arquivos.ana.gov.br/\\_viewpdf/web/?file=/resolucoes/2020/0024-2020\\_Ato\\_Normativo.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/_viewpdf/web/?file=/resolucoes/2020/0024-2020_Ato_Normativo.pdf).



## 9 ALOCAÇÃO DE ÁGUAS, CONFLITOS E GESTÃO DE SECAS

O capítulo trata da alocação de água, dos conflitos alocativos e das estratégias acionadas para lidar com a escassez hídrica que no ano de 2012, instalou-se também na RHSI e impactou severamente esta região. Ações foram mobilizadas para lidar com este evento, o qual para além dos efeitos que ocasionou, oportunizou aprendizagens para melhor prover o gerenciamento dos recursos hídricos. As discussões apresentadas neste item têm como base estudos acadêmicos, análise de atas do CBHSI e relatos dos grupos focais realizados em 2021.

### 9.1 Alocação Negociada de Água

A alocação negociada da água é um processo político participativo de divisão de um bem público entre diferentes agentes que, na maioria das vezes, têm interesses conflitantes (SOUZA FILHO, 2021).

O percurso formativo da alocação negociada de água é atravessado pela trajetória da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará COGERH. Processos inter-relacionados que figuram como marcos essenciais da implementação do modelo cearense de gerenciamento dos recursos hídricos (ver capítulo 8). Ambos nascem no contexto da disfunção dos princípios democráticos da Constituição de 1988 – momento em que os estados passam a protagonizar a elaboração e implementação das políticas públicas – e sobretudo, da escassez dos anos 1990 que impõe um outro jeito de lidar com as águas, em especial, com os conflitos alocativos.

Com a seca de 1993, a cidade de Fortaleza fica na iminência de desabastecimento e a saída para evitar este problema foi o deslocamento de água do açude Orós, situado na Região Hidrográfica

do Jaguaribe via canal do Trabalhador. Tal ação gerou conflitos inter-regionais - Jaguaribe e Metropolitana; área a montante do reservatório Orós no Alto Jaguaribe e Baixo Jaguaribe- e disputas localizadas, como por exemplo a do Perímetro Irrigado Icó Lima Campos.

Esses foram os primeiros conflitos que a COGERH teve que lidar em um contexto marcado pela escassez hídrica, crescimento populacional e de demanda por água em função das políticas de desenvolvimento do estado que passam a pressionar por recursos hídricos armazenados em locais cada vez mais distantes da capital e de sua região metropolitana. Conjuntura que marca a criação e desenvolvimento da Companhia.

Enquanto a COGERH estrutura seu *modus operandi* e formava seu corpo técnico, a alocação negociada de água vai sendo forjada localmente mediante experimentações, vivências de seus funcionários e articulações institucionais. Não haviam protocolos de como lidar com os problemas de usos das águas aos quais a instituição foi designada a resolver (AQUINO, 2019).

A alocação negociada de água nem sempre recebeu essa nomenclatura. A equipe da COGERH, que cria nos primeiros anos de existência da Companhia esse processo, adotava nomes como operação das águas, operação de reservatórios, alocação participativa, dentre outros. Nomenclaturas que estavam imbuídas do slogan democratizando os usos das águas e guiadas pelo reconhecimento das dinâmicas locais, inclusive institucionais, já existentes no território.

O propósito era saber como as águas eram utilizadas por diferentes e conflitantes atores sociais, promover o diálogo sobre o processo de gestão participativa das águas e identificar potenciais parceiros na organização desse outro jeito de implementar a política pública no campo dos recursos hídricos.

A materialização de um outro modo de gerir os recursos hídricos assenta-se no reconhecimento das dinâmicas locais, dos usos múltiplos e da participação pública. A COGERH põe em movimento e interação uma gama de agentes sociais com territorialidades diferentes e em alguns casos conflitantes para implementar o modelo cearense de gerenciamento dos recursos hídricos.



O marco seminal desse processo é o I Seminário de Planejamento da Operação dos Vales Jaguaribe e Banabuiú, realizado em 28 de julho do ano de 1994 na cidade de Jaguaribe. Evento que oportunizou a definição dos procedimentos participativos para alocar as águas e que, posteriormente, vai sendo difundido para as demais regiões hidrográficas do estado.

Silva (2009) afirma que as especificidades físicas, econômicas, sociais e culturais identificadas nas regiões hidrográficas demandaram a



definição de três níveis de atuação, a saber: o açude, o vale perenizado e a bacia hidrográfica.

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

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

De forma genérica, o ritual envolve atividades como levantamento de dados; reuniões ampliadas com a diretoria; logística; mobilização; reuniões das Gerência Regionais – GR e interlocução com os Comitês, Comissões e/ou câmaras técnicas. Ritual que tem sido adaptado em função da realidade de cada região hidrográfica, do perfil dos membros dos colegiados e da equipe técnica. Somado a essa flexibilização, a estrutura de tomada de decisão da alocação negociada de água também sofreu modificações em função do período de seca iniciado em 2012 ao incorporar novos elementos, como por exemplo, a definição de premissas (AQUINO, 2020).

A Alocação negociada de água na RHSI também ocorre em reuniões específicas do CBHSI. Tais reuniões contam com a participação dos membros deste colegiado, dos técnicos da COGERH e de convidados. Este público é convocado para participar da reunião após a realização da mobilização social feita por profissionais da Companhia.

O evento ocorre, anualmente, após o mês de maio e tem como pauta principal a aprovação dos cenários de alocação para o açude Jaburu I. Estes cenários são preparados anteriormente pelos técnicos da Companhia que, no dia do encontro, os apresentam através de tabelas e gráficos por meio da projeção de slides. Após a apresentação, a plenária discute os cenários e por meio de votação, elege o cenário de alocação que orientará a operação do reservatório no segundo semestre do ano.

Embora na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba a alocação negociada de água seja praticada conforme o ritual geral que a caracteriza, existem algumas exceções. Uma delas é a não realização das reuniões de parâmetros, uma vez que a definição das vazões a serem liberadas é feita pelo próprio CBHSI. Antes da instalação desde colegiado, eram constituídas comissões para acompanhar a operação do açude Jaburu I.

### **9.1.1 Vazões alocadas**

Uma das atribuições do CBHSI é discutir os cenários na arena pública da alocação negociada de água que conta com a participação dos membros do comitê, convidados e técnicos da COGERH.

Como dispositivos regulatórios, os cenários de alocação são apresentados pelos técnicos da Gerencia Regional de Crateús para discussão e aprovação de único cenário que contém a vazão a ser liberada. Apenas em 2013 não houve apresentação de mais de um cenário, sendo levada para a reunião a simulação de esvaziamento do Jaburu I, que iniciou a operação com  $80,71\text{hm}^3$ , conforme análise da ata referente a 1ª Reunião Ordinária do CBHSI.

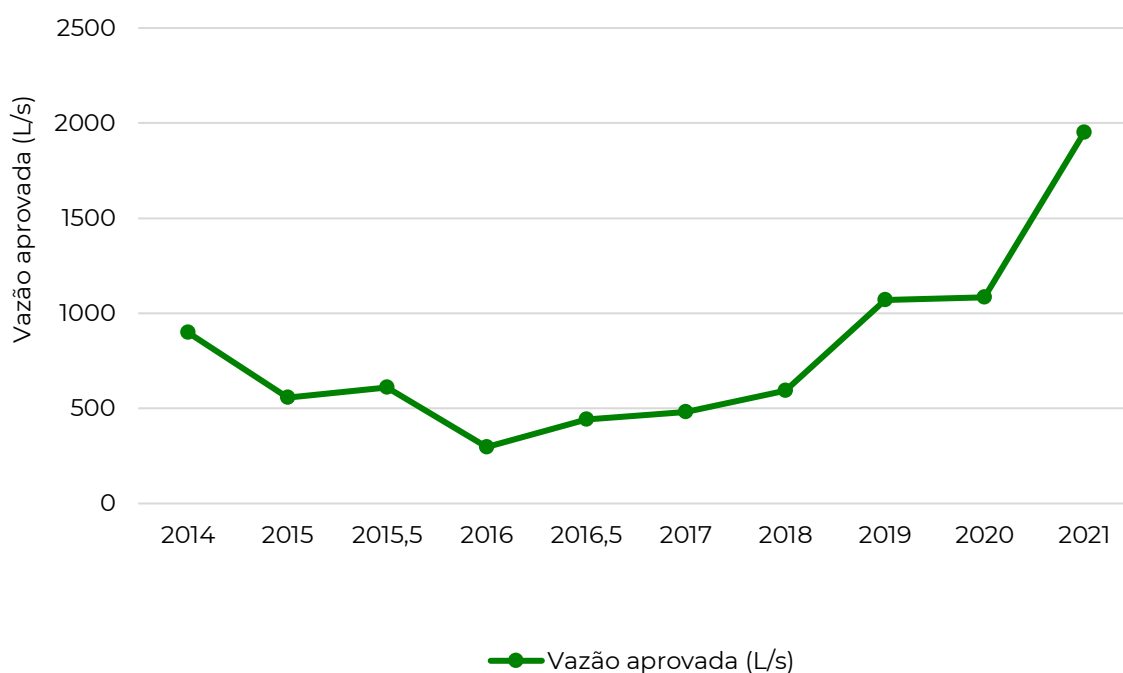
No período de 2010 a 2020 houve apenas a ocorrência de um ano com precipitações acima da média que foi o ano de 2011 (Souza Filho, 2021b). No ano seguinte, o açude Jaburu I começa a apresentar reduções no

seu volume e em 2017 atinge o seu menor volume na série histórica, totalizando 12,6%. Esse período é marcado pela ocorrência da seca com maior severidade registrado na RHSI conforme descrição contida no capítulo 6 Eventos Extremos.

Ao se analisar as vazões aprovadas pelo CBHSI no período de 2014 a 2021, observa-se que em 2014 a vazão aprovada totalizava 900 L/s, nos anos seguintes essa vazão foi sendo reduzida, atingindo o menor 297 L/s em 2016. Vazão esta que, da mesma forma que em 2015, passa para uma reavaliação e o CBHSI aprova um aumento nas vazões, mas o valor aprovado ainda fica abaixo do que era praticado em 2014.

A partir de 2018 as vazões aprovadas vão sendo, paulatinamente, aumentadas atingindo em 2021 o total de 1.950 L/s. (Figura 9.1). O aumento é justificado por três fatores relatados na reunião de alocação do presente ano, a saber: atender as demandas da RHSI, cumprir o termo de entrega de água para o Piauí e viabilizar segurança em função dos problemas identificados no reservatório.

**FIGURA 9.1. VAZÕES APROVADAS NA RHSI NO PERÍODO DE 2014 A 2021.**



Fonte: Atas do CBHSI 2014-2021



As atas registram que as vazões aprovadas corresponderam as que efetivamente foram realizadas no processo de operação do reservatório. Registrou-se apenas em 2015 e 2016 a aprovação de mais de uma vazão por ano em função da seca que resultou na realização de operações emergenciais.

Para efetivar o cumprimento das decisões sobre vazões aprovadas durante as reuniões de alocação, a COGERH teve que buscar maior otimização no uso dos recursos hídricos, ampliar as campanhas de fiscalização juntamente com a ANA e desenvolver ações de sensibilização junto aos usuários e moradores da região. Guiada pela propósito de alertar sobre a criticidade do açude Jaburu I e demais fontes hídricas, convocou a população para a utilização racional da água e aos setores produtivos apelou para a adoção e ou ampliação de métodos de irrigação mais eficientes.

## **9.2 Conflitos pelo uso da água**

O Conflito como elemento de “sociação” na tradição simmeliana (1983), rompe com a visão funcionalista que o associa a um fato patológico. Trata-se de uma relação social sempre em um contexto singular e situada que envolve disputas, queixas e brigas. Por outro lado, convoca os atores a buscar estratégias para minimizá-los ou consensuar acordos para os conflitos alocativos.

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

Contudo, os conflitos por acesso às águas não podem ser vistos como algo restrito a um contexto temporal marcado pela insuficiência de precipitações, na medida em que nem sempre disponibilidade hídrica significa acesso. E tal indisponibilidade também se dá pela forma como as águas são apropriadas e manejadas, sobretudo como se dá a ocupação dos entornos dos corpos hídricos. Fato bastante evidente quando se observa a realidade da RHSI. O que não significa desconsiderar o fato que a escassez hídrica também favorece o acirramento de conflitos.

Na RHSI registram-se problemas quanto ao uso da água do reservatório Jaburu I para irrigação e atendimento da demanda dos demais usos em contexto de escassez. Muito embora, em depoimento nos grupos focais, técnicos tenham relatado que a situação foi solucionada, mesmo quando foram aplicados percentuais de redução das vazões em função da seca. Por lado, não é correto afirmar que a redução de vazões não tenha gerado conflitos entre irrigantes e os que defendem a priorização de uso para o abastecimento humano. Há de se considerar também que os irrigantes exercem pressão para que o percentual de redução não seja 100% restritivo e questionam o porquê de serem o setor mais penalizado, enquanto que o setor industrial não sofre reduções.

A COGERH, por sua vez explicou, conforme registro em atas, que os volumes destinados à indústria são irrelevantes se considerar os empregos gerados. O representante de uma indústria relatou que a empresa que representa no CBHSI vem adotando sistema mais eficiente, como o gotejamento.

Quanto às denúncias de desperdício de água na irrigação, relatadas nas reuniões do colegiado, alguns produtores informaram que estão usando sistemas mais eficientes, sendo esta uma das estratégias intensificadas em tempos de seca. Contudo, essas modificações exigem investimentos que são onerosos para os pequenos produtores, sendo ainda um desafio na região da Serra, apesar dos avanços.



Há relatos nesses documentos de conflitos relacionados com o desperdício de água em algumas atividades produtivas, mas também direcionadas à CAGECE. Esta por meio de seu representante explicou que para os reparos em tubulações com vazamentos é feita uma drenagem de água que aparece aos olhos da população como desperdício.

Mas são as questões ligadas a forma de uso e ocupação das áreas que são consideradas pelo CBHSI como pontos focais para a ocorrência de conflitos que podem ocorrer no presente e num horizonte temporal de médio e longo prazo em função da redução da disponibilidade das águas locais decorrentes de processos de degradação, contaminação e usos perdulários. Recorrentemente é denunciada a ocupação irregular das margens dos recursos hídricos - construção de loteamentos, casas, balneários e demais empreendimentos turísticos - e o desmatamento da mata ciliar, na Área de Preservação Permanente (APP).



Um ponto de tensão na RHSI refere-se a entrega de água para o estado do Piauí. No marco regulatório de 2006 a vazão de entrega de 250 L/s era constante e o CBHSI reivindicava a revisão de tal dispositivo. Em 2015 na ata da 7ª reunião ordinária do colegiado ocorrida em março, esse envio de água é questionado e os membros do referido comitê tomam a decisão de não liberar água para o estado do Piauí. Decisão que não foi questionada por nenhum usuário deste estado conforme relato colhido em entrevista e no grupo focal. Apenas a ANA questionou a decisão, mas compreendeu os argumentos que a embasaram.

Os motivos que sustentaram a decisão de não liberação pautaram-se na situação de escassez enfrentada na região que poderia comprometer os abastecimentos prioritários e por considerarem uma vazão elevada por ser fixa e não está alinhada com a condição hidrológica do reservatório. Nas atas analisadas há a indicação de que a vazão de entrega foi reestabelecida somente em 2019 - quando o açude começa a recuperar o seu volume - sem que de fato, nenhum conflito entre os estados tenha sido estabelecido.

Com a promulgação do novo marco regulatório em 2021 que estabelece uma periodicidade anual equivalente a sete meses de liberação de água para o Piauí, a tensão parece ter sido solucionada (Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 83).

Outro problema elencado pelos membros do CBHSI refere-se à construção de barramentos. Foi instituída uma comissão que identificou a existência de 11 barramentos no Rio Jaburu e 4 no rio Pitanga Informação inclusive confirmada na Audiência Pública na RHSI em julho de 2021, especificamente no grupo temático demanda e

oferta. Esta identificação sinalizou a importância de realização de estudos desses barramentos para que não comprometam as demandas alocadas no açude Jaburu I.

Na RHSI foi relatado a existência de conflitos institucionais, especificamente sobre o papel das instituições (IBAMA, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Ministério Público Estadual, ANA) na fiscalização e em ações que, conseqüentemente, possam coibir e punir essas irregularidades que ocasionam problemas ambientais que afetam os recursos hídricos. Foi ressaltado que a SEMACE carece de corpo técnico para o monitoramento e fiscalização de todo território do Ceará e isso impacta a atuação do órgão também na região.

Dentre conflitos existentes e potenciais na RHSI, destacam-se as disputas entre os setores de abastecimento humano e de lazer, bem como entre abastecimento humano e irrigação. Também foram listados embates entre comunidades tradicionais e a especulação imobiliária. Percebe-se que os conflitos relatados neste capítulo estão em conformidade com os que foram citados durante o preenchimento dos questionários, cujos resultados estão sistematizados no último capítulo deste diagnóstico.

A análise da documentação oportunizou não apenas identificar os problemas e conflitos da RHSI, mas reconhecer a existência de uma atuação proativa do CBHSI frente às questões que impactam negativamente o gerenciamento dos recursos hídricos e que comprometem a qualidade ambiental da região. Envio de ofícios aos órgãos competentes, criação de comissões, estabelecimento de uma câmara técnica, denúncias são algumas das ações que o colegiado tem, rotineiramente, praticado para garantir o atendimento dos diversos usos da região pautados nos princípios da sustentabilidade.

### 9.3 Estratégias de gestão de seca

Na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba foi identificado a ocorrência de 24 eventos de seca numa série temporal de 1911 a 2017. Os períodos de 1979-1983 e de 2012-2017 registraram as secas mais severas conforme estudo apresentado no capítulo 6 Eventos Extremos. A seca de 2012-2017 atingiu um alto índice de severidade e impôs a definição de estratégias de gestão para lidar com a situação de significativa criticidade.

Os relatos obtidos através dos grupos focais citam um conjunto de estratégias de gestão de seca implementadas tanto pela COGERH, como por outros órgãos do estado e pela Articulação Semiárido Brasileiro-ASA. A seguir são listadas algumas dessas estratégias:

- A definição de premissas aprovadas pelo CBHSl;
- Uso de água subterrânea;
- Reuniões setoriais;
- Operações emergenciais;
- Intensificação de ações de fiscalização;
- Abastecimento de comunidades via operação carro pipa e
- Implantação de cisternas de placas e de enxurrada/produção.

Das estratégias listadas, a COGERH acionou as cinco primeiras que serão aqui sumariamente descritas.



## **Premissas**

As premissas figuram como uma das regras da alocação negociada de água e são recomendações/orientações capazes de nortear a operação dos açudes e a fiscalização de uso da água. São definições feitas em plenária e aprovadas pelo comitê. Na RHSI foi definido como premissa a aplicação de redução de vazões que, como consequência, proibia a ampliação de novas áreas de irrigação.

O CBHSI discutia sobre a necessidade de reduzir a área para a produção irrigada de hortigranjeiro, uma estratégia de restringir o consumo de água para a irrigação. Como estratégias foram aplicadas reduções de vazões no período de 2015 a 2018. Estas discussões são sempre polêmicas, pois trata-se de uma atividade que gera empregos na região.

Outra questão que permeou as discussões do Comitê, sobretudo nos tempos de escassez hídrica, foi a questão da liberação de água para o Piauí. Eles questionavam sobre a necessidade de observância ao Marco Regulatório, estabelecido através da Resolução conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI nº 547 de 5 de dezembro de 2006, que, dentre outros aspectos, determinava uma liberação de vazão permanente, independente da época do ano e do nível de água acumulada no reservatório.

Essa vazão de entrega para o Piauí foi mantida até 2014, porém, em 2015, a escassez hídrica se mantendo, fez com que os membros do CBHSI tomassem medidas mais drásticas a fim de contornar os efeitos das secas: redução de 100% para o Piauí. A alegativa apresentada na ata é que, tendo em vista a situação de escassez, essa vazão daria para abastecer algumas cidades e evitar possíveis colapsos na rede de abastecimento.

De acordo com os dados divulgados pelo Portal Hidrológico do Ceará, o volume armazenado entre 2011 e 2016 na bacia da Serra da Ibiapaba apresenta declínio a partir do ano de 2012, ou seja, entre 2012 e 2013 apresentou diminuição de volume armazenado na ordem de 23%, ocasionando assim, efeitos adversos nos usos múltiplos dependentes dos recursos hídricos da região hidrográfica, seguindo em queda até 2017. A capacidade de armazenamento do açude Jaburu I atingiu seu menor volume 12,6% em 2017 e impôs a necessidade de aplicar redução das vazões aprovadas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Tabela 9.1).

**TABELA 9.1. REDUÇÕES DE VAZÕES APROVADAS PELO CBHSI COM INDICAÇÃO DE PERCENTUAL DE REDUÇÃO E SETOR DE USUÁRIO (2015-2018).**

Ano	Redução das vazões	Setor
2015	30%	Irrigação
	5%	Abastecimento Humano
2016	70%	Irrigação
2017	60%	Irrigação
2018	40%	Irrigação

Fonte: COGERH, 2021

Em decorrência do último período de seca que resultou na imposição de restrições, esses irrigantes passaram a adotar sistemas de irrigação mais eficientes, tais como o gotejamento e a microaspersão localizada. Logo, a seca e as estratégias para lidar com essa situação favoreceu mudanças de tecnologia de irrigação em algumas áreas da região.

### **Uso de águas subterrâneas**

Em decorrência dessa crise hídrica, muitos produtores optaram pela perfuração de poços. Estes figuraram como alternativa para manter as atividades agropecuárias da região e para abastecimento de distritos. Os relatos obtidos asseguram que a quantidade de poços é, significativamente, superior ao que está cadastrado e outorgado pela COGERH. Tendo sido um dos pontos de debates no grupo temático eventos extremos (secas e cheias) da Audiência Pública na RHSI.

O monitoramento de vazão, sobretudo dos grandes irrigantes/empresas é feito pela COGERH. Com o último período de seca, ela consegue acompanhar os que já eram outorgados. Mas não foi possível monitorar todos os poços perfurados porque muitos, segundo relato no grupo focal, estão em áreas privadas.

Apesar da perfuração significativa de poços e da quantidade destes em situação irregular, os poços perfurados não atendem à demanda de forma plena. Fato relatado por representantes do assentamento Valparaíso.

### Reuniões setoriais



Após as reuniões de alocação de água, a equipe técnica da Gerência Regional de Crateús realiza as chamadas reuniões setoriais com usuários situados a margem do açude Jaburu I e que estão agregados no assentamento Valparaíso e na Comunidade de Águas Belas. São reuniões informativas sobre as vazões aprovadas e as reduções a serem

aplicadas, fatores que os impactam diretamente por serem irrigantes. O propósito consistia ainda em informar e sensibilizar as comunidades quanto a grave crise hídrica instalada na região.

### Operações Emergenciais

Para lidar com os efeitos da seca iniciada em 2012 foram realizadas três operações emergenciais no primeiro semestre de 2015, 2016 e 2019 conforme registro nas atas. Nas duas primeiras manteve-se a redução de 100% para o estado do Piauí, liberação normalizada no segundo semestre de 2019. Para os demais usos na região hidrográfica foram impostas reduções para o abastecimento humano e para a irrigação que implicaram na definição de novas vazões.

**TABELA 9.2. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JAN/2015.**

USOS	VAZÃO APROVADA (L/s)	REDUÇÃO (%)
CAGECE	256	10
Irrigação	296	30
Indústria	3	0,0
Doméstico/humano	2	0,0
Dessent. Animal	0,13	0,0
Piauí	0,0	100
<b>TOTAL</b>	<b>557,13</b>	

Fonte: Ata DO CBHSI - 7ª reunião ordinária.

Em julho do mesmo ano aconteceu a 2ª Reunião Extraordinária do CBHSI, na qual foram rediscutidos os cenários e novas vazões foram deliberadas. Com isso, permaneceu a redução de 30% para a irrigação e o abastecimento humano ficou com uma redução menor, ou seja, de 5%, totalizando uma vazão total de 611 L/s, permanecendo a redução de 100% para o Piauí.



Em janeiro de 2016 realizou-se mais uma reunião do CBHSI para discutir, excepcionalmente, a alocação de água em função da seca. Até junho do referido ano vigorou a vazão aprovada 297 L/s (Tabela 9.3). Como havia a possibilidade de chuva, mesmo que fosse abaixo da média, decidiu-se aplicar redução de 100% para a irrigação, reduzindo em 314 L/s a vazão aprovada em relação a que havia sido praticada a partir de julho de 2015.

**TABELA 9.3. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JAN/2016.**

USOS	VAZÃO APROVADA (L/s)	REDUÇÃO (%)
CAGECE	284	0,0
Irrigação	0,0	100
Indústria	3	0,0
Doméstico/Des. Animal	2,2	0,0
Carro-pipa	8,0	0,0
Piauí	0,0	100
<b>TOTAL</b>	<b>297</b>	

Fonte: Ata CBHSI - 11ª reunião ordinária.

Na Tabela 9.4, observa-se que foram mantidas as vazões e usos anteriores, com exceção da irrigação, que teve uma redução menor: de 100% para 70%. Verifica-se, ainda que a demanda para carro-pipa permaneceu, denotando que a situação de escassez permanecia.

**TABELA 9.4. USOS, VAZÕES APROVADAS E REDUÇÕES EM TEMPOS DE ESCASSEZ - JUL/2016.**

USOS	VAZÃO APROVADA (L/s)	REDUÇÃO (%)
CAGECE	284	0,0
Irrigação	144	70
Indústria	3	0,0
Doméstico/Des. Animal	2,2	0,0
Carro-pipa	8,0	0,0
Piauí	0,0	100
<b>TOTAL</b>	<b>441</b>	

Fonte: Ata do CBHSI - 5ª reunião extraordinária

Já na reunião de fevereiro de 2017 foram mantidos os mesmos valores aprovados na última reunião, com exceção da irrigação, que voltou a ter

redução de 100%. As reduções para a irrigação são estabelecidas no período do ano considerado mais seco, tendo em vista consumo significativo que esse tipo de uso demanda.

Durante a reunião do CBHSI de fevereiro de 2017, as discussões se concentraram entre a defesa da irrigação, seu papel econômico e social para a região e os impasses em relação a prioridade do abastecimento humano num cenário de crise hídrica. A empresa Nutrilite informou que reduziu 300 ha em função da crise hídrica, ocasionando desempregos.

Em fevereiro de 2019 foi apresentada uma proposta de Operação Emergencial para o primeiro semestre. Os irrigantes solicitaram o que denominam de “irrigação de salvação” nos períodos de veranicos para o primeiro semestre de 2019.1. A irrigação concentrou as maiores reduções de uso e pelo que indicaram, os poços não foram suficientes para complementar a demanda desfalcada. Ficou explicitado que a operação de 2018.2 finalizou com saldo positivo em relação ao projetado. Com isso, ficou acertada uma redução de 50% para a irrigação, valendo até junho de 2019.

Considerando a recuperação do volume do açude Jaburu I, em julho de 2019 ficou decidido que não haveria nenhuma restrição de uso, inclusive a irrigação teria garantia com uso pleno conforme registrado nas atas. A vazão aprovada foi de 1.071 L/s.



Nesta mesma reunião, membros do CBHSI questionaram as vazões deliberadas para o Piauí no atual Marco Regulatório, mas foi restabelecido a entrega de vazão prevista. Com isso, foi aprovado o cronograma para elaboração de um Novo Marco Regulatório a partir do segundo semestre de 2019, com previsão de publicação para o primeiro semestre de 2021.

Em 2020 a vazão aprovada totalizou 1.085 L/s. No ano seguinte, o CBHSI aprova uma vazão de 1.950 L/s. Essa decisão foi precedida por questionamentos quanto à necessidade de uma liberação significativamente superior à demanda.

A justificativa apresentada pelo órgão de gerenciamento correspondeu à necessidade de intervenções para a segurança de barragem.

Foi relatado que desde o primeiro ano de operação em 1983, a Barragem Jaburu I vem apresentando problemas que põem em risco sua segurança. Entre os anos de 1983 e 2019 foram realizadas sete intervenções de grande porte com o objetivo de reduzir ou controlar fugas de água pela fundação, ombreira, maciço e canal de aproximação do vertedouro e desta forma restabelecer a segurança e a operacionalidade do empreendimento. Foi informado ainda que a barragem está inserida no Programa de Gestão de Segurança de Barragens da COGERH.

Em 2020 constatou-se que uma anomalia no fluxo no medidor de vazão MV04 com carreamento de material. Conforme relato de técnica da Gerência de Segurança e Infraestrutura (GESIN) da COGERH, tem sido realizado acompanhamento diário do seu comportamento com apoio de consultores especialistas em geologia e engenharia geotécnica.

Este problema na barragem impactou a alocação negociada de água de 2021. A vazão aprovada foi superior a que vinha sendo praticada em alocações anteriores para garantir atendimento das demandas locais, a

entrega de água para o Piauí e promover o rebaixamento do volume do açude para que as intervenções possam ser executadas (Tabela 9.5).

**TABELA 9.5. VAZÃO APROVADA NA ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE 2021.**

<b>Bacia Hidráulica</b>	<b>L/s</b>	<b>Perenização</b>	<b>L/s</b>
Abastecimento humano	300	Perda em trânsito	40
Indústria	3	Transferência	1165
Irrigação	480		
Outros usos (uso doméstico e dessedentação animal)	2,2		
	785,2		1.165
<b>Total</b>		<b>1.950 L/s</b>	

Fonte: COGERH, 2021

### **Intensificação de campanhas de fiscalização**

A fiscalização na RHSI é uma atribuição legal da ANA, mas a COGERH contribui com ações de fiscalização – embora não seja sua atribuição – junto aos usuários de água. Uma forma de acompanhar o consumo dos maiores usuários é a pela verificação de horas de funcionamento do motor da bomba instalado nas áreas irrigadas. Mensalmente, são feitas as leituras dos horímetros para saber se o número de horas de captação foi reduzido. Caso seja identificado alguma infração, a COGERH elabora uma denúncia qualificada e encaminha para a Gerência de Outorga e Fiscalização que, por sua vez, direciona para a ANA para que as medidas administrativas sejam tomadas. Inclusive, a equipe muitas vezes entregava o documento de multa para o usuário.

Um exemplo contido em uma ata faz refere ao trabalho de fiscalização no Jaburu I fruto de denúncia de desmatamento para construção de um balneário. O caso foi encaminhado à Promotoria de Tianguá. A polícia civil fez o embargo da obra e a COGERH acionou SEMACE. Foram aplicadas multas. Outras inspeções foram feitas, bem como elaborado denúncia qualificada e encaminhada à ANA. Mas os membros dos CBHSI relatam a necessidade de ações de fiscalização e aplicação de punições, pois observam aumento de ocupações irregulares na região em áreas protegidas por Lei. Importante destacar que o CBHSI tem



encaminhado vários ofícios aos órgãos competentes tanto para denunciar essas irregularidades como para solicitar fiscalização.

As estratégias de gestão de secas acionadas na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba são reconhecidas como importantes mecanismos para evitar o colapso de abastecimento de cidades e primaram pelo cumprimento do que está previsto na Lei Estadual de Recursos Hídricos quando há situações de escassez hídrica: priorização do abastecimento humano e dessedentação animal. Entretanto, o seu estabelecimento também disparou disputas não apenas em função da imposição de restrições, mas em especial porque as regras foram sendo criadas durante a crise.

A severidade da seca de 2012 evidenciou a necessidade do desenvolvimento de ações sob uma lógica proativa e a capacidade de adaptação dos sistemas, bem como das pessoas que fazem uso deles. Estes são elementos chaves para a construção de um plano de seca (SILVA et al, 2014). Este é um fator decisivo para redução da vulnerabilidade e dos efeitos que ocasiona.



O projeto que viabilizou a elaboração dos planos das regiões hidrográficas do estado figura como uma proposta mais ampla no âmbito do Programa Cientista Chefe (FUNCAP-UFC) e contempla como um de seus componentes o Plano de Gestão de Secas. Este produzirá conhecimentos pautados em inovação para dotar os hidrossistema de maior resiliência e capacidade de adaptação, oportunizando a melhoria do processo de gestão do risco de secas. Isto evidencia que um plano de preparação de seca da RHSI é instrumento impulsionador para a adoção de uma gestão proativa, considerando as vulnerabilidades e apresentando propostas para a minimização dos efeitos desse evento na região.

## 10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA

O capítulo aborda a temática da segurança de infraestrutura hídrica, destacando as barragens e as metodologias utilizadas para dois tipos de classificação: prioridade de intervenção e risco e dano potencial associado. As discussões focam nos resultados da aplicação destas metodologias e nas principais ações realizadas pela COGERH para a RHSI.



BARRAGEM JABURU I – Foto: Hélder Lucena

A oferta de água - quantitativos e qualitativos - constitui-se como uma das urgências da contemporaneidade e está diretamente associada com a segurança hídrica e das infraestruturas que a viabilizam. Infraestruturas que envolvem estações de bombeamento, adutoras, canais, reservatórios, dentre outras obras hídricas. A gestão da



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

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).

A gestão de riscos requer a identificação e hierarquização das vulnerabilidades existentes ou potenciais com o propósito de elaboração de estratégias de mitigação e busca de soluções para os problemas que possam ocorrer.

Dentre as discussões sobre a segurança de infraestruturas hídricas, sobressai o que se convencionou chamar de segurança de barragens. Tema que mobiliza debates públicos, realização de estudos técnicos, intervenções, investimentos financeiros. Esta temática também levanta preocupações, em especial, por parte da população que vive no seu entorno e aquelas que dependem do funcionamento adequado das estruturas para garantir suas atividades domésticas e econômicas.

As preocupações estão relacionadas com um conjunto de problemas que vão desde a deterioração, a falta de manutenção, a possibilidade de rupturas, a ocorrência de acidentes, a ocupação inadequada de áreas à jusante, etc. Problemas que podem ameaçar às diferentes



formas de vida, desencadear problemas de saúde e de degradação ambiental (Brasil, 2002).

A literatura, de modo geral, fala de segurança estrutural e operacional e afirma que cada barragem tem ou pode apresentar um conjunto específico de riscos. Fato que evidencia a necessidade de medidas preventivas, realização de inspeções constantes, classificação de riscos, etc. (FONTENELE, 2007).

Todas essas ações demandam um arcabouço institucional capaz de regulamentar ações com vistas à segurança de barragens. Somente em 2010, o Brasil instituiu uma política nacional para este setor. Trata-se da Lei 12.334/10 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens-PNSB e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

A Lei 12.334/10 apresenta no artigo 6º os seguintes instrumentos para a execução da referida política, a saber: o Plano de Segurança de Barragem; o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima); o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e o Relatório de Segurança de Barra.

À esses instrumentos, a nova Política Nacional de Segurança de Barragens - LEI Nº 14.066, de 30 de setembro de 2020- acrescentou: o Plano de Ação de Emergência (PAE), associado ao Plano de Segurança da Barragem (PSB); o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), o cadastro eletrônico que reúne informações sobre as barragens em todo o território nacional; o monitoramento das barragens e dos recursos hídricos em sua área de influência e os guias de boas práticas em segurança de barragens.

De acordo com PNSB, a COGERH é classificada como empreendedora de barragens e contabiliza 89 barragens sob sua responsabilidade<sup>1</sup>, sendo uma delas o reservatório Jaburu I, principal fonte de oferta de águas superficiais para o atendimento das demandas na RHSI.

### **10.1 Gestão para a segurança de barragens pela COGERH**

A COGERH, desde a sua criação, vem atuando de forma a garantir a segurança de suas estruturas. Um exemplo disso foi a instituição do Agente de Guarda e Inspeção de Reservatório (AGIR) ainda em 1997. De forma pioneira no ano 2000, iniciou a realização das inspeções de segurança de barragens, já com aplicação de um check-list padrão.

O resultado é a existência de décadas de monitoramento devido as inspeções realizadas. Importante destacar que todas essas ações antecederam a Lei Nacional de Segurança de Barragens, promulgada em 2010, e reforçam o histórico de atuação da COGERH neste campo.

A COGERH tem como uma das metas do planejamento estratégico a segurança da infraestrutura hídrica. As ações para este campo estão abrigadas no eixo de atuação “Operação e Manutenção”, no qual se insere a gestão de segurança de barragens.

O setor de Segurança de barragens desta Companhia está inserido na Diretoria de Operações – DIOPE e conta com o apoio de 8 gerências regionais. A Gerência de Segurança e Infraestrutura (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.

---

<sup>1</sup> Em 2010 foi instituída a Lei 12.334 que formalizou o status de empreendedora de barragens pra a Companhia. Ela monitora 155 barragens, sendo empreendedora-responsável legal- de 89 delas. As demais barragens são empreendimentos municipais ou federais operadas pela Companhia. Tratam-se de barragens de pequeno, médio e grande porte

Em relação à gestão de riscos, as ações focam no desenvolvimento dos Planos de Segurança de Barragens, Manuais e Normas Internas, Relatório Anual de Segurança de Barragens e Estudos e projetos.

O Relatório Anual de Segurança de Barragens, elaborado pela COGERH, traz informações sobre a situação dessas estruturas no estado do Ceará, conforme declaração da Companhia aos órgãos fiscalizadores, Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará SRH-CE e Agência Nacional de Águas (ANA), referente ao período entre 1º de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2020.

Desde 2007, a Companhia produz o Relatório Anual de Segurança de Barragens (RASB) que podem ser acessados na sua página na internet. O documento tomado como referência das informações apresentadas neste item, apresenta a análise das inspeções realizadas nas barragens durante o ano de 2020, 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.

O monitoramento é realizado através das Inspeções de Segurança Regular (ISR) e Instrumentação de Barragens. Atualmente, contabilizam 21 barragens instrumentadas, com instrumentos do tipo piezômetro, medidores de nível d'água, medidores de vazão de percolação e marcos de recalque.

As Inspeções de Segurança Regular são realizadas duas vezes por ano, antes e após a quadra chuvosa por técnicos das Gerências Regionais. Para tanto, utilizam um check-list contendo as anomalias que poderão ser identificadas nas estruturas das barragens. As anomalias são classificadas quanto a sua situação, magnitude e nível de perigo. A situação se refere à condição da anomalia no ato da inspeção, ou seja, se foi observada pela primeira vez, se aumentou, diminuiu ou permaneceu constante, se anomalia não pode ser inspecionada ou se não se aplica. Já a magnitude se refere ao responsável por sua correção e o nível de perigo, reflete a avaliação da anomalia propriamente dita, isto é, se pode ser mantida em observação ou se necessita de ações para a sua correção.



As inspeções realizadas são cadastradas no Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção (SIPOM) e são validadas pela GESIN. O principal resultado da ISR é a classificação das barragens da Companhia quanto à sua prioridade de intervenção. Ademais, é

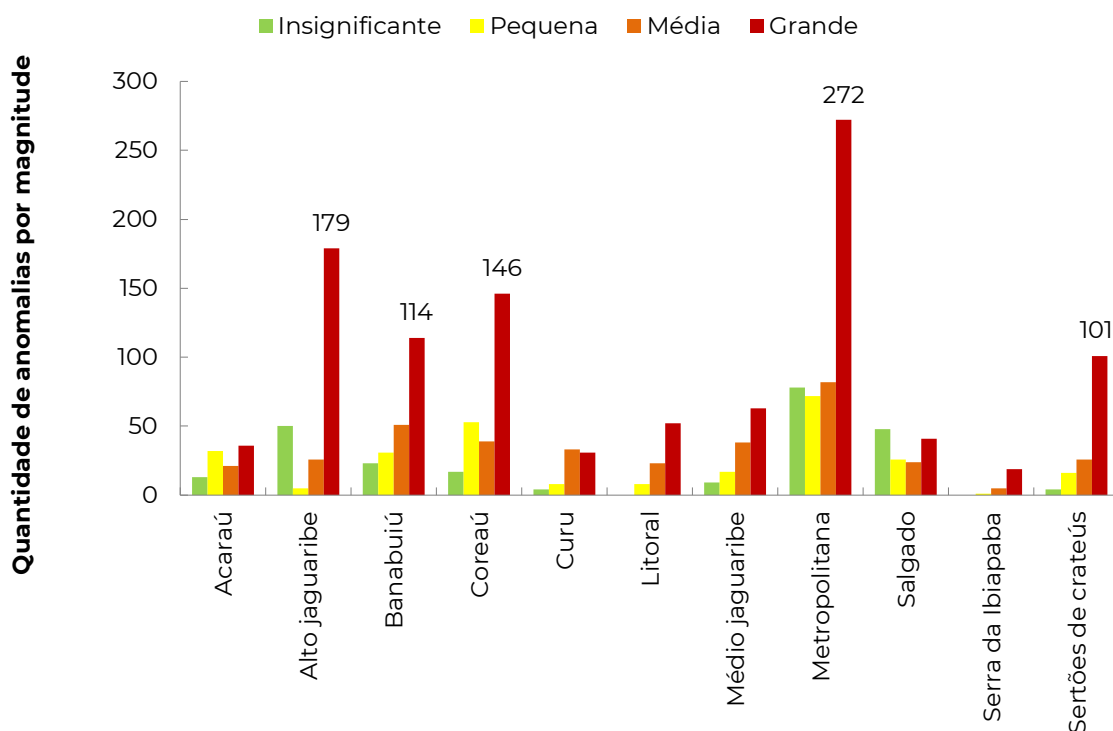


possível diagnosticar as anomalias, identificando sua localização mais frequente e a evolução do nível de perigo. Importante ressaltar que as manutenções em barragens são realizadas pela GESIN, quando se trata de manutenções de grande porte. As anomalias de magnitude P e M são corrigidas, sistematicamente, pelo Agir e Gerências Regionais.

Um dos produtos desta ação é a quantificação das anomalias de cada barragem, bem como a classificação quanto ao Nível de Perigo da Barragem (NPB), possibilitando assim a hierarquização das intervenções e correções, facilitando, ainda, o planejamento de investimento e custeio anual da Companhia.

Em 2020, a COGERH realizou 248 inspeções em 156 barragens. A Figura 10.1 apresenta as anomalias por magnitude para cada região hidrográfica do estado do Ceará. Observa-se que, em 2020, a RHSI registrou 19 anomalias entre média e grandes para a barragem Jaburu I.

**FIGURA 10.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ANOMALIAS POR MAGNITUDE POR REGIÃO HIDROGRÁFICA.**



Fonte: RASB/COGERH, 2020

O cálculo do Nível de Perigo da Barragem (NPB) consiste na estimativa da vulnerabilidade estrutural e operacional. Ele envolve o somatório dos produtos obtidos através da atribuição de pesos distintos, em consonância com a gravidade da anomalia observada nos níveis de perigo (Tabela 10.1), conforme Equação 1:

$$NPB = NP0 \times 0 + NP1 \times 1 + NP2 \times 4 + NP3 \times 9 \quad (1)$$

As barragens com NPB igual a 0 não precisam de intervenção. Quando o NPB é inferior a 3 a prioridade de intervenção é mínima. Caso o NPB varia entre 4 e 8, consideram-se prioridade média de intervenção. As barragens que apresentam NPB maior ou igual a 9 apresentam prioridade de intervenção máxima.

**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.

### 10.1.2 Classificação da barragem pelo risco e dano potencial associado

O RASB 2020/ COGERH apresenta também a classificação de risco e dano potencial associado. Esta categorização é um dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) que também permite subsidiar ações de fiscalização e de manutenção das barragens.

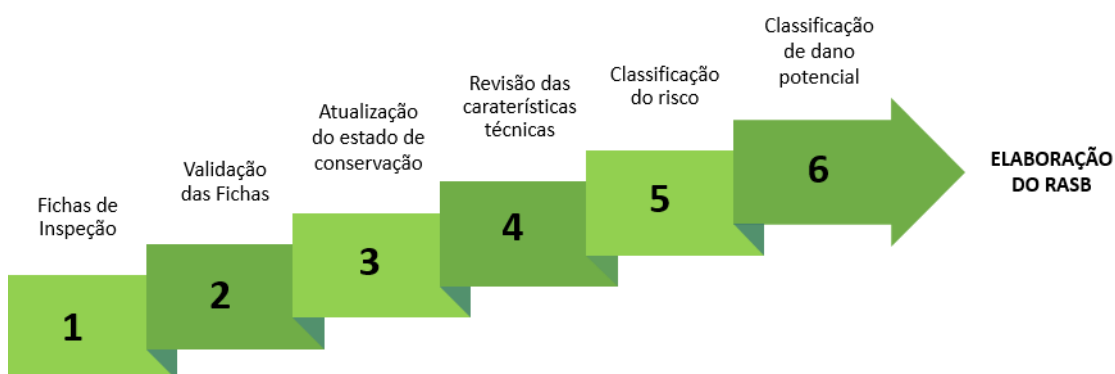
O dano potencial - baixo, médio e alto - considera fatores econômicos, sociais, ambientais e a possibilidade de perda de vidas humanas como consequência da ruptura da barragem.

A metodologia para esta classificação envolve seis etapas interrelacionadas. A primeira etapa consiste na aplicação de fichas de inspeção (check-list) pelas Gerências Regionais em dois momentos distintos: antes e após a quadra chuvosa.

Após esse trabalho de campo, inicia-se a segunda etapa que consiste na validação das fichas de inspeção pela Gerência de Segurança e Infraestrutura que foram preenchidas na etapa anterior.

A validação das informações possibilita atualizar o estado de conservação da barragem observada (terceiro passo). Logo após esta fase, é feita uma revisão das características técnicas. Na quinta etapa é feita a classificação de risco e finalmente, define-se a área potencialmente afetada com o propósito de classificar o dano potencial associado. As etapas metodológicas podem ser visualizadas na Figura 10.2.

**FIGURA 10.2. ETAPAS METODOLÓGICAS PARA A CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS.**

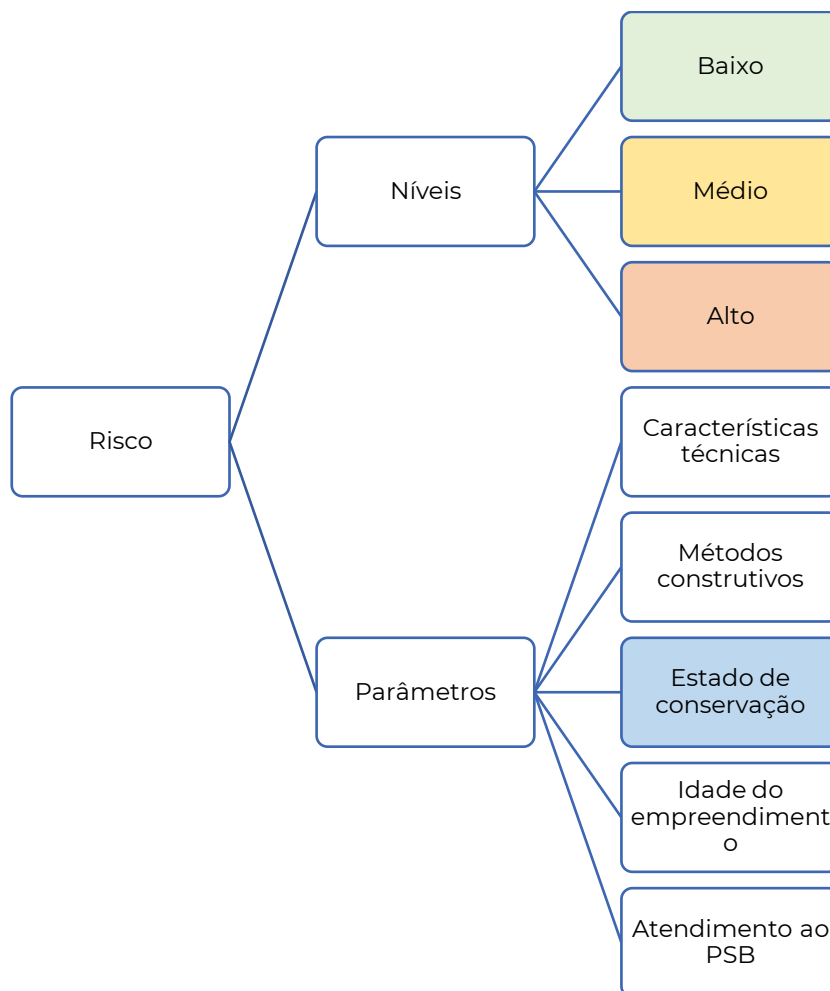


Conforme as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Recursos hídricos<sup>2</sup>, a classificação de risco – baixo, médio e alto- é realizada mediante a análise de parâmetros - Características técnicas,

<sup>2</sup> Ver RASB-COGERH 2020

Métodos construtivos, Estado de conservação, Idade do empreendimento e Atendimento ao PSB- que requerem visitas técnicas de inspeção para preenchimento das fichas de inspeção.

**FIGURA 10.3. NÍVEIS DE RISCO E PARÂMETROS ANALISADOS.**

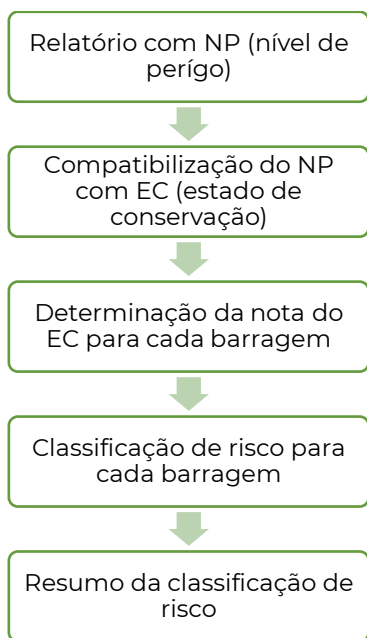


Fonte: RABS/COGERH, 2020.

A COGERH realiza uma adaptação nesta metodologia ao fazer uma correspondência de nomenclaturas, quando transforma os NP das fichas de inspeção em notas do estado de conservação das barragens, definidas na Resolução 143/2012 – CNRH. Inclusive, consta no RABS 2020 que as fichas de inspeção utilizadas pela Companhia, apresentam um maior nível de detalhamento em relação ao que é indicado na Legislação. Os procedimentos para esta classificação estão descritos na Figura 10.4.



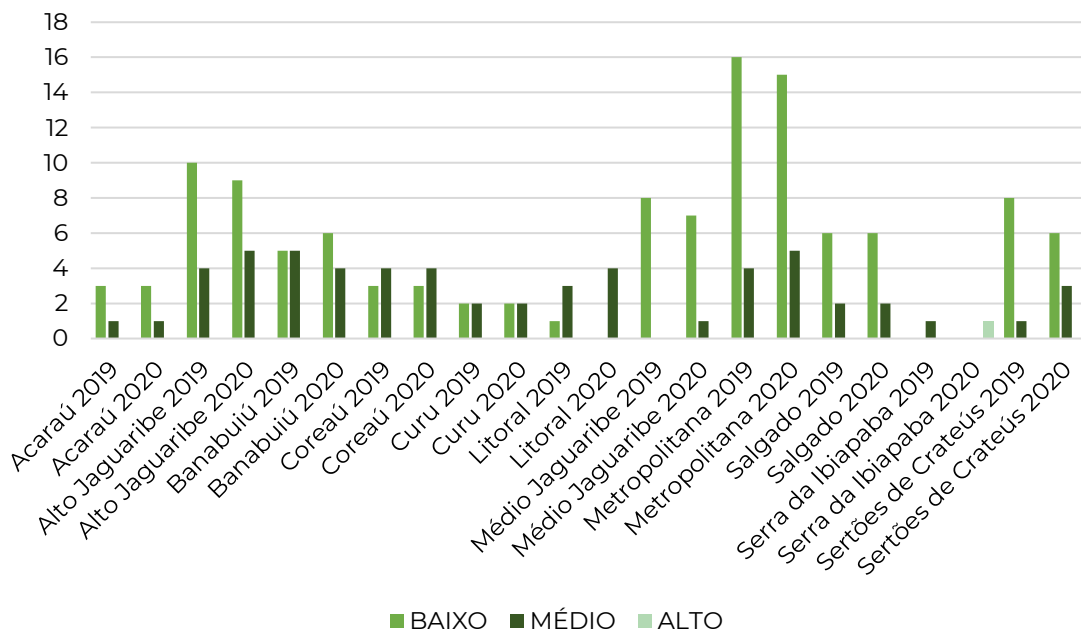
**FIGURA 10.4. FLUXOGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO.**



Fonte: RASB/COGERH, 2020.

No ano de 2020, as classificações das 89 barragens foram atualizadas. Desse total, 57 foram classificadas como risco baixo, 31 com risco médio e apenas 1 foi classificada na categoria de risco alto. Esta refere-se a barragem do Jaburu I na RHSI, conforme Figura 10.5.

**FIGURA 10.5. RISCOS DAS BARRAGENS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA DO CEARÁ.**



Fonte: RASB/COGERH, 2020

## 10.2 Gestão da Segurança das barragens na RHSI

### 10.2.1 Histórico dos problemas

Localizado no município de Ubajara, o açude Jaburu I é um empreendimento da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Esta barragem é constituída por um maciço de terra com altura máxima de 46 m e coroamento com 770 m de comprimento. Possui capacidade máxima de acumulação de 141 milhões de metros cúbicos conforme resultado da batimetria realizada em 2011.

O Jaburu I é um reservatório que atende demandas de usos múltiplos - abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, dentre outros- e libera água para o Piauí conforme preconizado no novo marco regulatório (ver capítulo 3).

A fragilidade geológica do maciço de fundação da barragem Jaburu I, constituído por arenitos com diferentes graus de litificação, com intercalações de siltitos friáveis, tem exigido desde sua implantação a adoção de medidas preventivas e/ou corretivas em relação ao desencadeamento de processos de erosão interna em sua fundação e nas ombreiras (Resumo Técnico – Barragem Jaburu I, 2016).

Desde 1983, primeiro ano de operação do açude Jaburu I, tem sido identificados problemas na sua barragem. No período de 1983 a 2019 foram executadas sete intervenções de grande porte para reduzir ou controlar fugas de água pela fundação, ombreira, maciço e canal de aproximação do vertedouro<sup>3</sup>. A Figura 10.6 apresenta o histórico de intervenções no açude Jaburu I.

---

<sup>3</sup>O detalhamento de algumas dessas intervenções podem ser observadas no Resumo Técnico – Barragem Jaburu I, ano 2016.

**FIGURA 10.6. LINHA DO TEMPO COM AS INTERVENÇÕES REALIZADAS NO AÇUDE JABURU I.**



Fonte: COGERH, 2021



VISTA DO BARRAMENTO – Foto: Cogerh

A atual situação do açude Jaburu I vem sendo colocada em pautas nas reuniões do CBHSI e estão registradas nas atas<sup>4</sup> entre os anos de 2017 e

<sup>4</sup> 15ª Reunião Ordinária (15.02.2017); 22ª Reunião Ordinária (26.02.2019); 9ª Reunião Extraordinária (23.07.2019); 25ª Reunião Ordinária (21.08.2019); 26ª Reunião ordinária

2021. As discussões giram em torno das explicações das ações de intervenções, das anomalias identificadas e mais recentemente, da necessidade de rebaixamento do volume do açude para a execução de uma nova intervenção. Fato explicado por técnicos da COGERH na reunião de alocação negociada de água de 2021.

Os debates estão permeados por falas com explicações técnicas e pela publicização de preocupações quanto a possibilidade de comprometimento de demandas futuras e de ruptura da barragem.

A primeira preocupação decorre do aumento da vazão aprovada na reunião de alocação negociada de água de 2021 que, mesmo que temporária, pode aumentar as incertezas quanto ao atendimento das demandas em um futuro próximo, conforme relato de membros do CBHSI (Ver capítulo 9). Certamente, esta preocupação não está desassociada dos problemas ambientais que comprometem a disponibilidade de água (ver capítulo 7) e dos impactos ocasionados pelo último período de seca na região (ver capítulo 6).

A segunda preocupação se refere a possibilidade de ruptura da barragem em função do comprometimento estrutural que a mesma apresenta e que já foi alvo de inúmeras intervenções (Figura 10.5). Este receio voltou a ser discutido em reunião do colegiado quando foi anunciado uma reportagem<sup>5</sup> que falava desse risco<sup>6</sup>, incluindo a barragem Jaburu I. No RSB 2020 elaborado pela ANA, esta barragem está entre as 122 barragens que geram mais preocupações em função da percolação pela fundação.

---

(19.11.2019); 27ª Reunião ordinária (18.02.2020); 30ª Reunião Ordinária (10.12.2020) e 31ª Reunião Ordinária (03.03.2021).

<sup>5</sup>Três barragens de açudes do Ceará são monitoradas com atenção. O Povo/Reportagem, 14/07/2021.

<sup>6</sup>Importante ressaltar que a preocupação com arrombamento de barragens também cresceu em função das últimas ocorrências registradas em Marina (2015) e em Brumadinho (2019).



### 10.2.2 Resultados da classificação quanto a prioridade de intervenção e do risco de dano potencial associado para a RHSI

A descrição da situação da barragem Jaburu I apresentada através das duas metodologias descritas nos subitens anteriores – 10.1.1 e 10.1.2 - e que constam no RASB–COGERH/ 2020, revelam um quadro crítico quanto segurança desta barragem em função dos níveis de riscos identificados.

No RABS 2020 quando se observa a hierarquização das prioridades, consta-se que 21% das barragens inspecionadas estão classificadas como prioridade máxima. Nesse percentual está inserido a barragem Jaburu I com NPB equivalente a 12 como resultado da inspeção realizada em 2019, conforme apresentado na tabela 10.2.

**TABELA 10.2. CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS BARRAGENS VISTORIADAS EM 2020.**

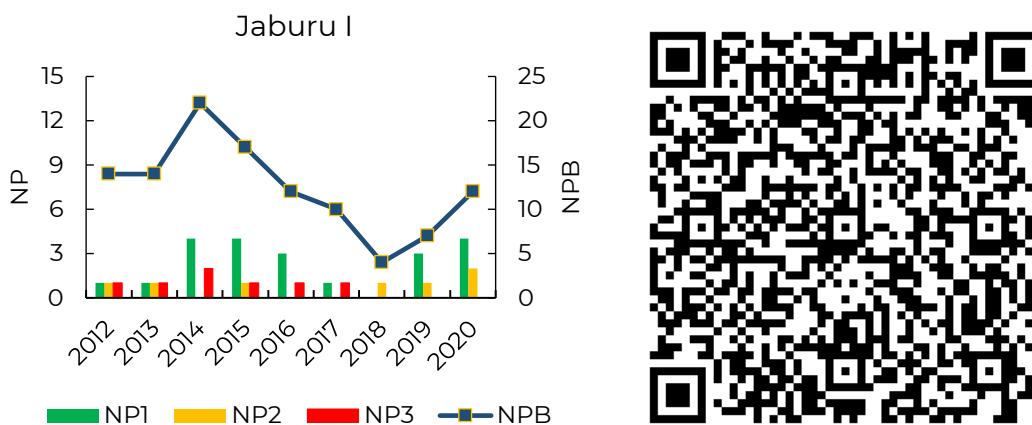
Barragem	Bacia	Município	Última Vistoria	NP1	NP2	NP3	NPB
Jaburu I	Serra da Ibiapaba	Ubajara	25/08/2020	4	2	0	12

Fonte: RABS/COGERH, 2020.

Na Figura 10.6 observa-se que o NPB da barragem Jaburu I mantém-se na maioria dos anos analisados (2012- 2020) com valor acima de 9, o que representa prioridade de intervenção máxima, apenas nos anos de 2018 e 2019 esteve classificada com prioridade média de intervenção. Nos anos de 2014 e 2015 atinge os maiores níveis de perigo da barragem, perfazendo 22 e 17 respectivamente quando se comparara com os outros anos da série temporal. O Nível de perigo classificado como emergência (NP3) aparece no período de 2012 a 2017, destacando-se em 2014. Em 2018 a figura indica a presença do nível de perigo classificado como alerta, que permanece no ano seguinte e se eleva em 2020. Nos dois últimos anos da série se observa além do NP2 alerta,

maior quantidade de anomalias NP1. Em 2018 houve uma revisão da metodologia de classificação e o NP3 deixou de ser usado conforme pode ser visualizado na figura seguinte.

**FIGURA 10.7. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DE PERIGO (NP) E DO NÍVEL DE PERIGO DA BARRAGEM (NPB) E QR CODE DAS FICHAS DE INSPEÇÃO DA BARRAGEM JABURU I.**



Fonte: RABS/COGERH, 2020.

Em relação a classificação do risco e dano potencial associado apresentado no RASB 2020, as vistorias realizadas indicam que a barragem Jaburu I, situada na RHSI, migrou de risco médio em 2019 para risco alto no ano seguinte.

### 10.3 Principais ações desenvolvidas pela GESIN na RHSI

O Programa de Gestão de Segurança de Barragens da COGERH contempla ações para a barragem Jaburu I. Fato que segundo a GESIN implica em monitoramento contínuo, através da instrumentação geotécnica e de Inspeções de Segurança Regular e Especial, além disso, busca manter processos de controle de manutenção da estrutura.

Em relação à gestão do risco associado a esta estrutura, a COGERH através do contrato realizado com a empresa GEOPROJETOS LTDA desenvolveu o Plano de Segurança da Barragem (PSB), incluindo o Plano de Ação de Emergência (PAE). Além disso, foi elaborado o Projeto

Executivo de Recuperação do Vertedouro da Barragem Jaburu I, conforme informações obtidas junto à GESIN.

A anomalia identificada em 2020 - fluxo no medidor de vazão MV04 com carreamento de material- demandou acompanhamento diário do seu comportamento e contratação de consultores especialistas em Geologia e Engenharia Geotécnica. À esta anomalia foi identificada outra informação relevante através das sondagens que indica que

“a posição do lençol freático na fundação, que se encontra a profundidade relativamente pequena, da ordem de 3 a 4 metros, o que representa uma situação desconfortável, visto que a configuração do terreno favoreceria um maior aprofundamento da superfície freática” (PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM, VOLUME V – REVISÃO PERIÓDICA DE SEGURANÇA, 2021, p.248).



Ainda conforme informações obtidas junto à GESIN, foi realizado levantamento geofísico na região para fornecer informações sobre a geometria da estrutura da fundação da barragem com o propósito de identificar os caminhos preferenciais de percolação de água e as

estruturas mais condutivas. Estudo que orientará a intervenção com injeções de calda de cimento na fundação da barragem prevista para o segundo semestre de 2021.

Além das ações contidas no PSB e, em especial, no Volume V Revisão Periódica, é fundamental discutir no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba a indicação de um programa específico alinhado com o Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos (2018) que possa contemplar alternativa para operar o açude ou a busca de outra fonte abastecimento, buscando equilibrar a segurança hídrica e a da infraestrutura a fim de evitar ocorrência de desabastecimentos e desastres.



## 11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS

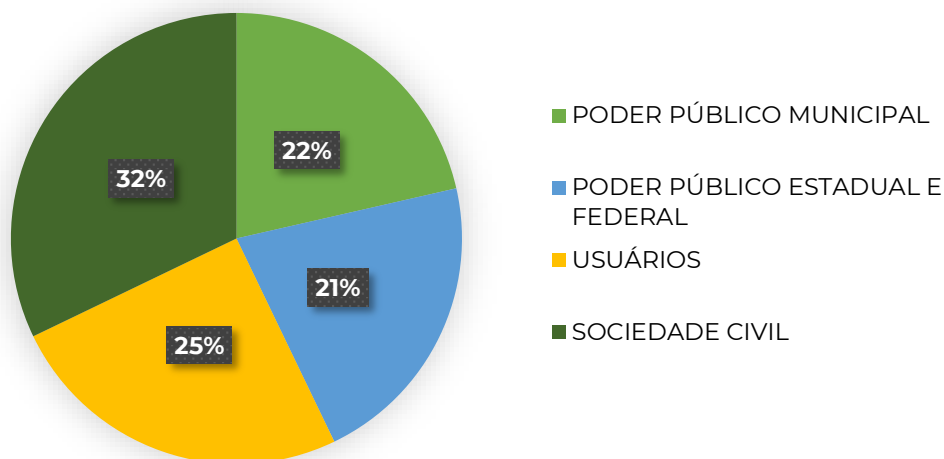
Uma das etapas desta pesquisa foi a realização de uma sondagem digital aplicada em aplicada no período de 5 a 21 de março de 2021 com os membros dos comitês de bacias em virtude do distanciamento social associado à pandemia da COVID-19. O propósito consistiu em realizar um levantamento de informações para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Serra da Ibiapaba, tendo sido encaminhado para os 29 membros do CBHSI, que atualmente encontra-se com uma vacância na sua composição. Responderam o referido instrumento 28 representantes, sendo destes apenas 8 pessoas do gênero feminino.

Foto: Banco de imagens



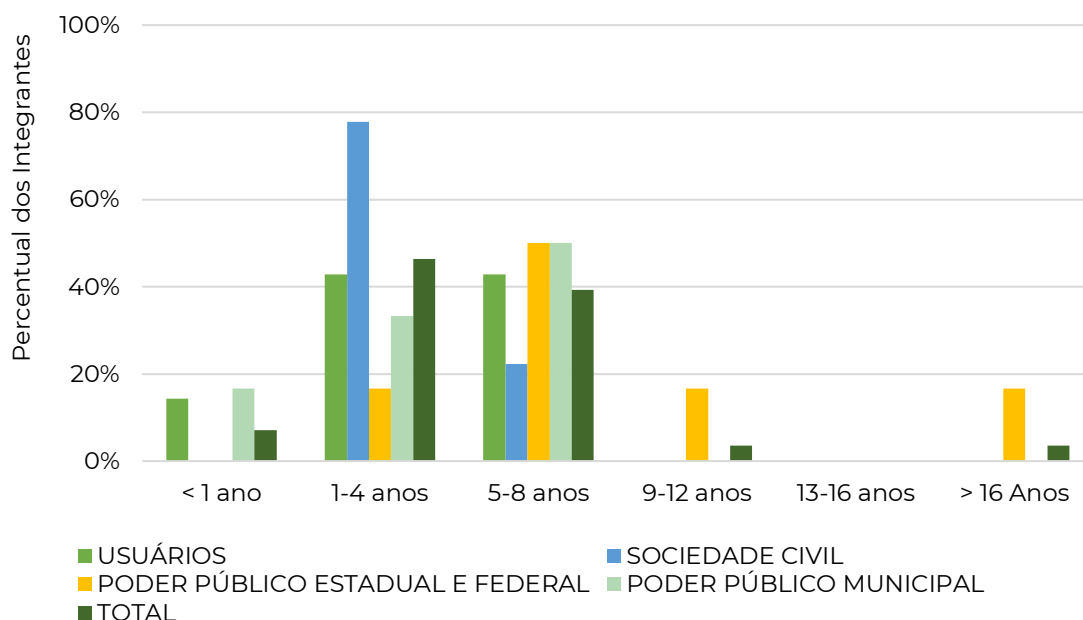
Os segmentos que participaram da pesquisa foram poder público municipal (21%), poder público estadual e federal (21%), usuários (25%) e sociedade civil (32%), conforme Figura 11.1.

**FIGURA 11.1. PORCENTAGEM DOS SEGMENTOS QUE PARTICIPARAM DOS QUESTIONÁRIOS.**



Dos membros do CBHSI que responderam os questionários, quando se observa na Figura 11.1 os percentuais totais, percebeu-se que mais de 80% possuem uma caminhada de até 8 anos como representantes, sendo que 46% afirmaram exercer essa representação num período de 1 a 4 anos, enquanto que 39% assumem esse papel de 5 a 8 anos. Observa-se, ainda, que 7% afirmam que assumem este papel a menos de 1 ano, 4% disseram que tem essa representação de 9 a 12 anos e com mais de 16 anos de representação totalizou 4%.

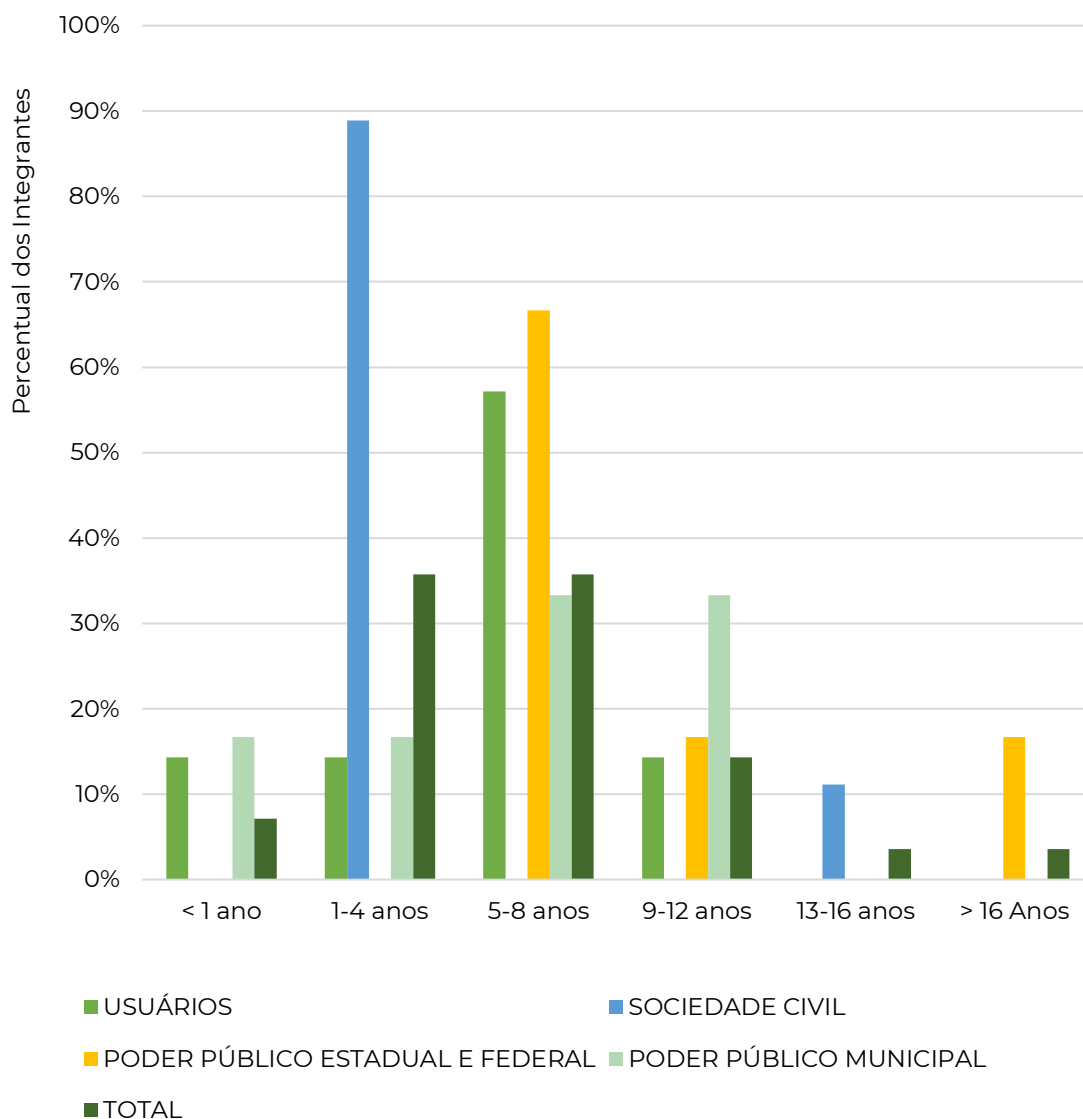
**FIGURA 11.2. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DO REPRESENTANTE NO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA.**



Na Figura 11.2 pode-se observar que o segmento usuário está distribuído nas três escalas temporais: menos de 1 ano (14%), 1 a 4 anos e 5 a 8 perfazem, cada uma, 43%. Nenhum membro deste setor afirmou estar no CBHSI a mais de 9 anos. Na categoria sociedade civil, 78% disseram estar no comitê num período de 1 a 4 anos e 22% estão no colegiado no período de 5 a 8 anos. Representantes do poder público municipal aparecem nas escalas inferior a 1 ano, 1-4 anos e 5- 8 anos, atingindo o maior percentual na última escala (5-8anos) com 50%. Apenas o segmento poder público estadual e federal informou ter trajetória superior a nove anos, tendo maior representatividade entre 5 a 8 anos de participação (50%) e nenhum percentual na escala inferior a um ano. Tendo em vista que o CBHSI foi instalado em 2013, o que contabiliza 8 anos de trajetória, inferimos que este setor poder público estadual e federal tenha contabilizado o tempo quando ainda existiam apenas as comissões de acompanhamento que eram informais e antecederam a formalização do comitê.

Os sujeitos da pesquisa também responderam quanto ao tempo que a instituição que eles representam está no CBHSI (Figura 11.3). As escalas temporais que agregam instituições com maior tempo correspondem aos períodos de 1 a 4 anos e 5 a 9 anos, cada uma totalizando igualmente 36% ao se observar os percentuais totais. Já os percentuais 11% (13 a 16 anos) referente ao setor sociedade civil e 17% (mais de 16 anos) correspondente ao poder público estadual e federal não correspondem à realidade por extrapolar o tempo de existência do referido colegiado. Aqui, certamente, ocorre o mesmo equívoco identificado no gráfico referente ao tempo de participação do representante no Comitê de Bacia Hidrográfica.

**FIGURA 11.3. TEMPO DE PARTICIPAÇÃO DA INSTITUIÇÃO NO CBHSI.**



Ainda com relação ao tempo que a instituição integra o CBHSI (Figura 11.3), evidenciou que na escala temporal de 1 a 4 anos destaca-se a presença da sociedade civil (89%), usuários e poder público municipal aparecem com 14% e 17% respectivamente. No período de 5 a 8 anos, o destaque fica para o setor de usuários com 57% e o poder público estadual e federal com 67%. Apenas os setores de usuários (14%) e poder público municipal (17%) constam na escala temporal de menor tempo de inserção no comitê.

Em relação a motivação da participação da instituição/órgão no Comitê surgiram as seguintes respostas:



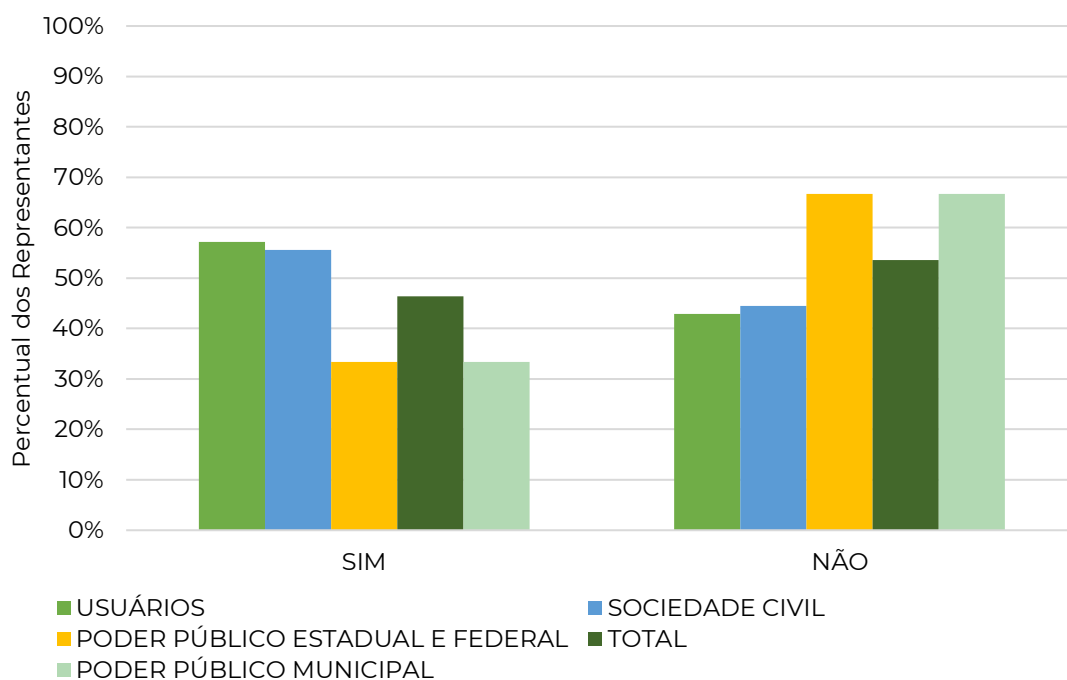
- Saber como as águas são utilizadas;
- Contribuir com os trabalhos do comitê;
- Por ser detentor da maioria dos reservatórios do Estado do Ceará;
- Buscar soluções para problemas ambientais que envolvem os recursos hídricos;
- Promover uso racional da água;
- Levar os anseios da sociedade civil para o comitê;
- Contribuir no desenvolvimento de práticas mais sustentáveis;
- Promover políticas públicas para o meio ambiente;
- Por ser membro nato;
- Divulgar para os usuários a importância da preservação das nascentes;
- Para defender os recursos hídricos da Serra da Ibiapaba;
- Devido à localização das principais nascentes que abastecem o açude estarem no município de origem do representante;
- Por ser um órgão ambiental Federal na região;
- Representar os trabalhadores agricultores familiares de Tianguá CE;
- Colaborar e acompanhar as políticas públicas hídricas da Serra da Ibiapaba e
- Por ser grande produtor da região.

Ao analisar as respostas dos membros pode-se perceber que a preocupação com o meio ambiente é um dos aspectos que mobilizam a participação, ou seja das 16 respostas, 4 enfatizaram a questão ambiental e 4 demonstraram a preocupação com as nascentes dos rios, que também está relacionada à questão ambiental. A ênfase nesses aspectos foi delineada no item específico desse documento sobre o

meio ambiente da RHSI, mas também no capítulo que trata sobre os conflitos presentes na região.

Indagados sobre o conhecimento quanto à existência do plano na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba (Figura 11.4), 54% disseram saber da não existência deste tipo de documento, ao passo que 46% afirmaram que sabiam da sua existência. Destes 54%, ambas as categorias referentes ao poder público sobressaem, cada uma, com 67% e os usuários e sociedade civil correspondem aos setores que obtiveram o maior percentual dentre os que responderam afirmativamente à questão, 57% e 56% respectivamente. O poder público estadual e federal obteve, dentre os que responderam saber da existência do plano na RHSI, o menor percentual (33%) e os segmentos com menores valores percentuais entre os respondentes do quesito não saber da existência do plano foram o usuário e sociedade civil, cada um com 43% e 44% respectivamente.

**FIGURA 11.4. CONHECIMENTO QUANTO A EXISTÊNCIA DO PLANO DE BACIA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**

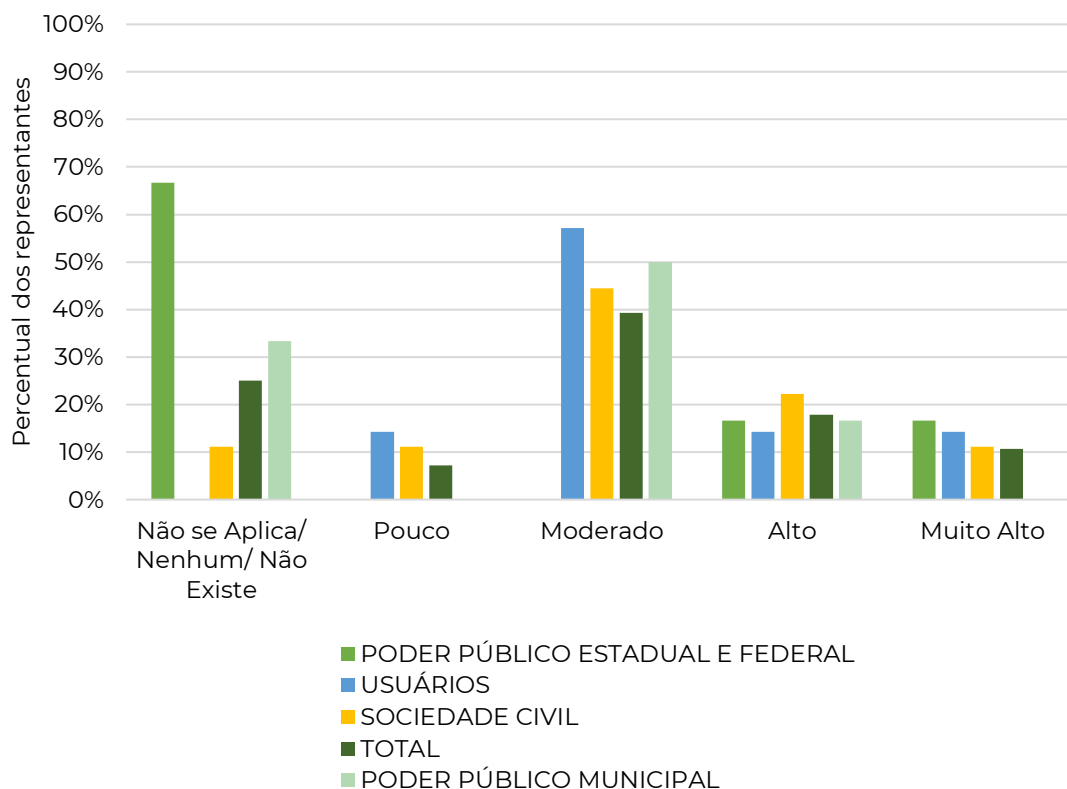


A respeito do aprofundamento em conhecimento sobre o Plano de Bacia existente (Figura 11.5), as respostas foram, majoritariamente,

conhecimento “moderado” entre todas as entidades entrevistadas (39% do total). Entretanto, a resposta esperada era que os membros do CBHSI, na sua totalidade, assinalassem o item “não se aplica” porque a Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba ainda está em processo de elaboração do seu primeiro plano. Desse modo, apenas 25% do total de entrevistados optaram pelo item “não existe”, sendo que desse total 67 % estão vinculados ao poder público estadual e federal, 33% correspondem ao setor público municipal e 11% ao segmento sociedade civil.

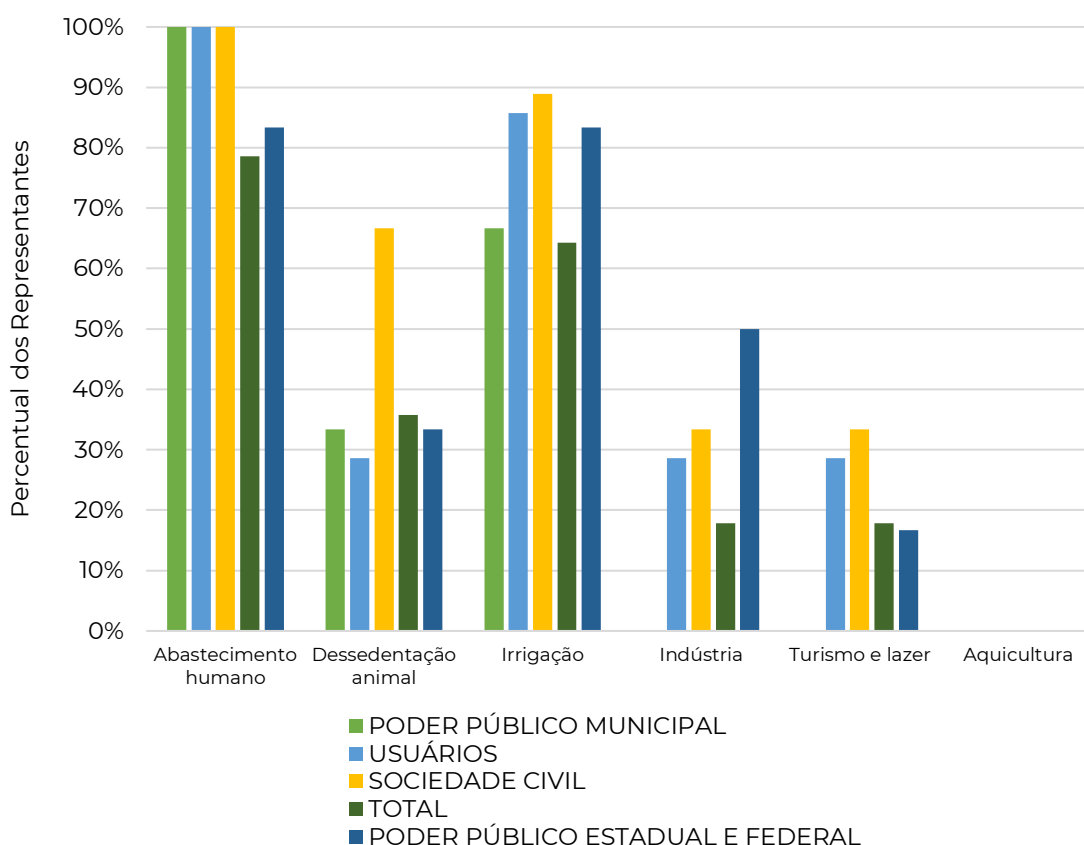
As respostas a este item em conjunto com a questão anterior, revelam a existência de certa confusão e desconhecimento sobre os instrumentos de gestão implementados na Região Hidrográfica por um número significativo de membros do CBHSI, o que denota a necessidade de criar espaços para debater sobre esses instrumentos e a própria política de recursos hídricos.

**FIGURA 11.5. PORCENTAGEM DO APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO DOS MEMBROS DO CBHSI EM RELAÇÃO AO PLANO DE BACIA.**



No processo de elaboração de um Plano de Recursos Hídricos, o reconhecimento dos usos múltiplos e de suas necessidades é fundamental para que o planejamento seja aderente à realidade. Entretanto, nesta sondagem identificamos os usos que comportam uma multiplicidade de tipos de usuários, sem identificar e qualificar os usuários (pessoa física ou jurídica). Fato que possibilita saber quais as principais atividades – seja para uso doméstico ou produtivo – que caracterizam a região e podem construir perfil que a diferencie de outros territórios.

**FIGURA 11.6. PRINCIPAIS USOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA SERRA DA IBIAPABA.**



Os sujeitos da pesquisa identificaram como principais usos (Figura 11.6) da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba as seguintes categorias: a) Abastecimento humano (79%); b) Dessedentação animal (36%); c) Irrigação (64%); d) Indústria (18%); e) Uso para lazer e turismo (18%), e f) Uso econômico para Aquicultura (0%). Logo, os principais usos ficam



por conta dos setores abastecimento humano e irrigação. Ambos os usos aparecem na percepção dos usuários, poder público e sociedade civil com percentuais superiores a 79%. A indústria é reconhecida como principal uso para o setor poder público municipal. Já a categoria de uso turismo e lazer atinge 33% sociedade civil e 29% para o setor de usuários. Apenas a aquicultura não foi apontada por nenhum representante.

A pesquisa mapeou a percepção dos representantes do CBHSI quanto a ocorrência de problemas hídricos e ambientais com uso da escala likert – 0 a 4-, possibilitando aos representantes assinalar mais de um item e atribuir graduações de intensidade de ocorrência ou informar que o problema listado não existe na sua região hidrográfica. Tal identificação fornece subsídios para 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 gráficos 11.7 - a, b, c, d “e” e- condensam a percepção desses atores sociais em três categorias de problemas - questões ambientais (abordando urbanização e exploração predatória), Qualidade da água (englobando piscicultura, saneamento, agropecuária, mineração, dentre outros) e Quantidade da água (considerando eventos extremos, água subterrânea, reservatórios e gestão).

A Figura 11.7 (a) traz o somatório da percepção de todos os entrevistados em relação às três categorias em análise. Na escala quantidade de água, a existência de poços irregulares, o excesso de perfuração de poços e o assoreamento aparecem como os problemas com ocorrência muito alta. Quanto à qualidade da água, o uso indiscriminado de agrotóxico destaca-se juntamente com a destinação inadequada de lixo e uso de agrotóxico em vazantes. Em relação aos problemas ambientais, sobressai a degradação das nascentes e a especulação imobiliária, o desmatamento e a ocupação irregular de áreas de proteção ambiental.

Esses problemas estão compatíveis com os dados do Capítulo 7 (Questão Ambiental) e também foram relatados nas discussões sobre os conflitos na respectiva região.

A percepção dos problemas hídricos e ambientais também foi analisada por segmentos (11.7b, 11.7c, 11.7d e 11.7e). Para o setor sociedade civil (11.7b), o assoreamento, as incertezas hídricas, a pequena açudagem e a existência de poços irregulares são percebidos como problemas hídricos, associados a qualidade da água com ocorrência muito alta. As secas e o excesso de poços figuram como problemas com alta incidência na percepção desses sujeitos da pesquisa. Enquanto que poços abandonados e cheias configuram-se como problemas com pouca ocorrência. Em relação aos problemas relativos à qualidade da água, o uso indiscriminado de agrotóxicos revelou-se com percepção muito alta para este setor, o que aparece como preocupação recorrente entre os membros do CBHSI.

No quesito questões ambientais, ainda para o setor sociedade civil, destacou-se com percepção muito alta o desmatamento, a degradação das nascentes e a especulação imobiliária. As queimadas aparecem como alta incidência.

Sobre esta mesma temática para setor poder público estadual e federal (11.7c), a especulação imobiliária, degradação das nascentes, a contaminação de águas subterrâneas e a ocupação das áreas de preservação permanente figuram como problemas ambientais com

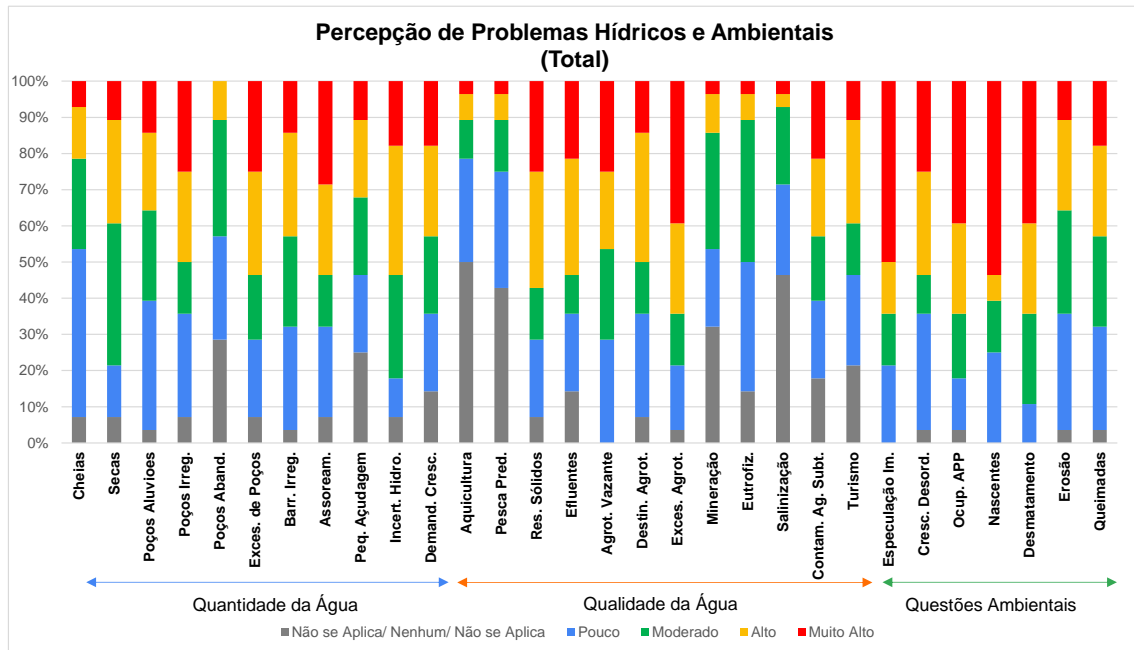
ocorrência muito alta. Em relação à questão da qualidade da água, sobressai o uso de agrotóxico, tanto pelo excesso como sua aplicação nas vazantes. Em relação ao quesito quantidade de água, os sujeitos da pesquisa afirmaram que o excesso de perfuração de poços e a existência irregular destes são os problemas na região hidrográfica com ocorrência muito alta.

Para o poder público municipal (11.7d), no quesito questão ambiental sobressaem com incidência muito alta os mesmos problemas apontados pelo setor poder público estadual e federal. Fato que se repete para os demais quesitos. Mas quando se observa o problema pesca predatória, o poder público municipal diz que, majoritariamente, ele não aplica na RHSI. Enquanto que o poder público estadual e federal afirma que o mesmo apresenta pouca ocorrência. No quesito quantidade de água, a ocorrência das cheias aparece como um problema com ocorrência moderada.

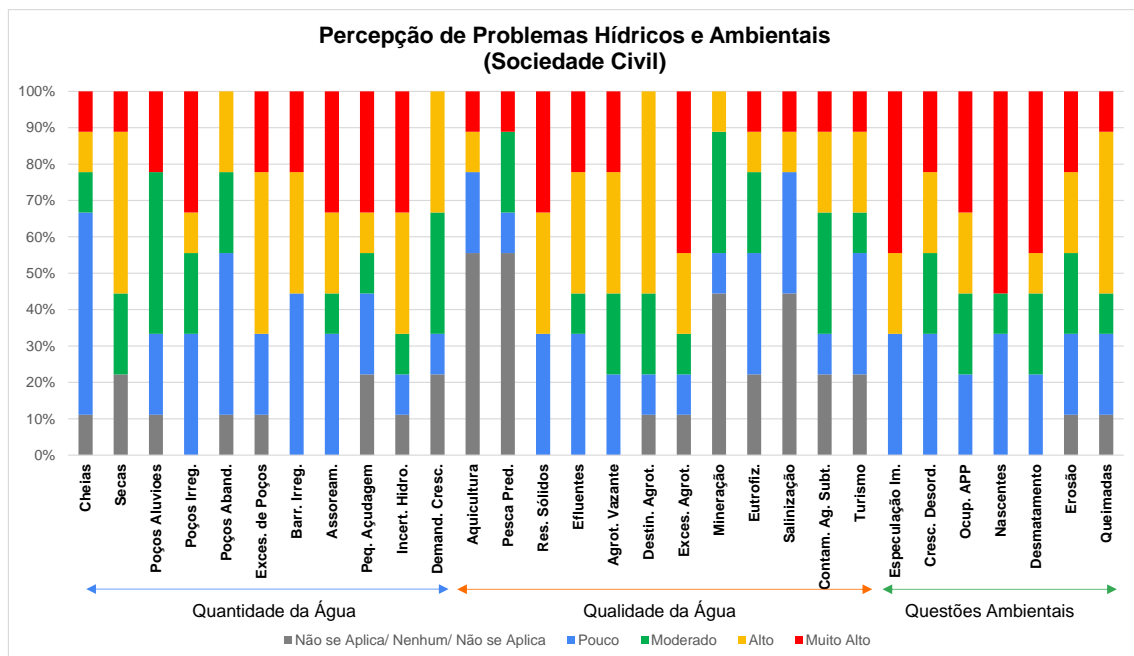
Para os usuários (11.7e), chama a atenção que na classe quantidade da água, as cheias, poços irregulares, poços aluviões e o assoreamento são percebidos como problemas com pouca incidência. E o excesso de perfuração de poços figura como um problema com alta ocorrência. Em relação a qualidade de água, o uso de agrotóxico nas vazantes e a eutrofização aparecem com ocorrência moderada. Já o turismo, o uso indiscriminado de agrotóxico, a destinação inadequada das embalagens de agrotóxicos e a destinação inadequada dos resíduos sólidos destacam-se como problemas da classe qualidade da água.

Para esse mesmo público, a degradação das nascentes e a especulação imobiliária são os problemas ambientais que se manifestam com ocorrência muito alta. Percepção que se assemelha aos demais sujeitos da pesquisa. O desmatamento foi destacado com alta incidência e as queimadas aparecem como um problema com pouca ocorrência na percepção da maior parte dos representantes do setor usuário.

**FIGURA 11.7. PERCEÇÃO DE OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E) USUÁRIOS.**

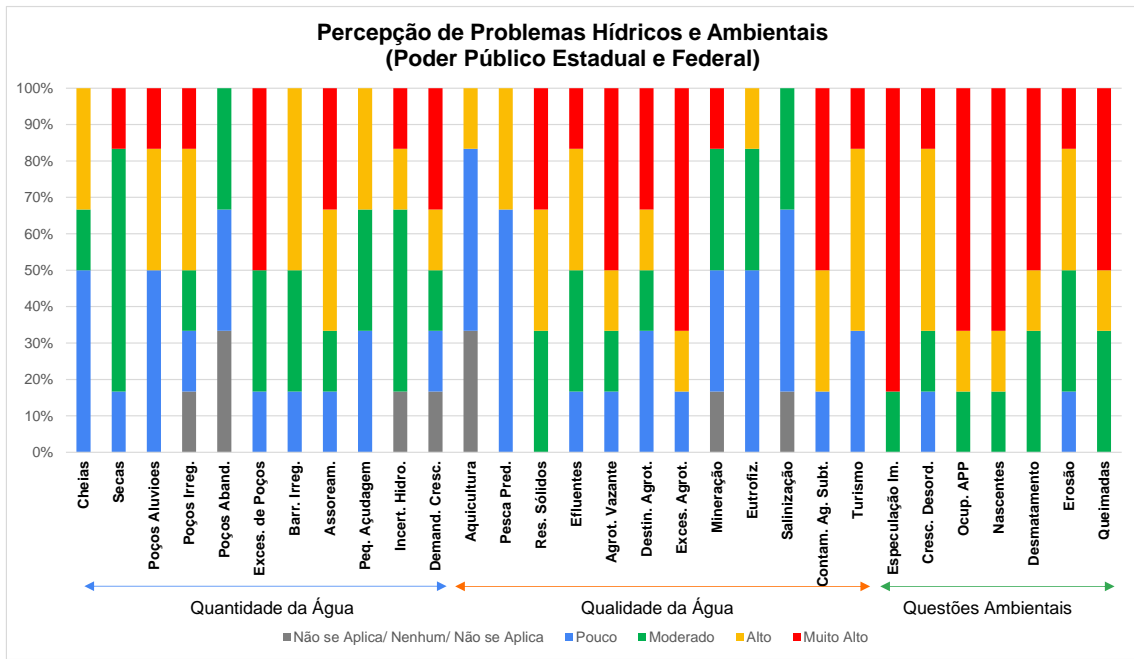


(a)

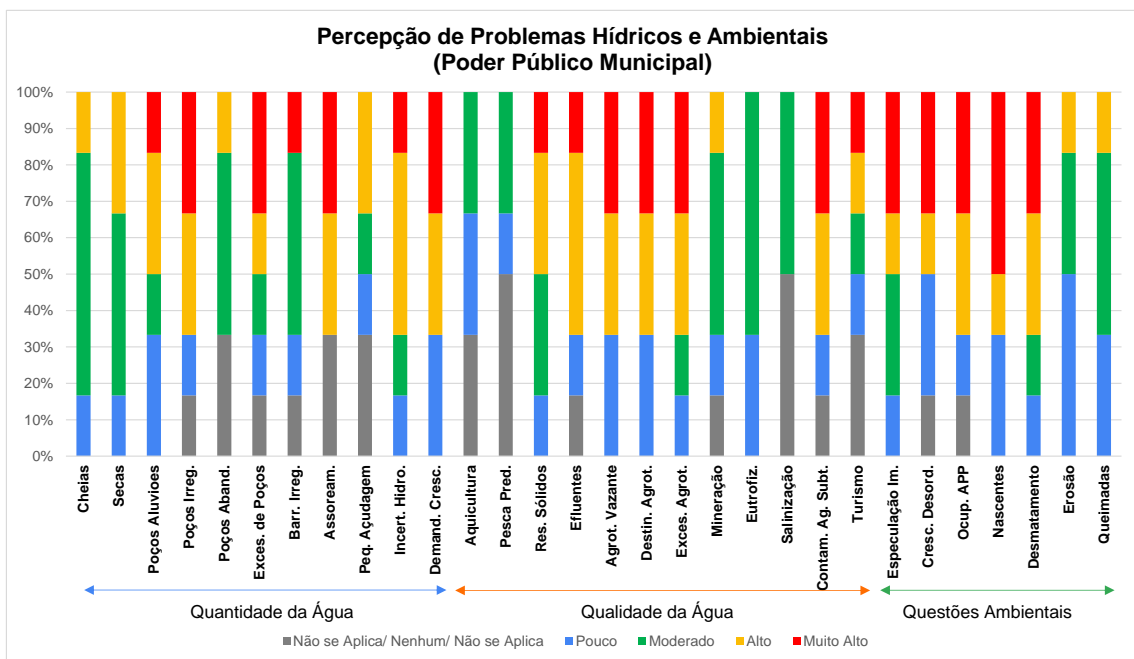


(b)

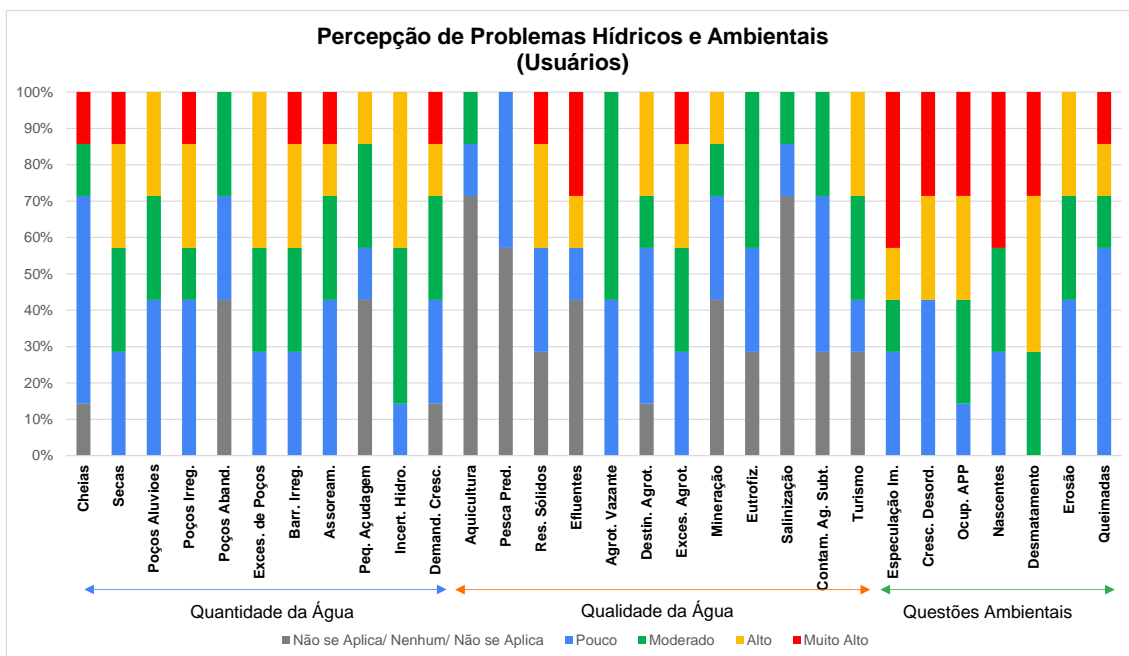




(c)



(d)



(e)

Além dos problemas hídricos e ambientais listados anteriormente, os membros dos comitês acrescentaram: a deterioração da barragem a montante do açude Jaburu I, criação de animais, em especial cavalos, à margem do citado reservatório e gerenciamento inadequado das propriedades pelos próprios donos que não percebem os efeitos negativos que causam ao meio ambiente.

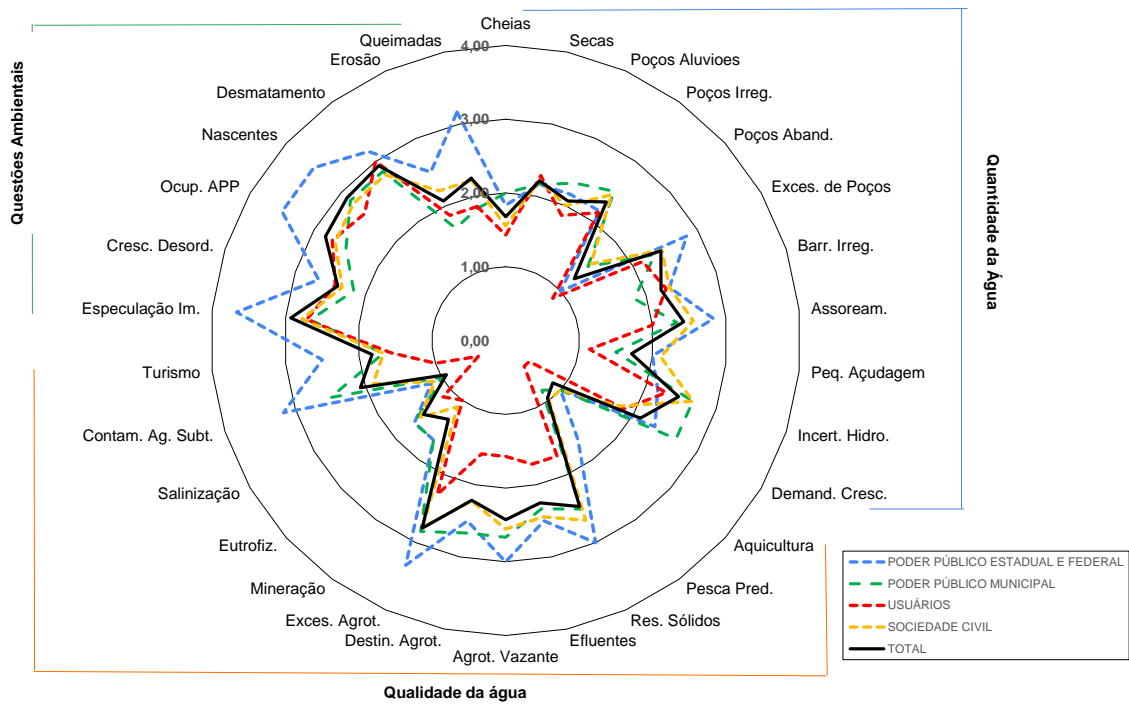


O mapeamento dos impactos ambientais e hídricos é apresentado em forma de gráfico radar (Figura 11.8) que permite para avaliar diferentes escolhas com base em diversas variáveis. Quanto mais próximo ao centro (0) menor a percepção e a percepção do problema vai aumentando a medida em que migra entre os valores de 2 a 4, sendo este último valor correspondente ao maior grau de percepção.

O mapeamento apresentado na Figura 11.8 - percepção dos problemas hídricos e ambientais - revela que a maior preocupação dos sujeitos da pesquisa gira em torno da especulação imobiliária que tem avançado sobre área de preservação permanente do açude Jaburu I e o problema da degradação das nascentes. Ambos os problemas possuem valores médios acima de 3,00, o que corrobora para percepção de incidência alta e muito alta. Quanto à questão da qualidade, constata-se que os usuários possuem baixa percepção dos problemas relacionados aos poços abandonados (apresenta um valor que varia entre 0 e 1). A pequena açudagem, mais especificamente, a construção de pequenos açudes a montante dos principais reservatórios da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, também apresentou baixa percepção. No aspecto da qualidade da água, os usuários não identificaram problemas desencadeados pela salinização e pela pesca predatória. Para os segmentos do poder público municipal e poder público estadual e federal, por exemplo, os itens uso excessivo de agrotóxicos, uso de agrotóxicos nas vazantes e a destinação inadequada dos resíduos sólidos são os problemas que sobressaem na sua percepção, muito embora também tenham sido lembrados pelos representantes dos outros setores. Mas embora possuam visões semelhantes quanto a ocorrência dos problemas na RHSI, diferem quanto ao grau de percepção. O poder público estadual e municipal mantem seu grau de percepção entre os valores 2 e próximo a 4. Enquanto que o maior grau de percepção do poder público municipal corresponde a 2,76. Mas quando se observa o quesito quantidade de água, o problema

demanda crescente, o poder público municipal possui maior percepção do que o poder público estadual e federal.

**FIGURA 11.8. PERCEPÇÃO DE PROBLEMAS HÍDRICOS E AMBIENTAIS.**



A pesquisa também buscou saber quais conflitos (11.9) - prováveis e existentes - entre usos e entre usuários referentes à alocação. A identificação desses problemas a partir da percepção dos membros do CBHSI é fundamental para o aprimoramento do gerenciamento dos recursos hídricos e para a busca da justiça alocativa. Em relação aos conflitos entre usos, destacou-se as disputas entre abastecimento humano e lazer com incidência muito alta e abastecimento humano e irrigação com alta ocorrência. Os conflitos entre abastecimento humano e piscicultura e abastecimento humano e pecuária alcançaram na escala likert pouca incidência.

Quando se observam os conflitos entre usuários, apenas os embates entre irrigação pública e privada, bem como conflitos dentro do mesmo setor de usuário- irrigantes- foram indicados com ocorrência muito alta, mas com um percentual pequeno de incidência quando se compara



com as outras graduações atribuídas. Nesta classe, o que se destacou com pouca ocorrência foram os conflitos de irrigantes entre si e destes com vazanteiros.

Em relação aos conflitos alocativos, a transferência de água para outro estado, no caso do Piauí que é previsto no marco regulatório que determina uma vazão de entrega, sobressaiu como um tipo de conflito com alta incidência na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

De modo geral, os conflitos entre abastecimento humano e lazer, bem como os conflitos desencadeados pela transferência de água para o estado do Piauí aparecem na Figura 11.9(a) com os maiores percentuais referentes a ocorrência muita alta dentre os demais. Os conflitos entre conservação de nascentes e propriedades particulares foram apontados na classe outros conflitos com incidência muita alta.

A percepção dos conflitos também foi analisada por segmentos que compõem o CBHSI (Figura 11.9b, 11.9c, 11.9d e 11.9e). O setor sociedade civil (Figura 11.9b) destacou que as disputas entre abastecimento humano e lazer –classe conflito entre usos -, irrigantes e irrigantes – classe conflito entre usuários- possuem na região hidrográfica ocorrência muito alta. Com alta incidência, este público identificou conflitos entre abastecimento humano – irrigação e transferência de água para outro estado. Já os conflitos que ocorrem pouco na região, destacaram-se quebra de acordo de alocação por parte dos usuários, abastecimento-pecuária, abastecimento humano – indústria e abastecimento-piscicultura.

Para o setor poder público estadual e federal (Figura 11.9c), o conflito que apresenta incidência muito alta e que se destaca em relação aos que receberam a mesma graduação é a transferência para o estado do Piauí, pertencente a classe conflito alocativo. A conservação das nascentes e propriedade privada (classe outros conflitos) foi indicada

com ocorrência moderada (67%) em termos percentuais mais expressivo do que muito alta e alta incidência. Os representantes desse setor também apontaram que conflitos entre comunidades tradicionais e especulação imobiliária – categoria outros conflitos - e abastecimento humano e irrigação- classe conflitos entre usos - apresentam alta ocorrência na região, cada um perfaz 33%.

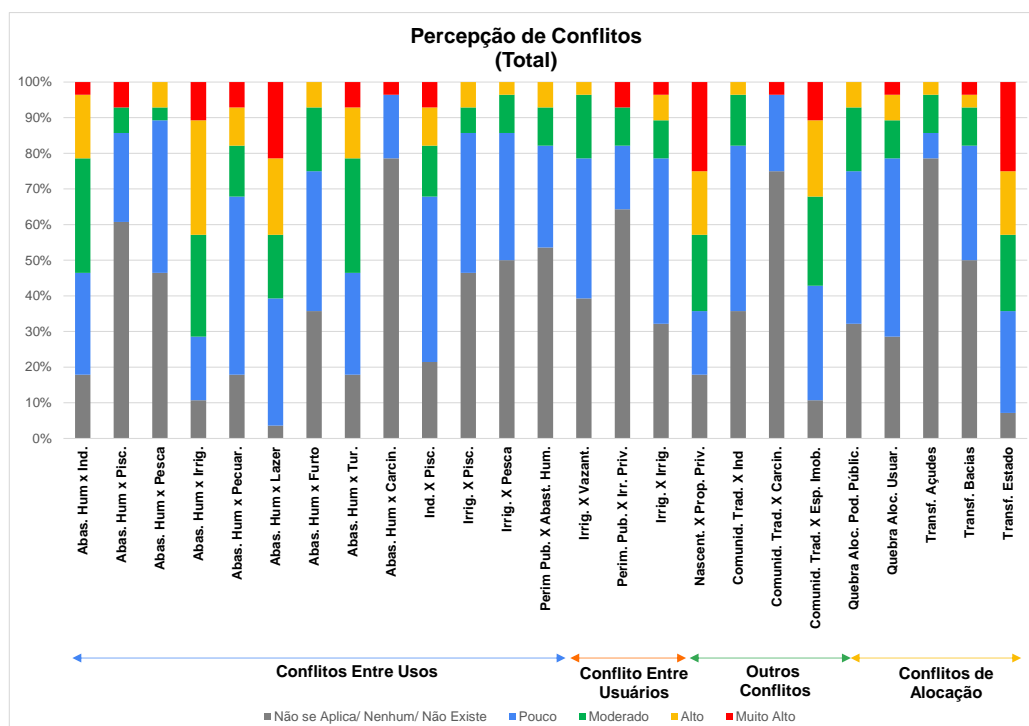
Na Figura 11.9d são apresentadas as percepções do poder público municipal quanto a ocorrência de conflitos na RHSI. Este setor atribuiu graduação muito alto para sete tipos de conflitos na categoria entre usos, outros conflitos e conflitos alocativos. Na categoria conflitos entre usos, foram indicados os conflitos do setor de abastecimento humano com os setores de irrigação, lazer e turismo, todos com percentual de 33%. Na categoria outros conflitos, aparecem os conflitos entre conservação de nascentes e propriedade privada, bem como o conflito estabelecido entre comunidades tradicionais e especulação imobiliária. A transferência para outro estado, na categoria outros conflitos alocativos completa o rol dos sete tipos de conflitos que possuem ocorrência muito alta na RHSI. Este conflito também foi percebido pelo poder público estadual e federal com ocorrência muito alta. A diferença está nos percentuais que cada setor atribuiu a essa mesma graduação. Para este último o percentual corresponde a 33% (Tabela 11.9c), enquanto que para o poder público municipal ele corresponde apenas 17% (Tabela 11.9.d).

O setor de usuário (Figura 11.9 e) apresentou como conflitos com incidência muito alta a transferência para o Piauí, a conservação das nascentes e propriedade privada, bem como as disputas entre abastecimento humano e lazer. Com alto nível de ocorrência, destacam-se comunidades tradicionais e especulação imobiliária - classe outros conflitos-, abastecimento humano e irrigação e abastecimento humano e indústria, ambos com 29% e estão

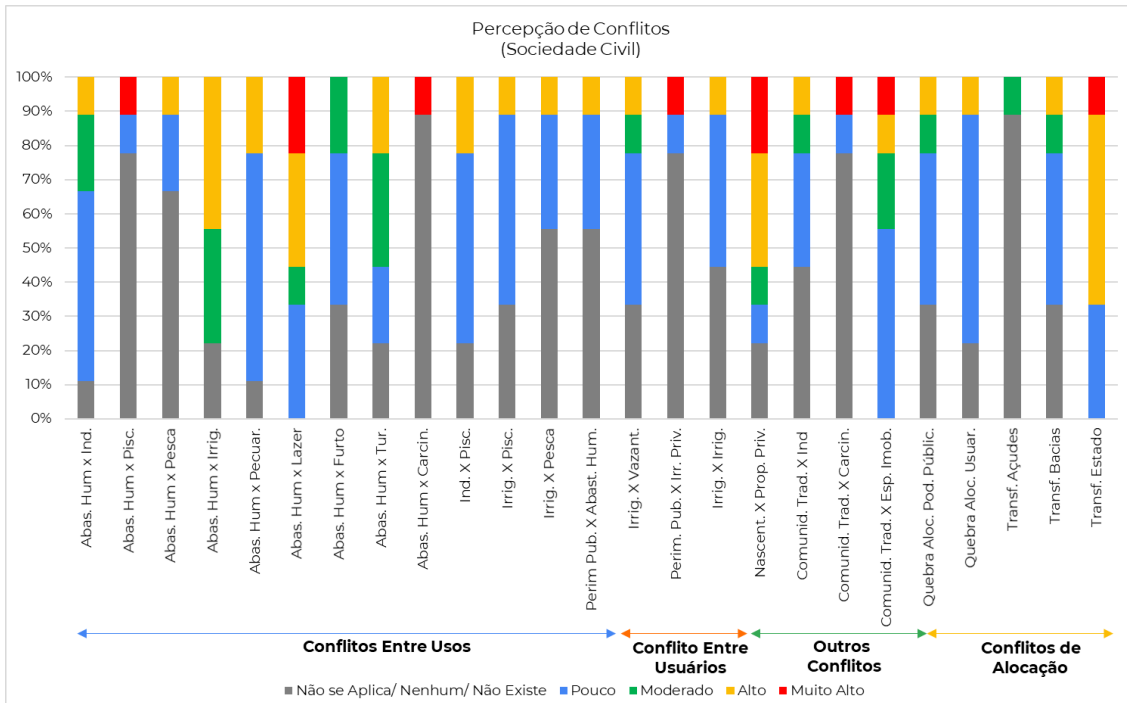
classificados como conflitos entre usos. Disseram ainda que conflitos entre irrigação-pesca, entre a mesma categoria – irrigantes e irrigantes – irrigação e piscicultura, abastecimento humano e piscicultura e, finalmente, abastecimento humano e pesca possuem pouca incidência ou são inexistentes. Nenhum desses conflitos listados anteriormente recebeu graduação “moderada”, “alta” ou “muito alta”.

Aos conflitos aqui listados, alguns membros do CBHSI acrescentaram problemas decorrentes da ausência de compensação ambiental, punição de infratores e regularização dos proprietários de terrenos situados às margens dos açudes e rios da região hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

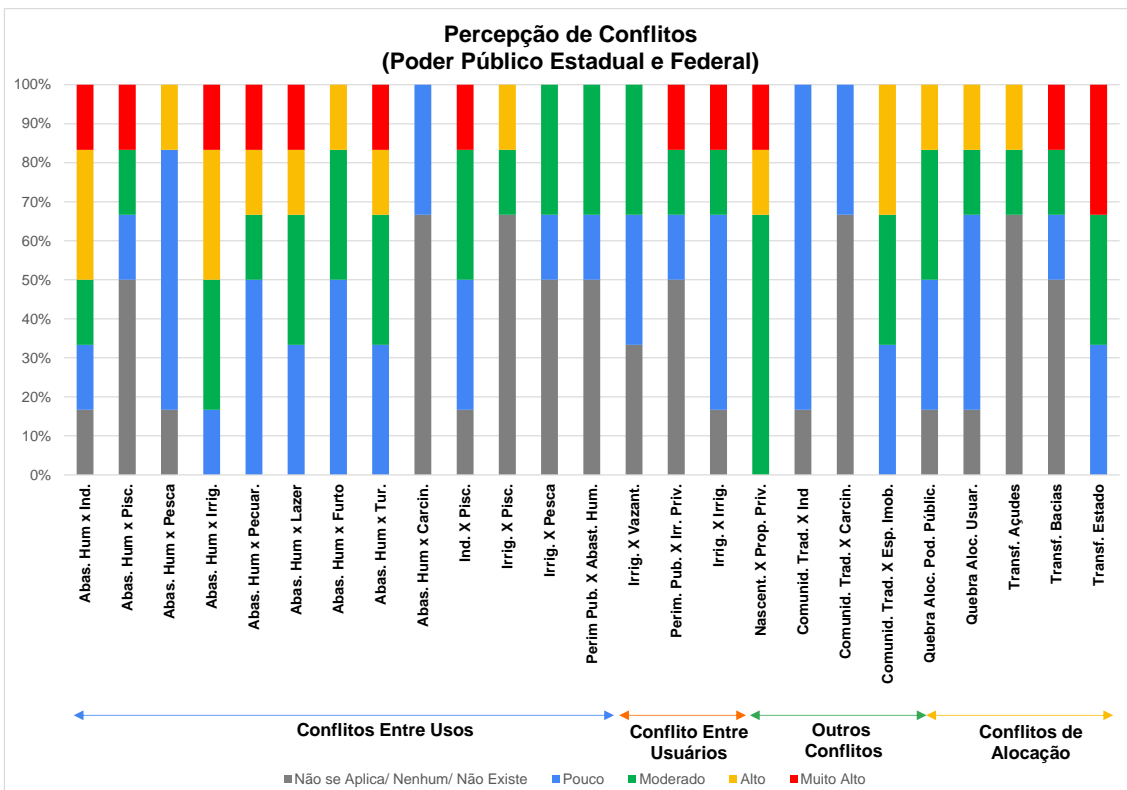
**FIGURA 11.9. PERCEÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS - PROVÁVEIS E EXISTENTES – PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E)USUÁRIOS.**



(a)

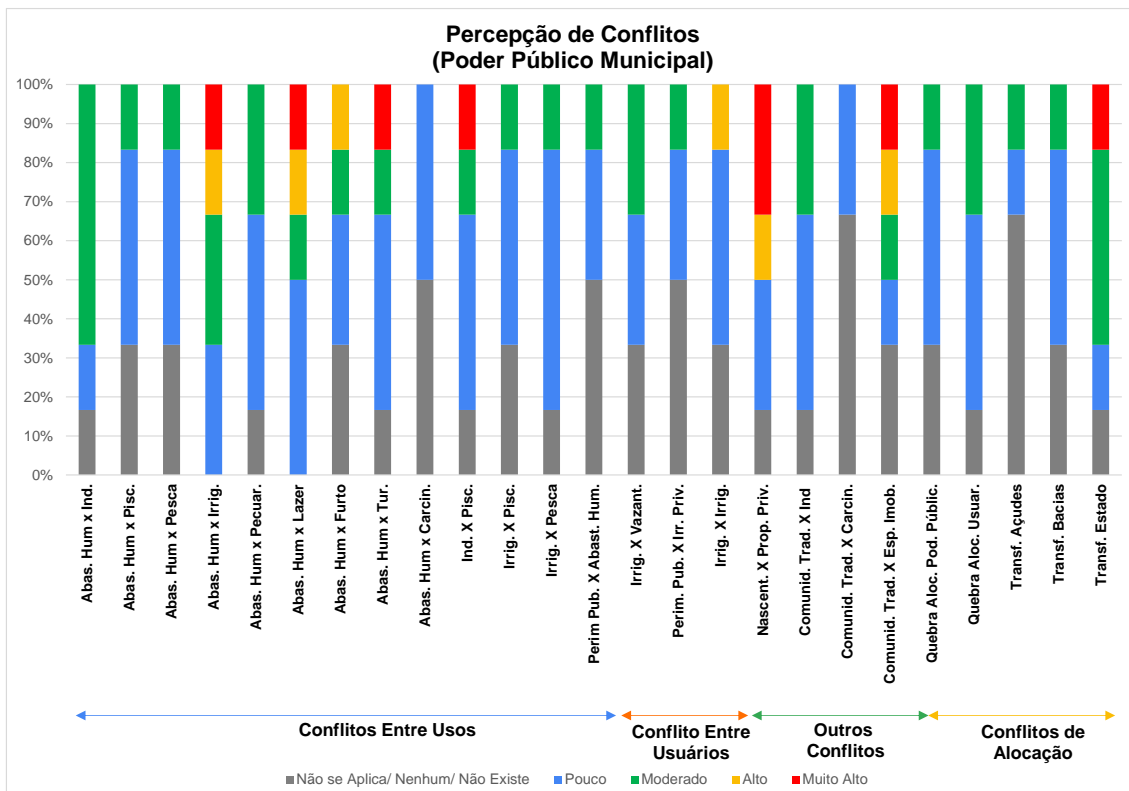


(b)

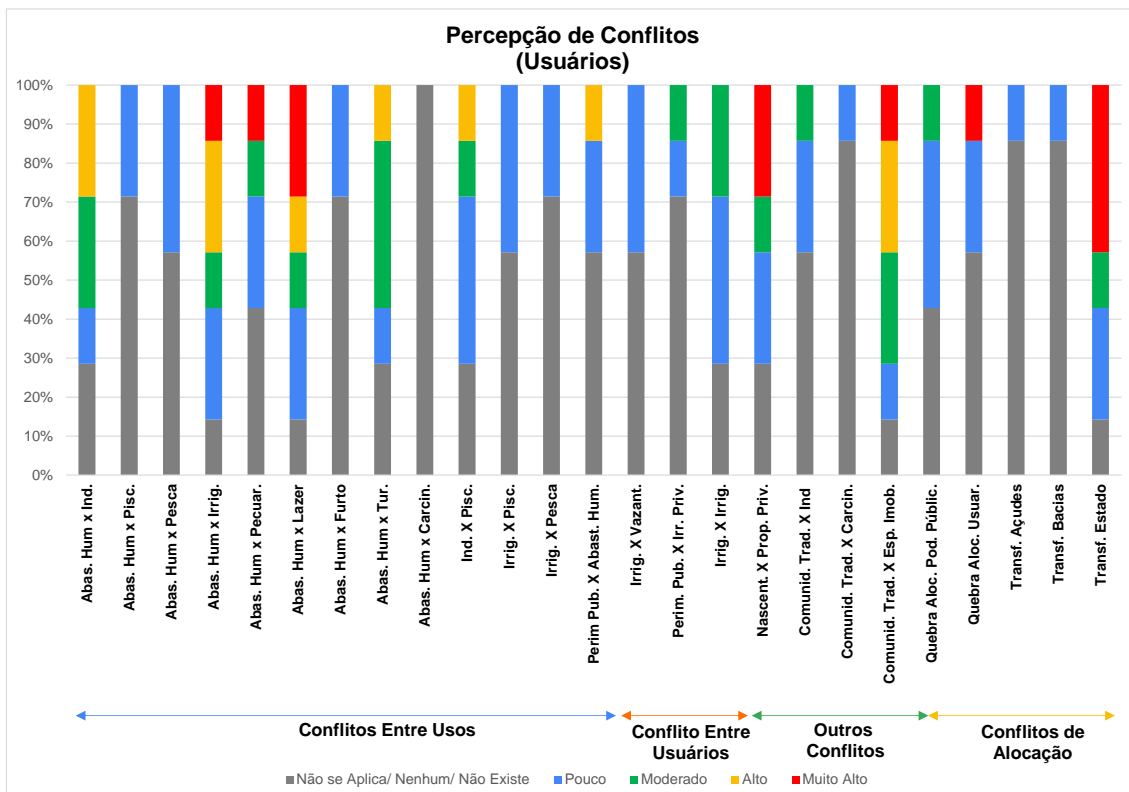


(c)





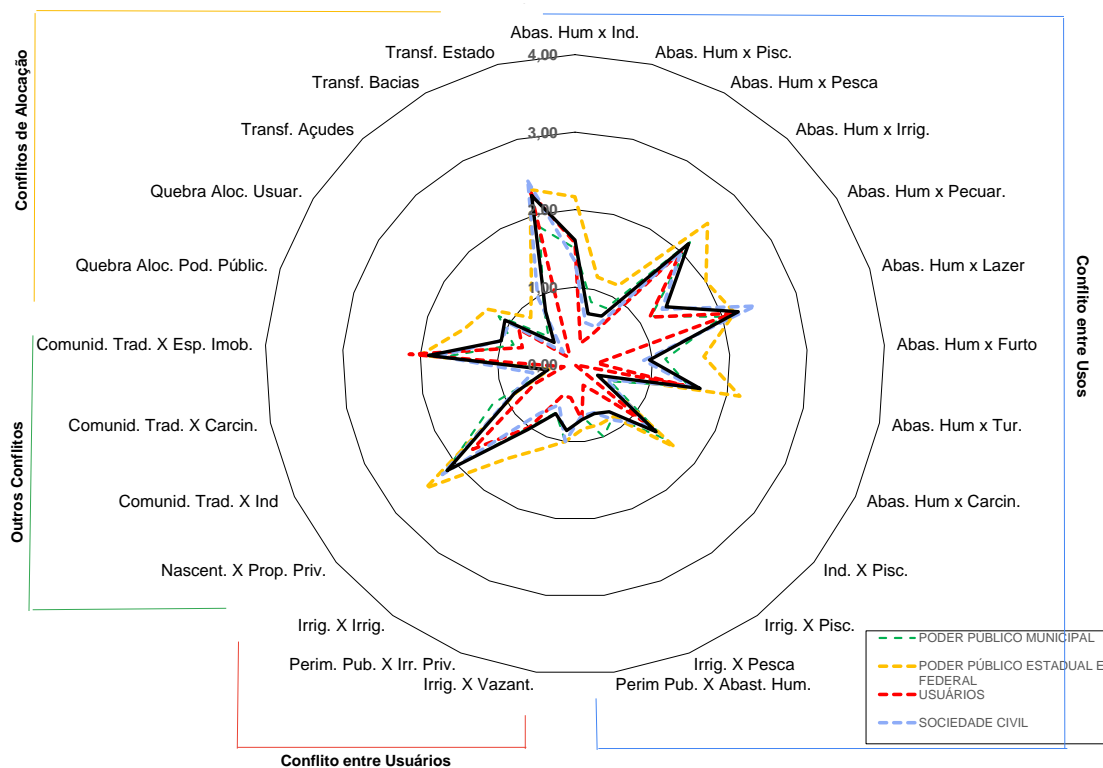
(d)



(e)

Quando se observa a Figura 11.10, conta-se que as disputas geradas entre a conservação das nascentes e a propriedade privada figura como o tipo de conflito que mais se destaca na percepção dos sujeitos da pesquisa. Em relação aos conflitos de alocação, a sociedade civil, o poder público estadual e federal, bem como os usuários apresentam percepções aproximadas no que diz respeito à transferência de água para o Piauí. Quanto aos conflitos entre usos, abastecimento humano e lazer apresentam maior percepção para o setor poder público municipal. Conflitos entre comunidades tradicionais e especulação imobiliária sobressaem na percepção dos usuários.

**FIGURA 11.10. MAPEAMENTO DA PERCEÇÃO DE OCORRÊNCIA DE CONFLITOS PELAS ENTIDADES DO CBH.**



Outro foco desta pesquisa foram os aspectos institucionais e gerenciais da região hidrográfica em estudo (Tabela 11.11a). Todas as questões listadas no questionário receberam algum nível de graduação quanto a sua ocorrência. A que recebeu maior pontuação quanto a uma incidência muito alta foram ações de manutenção e segurança de

barragem (açude Jaburu I). Inclusive a questão da segurança de barragem do Jaburu I impôs um aumento na vazão a ser liberada pelo processo de alocação de água, que em 2021 terá que atender as demandas da Região hidrográfica da Serra da Ibiapaba, o acordo de entrega de água para o Piauí preconizado no marco regulatório e a segurança hídrica em função de problemas identificados na barragem do açude em questão, conforme descrição apresentada no capítulo 9 deste diagnóstico.

Em seguida foi apontada a importância das comissões gestoras na alocação de água com ocorrência muito alta e alta que juntas perfazem 64% (Figura 11.11a). Entretanto, na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba não há nenhuma comissão gestora-criada ou em funcionamento - na medida em que o único açude monitorado é o Jaburu I, cujas decisões e acompanhamento são feitas pelo CBHSI.

Dos aspectos institucionais e gerenciais listados nesta pesquisa, a realização de capacitação apresenta alta incidência, seguidos do acesso aos dados do monitoramento qualitativo e dos impactos das decisões do CONERH na RHSI. Com pouco impacto, destacaram-se a interferência do judiciário e a deficiência na manutenção de equipamentos hidromecânicos.

O setor sociedade civil (11.11b) destacou como funcionalidade muito alta a importância das comissões gestoras na alocação de água. A outorga e a regularização dos usos apareceram como aspectos com alta percepção para 33% dos membros dos comitês. Ainda para este setor, 56% disseram que o cumprimento dos acordos da alocação negociada e a implementação da cobrança pelo uso da água bruta são moderados. Quanto a efetividade dos instrumentos de gestão, a implementação da outorga desponta como alta efetividade em relação às demais para o segmento do CBHSI em questão.

A Figura 11.11c reúne a percepção dos membros do CBHSI vinculados ao setor poder público estadual e federal. Em relação à efetividade dos instrumentos de gestão, destaca-se a implementação da outorga e o monitoramento – quantitativo e qualitativo – são vistos como instrumentos com alta efetividade. Na graduação percepção muito alta, sobressai o monitoramento quantitativo e a deficiência na manutenção e segurança de barragem quando se observa as graduações dadas aos demais aspectos institucionais e gerenciais listados na referida figura. Apenas a fiscalização teve a maior atribuição de pouca efetividade em relação aos demais instrumentos.

Para o setor poder público municipal, o cumprimento dos acordos de alocação e a deficiência na manutenção e segurança de barragem são percebidos com graduação muito alta. A interferência do judiciário tem pouca percepção para este setor do CBHSI que respondeu o questionário (Figura 11.11d).

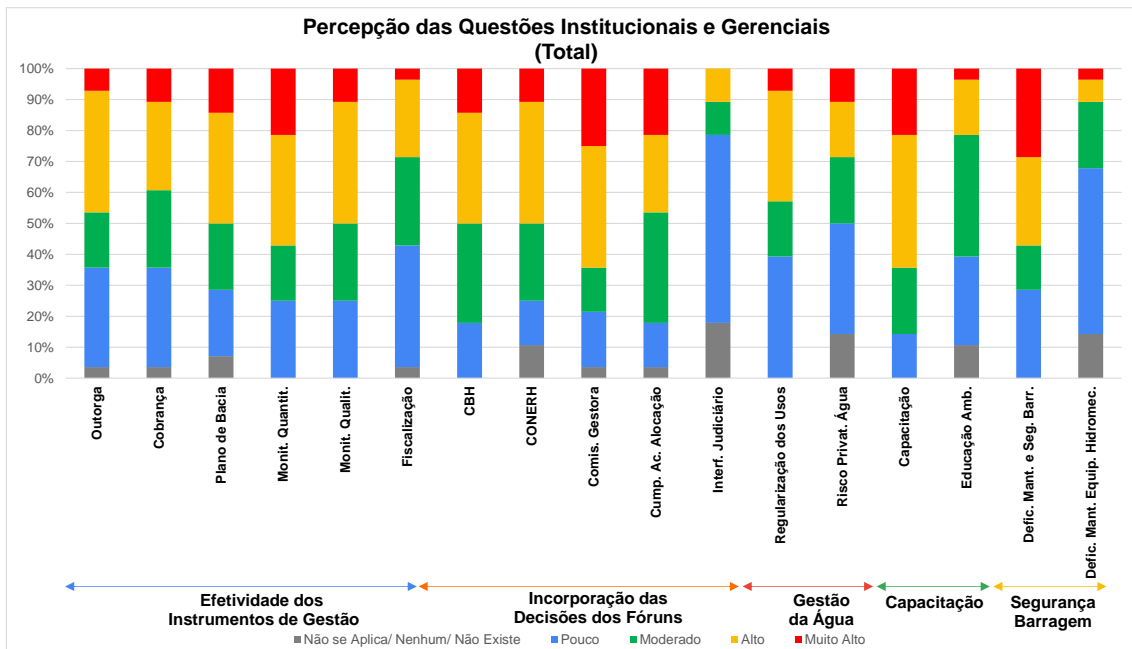
A percepção dos usuários (11.11e) sinaliza que a efetividade do monitoramento quantitativo em relação aos outros instrumentos apresentou maior grau, sendo classificada com muito alta (29%) e alta (43%).

Em relação a incorporação das decisões dos fóruns, observou-se que a incorporação das decisões e recomendações do CBHSI são consideradas muito alta (29%) e alta (57%). Com essa mesma classificação aparece a importância das Comissões Gestoras para a alocação, mas, como dito anteriormente, nesta região não há registro de nenhuma.

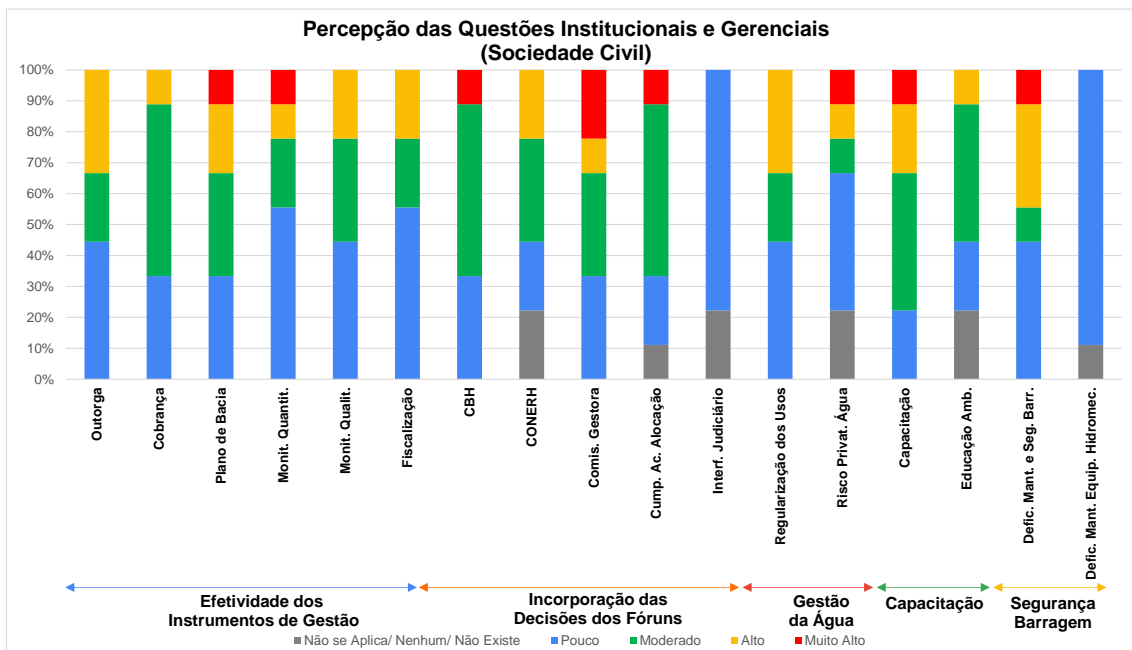
Em relação a segurança da barragem, a deficiência na manutenção dessas obras varia entre moderada, alta e muito alta, cada uma com percentual de 29% (Figura 11.11e).



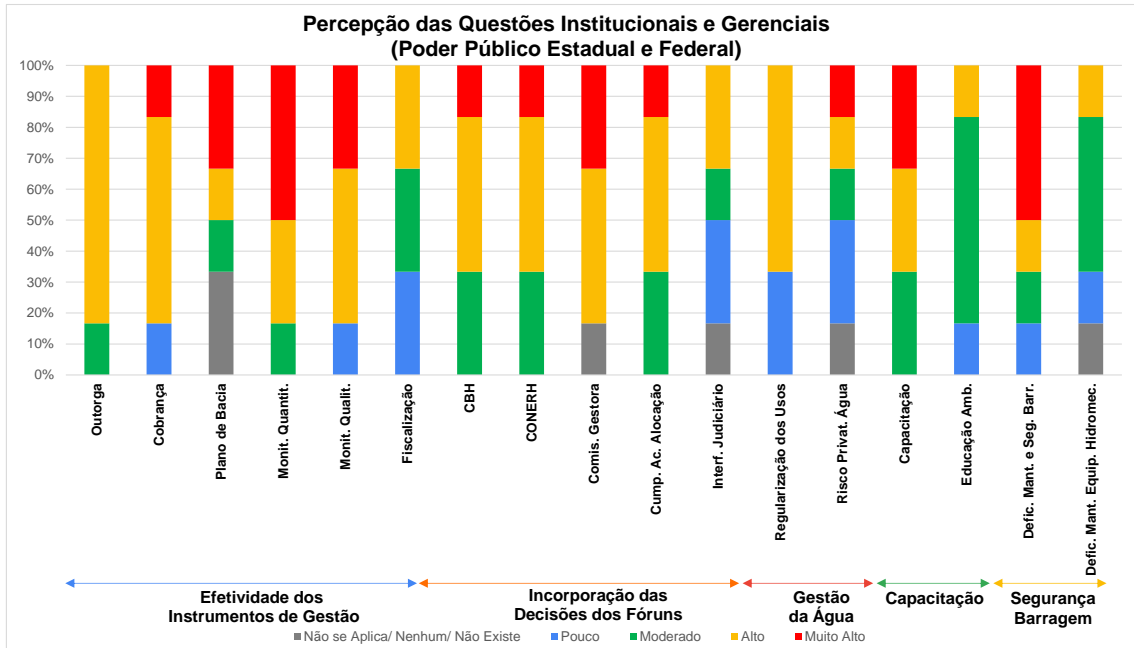
**FIGURA 11.11. PERCEÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI. (A) TOTAL; (B) SOCIEDADE CIVIL; (C) PODER PÚBLICO ESTADUAL E FEDERAL; (D) PODER PÚBLICO MUNICIPAL; (E) USUÁRIOS.**



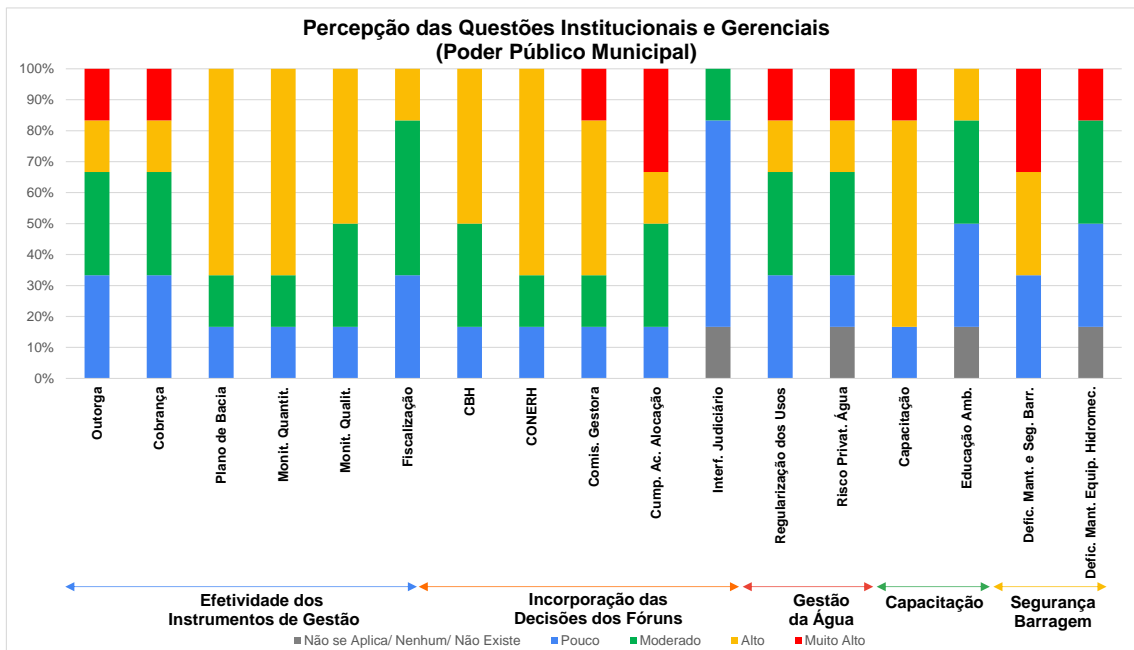
(a)



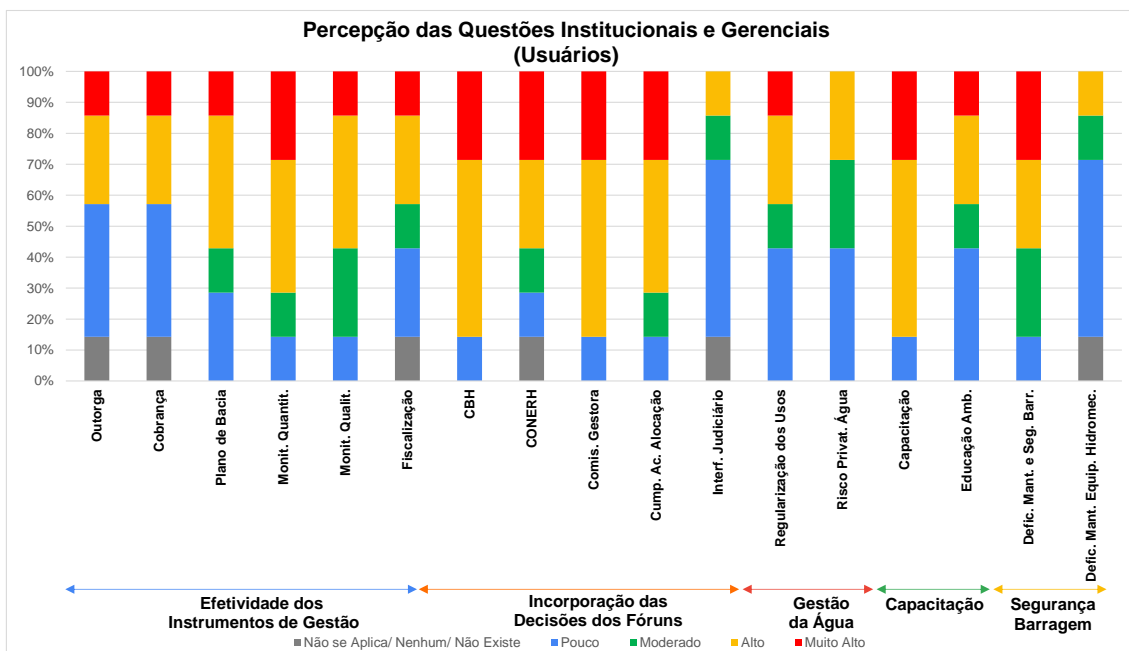
(b)



(c)



(d)

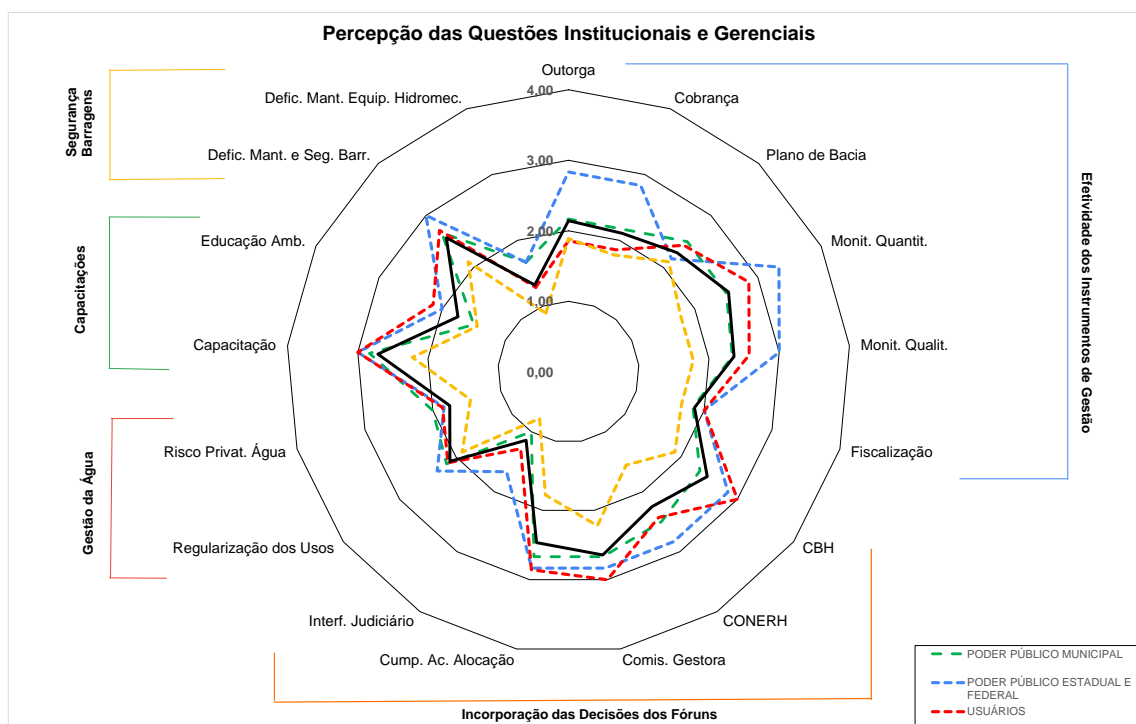


(e)

Na Figura 11.12, ao observar o grupo efetividade dos instrumentos de gestão, constata-se que poder público estadual e federal possui maior percepção dentre os outros setores quando se trata do monitoramento quantitativo e qualitativo, enquanto que a sociedade civil mostrou baixa percepção para este item. A graduação dos setores pesquisados é distinta quando se trata do cumprimento dos acordos de alocação. Neste item, os usuários e o poder público estadual e federal percebem maior incorporação do que a sociedade civil das decisões tomadas nos fóruns de participação pública. Por outro lado, a interferência do judiciário apresenta baixa percepção para todos os grupos, em especial para a sociedade civil. Esta baixa percepção pode estar associada a não solução de conflitos quando são feitas as denúncias. A percepção do poder público municipal e dos usuários quanto à realização de capacitações estão representadas em linhas muito próximas no gráfico radar, revelando uma percepção acentuada quanto a este quesito. Enquanto que a sociedade civil apresenta uma percepção menor quando se compara com os outros setores.

Em relação à educação ambiental, a sociedade civil tem uma percepção menor se compararmos com os demais grupos. Entretanto, não significa que secundarizem este tipo de atividade. O item deficiência na manutenção e segurança de barragem é percebido por todos os grupos, tendo a maior percepção o poder público municipal, seguido do setor de usuários.

**FIGURA 11.12. MAPEAMENTO DA PERCEPÇÃO DOS ASPECTOS INSTITUCIONAIS E GERENCIAIS PELOS MEMBROS DO CBHSI.**



Além das questões de percepções descritas anteriormente, os sujeitos da pesquisa foram 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 deste instrumento de gestão por propiciar planejamento dos usos dos recursos hídricos e a previsão de estratégias pensadas a partir de um melhor conhecimento da realidade da região, destacando suas potencialidades e fragilidades. Além do mais, contribui para que a água seja garantida para a população e para os demais usos, desde que observadas a priorização



e o manejo sustentável dos recursos hídricos. Isso porque fomenta a distribuição de forma racional para todos os setores, ao estabelecer diretrizes para a demanda.

Eles afirmaram ainda que o plano de bacia promove o gerenciamento, o acompanhamento e monitoramento da política de Recursos Hídricos na região hidrográfica da Serra da Ibiapaba, além de fortalecer o Comitê e oferecer ações de mitigação para os conflitos existentes.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia, informando quais ações gostariam que fossem contempladas. Eles listaram ações e temáticas que esperam que sejam discutidas e incorporadas neste instrumento de gestão, a saber:

- Aumento do assoreamento da bacia hidráulica do açude Jaburu I;
- Redução da degradação de nascentes dos rios contribuintes do Jaburu;
- Proteção das nascentes;
- Diagnóstico dos usos principais;
- Ações para nortear as tomadas de decisões em tempos de crises;
- Definição de protocolos de segurança para o abastecimento, além de buscar gatilhos para implementar a disposição da água de garantia ao uso geral;
- Recuperação de nascentes e matas ciliares;
- Ações de educação ambiental;
- Regularização de pequenas e médias barragens;
- Desapropriação de imóveis construídos nas margens do açude Jaburu I;

- Instalação do aterro sanitário;
- Coleta seletiva e reciclagem em todos os municípios;
- Prioridade para construção do Açude Lontras;
- Instalação da polícia ambiental nos municípios;
- Universalização do saneamento básico na bacia;
- Instalação da gerência regional da COGERH na Ibiapaba;
- Instalação da SEMACE na Ibiapaba;
- Monitoramento do uso de contaminantes da água e do uso irregular das margens do açude;
- Fiscalização e punições mais rígidas diante de crimes ambientais cometidos;
- Diretrizes de alocação e vazões seguras;
- Mais autonomia na resolução dos problemas por parte do comitê;
- Sustentabilidade da bacia em longo prazo;
- Estudos das reais condições que se encontra nossa bacia hidrográfica;
- Mapeamento das nascentes;
- A proteção dos recursos hídricos diante da especulação imobiliária;
- Controle da quantidade de resíduos (agrotóxicos, efluentes, resíduos sólidos);
- Ações que minimizem ou evitem desperdício;
- Monitoramento do açude Jaburu I e
- Incentivo a todas as áreas consumidoras da água sem que haja uma área mais beneficiada que outra.



Percebe-se que há uma grande expectativa em relação às ações que o plano deve contemplar, algumas extrapolam o que efetivamente o órgão de gerenciamento e o CBHSI podem fazer. Contudo, elas convocam outras instituições que não compõem o SIGERH e que são responsáveis por tais questões. Prática, inclusive, já acionada pelo CBHSI ao buscar soluções para os problemas de ocupações irregulares em torno dos corpos hídricos da região.

Na verdade, todas são questões extremamente relevantes e a sua não observação ou a não resolução do problema impactam os recursos hídricos e as pessoas que deles dependem para viver ou trabalhar, além dos serviços ambientais que eles proporcionam. Por outro lado, as questões ambientais ocupam o centro das expectativas e revelam-se como aspectos fundamentais para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos da região.

A listagem das respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa evidencia a disposição dos atores sociais para contribuir com melhoria da sua região, aperfeiçoamento do gerenciamento dos recursos hídricos e reforçam que o processo de elaboração deva primar pela participação, evidentemente que sem desconsiderar as contingências impostas pela Covid-19.

## 12 REFERÊNCIAS

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

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Relatório Anual de Segurança de Barragens 2020**/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2020/rsb-2020.pdf>. Acesso em 24 jun 2021.

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana\\_manual\\_de\\_usos\\_consuntivos\\_da\\_agua\\_no\\_brasil.pdf/view](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf/view). Acesso em 24 jun 2021.

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **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>. Acesso em 24 jun 2021.

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.

ALLEN, R. G.; et al. **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56**. Fao, Rome, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 2013, pp. 711-728

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Aerogeradores. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>. Acesso em 15 jun 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.

BARBOSA, F.L.A. **Teores semitotais de metais pesados na fração orgânica de solos da região de Ibiapaba, Ceará.** Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Fortaleza. 2020. 93p.

BOUTY, Maria Mires Marinho et al. **PROCESSO DA DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI LONGÁ.** XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014. Disponível em: <http://eventos.abrh.org.br/xiisrhn/anais/papers/PAP018261.pdf>. Acesso em: 20/06/2021.

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, Ricardo de Lima. **Geodiversidade do estado do Ceará /** Organização Ricardo de Lima Brandão [e] Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113296/1/Geodiv ersidade-p37.pdf>. Acesso em 20 jun 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> . Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em 26 mai 2021.

BRANDÃO, R. L. & FEITOSA, F. A. C. **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, 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> . Acesso em 26 mai 2021.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Inhamuns Crateús** – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 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>. Acesso em 20 jun 2021.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Serra da Ibiapaba** – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 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>. Acesso em 20 jun 2021.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p. Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/> Acesso em 21 jun 2021.

BRASIL. Lei N° 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 jun 2021.

BRASIL. Lei N° 8.629/1993 - **Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8629.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm). Acesso em 21 jun 2021.

BRASIL. Lei n° 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 n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989**, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em 21 jun 2021.

BRASIL. Lei n° 8.629 de 25 de fevereiro de 1993. **Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal**.

Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 fev, 1993. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8629.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm). Acesso em 20 jun 2021.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em <<http://portal.in.gov.br/>> Acesso em: 20 jun 2021.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Mapa Geológico do Estado do Piauí.** 2. ed. Teresina, 2006a.

BRASIL. **Mapas estaduais de geodiversidade: Ceará.** Rio de Janeiro: CPRM.

2006b. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. Acesso em: 19 jun 2021.

BRASIL. **Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo: Nota técnica.** / João Alberto Oliveira Diniz, Adson Brito Monteiro, Robson de Carlo da Silva, Thiago Luiz Feijó de Paula. - Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. 45p. il. 3 mapas, color., 1,78 cm x 91.00 cm. Escala 1:5.000.000.

BUECHE, Thomas; VETTER, Mark. **Simulating water temperatures and stratification of apre-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.

CASTRO, I.C. **O mito da Necessidade.** Rio de Janeiro, Bertrand, 1992.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos.

**Caderno da bacia hidrográfica da Serra da Ibiapaba** [livro eletrônico]. Fortaleza: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, INESP, 2021. Disponível em: <http://www.al.ce.gov.br/index.php/todas-as-publicacoes-inesp/category/99-programa-do-conselho-de-altos-estudos-e-assuntos-estrategicos-pactos>. Acesso em 20 mai 2021.



CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional das Bacias Poti-Longá/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, Fortaleza: INESP, 2009. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Bacia-do-Poti-Longa1.pdf>. Acesso em 20 mai 2021.

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.

CEARÁ. **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.

CEARÁ. **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.

CEARÁ. **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.

CEARÁ. **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.

CEARÁ. **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. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016. Disponível em: <https://www.cgее.org.br/documents/10182/734063/DesertificacaoWeb.pdf>. Acesso em 20 jun 2021.

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>. Acesso em: 20/06/2021.

CODEVASF. [Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba]. **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.

COELHO FILHO, J. A. P.; MELO, D. C. R.; ARAÚJO, M. L. M. **Extremos Intense rainfall study of Goiânia/GO by modeling maximum annual events using Gumbel and Generalized Extreme Value distributions.** *Ambiência*, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 75-88, 2017. GNI Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia>. Acesso em 20 jun 2021.

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.** Fortaleza, Agosto, 2011.

COGERH. **Seminário de integração pró-comitês da bacia hidrográfica dos Sertões e Crateús e da Serra da Ibiapaba,** Fortaleza, 2011(a).

COGERH. **Relatório Anual de Segurança de Barragens 2020.** Fortaleza, 2020.

COGERH. **Relatório Diagnóstico da Alocação Negociada de Água – Projeto Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos.** Fortaleza, 2021(b).

COGERH. **Relatório N° 06/2016/GESIN, Resumo Técnico – Barragem Jaburu I.** Fortaleza, 2016.

COGERH. **Barragem Jaburu I/Plano de Segurança da Barragem.** Vol. 5 Revisão Periódica de Segurança, Fortaleza, 2021.

CPTEC/INPE. INFOCLIMA. **BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS,** Ano 15, N. 4, 2008. Disponível em: [http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr\\_2008.shtml](http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml). Acesso em 19 jun 2021.

CRUCIANI, D. E.; MACHADO, R. E.; SENTELHAS, P. C. **Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba,** SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 1, p. 76-82, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415>. Acesso em 20 jun 2021.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (Fortaleza, CE). **Dados climatológicos: Estação de Tianguá**, 1997. Fortaleza: Embrapa CNPAT/FUNCEME, 1998. 12p. (Embrapa-CNPAT. Boletim Agrometeorológico, 12).

FIGUEIREDO, M.A. **A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas)**. Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, Fortaleza: 1997, 65p.

FONTENELE, Alexandre de. **Proposta Metodológica de Avaliação de Riscos em Barragens do Nordeste Brasileiro: estudo de caso Barragens do Ceará**. 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, 2007.

FUNCEME. **Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre o Nordeste**. 2014. Disponível em <http://www.funceme.br/?p=967>. Acesso em 20 jun 2021.

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.

Gondim, R., Silveira, C., de Souza Filho, F., Vasconcelos, F., & Cid, D. (2018). **Climate change impacts on water demand and availability using CMIP5 models in the Jaguaribe basin, semi-arid Brazil**. Environmental Earth Sciences, 77(15), 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7723-9>. Acesso em: 16 de junho de 2021.

HIRSCHMAN, A. O. **Política econômica na América Latina**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura s/A, 1969.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de vegetação do Brasil**. 3ª ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: 2004. Disponível em <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas\\_e\\_Mapas/Mapas\\_Murais/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/)>. Acesso em: 20 jun 2021.

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**, Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em 19 jun 2021.

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

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Produção Agrícola Municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 19 jun 2021.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 19 jun 2021.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 27 jun 2021.

IPECE. **Indicadores Econômicos do Ceará 2020**. Cavalcante A. L.; Suliano, D. I. C. Paiva; W. de L. Trompieri Neto; Pontes, N. P. A. C.; Lima; R. Soares. Fortaleza – CE, 2020. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/12/Indicadores\\_Economicos2020.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/12/Indicadores_Economicos2020.pdf). Acesso em 19 jun 2021.

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 jun 2021.

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

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. **Saneamento**. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 17 jun 2021.



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

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Renda. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em 17 jun 2021.

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

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. **Indústria.** Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em 20 jun 2021.

MACEDO, H. **História da água no Nordeste.** In: Seminário da Câmara dos Deputados, 2010.

IBGE - EMBRAPA - Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2001 - Escala 1:5.000.000. Disponível em [http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php). Acesso em 20 jun 2021.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, A. E.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro,** In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. da S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, Campina Grande: INSA. 2011. p. 383-422.

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.

MENESCAL, Rogério de Abreu. **Gestão de Segurança de Barragens no Brasil – Proposta de um Sistema Integrado, Descentralizado, Transparente e Participativo.** 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, 2009.

MOURA-FÉ, M. M. **Planalto, cuesta, glint: a Geomorfologia da Ibiapaba Setentrional (região noroeste do Ceará, Brasil)**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 6, p. 1846-1858, 2017.

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.

NÓBREGA, R. S. **Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.3, n. 1, 2010, pp. 18-22.

NOGUEIRA et al. **Coefficiente de Cultivo e Lâminas de Irrigação do Maracujazeiro Amarelo nas Condições Semiáridas**. (Artigo - II Inovagri International Meeting), 2014.

OLIVEIRA et al. **Manejo da Irrigação na Produção Integrada do Cajueiro-anão precoce**. Embrapa. 7p. (Circular Técnica, 15). Fortaleza, 2003.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w12030834>. Acesso em 20 jun 2021.

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.

SANTOS, F. de A. **Resiliência ambiental a secas e a inundações na sub-Região 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

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

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.

SANTOS, F. de A. dos. **Resiliência ambiental a secas e a inundações na sub-Região 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, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia. Fortaleza, 2019. 268p.

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.

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

SNIS [Sistema Nacional de Informações para Saneamento]. Painel de informações sobre saneamento. Disponível em: [http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-agua](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua) Acesso em 20 jun 2021.

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

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.

SRH/Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **Plano Estadual de Recursos Hídricos. Diagnóstico.** Vol. 1. Fortaleza: SRH, 1992.

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

SOUZA FILHO, F. A. de. **História da Alocação de água no Ceará.** Relatório: Projeto Alocar. 2021b.

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

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012.** 2. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: [https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS\\_mioloWEB.pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/AMAZONAS_mioloWEB.pdf). Acesso em 16 jun 2021.

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.