

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO CEARÁ

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



CEARÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADOR

Camilo Sobreira de Santana

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

João Lúcio Farias de Oliveira
Presidente

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento

Roberto Bruno Rebouças
Diretor de Operações

Denílson Marcelino Fidelis
Diretor Administrativo-Financeiro



COMITÊ DE BACIA

DIRETORIA CBHSC

PRESIDENTE

Antonia Nilce Pereira de Souza

VICE-PRESIDENTE

Enoch Saboia Coutinho

SECRETÁRIO

Cícero Lacerda de Deus

SECRETÁRIO ADJUNTO

Francisco Teobaldo Gonçalves Marques



COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

Associação Comunitária de Malhada Vermelha e Região

Titular: Manoel Lacerda Loiola

Suplente: Antônio Eric da Silva Pinto

Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Grotá

Titular: Raimundo Cassimiro de Sousa

Suplente: Marinho da Silva Oliveira

Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal – ASSUSA

Titular: Francisco Teobaldo Gonçalves Marques

Suplente: Francisco Teobaldo Gonçalves Marques

Associação dos Vazanteiros de Independência/CE

Titular: Antônia Alvina de Araújo

Suplente: Maria da Piedade Pereira da Silva

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

Titular: José Ribamar do Nascimento

Suplente: Antônio Alexandre Albuquerque

Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará - CAGECE

Titular: Francisco Fernando de Amorim Silva

Suplente: Lucicleide Maria da Silva

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

Titular: Raimunda Gomes Marinho Sampaio

Suplente: Antonio Sérgio Marques da Silva

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Iraporanga

Titular: Teovane Rodrigues de Sousa

Suplente: Vanessa Barros Pereira

Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR

Titular: Sônia Maria Ximenes Aragão Sales

Suplente: Antônio Marcos Diogo Leitão

SOCIEDADE CIVIL

Área Pastoral Nossa Senhora do Bom Sucesso

Titular: Antônio Adonys Farias Sobrinho

Suplente: Maria Socorro Sampaio Carvalho

Associação Caatinga

Titular: Gilson Miranda do Nascimento

Suplente: Antônio Olavo Vieira das Chagas

Associação dos Professores de Independência – APROFI

Titular: Antonia Nilce Pereira de Souza

Suplente: Paulo Eduardo Gomes Coutinho

Cáritas Diocesana de Crateús – CDC

Titular: Jair Marciel de Melo

Suplente: Edevaldo Melo Ribeiro

Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Estado do Ceará – FETRAECE

Titular: Brás Sousa Rodrigues

Suplente: Maria Aparecida Soares de Souza

Instituto Agropolos do Ceará

Titular: José Edivaldo Rodrigues Melo

Suplente: Katherine Cavalcante de Azevedo Aragão Albuquerque

Sindicato dos Servidores Públicos Municipais de Independência

Titular: Euclídia Cordeiro Santiago de Paiva

Suplente: Rosilene Gonçalves de Oliveira

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

Titular: Francisco Pinheiro do Nascimento

Suplente: João Silva de Macedo

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

Titular: José Oliveira Ribeiro

Suplente: Marcos Aurélio Alves Santos

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Prefeitura Municipal de Crateús

Titular: Marcelo Ferreira Machado

Suplente: Lourismar Oliveira Gomes

Prefeitura Municipal de Independência

Titular: José Rogério Bezerra Pacífico

Suplente: José Yuri Freire Farias

Prefeitura Municipal de Novo Oriente

Titular: Enoch Saboia Coutinho

Suplente: Alonso Alves da Silva

Prefeitura Municipal de Poranga

Titular: Jaeger Holanda Pinho

Suplente: Antônio Cristovam Alves Melo

Prefeitura Municipal de Quiterianópolis

Titular: Cícero Lacerda de Deus

Suplente: Antônio Rodrigues de Souza

Prefeitura Municipal de Tamboril

Titular: Edmilson Rodrigues de Araújo

Suplente: Francileuda Ambrósio Melo

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

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

Titular: Leandro Aguiar de Oliveira

Suplente: José Orlando Soares Oliveira

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS

Titular: VACÂNCIA

Suplente: VACÂNCIA

Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará – EMATERCE

Titular: Edivaldo Costa dos Santos

Suplente: Lindinalva Oliveira da Cunha

Secretaria de Recursos Hídricos - SRH

Titular: Márcia Soares Caldas

Suplente: Carlos Magno Feijó Campelo

Secretaria do Meio Ambiente do Ceará – SEMA

Titular: Tatianna Karinne Angelo Ferreira

Suplente: Doris Day Santos da Silva



COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

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

SECRETARIA-EXECUTIVA

GERÊNCIA REGIONAL DE CRATEÚS E SERRA DA IBIAPABA

GERENTE

Francisco Rodrigues Pessoa dos Santos Júnior

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Ewerton Torres Melo

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Helder Horácio de Lucena



EQUIPE DE EXECUÇÃO

COORDENAÇÃO GERAL

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento da COGERH

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

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

FUNCAP-UFC

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

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

COGERH

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

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



SUMÁRIO

MENSAGEM DO SECRETÁRIO	3
MENSAGEM DA COGERH	5
1 APRESENTAÇÃO.....	7
2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	9
2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica.....	13
2.2 Aspectos Físicos	25
2.3 Clima.....	39
2.4 Estações Pluviométricas.....	45
2.4.1 Regime Pluviométrico	48
2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica	51
2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica	53
2.5 Estações Fluviométricas	61
2.6 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos.....	65
3 DEMANDA ATUAL.....	74
3.1 Vazões outorgadas	74
3.2. Demanda Hídrica Calculada pela Agência Nacional das Águas .	83
3.3 Demanda Instalada.....	85
3.3.1. Abastecimento Humano	86
3.3.2. Irrigação.....	87
3.3.3. Dessedentação Animal.....	92
3.3.4. Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados.....	95
4 OFERTA HÍDRICA.....	98
4.1 Aspectos Quantitativos	98
4.1.1 Águas Superficiais	98
4.1.2. Águas subterrâneas.....	107
4.2 Aspectos qualitativos.....	115
4.2.1. Água Superficial	115
4.2.2. Água Subterrânea.....	119
5 BALANÇO HÍDRICO	121
6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS.....	124

6.1 Eventos extremos de seca.....	126
6.1.1 Análise da Vulnerabilidade às Secas	126
6.1.2 Avaliação das secas ocorridas na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.....	130
6.2 Eventos extremos – Cheias	136
7 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	142
8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL	156
8.1 Política Nacional de Recursos Hídricos.....	156
8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos.....	158
8.3 O processo da divisão da bacia hidrográfica do Poti-longá	169
8.4 Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões dos Crateús.....	171
8.4.1. Câmaras Técnicas.....	177
8.4.2. Comissões Gestoras (CG)	180
9 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS	183
10 REFERÊNCIAS	199

MENSAGEM DO SECRETÁRIO

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 no plano estadual e de planos anteriores, nascem os Planos de Recursos Hídricos de Bacias 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, 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 bacias hidrográficas do Ceará.

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

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

O contexto de baixa disponibilidade hídrica e de ocorrência de rios intermitentes, associados à crescente demanda de água, principalmente para abastecimento humano e irrigação, e à poluição decorrente da precária infraestrutura de saneamento das cidades e/ou de efluentes decorrentes de atividades produtivas, tornam a gestão da água na 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

O **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús** é um documento técnico contendo as características físicas, socioeconômicas e ambientais da bacia hidrográfica, com um prognóstico e uma programação das ações a serem realizadas na bacia. Ele compõe-se de três documentos: **Diagnóstico, Prognóstico e Planejamento**. Em cada uma dessas etapas será elaborado um documento técnico que, após aprovação pelo Comitê de Região Hidrográfica, serão compilados para a elaboração do Documento Final.

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 a 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.

Dessa forma, o objetivo do Plano é 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.

Este documento versa sobre o diagnóstico da Região Hidrográfica e possui 9 seções além da apresentação. A segunda seção expõe sobre a caracterização da Região Hidrográfica incluindo aspectos relacionados a sua área de abrangência, a hidrografia, ao clima, a precipitação, aos aspectos físicos, socioeconômicos e demográficos.

Tabela 1. Agenda da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

JUNHO	
Dia 16	11ª Reunião Extraordinária (Reunião de Partida e Capacitação do CBHSC)
JULHO	
Dia 14	Audiência Pública (Diagnóstico)
AGOSTO	
Dia 25	13ª Reunião Extraordinária (Aprovação do Diagnóstico)
SETEMBRO	
Dia 15	Workshop (Cenarização)
OUTUBRO	
Dia 13	14ª Reunião Extraordinária (Aprovação dos Cenários)
NOVEMBRO	
Dia 10	Workshop (Estratégias e Ações)
DEZEMBRO	

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA



A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (RHSC) localiza-se na porção ocidental do Estado do Ceará, entre as latitudes $4^{\circ}36'44''\text{S}$ - $6^{\circ}07'40''\text{S}$ e longitudes $40^{\circ}00'00''\text{W}$ - $41^{\circ}09'16''\text{W}$. Limita-se ao norte com as regiões hidrográficas da Ibiapaba e do Acaraú, a leste com a do Banabuiú, ao sul com a do Alto Jaguaribe e a oeste com o estado do Piauí, ocupando uma área de $10.793,80 \text{ km}^2$ (Figura 2.1). Trata-se de uma área Federal, tendo em vista que é parte integrante da Região Hidrográfica do Parnaíba, localizada no estado do Piauí.

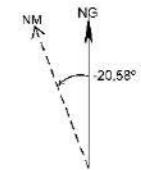
Esta Região compreende parte da rede de drenagem da margem esquerda do rio Poti em território cearense, cujos principais afluentes são o Riacho do Meio, Riacho de Dentro, Riacho dos Cavalos, Rio Diamante, Riacho Cachoeira, Rio Pinheiros e Riacho dos Campos.

Figura 2.1. Localização e traçado da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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



LOCALIZAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

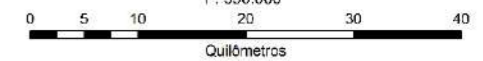
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

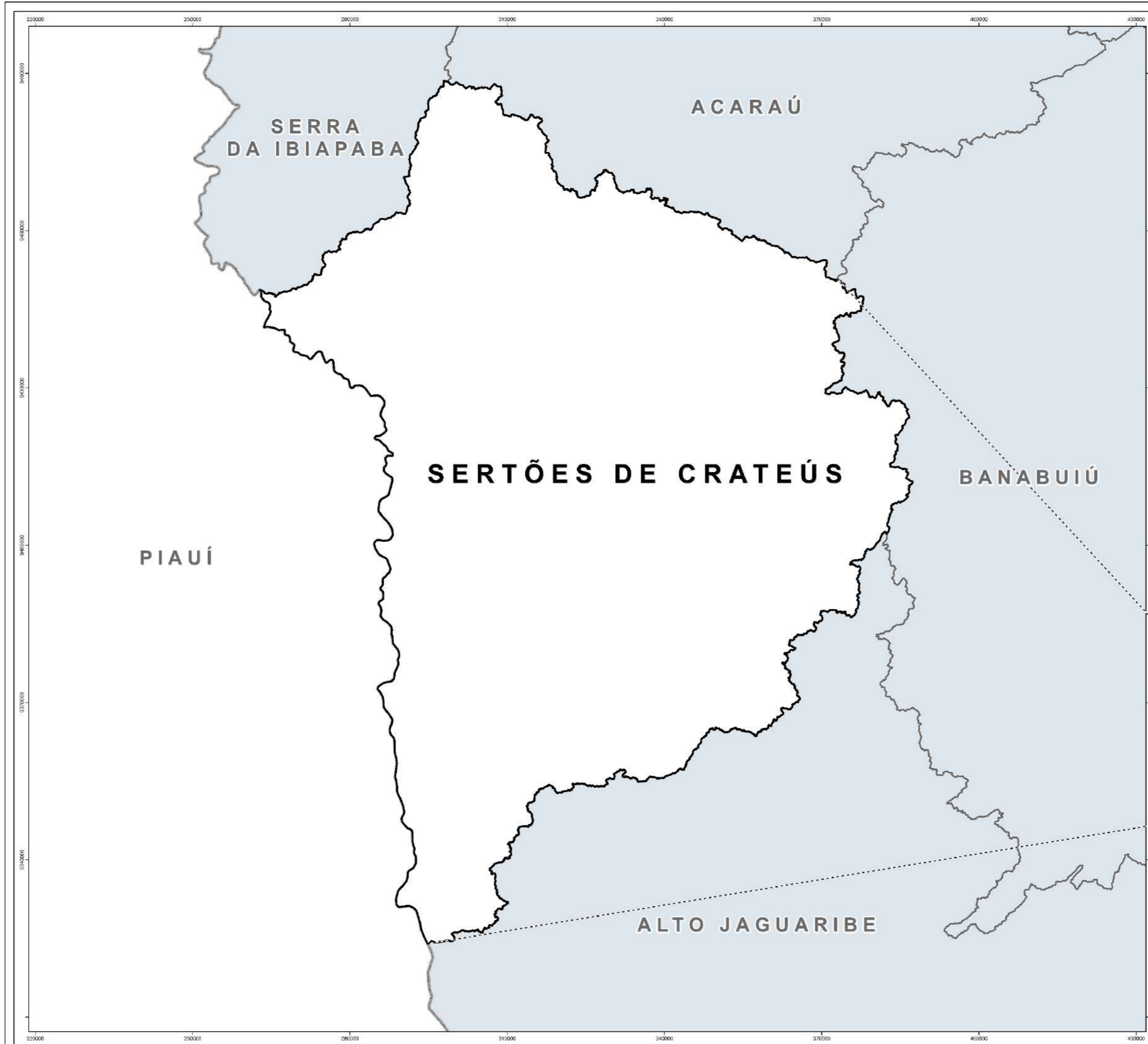
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Limite Estadual (Ipeca, 2021)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021



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

Tabela 2.1. Percentual da área dos municípios inseridos na RHSC.

Município	Área do Município pertencente à Região Hidrográfica (Km ²)	Área do Município pertencente à Região Hidrográfica (%)
Ararendá	342,35	100%
Crateús	2.981,77	100%
Independência	3.221,55	100%
Ipaporanga	704,93	100%
Ipueiras	137,40	9,3%
Nova Russas	67,23	9,1%
Novo Oriente	947,59	100%
Poranga	85,28	6,5%
Quiterianópolis	1.042,24	100%
Tamboril	1.263,81	62,8%

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

Todas as cidades da área são interligadas por rodovias pavimentadas. As Federais, BR-226 no sentido leste-oeste e BR- 404, cruzam a região no sentido transversal, em direção ao Piauí. No âmbito estadual, perpassam pela região as CE-176, CE-187, CE-189, CE-192 e CE-351, sentido norte-sul e CE-267, CE-469, sentido leste-oeste, dentre outras (Figura 2.2).

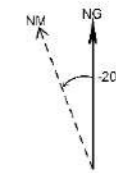
Figura 2.2. Localização e vias de acesso à Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



MAPA BÁSICO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

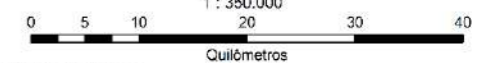
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Território

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

Sistema de Transportes (DER, 2018)

- Rodovias
- Aeroportos Estaduais
- Portos Estaduais

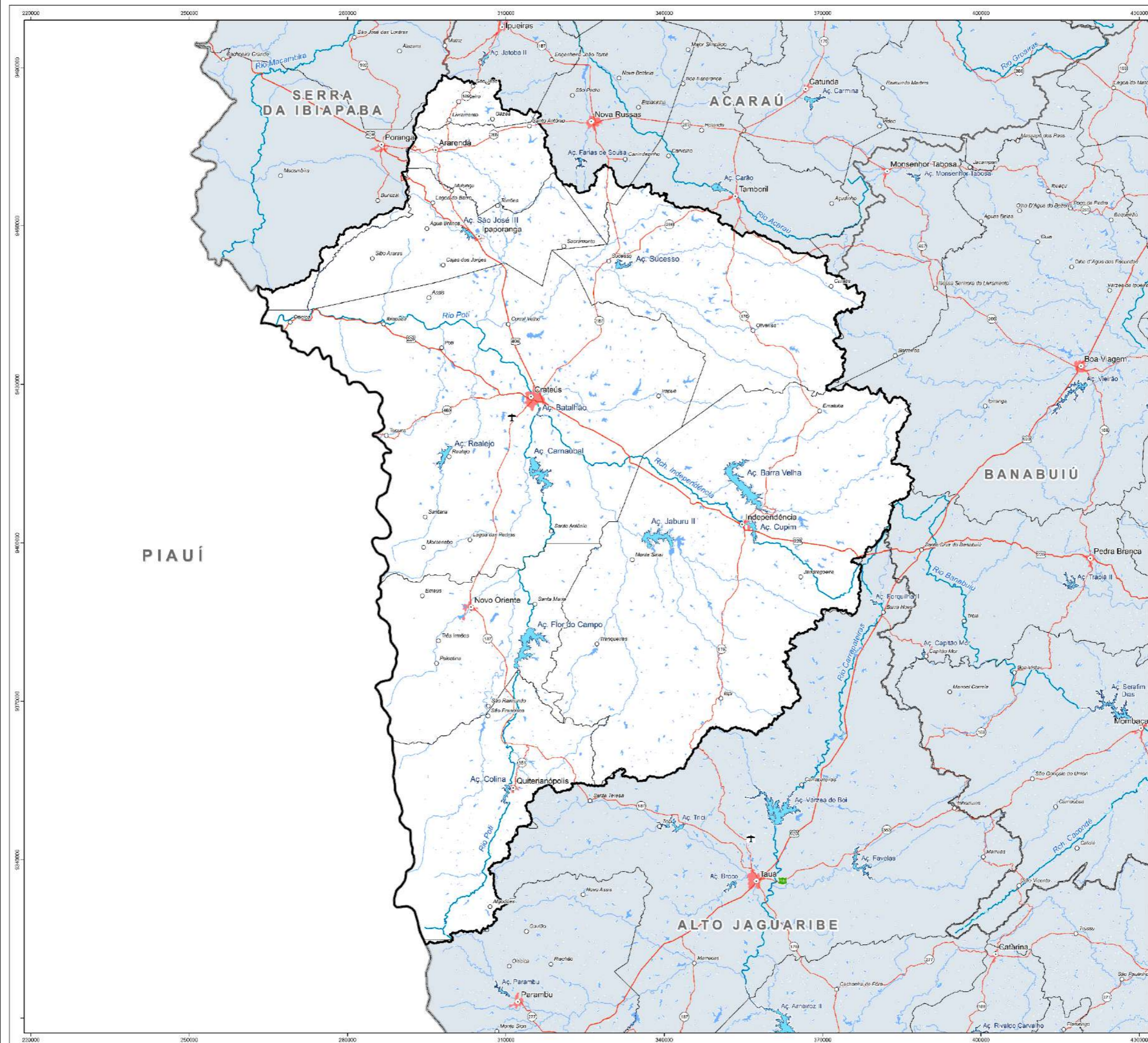
Hidrografia

- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogehr, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogehr, 2020)
- Aqüed Monitorados (SRH/Cogehr, 2006)
- Corpos d'água (Funceme, 2018)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021



2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica



CÂNION DO RIO POTI – Foto: Cogerh

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

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

primeira faz parte da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba (RHSI) e a segunda da RHSC.

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

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

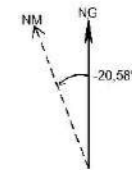
Ainda conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH, 1992) a Região Hidrográfica possui feição física singular, com um perímetro composto na sua maior parte por terrenos montanhosos - na divisa à oeste, com o Piauí, tem-se a Serra da Ibiapaba, no limite com o Alto Jaguaribe, as Serras de Joaninha, Guaribas e Pipocas - diminuindo a elevação das formações elevada à nordeste; e com área interior de relevo suave a muito suave, tendendo a uma forma de meio círculo (Figura 2.3).

Figura 2.3. Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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



HIPSOMETRIA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

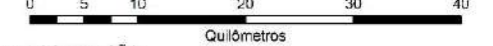
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

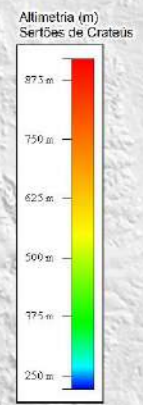
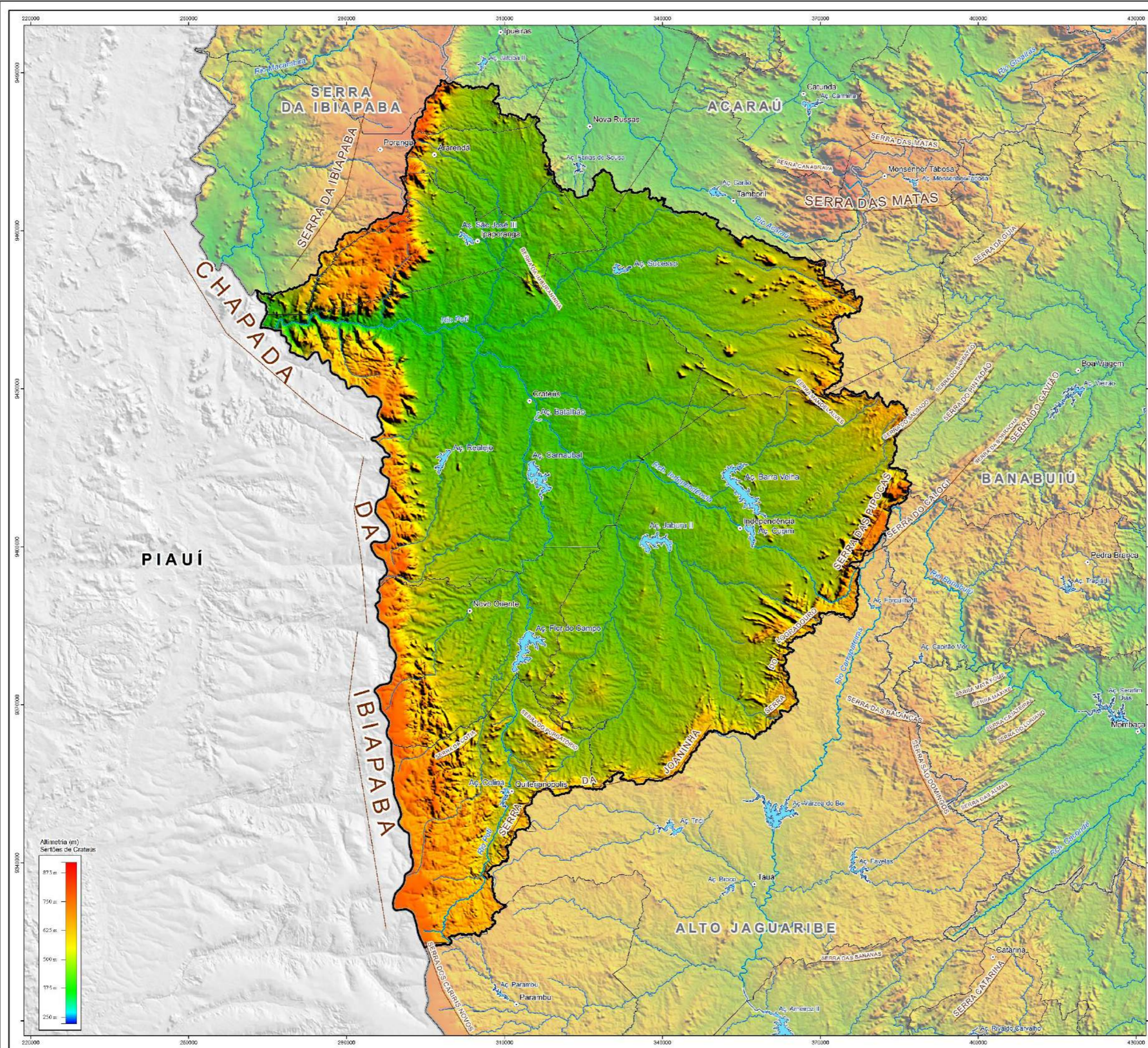
Relevo

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



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

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

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

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

Nessa Região prevalecem dois domínios hidrogeológicos, as rochas cristalinas e os depósitos aluvionares. Destes, as rochas cristalinas predominam totalmente na área e representam o que é denominado comumente de “aquífero fissural”. Como nesse tipo de rocha

basicamente não existe uma porosidade primária, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (Brandão & Feitosa, 1998) (Figura 2.4).

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

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

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

Figura 2.4. Mapa Hidrogeológico.

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



HIDROGEOLOGIA



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)
PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA 24-S MERIDIANO CENTRAL: -30°
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar
ESCALA 1:350.000
0 4 8 16 24 32
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

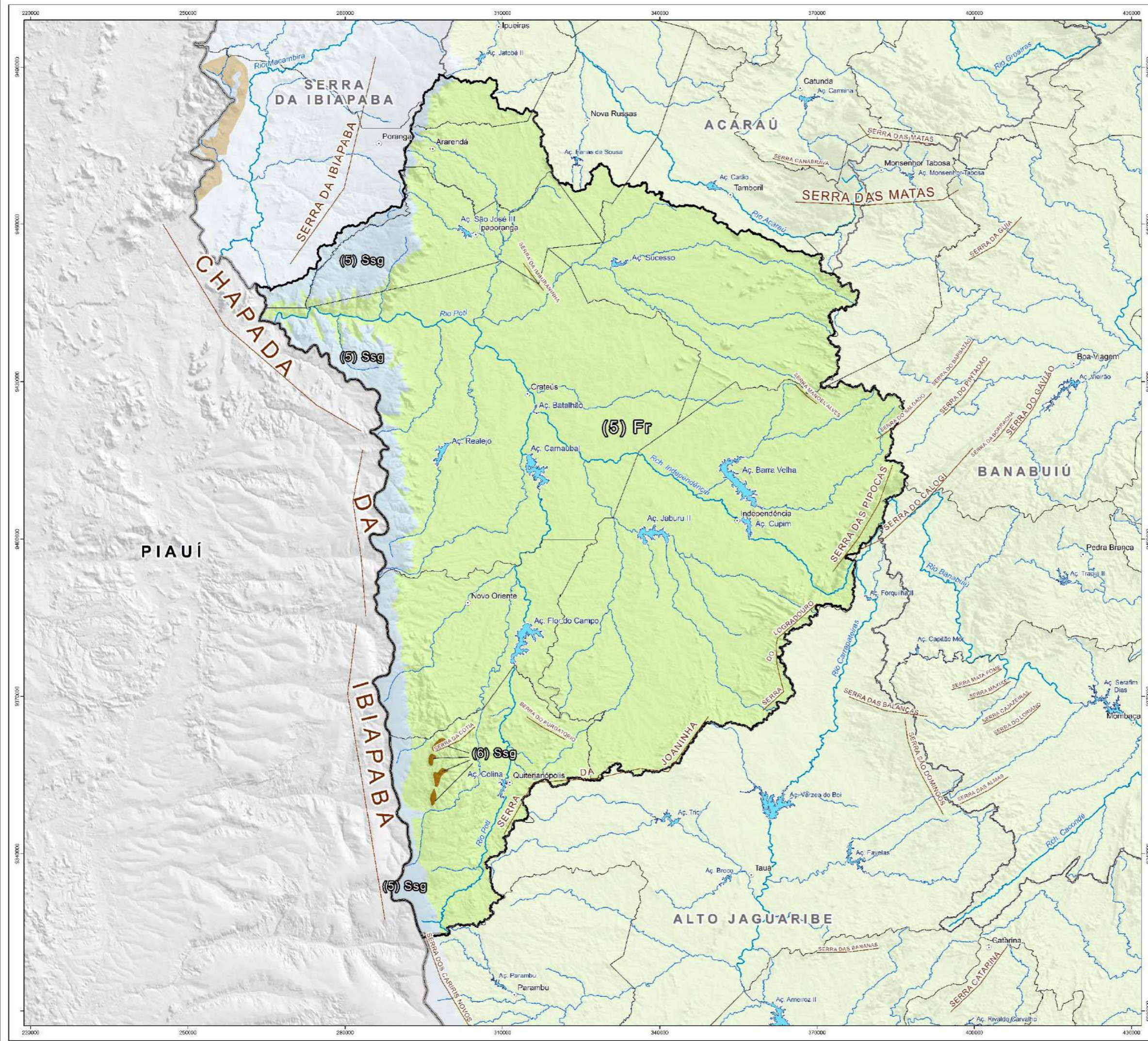


CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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



REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Comissão de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021
PP2.mif



BARRAGEM DO BATALHÃO – Foto: Danilo Florindo

Na área existem cerca de 1.841 espelhos d'água mapeados pela FUNCEME de 2008-2017, obtidos utilizando-se imagens dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4. (FUNCEME, 2020), o que se deve principalmente às características climatológicas da área e à pouca capacidade natural de reservas hídricas (Figura 2.5).

Figura 2.5. Espelhos d'água na região mapeados de 2008-2017

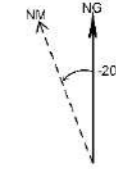
Fonte: FUNCEME, 2021.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



ESPELHOS D'ÁGUA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS 2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2015)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021





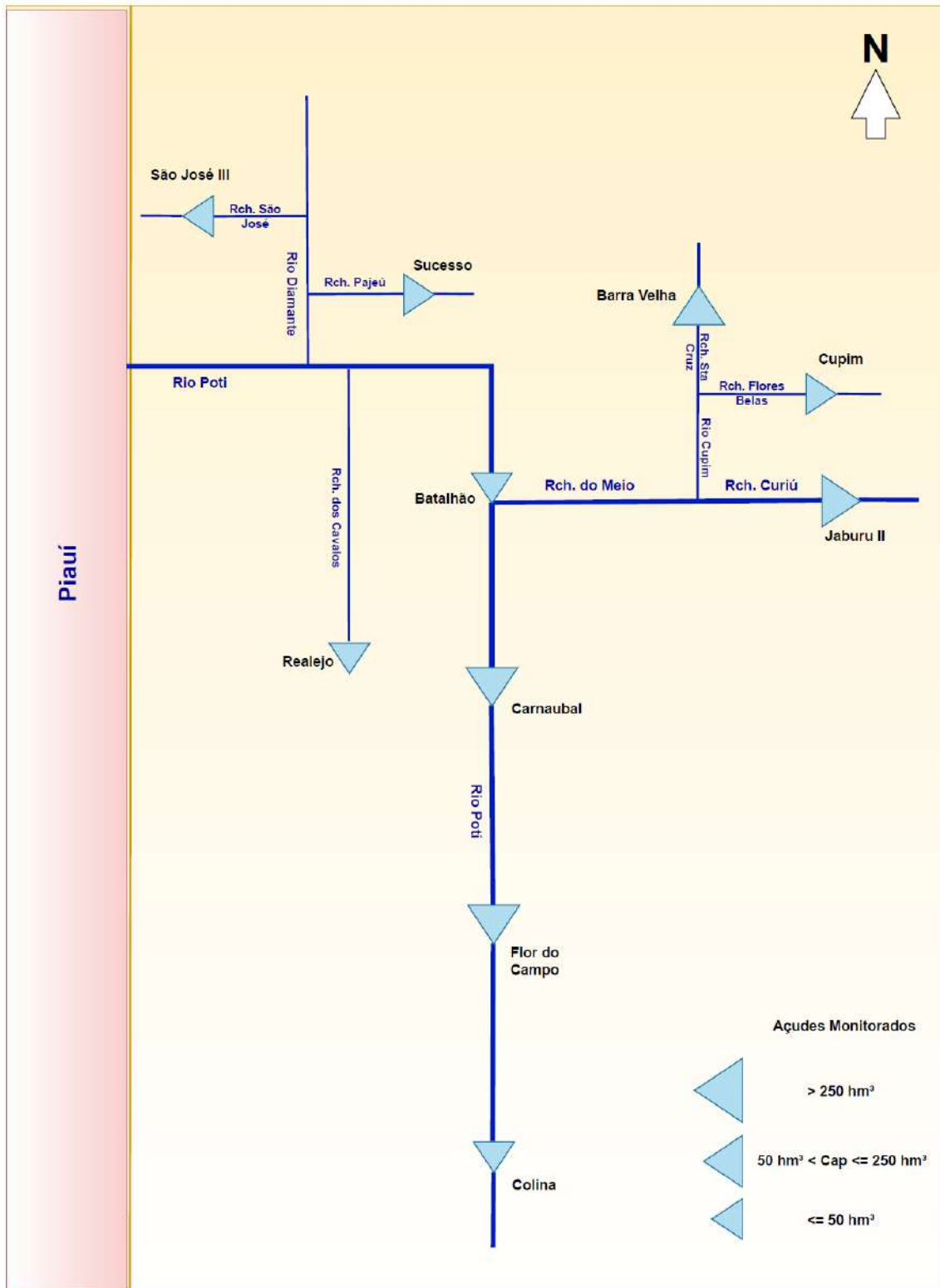
A RHSC possui 10 açudes públicos de características plurianuais gerenciados pela COGERH (Tabela 4.2), com capacidade de acumulação de 436.051.397 m³ (Ceará, 2021). Destes, quatro - Carnaubal, Barra Velha, Flor do Campo e Jaburu II - são de grande porte, possuindo capacidade superior a 75 milhões de m³, de modo a tentar garantir o atendimento das demandas entre anos subsequentes, devido às características semiáridas da Região. Já a média açudagem (capacidade entre 10 a 75 milhões de m³) é representada por dois barramentos – Sucesso e Realejo. Na área existe ainda um reservatório em construção, o Fronteiras, cuja capacidade de acumulação será de 488.140.000 m³. A Figura 2.6 mostra o diagrama unifilar da rede de drenagem principal da RHSC.

Tabela 2.2. Principais reservatórios e capacidade de acumulação.

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m ³)
Barragem do Batalhão	Crateús			Rch do Meio	1.638.000
Barra Velha	Caridade	ESTADO	1999	Rch Sta Cruz	99.560.000
Carnaubal	Crateús	ESTADO	1990	Rio Poti	73.200.000
Colina	Quiterianópolis	DNOCS	1998	Rio Poti	4.290.000
Cupim	Independência	DNOCS	1998	Rio Cupim	4.604.000
Flor do Campo	Novo Oriente	ESTADO	1999	Rio Poti	105.000.000
Jaburu II	Independência	DNOCS	1984	Rio Jaburu	101.641.000
Realejo	Crateús	DNOCS	1980	Rch Carrapateiras	31.550.000
São José III	Ipaporanga			Rch São José	7.960.000
Sucesso	Tamboril	ESTADO		Rch Cassimiro	6.600.000
TOTAL					436.043.00

Fonte: Banco de Dados SAGREH - COGERH, 2021.

Figura 2.6. Esquema Topológico da RHSC.



A RHSC conta com 265,22 km de adutoras construídas, sendo 26,60 km de adutoras do tipo Adutora Convencional, e 238,60 km Adutora Emergencial. Uma das adutoras realiza a importação de águas da

Região Hidrográfica do Acaraú, tendo sido construída para atendimento à demanda em período de crise hídrica (2013-2017) (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Adutoras da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

Fonte: Banco de Dados SAGREH. COGERH, 2021.

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

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 Fronteiras, com sete municípios atendidos - Ararendá, Crateús, Independência, Iporanga, Novo Oriente, Poranga e Quiterianópolis. A Figura 2.7 mostra a infraestrutura hídrica existente e planejada na Região.

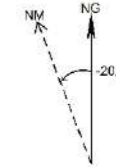
Figura 2.7. Infraestrutura hídrica da RHSC.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



INFRAESTRUTURA HÍDRICA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

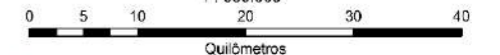
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS 2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

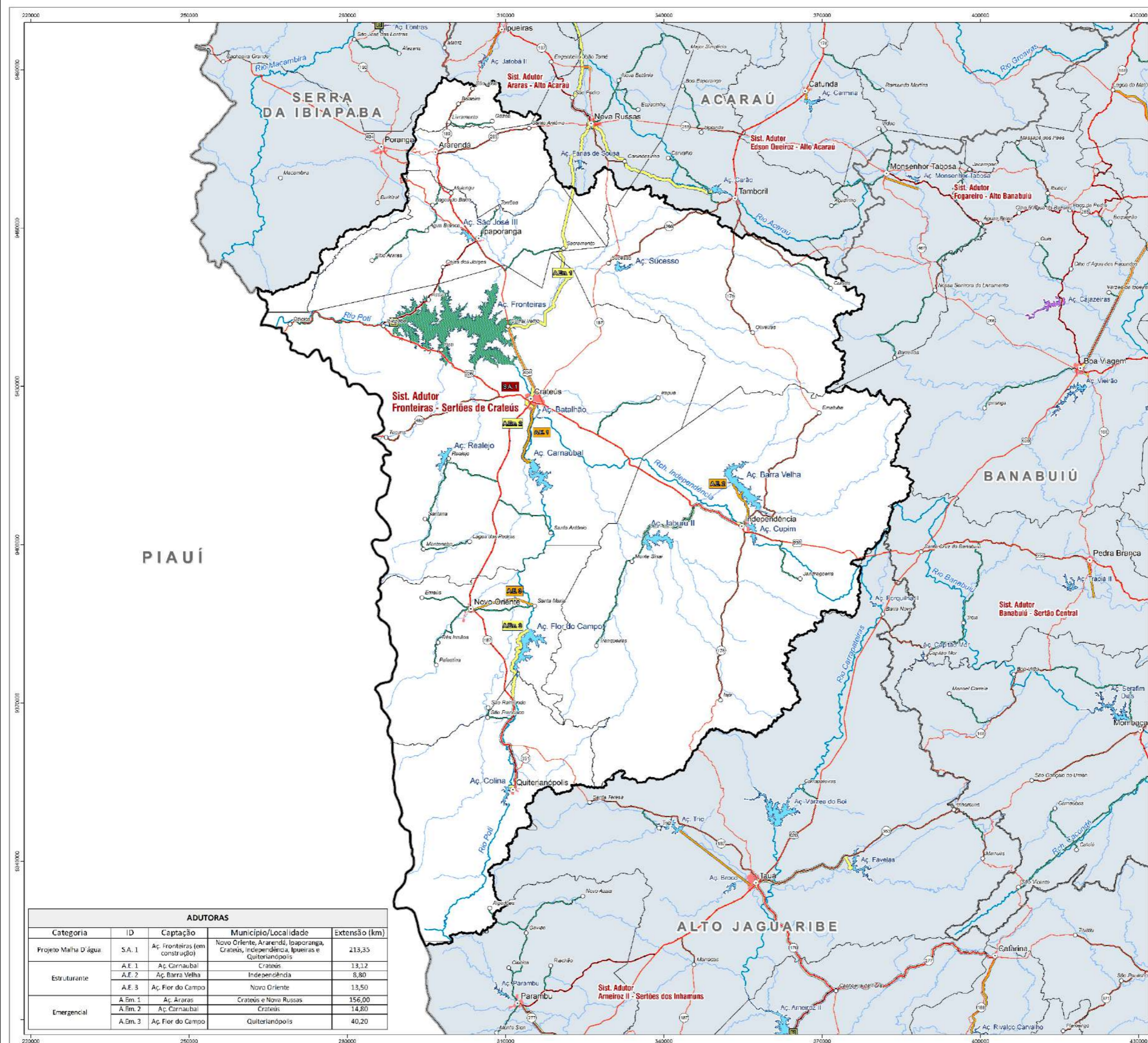
LEGENDA

- Reservatórios**
 - Monitorados (SRH/Cogehr, 2006)
 - Em Construção (SRH, 2020)
 - Em Planejamento (SRH, 2020)
- Eixos de Transferência Hídrica**
 - Adutoras Estruturantes (SRH/Solidra/Cogehr)
 - Adutoras Emergenciais (Cogehr)
- Projeto Malha D'água (SRH, 2020)**
 - Em planejamento
 - Captação
 - Ramal Adutor
 - Sistema Adutor Principal

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021



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

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

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

2.2 Aspectos Físicos

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

A RHSC está inserida numa área de contato entre duas grandes estruturas geológicas distintas: a Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí (denominada também como Bacia Sedimentar do Parnaíba) e o escudo cristalino Pré-Cambriano. O contato entre essas duas estruturas representa a fronteira entre os estados do Ceará e Piauí, destacando-se aí uma faixa descontínua de litígio cuja área total é de aproximadamente 2.600 km² (LIMA, 1982) (Figura 2.8).

Figura 2.8. Principais feições geológicas da área da Região Hidrográfica.

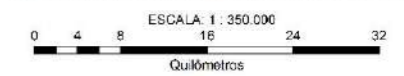
**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



GEOLOGIA SIMPLIFICADA



Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)
PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA 24-S MERIDIANO CENTRAL: -38°
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Paisar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Sedes Municipais (Ipece, 2019) Limites Municipais (Ipece, 2021) Limites Estaduais (Ipece, 2021) Rodovias Federais (DER, 2018) Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (Cogeh, 2020) Regiões Hidrográficas (Cogeh, 2020) Ações Monitoradas (SRH/Cogeh, 2008) Rios Principais (ANA, 2016) Drenagem (ANA, 2016) Relívio
<i>The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2009)</i> | <ul style="list-style-type: none"> Unidade More dos Terciários NP2m Predomínio de gnêssos calcossilicáticos Complexo Tamboril-Santa Quitéria (NP3) NP3tsq Unidade Granítica Santa Quitéria NP3td Unidade Diorito Boi NP3ts Unidade Tamboril Grupo Crato (NP2ca) NP2ci Formação Independência
Predomínio de xistos aluminosos e paragneissos, por vezes mineralizados e migmatíticos.
(n) Quartzitos
(ca) Rochas calcossilicáticas e mármores Grupo Novo Oriente (MPNPa) MPNPa Formação Caruabas
Xistos diversos, além de metassiltitos e rochas calcossilicáticas.
(mb) Rochas metaultramáficas
(nc) Metacálculos dolomíticos
(mch) Metachistos com sumalite
(mb) Rochas metamórficas representadas por embolitos MPNPa Formação Bonsucesso Unidade Paraíba-Banabuiú PP2bas Ortogneissos graníticos, granodioríticos e localmente sieníticos. Complexo Crato Ceará PP2cnp Unidade Paraibaense Migmatítica Complexo Algodão PP2mb Unidade Metassedimentar Complexo Três PP2mt Unidade Metatoneito Mirador PP2tra Unidade Supracrustal |
|--|--|

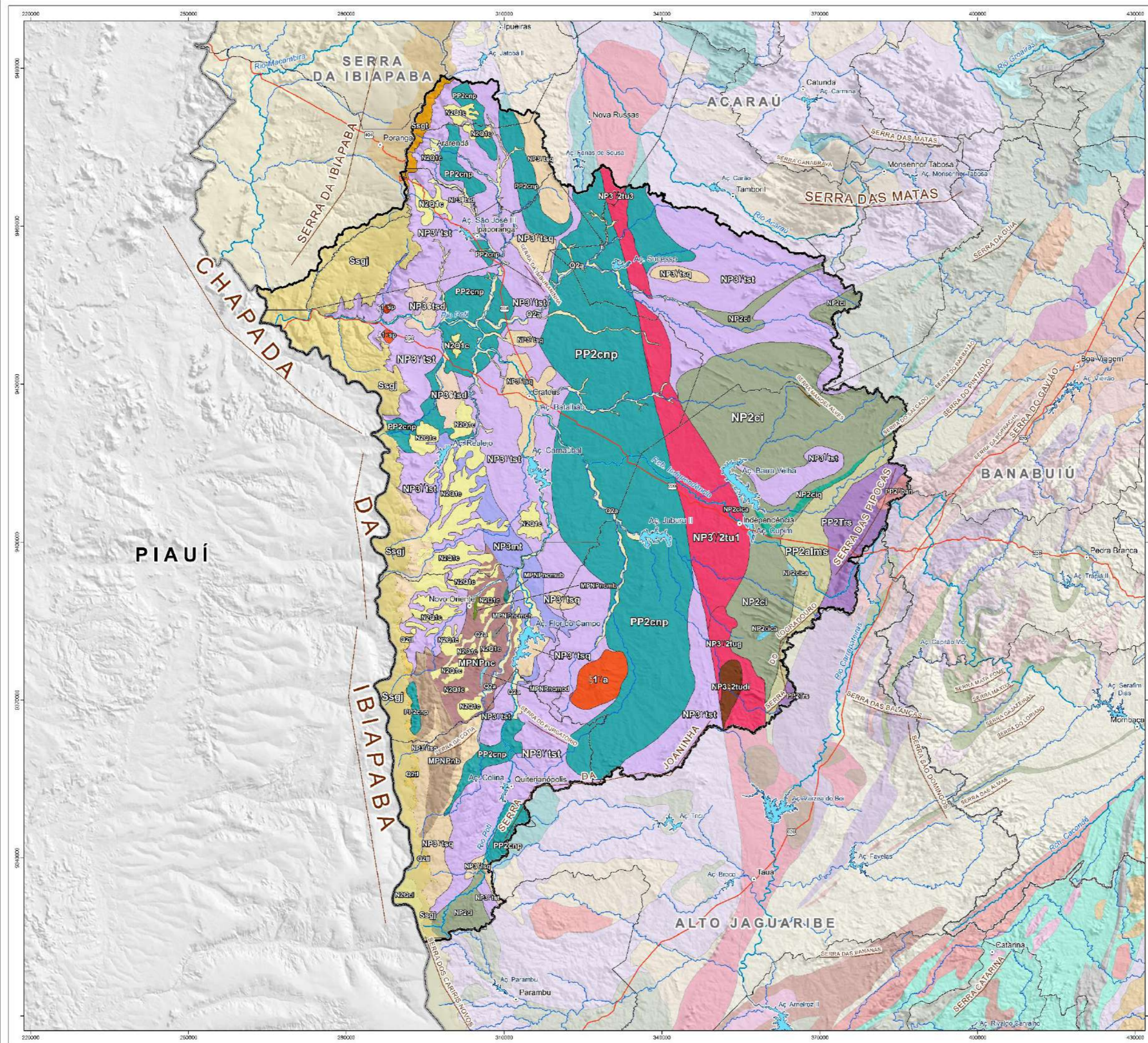
LEGENDA

- Unidades Ileoestratigráficas (CPRM, 2020)
- Coberturas Sedimentares e Quaternárias**
- Q2a** Depósitos aluvionares
 - Q2r** Depósitos de tálus recentes
 - N2e** Depósitos colúvios-eluviais
- Grupo Serra Grande (Ssg)**
- Ssgj** Formação Jalcós
 - Ssgt** Formação Tianguá
- Suito Intrusivo Pós-Orogênico**
- E1** Corpos Graníticos:
(a) Alecrim
(sp) Serra do Picote
- Suito Tatuá**
- NP2tr** (1) Corpo Pedra Lisa
(3) Corpo Nova Russas
(g) Litofácies Tauá, granito
 - NP2tr** Litofácies Tauá, diorito

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021 - PP2_mif





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

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

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

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

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

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

O relevo na maior porção do território é caracterizado por topografias suaves e pouco dissecadas da Depressão Sertaneja, com altitudes variando de 200 a 500 m, resultado da superfície de aplainamento em atuação no Cenozóico.

Na superfície aplainada da Depressão Sertaneja, nas porções leste dos municípios de Tamboril e Independência, destacam-se na paisagem os

Maçios Residuais, com altitudes chegando até 800 metros. A oeste de Ipaporanga, Crateús, Quiterianópolis e de Novo Oriente estabelece-se o planalto sedimentar da Serra Grande, cuestasiforme da Ibiapaba, com altitudes cujos máximos situam-se a 900 m acima do nível do mar, para este último município (Brandão & Feitosa, 1998).

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

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



Os tipos de solos se encontram relacionados à origem e evolução de fatores que traduzem as características dos condicionantes climáticos.

Em sua maioria, segundo Embrapa (2006), apresentam-se com textura média e baixa, compreendendo, na região, predominantemente, solos do tipo Planossolos, Argissolos e Luvisolos (Figura 2.9).

As altitudes médias do Planalto da Ibiapaba como um todo estão em torno de 750m, porém, tanto de norte para sul como de leste para oeste, as condições ecológicas são substancialmente diferenciadas. Ao sul, onde as condições de semiaridez se pronunciam, o escarpamento é mais retilíneo e as condições ecológicas denunciam um recobrimento generalizado de caatingas. Os solos com predominância de areias profundas limitam práticas agrícolas em virtude das deficiências edafoclimáticas

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

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

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

Figura 2.9. Mapa Exploratório de Solos.

Fonte: FUNCEME, 1972

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

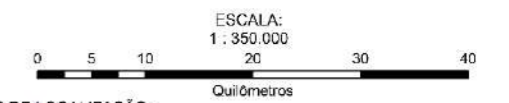


**LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO
RECONHECIMENTO DE SOLOS**



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

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



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

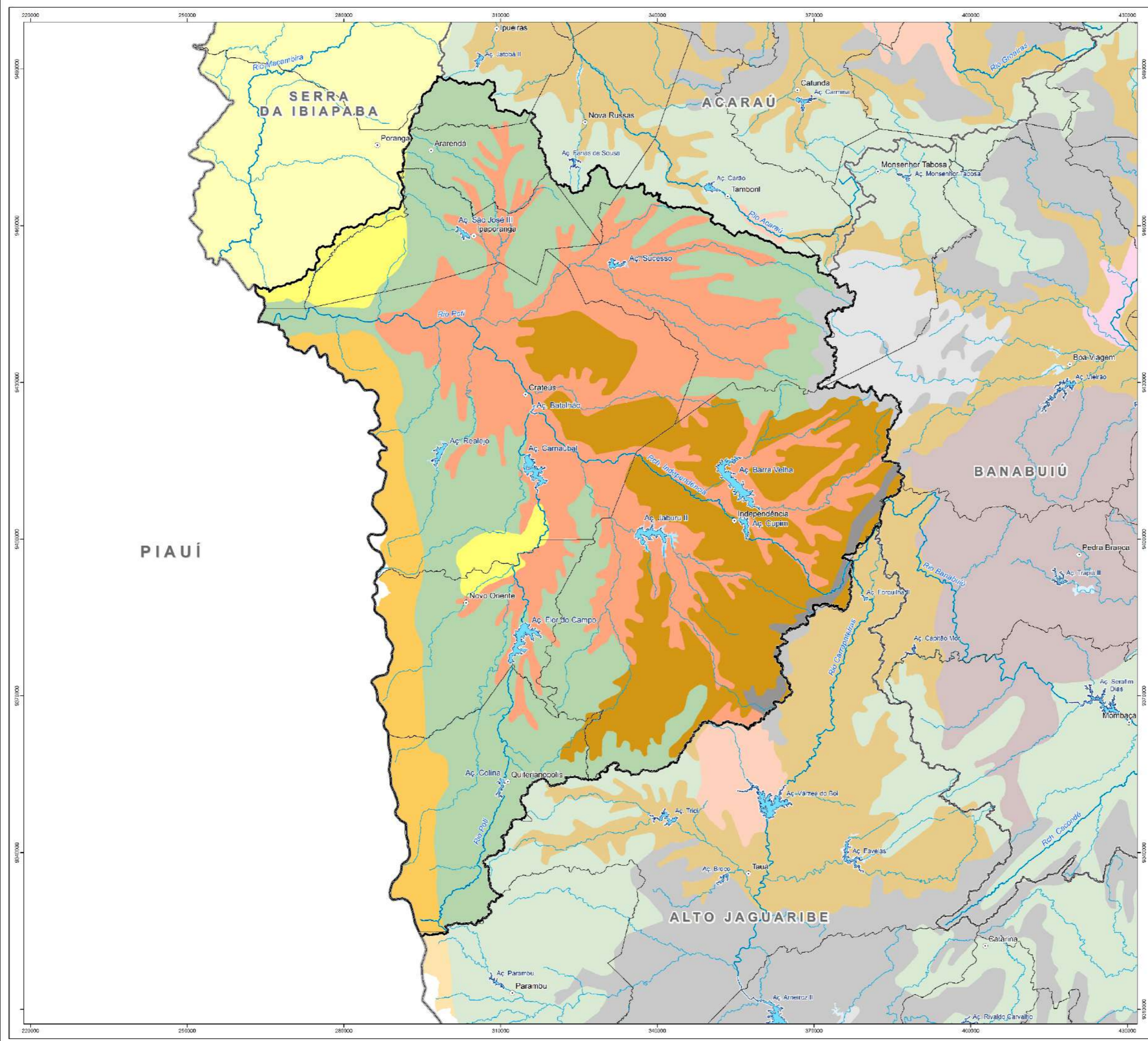
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



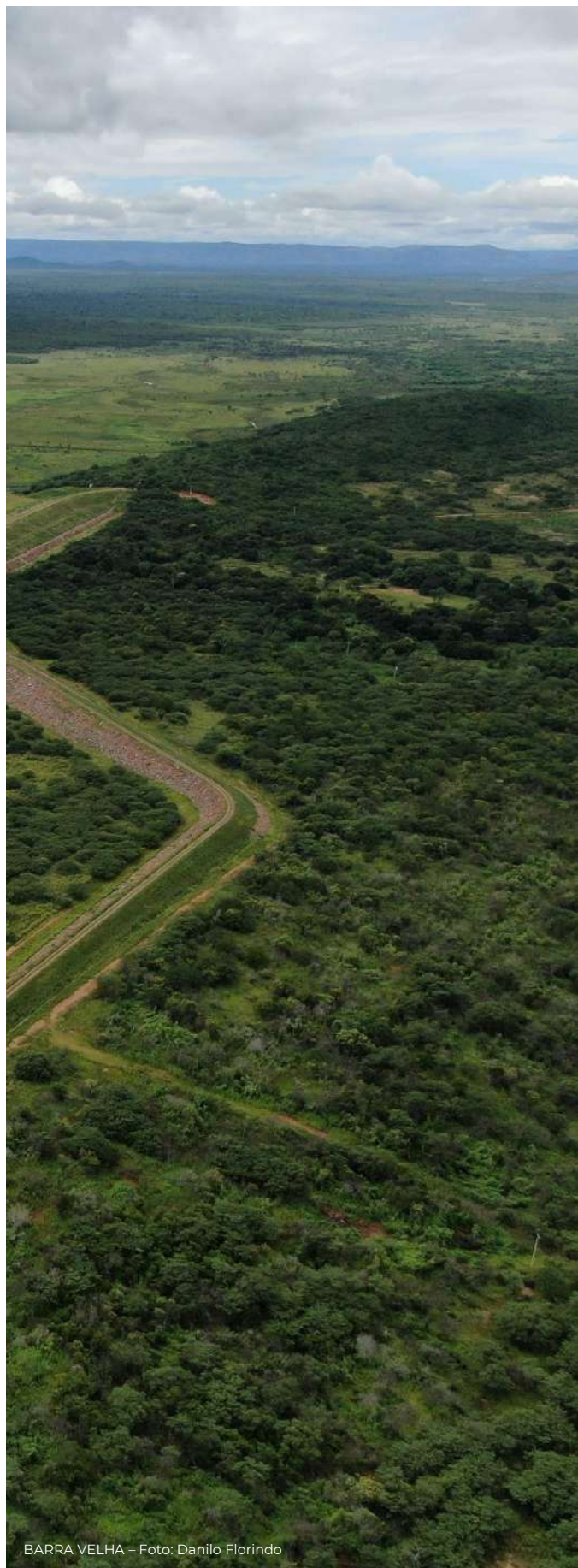
ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



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

Na RHSC, devido ao clima severo que domina a áreas e às suas características, verifica-se uma vegetação com alta frequência de elementos xerófitos, sobretudo cactáceas e bromeliáceas, o que define a fitofisionomia Savana Estépica, característica da Caatinga (Figura 2.10).

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



BARRA VELHA – Foto: Danilo Florindo

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



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

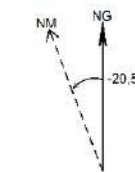
Figura 2.10. Classificação da vegetação.

Fonte: IBGE, 2021

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



VEGETAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

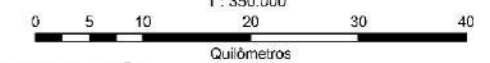
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Paisar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA
Classes de vegetação (IBGE, 2021)

- FLORISTA CAMÉFITICA**
- Aa - Floresta Ombrófila Aberta Submontana
- SAVANA ESTÉPICA**
- Ta - Savana Estéptica Arborizada
- Taa - Savana Estéptica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
- Td - Savana Estéptica Florestada
- Tdt - Contato Savana Estéptica/Floresta Estacional - Ecótono
- ST - Contato Savana/Savana Estéptica - Ecótono
- ÁREAS DE DETENÇÃO BIOLÓGICA**
- Aa - Agricultura com Culturas Perenes
- Ap - Agricultura com Culturas Permanentes
- Ag - Agropecuaria
- Ap - Pecuária (pastagens)
- Iu - Influência urbana
- Corpo d'água continental

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021

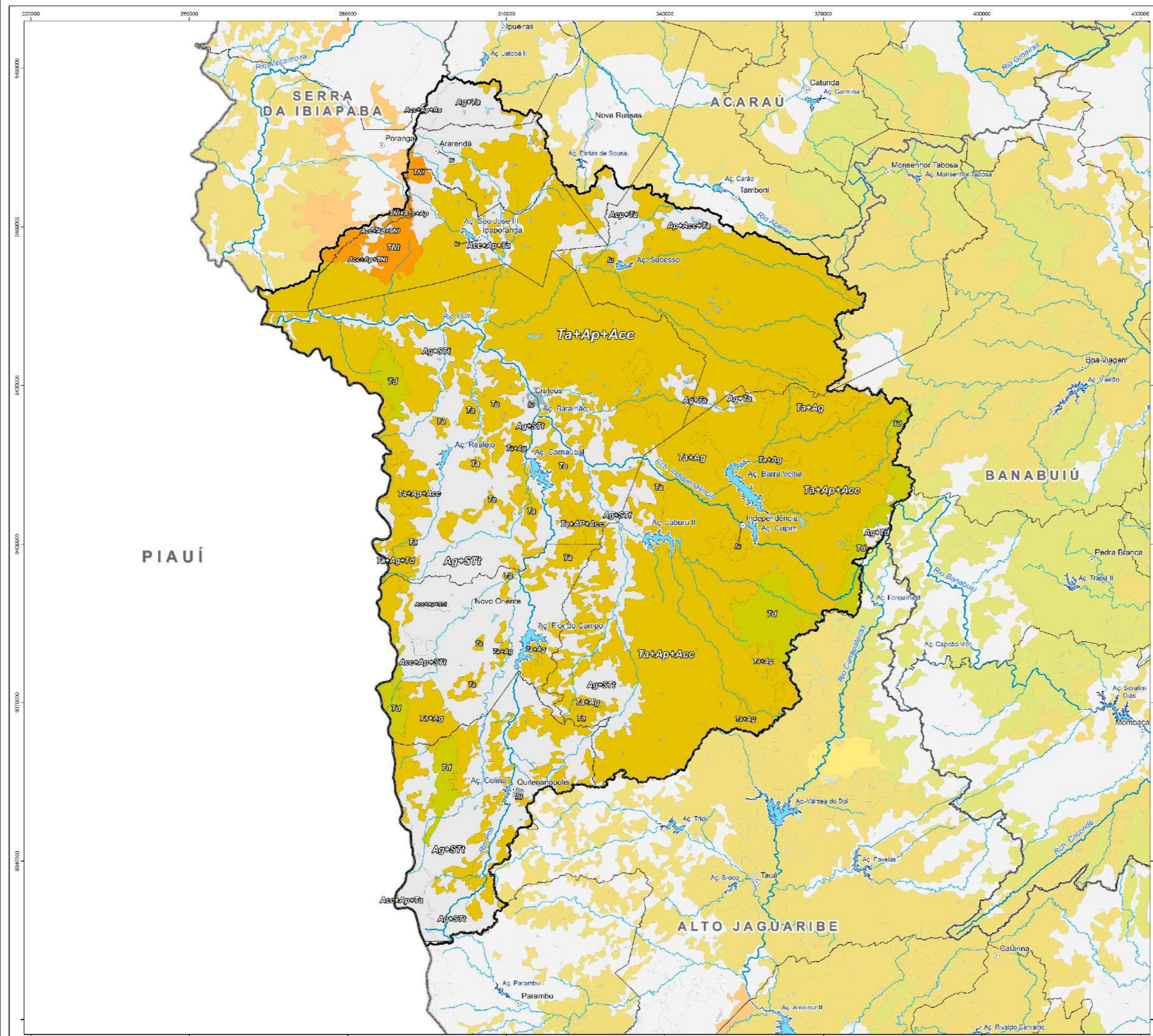




Foto: Cogerh

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

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

Dentre os sistemas ambientais baseado na caracterização de Souza (1979), com ênfase nos estudos de natureza geomorfológica, a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús se apresenta compartimentada da seguinte forma (Figura 2.11).

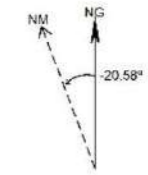
Figura 2.11. Sistema Geoambiental

Fonte: FUNCEME, 2009

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



SISTEMAS AMBIENTAIS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

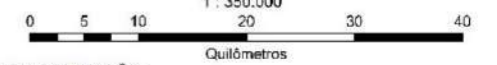
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

Relevo

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

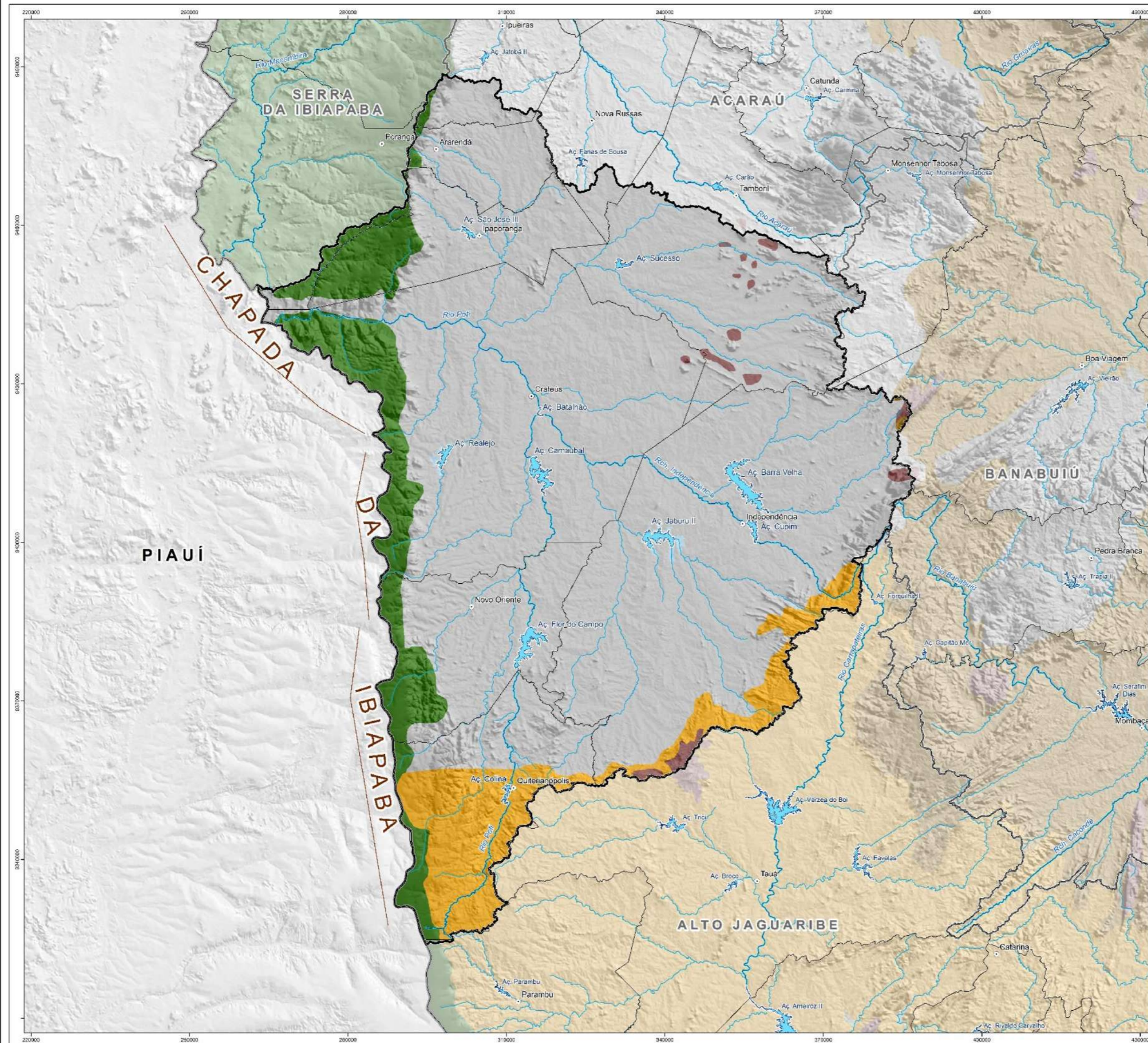
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021



- Planalto da Ibiapaba

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

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

- Planície Fluvial do rio Poti

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

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

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

- Sertões do Sul

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

- Serras, Morros e Cristas Residuais.

O sistema ambiental Serras, Morros e Cristas Residuais representa o setor com níveis altimétricos que variam entre 350-800 m. Com relevo fortemente a moderadamente dissecado, com uma rede fluvial densa e de padrão dendrítico. Destaca-se que nos relevos colinosos e nas lombas predominam Argissolo Vermelho-Amarelo, cuja fertilidade natural é de média à alta. Nas vertentes mais íngremes e nas cristas ocorrem solos rasos (Neossolos Litólicos) e nas áreas de suavização do relevo há o desenvolvimento de planícies alveolares, apresentando Neossolos Flúvicos associados a materiais coluviais advindos das vertentes limítrofes. Em alguns setores pode-se observar considerável revestimento vegetal arbustivo e arbóreo, seccionado, por vezes, pelo

uso agrícola através das lavouras de sequeiro. Dentre as principais características ambientais, merece destaque as condições hidroclimáticas, a fertilidade natural dos solos. É uma região categorizada como de transição, mas com tendência à instabilidade.

2.3 Clima

Analisar os sistemas de classificações climáticas de uma região é 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 RHSC, segundo a classificação de Köppen, em estudo realizado por Muniz et al. (2017) para o estado do Ceará, se apresenta como, predominantemente, semiárido quente (Bsh), e mais ao norte da Região, na divisão com a Região Hidrográfica da Ibiapaba, também apresenta o clima tropical de savana (As) (Figura 2.12).

Para a caracterização climatológica da Região foram usados os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa, evaporação, insolação e nebulosidade das Normais Climatológicas do Brasil, registradas no período de 1961-1990, para a Estação de Crateús, localizada no município homônimo, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 05°10' S, longitude de 40°40' W, e a altitude é de 296,8 metros.

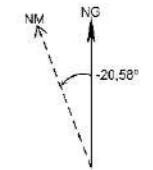
Figura 2.12. Classificação de Köppen para o estado do Ceará.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



CLIMA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

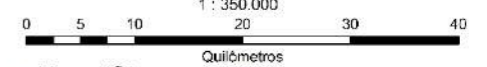
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

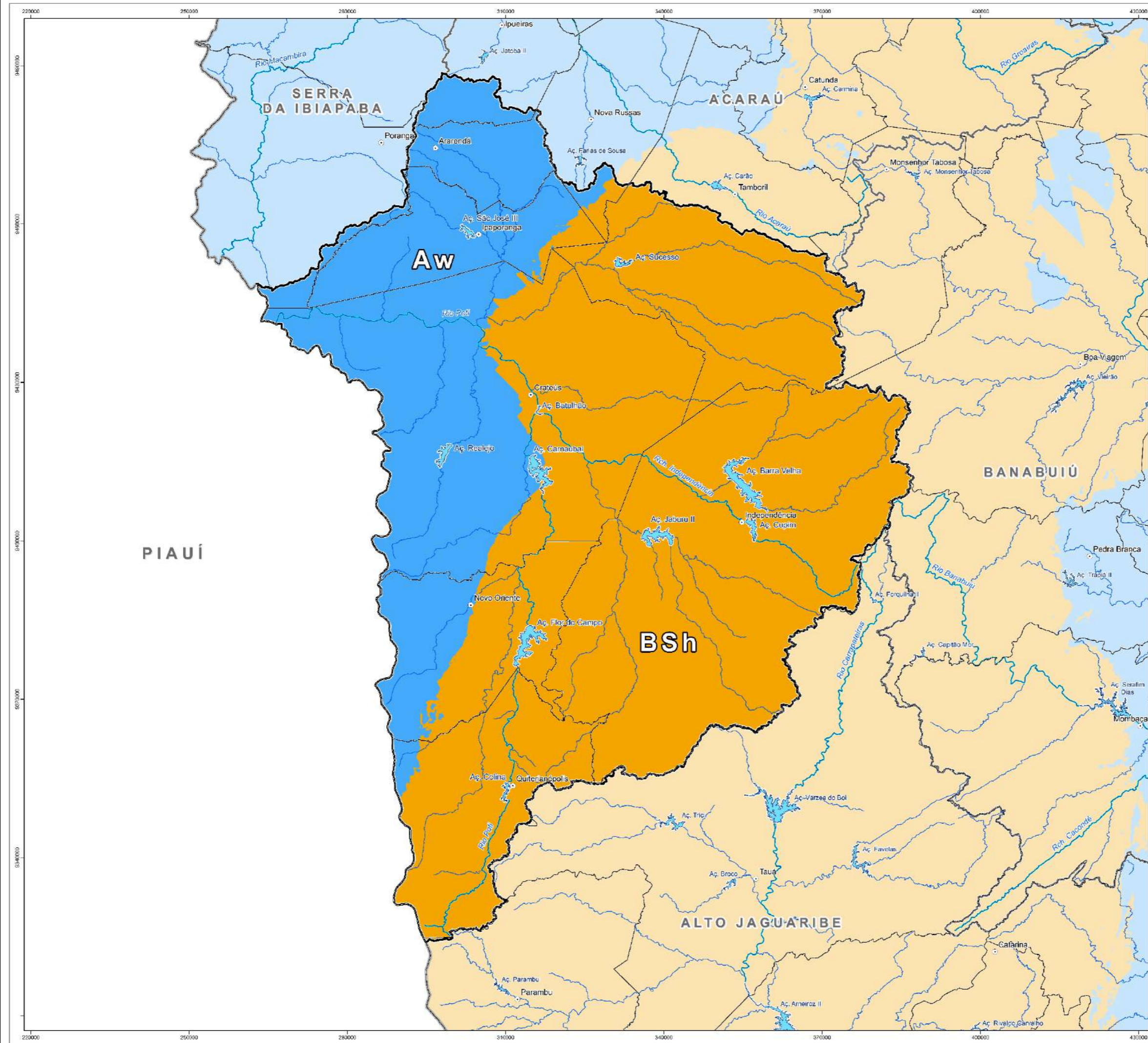
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



- Temperatura

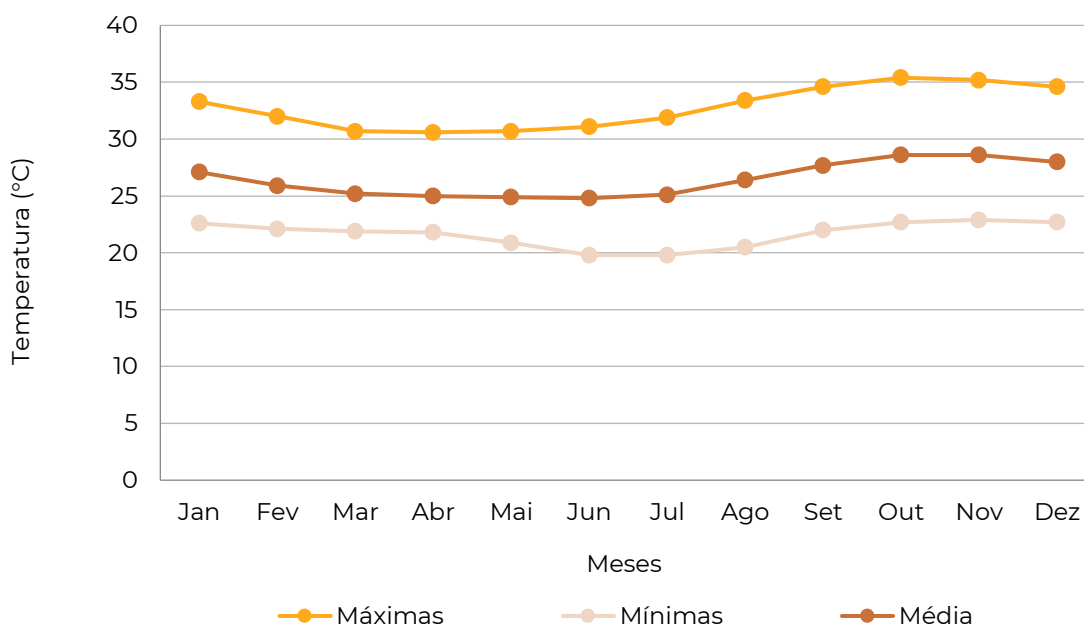
As temperaturas na Região são caracterizadas por temperaturas pouco brandas, tendo sua média anual em torno de 26,4°C. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, atingindo valores máximos de até 35,4°C, em outubro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de maio a agosto, atingindo mínimo de 19,8°C. Na Tabela 2.4 e na Figura 2.13 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Crateús.

Tabela 2.4. Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) em Crateús.

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	33,3	32	30,7	30,6	30,7	31,1	31,9	33,4	34,6	35,4	35,2	34,6	32,8
Média	27,1	25,9	25,2	25,0	24,9	24,8	25,1	26,4	27,7	28,6	28,6	28	26,4
Mínima	22,6	22,1	21,9	21,8	20,9	19,8	19,8	20,5	22	22,7	22,9	22,7	21,6

Fonte: INMET (1990).

Figura 2.13. Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) em Crateús.



Fonte: INMET (1990).

- Umidade relativa do ar

A umidade média anual na Região é cerca de 60% (Tabela 2.5). Os meses com índices de umidade mais elevados encontram-se entre fevereiro e maio (Figura 2.14). Essas variações mensais estão fortemente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. O

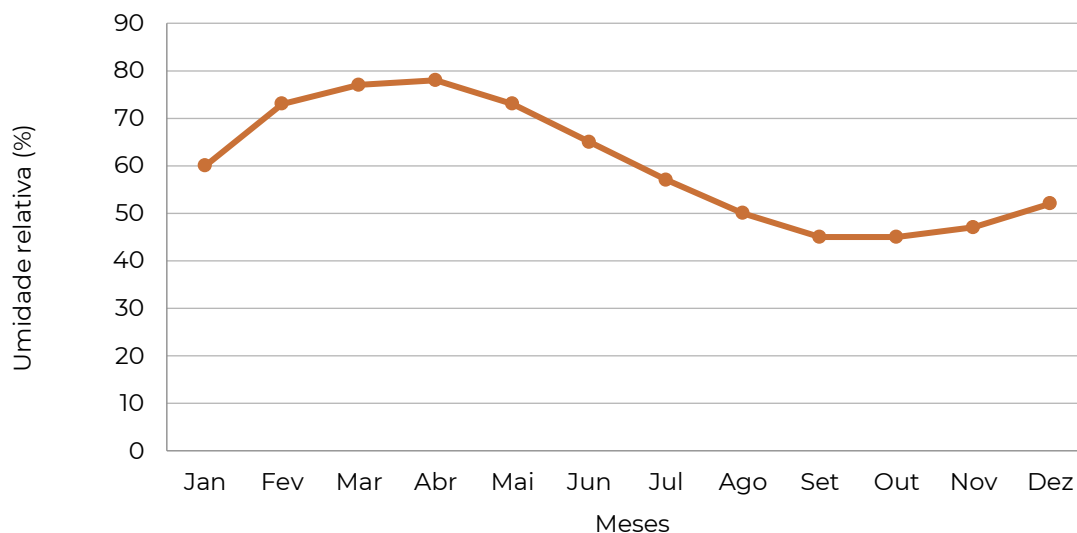
período menos úmido, em termos gerais, se situa no segundo semestre do ano, nos meses de setembro a novembro.

Tabela 2.5. Umidade relativa (%) na estação de Crateús.

Umidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
%	60,0	73,0	77,0	78,0	73,0	65,0	57,0	50,0	45,0	45,0	47,0	52,0	60,2

Fonte: INMET (1990).

Figura 2.14. Umidade relativa (%) na estação de Crateús.



Fonte: INMET (1990).

- **Evaporação Média**

Os dados de evaporação média da estação Crateús são medidos no Evaporímetro de Piché, que, de modo geral, apresenta valores inferiores aos medidos no Tanque Classe A, uma vez que não fica exposto ao sol, mas instalado no interior de abrigo meteorológico. Desta forma, para adotar esses valores como representativos da evaporação em açudes, é necessário utilizar um valor de correção.

A evaporação anual média observada na estação foi de 2.822,3 mm, com as maiores taxas sendo observadas nos meses de setembro, outubro e novembro (Tabela 2.6 e Figura 2.15).

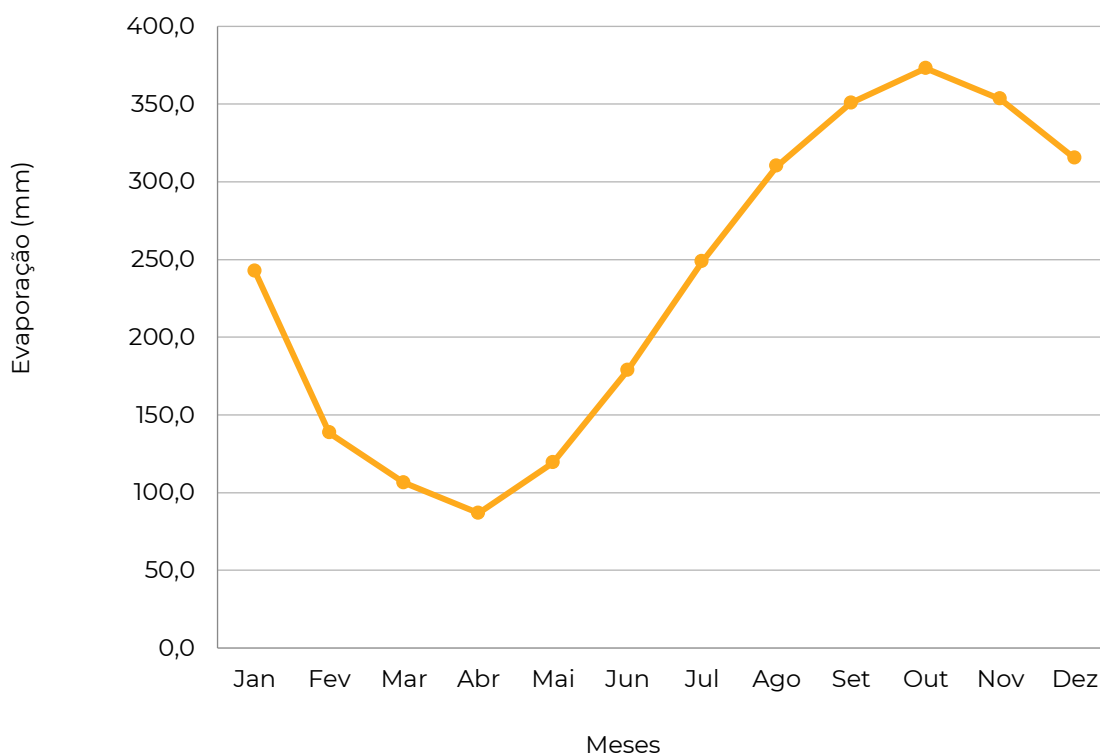
Observa-se que a Região possui altas taxas de evaporação, o que ocasiona perdas expressivas das reservas acumuladas, e que pode contribuir para um possível déficit hídrico.

Tabela 2.6. Evaporação média mensal de Piché na estação Crateús (mm).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
242,5	138,4	106,3	86,8	119,1	178,6	248,5	310,0	350,7	373,0	353,3	315,1	2822,3

Fonte: INMET (1990).

Figura 2.15. Evaporação média mensal de Piché na estação Crateús (mm).



Fonte: INMET (1990).

- Insolação Média

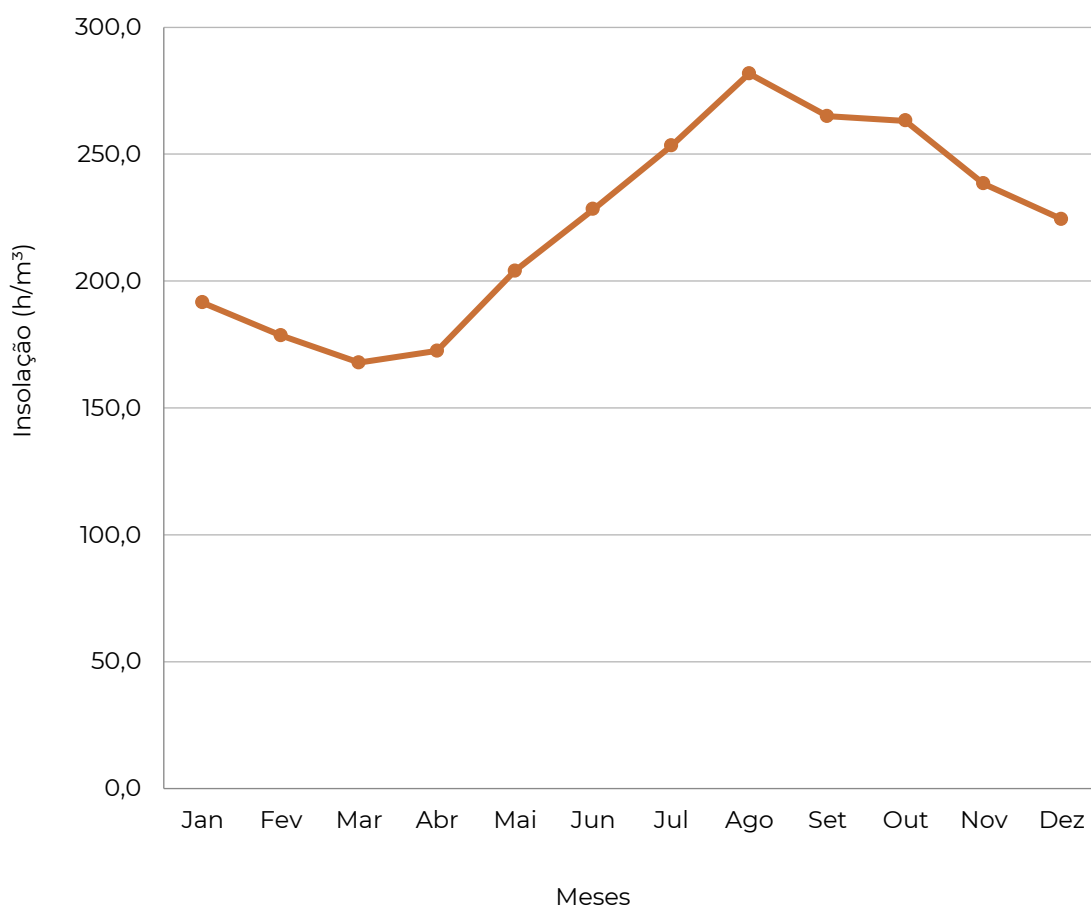
A Tabela 2.8 e a Figura 2.16 apresentam a distribuição mensal da insolação, ou seja, o número médio de horas de exposição ao sol na estação Crateús. Em escala anual, a insolação na região hidrográfica é em torno de 2.669 horas, sendo os meses de menor insolação aqueles correspondentes ao período chuvoso, devido à presença de nebulosidade. E o mês de maior insolação ocorrendo em agosto com 281 horas/mês de exposição ao sol.

Tabela 2.8. Insolação média na estação Crateús (em horas).

Insolação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
horas/mês	191,5	178,6	167,9	172,5	204,0	228,3	253,3	281,8	265,0	263,2	238,4	224,4	2668,9

Fonte: INMET (1990).

Figura 2.16. Insolação média na estação na estação Crateús (em horas).



Fonte: INMET (1990).

- **Nebulosidade**

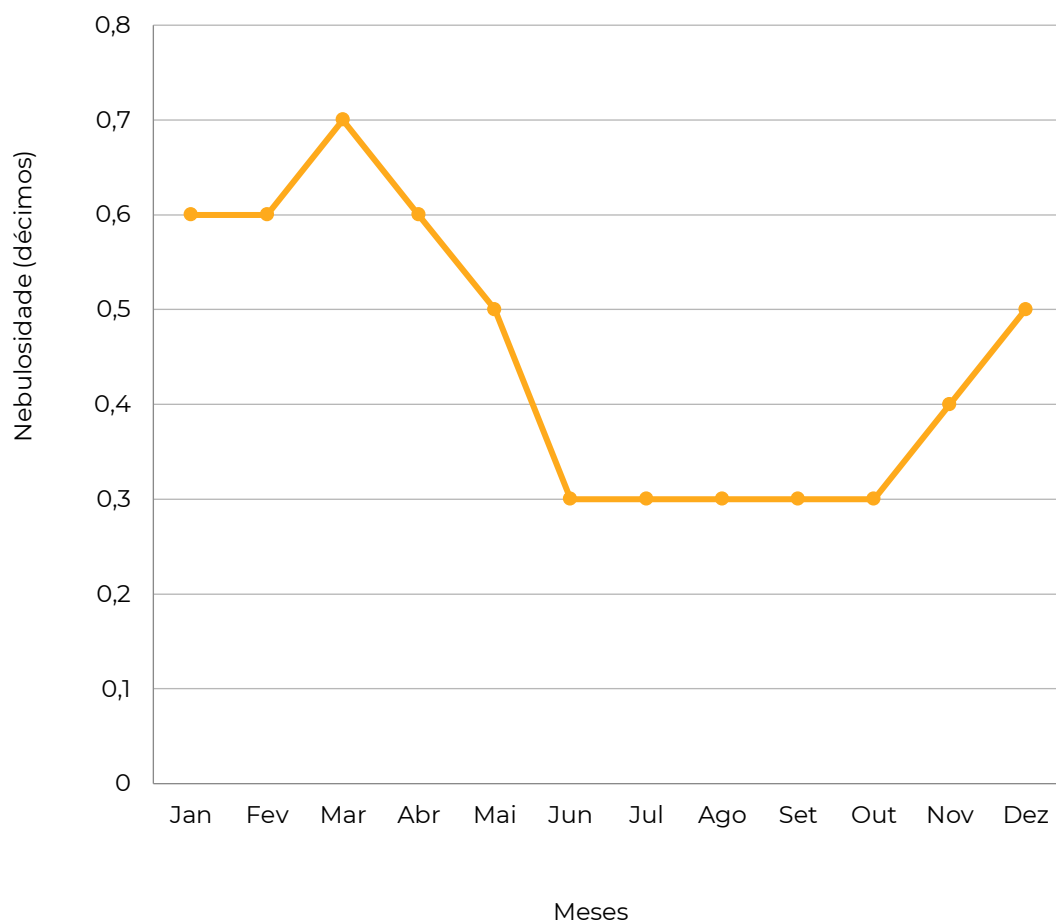
A nebulosidade é o parâmetro meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Dessa forma, de acordo com a Tabela 2.9, a maior fração de nebulosidade registrada na estação Crateús ocorreu no mês de março (0,7 décimos de céu encoberto) e a menor fração foi observado nos meses de junho a outubro (0,3 décimos de céu encoberto), obtendo-se valores de nebulosidade abaixo da média (Figura 2.17).

Tabela 2.9. Nebulosidade em décimos de céu encoberto na estação Crateús.

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

Fonte: INMET (1990).

Figura 2.17. Nebulosidade em décimos de céu encoberto na estação Crateús.



Fonte: INMET (1990).

2.4 Estações Pluviométricas



De acordo com dados da Agência Nacional de Águas - ANA (HidroWeb), a RHSC apresenta um total de 44 postos pluviométricos inseridos nos seus limites, conforme apresentado na Tabela 2.10 e Figura 2.18, com

89% dos postos operados pela FUNCEME, e os demais (11%) operados pelo DNOCS e INMET conforme a Figura 2.19.

Tabela 2.10 Estações Pluviométricas da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Município	Responsável	Operadora
Curatis	440003	-4,983	-40,267	Tamboril	DNOCS	DNOCS
Gazea	440012	-4,700	-40,740	Ipueiras	FUNCEME	FUNCEME
Sucesso	440020	-4,933	-40,533	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Ararendá	440044	-4,733	-40,833	Ararendá	FUNCEME	FUNCEME
Santo Antônio	440045	-4,700	-40,667	Ararendá	FUNCEME	FUNCEME
Ipaporanga	440055	-4,883	-40,750	Ipaporanga	FUNCEME	FUNCEME
Curatis	440068	-4,983	-40,200	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Sucesso	440082	-4,933	-40,533	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Crateús	540000	-5,200	-40,667	Crateús	INMET	INMET
Coutinho	540002	-5,833	-40,683	Independência	DNOCS	DNOCS
Novo Oriente	540003	-5,539	-40,774	Novo oriente	FUNCEME	FUNCEME
Tranqueiras	540005	-5,583	-40,550	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Iapi	540007	-5,617	-40,417	Independência	DNOCS	DNOCS
Independência	540016	-5,383	-40,333	Independência	DNOCS	DNOCS
Independência	540019	-5,394	-40,313	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Aeroporto (Crateús)	540020	-5,211	-40,704	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Ibiapaba	540023	-5,050	-40,933	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Monte Nebo	540024	-5,433	-40,850	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Morro Alegre	540025	-5,117	-40,717	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Irapuã	540026	-5,150	-40,417	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Vila Santo Antônio	540027	-5,400	-40,633	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Tucuns	540028	-5,233	-40,917	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Santa Terezinha	540029	-5,050	-40,567	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Iapi	540030	-5,693	-40,349	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Jaburu	540031	-5,417	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Monte Sinai	540032	-5,450	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Várzea Grande	540033	-5,683	-40,483	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Ematuba	540034	-5,202	-40,178	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Recife	540035	-5,301	-40,264	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Jandrangoeira	540036	-5,485	-40,212	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Cachoeira do Fogo	540038	-5,567	-40,333	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Emaus	540040	-5,516	-40,858	Novo oriente	FUNCEME	FUNCEME
Monteiro	540041	-5,717	-40,700	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Cruz	540042	-5,783	-40,617	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Oliveira	540044	-5,083	-40,300	Tamboril	FUNCEME	FUNCEME
Quiterianópolis	540052	-5,900	-40,700	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Poti-Feijão	540107	-5,070	-40,820	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Desejo	540108	-5,484	-40,433	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Gracinha	540111	-5,267	-40,700	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Realeza	540113	-5,674	-40,349	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Crateús	540114	-5,200	-40,667	Crateús	FUNCEME	FUNCEME
Muquem	540115	-5,680	-40,491	Independência	FUNCEME	FUNCEME
Baixio	640037	-6,067	-40,800	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME
Algodões	640041	-6,050	-40,750	Quiterianópolis	FUNCEME	FUNCEME

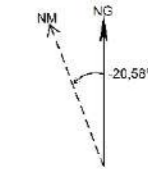
Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.18. Postos Pluviométricos na RHSC.

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



POSTOS PLUVIOMÉTRICOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

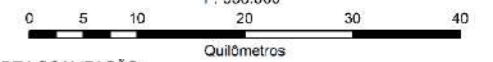
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

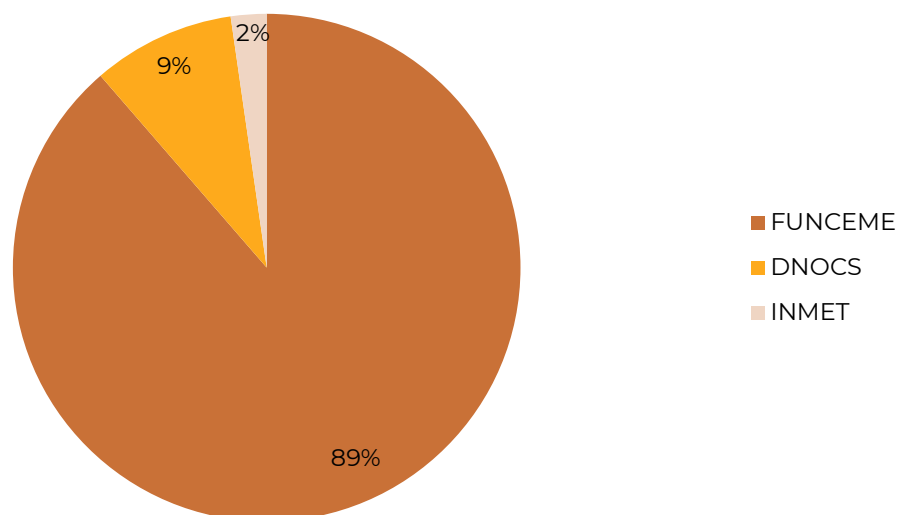
- Rede Hidrometeorológica (ANA, 2021)
- Postos pluviométricos ativos

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

Figura 2.19. Operadoras dos postos pluviométricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.



2.4.1 Regime Pluviométrico

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

Os valores médios, máximos e mínimos mensais calculados são apresentados nas Tabelas 2.11 a 2.13 e a distribuição das precipitações nos hietogramas nas Figuras 2.20 a 2.22 para cada posto pluviométrico analisado.

O posto Iapi, selecionado para representar a parte ao sul da RHSC, apresenta precipitação média anual de aproximadamente 512 mm (Tabela 2.11). Já na parte central da Região, a média anual ficou em torno de 716 mm (Tabela 2.12), expressa pelos dados do posto Crateús. E na área ao norte, a média anual deu 694 mm, representada pelo posto Sucesso. A pluviometria média anual gira em torno de 640,0 mm, ainda que varie um pouco espacialmente. Ressalta-se que essa variabilidade

interanual expõe que o regime de chuvas anual é típico do Nordeste semiárido

Analisando as Figuras 20 a 22, verifica-se que a distribuição da precipitação mensal é bastante irregular, ocorrendo, predominantemente, no primeiro semestre do ano. Observa-se ainda, pela distribuição sazonal das chuvas, que o principal sistema atuante na RHSC é a Zona de Convergência Intertropical, responsável pelas chuvas de fevereiro a maio, principal período chuvoso da região.

Tabela 2.11. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto lapi (540007).

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

Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.20. Hietograma do posto pluviométrico lapi (540007).

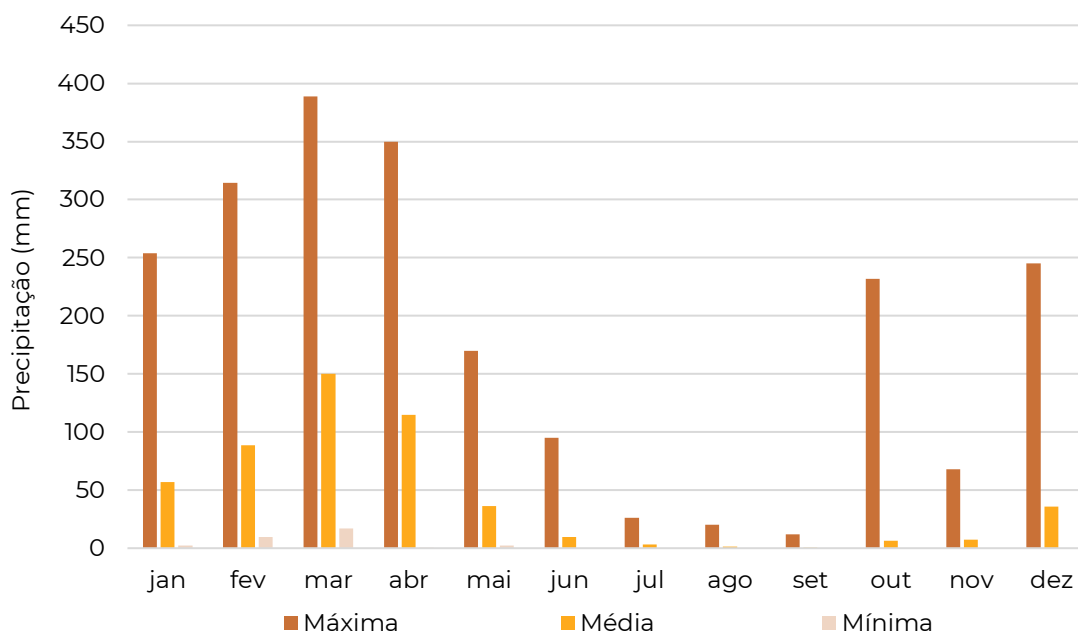


Tabela 2.12. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Crateús (540000).

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

Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.21. Hietograma do posto pluviométrico Crateús (540000).

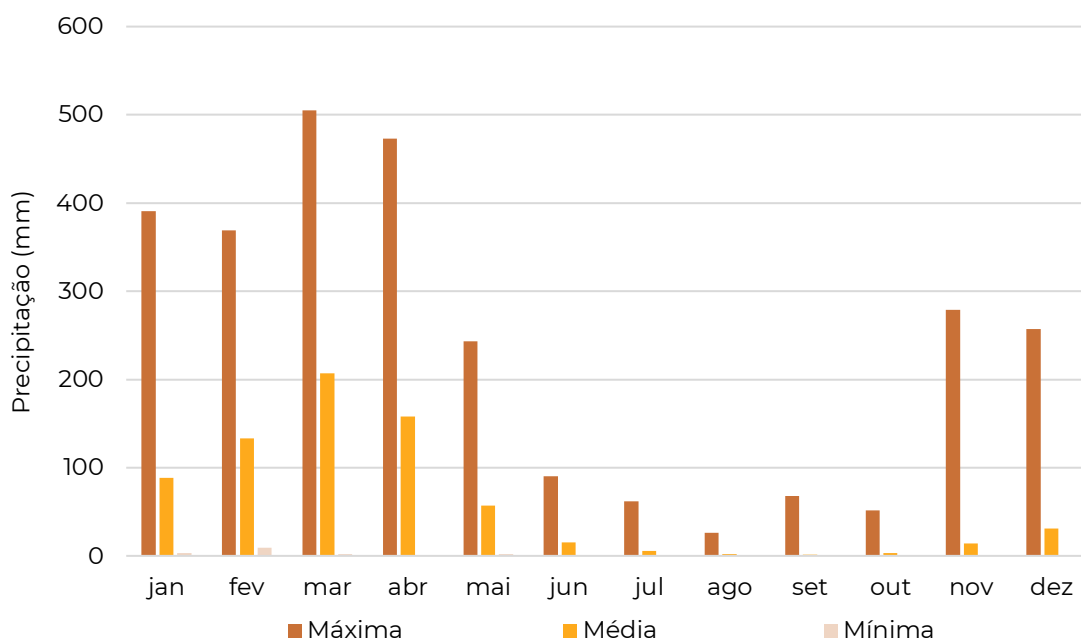
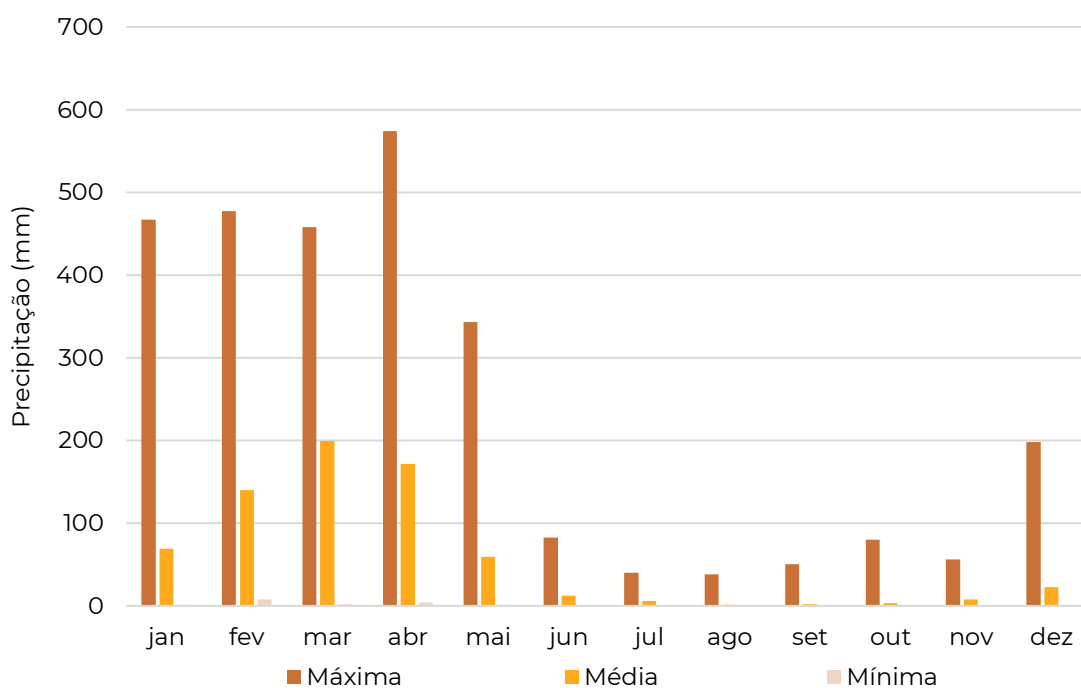


Tabela 2.13. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Sucesso (440020)

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

Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.22. Hietograma do posto pluviométrico Sucesso (440020).



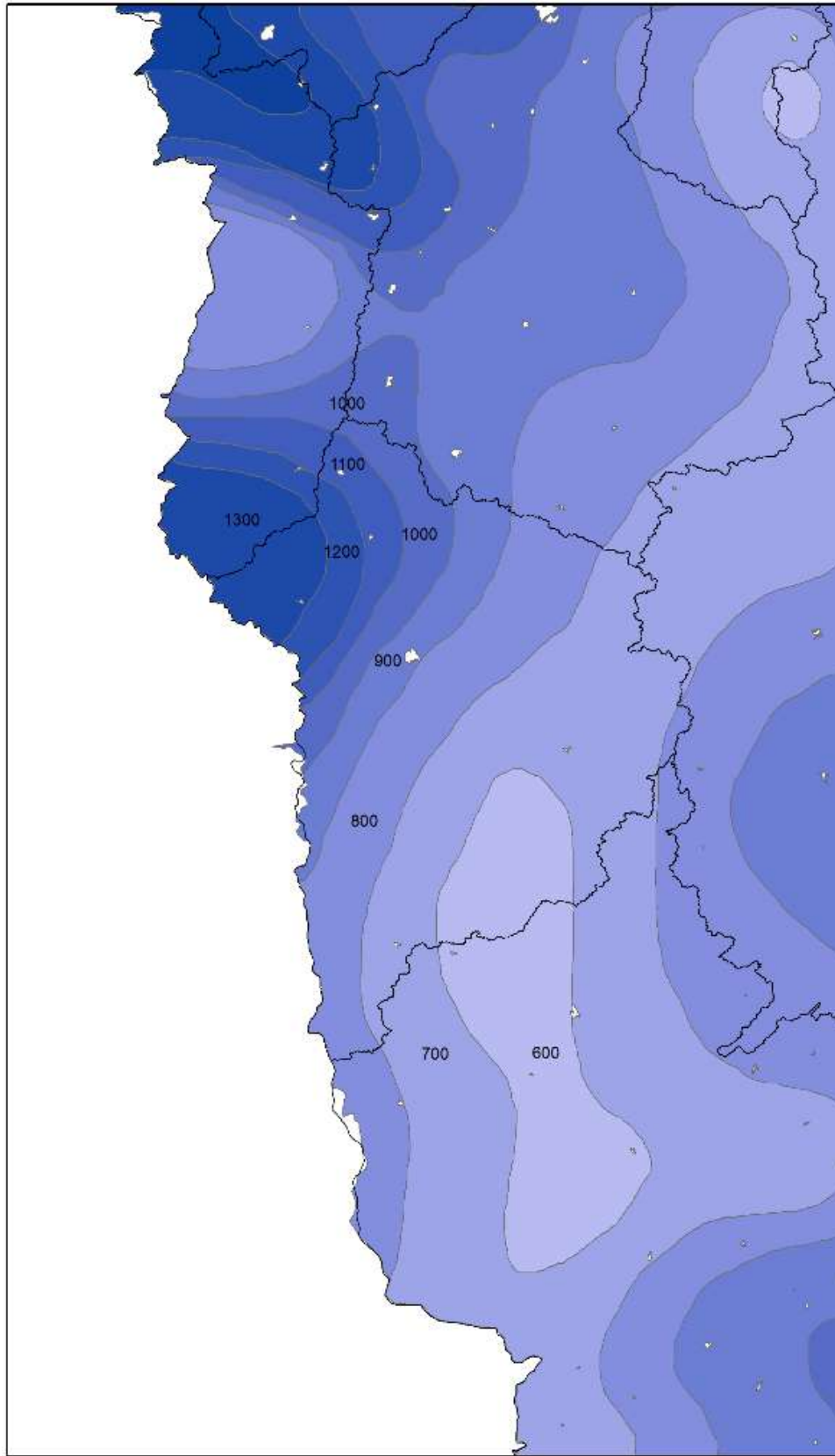
2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica

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

Uma maneira de calcular essa altura média é utilizando o Método de Thiessen. 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.

Na Figura 2.23 apresenta-se a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas pelo método de Thiessen, para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela FUNCEME (2016). Observa-se que as precipitações aumentam à medida que se aproxima da Serra Grande, na fronteira com a Região Hidrográfica da Ibiapaba (RHI). As menores precipitações médias anuais ocorrem ao sul da RHSC, onde o clima caracteriza-se como semiárido quente, com valores de cerca de 600 mm/ano. As maiores precipitações ocorrem, em média, nas proximidades da Serra Grande, porção ocidental do Ceará nos limites com o Estado do Piauí e com a RHI, com valores de 1300 mm/ano.

Figura 2.23. Isoietas da precipitação média para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús (1984-2016).



Fonte: FUNCEME (2016)

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).



Foto: Blog Silvania Claudino

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

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

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

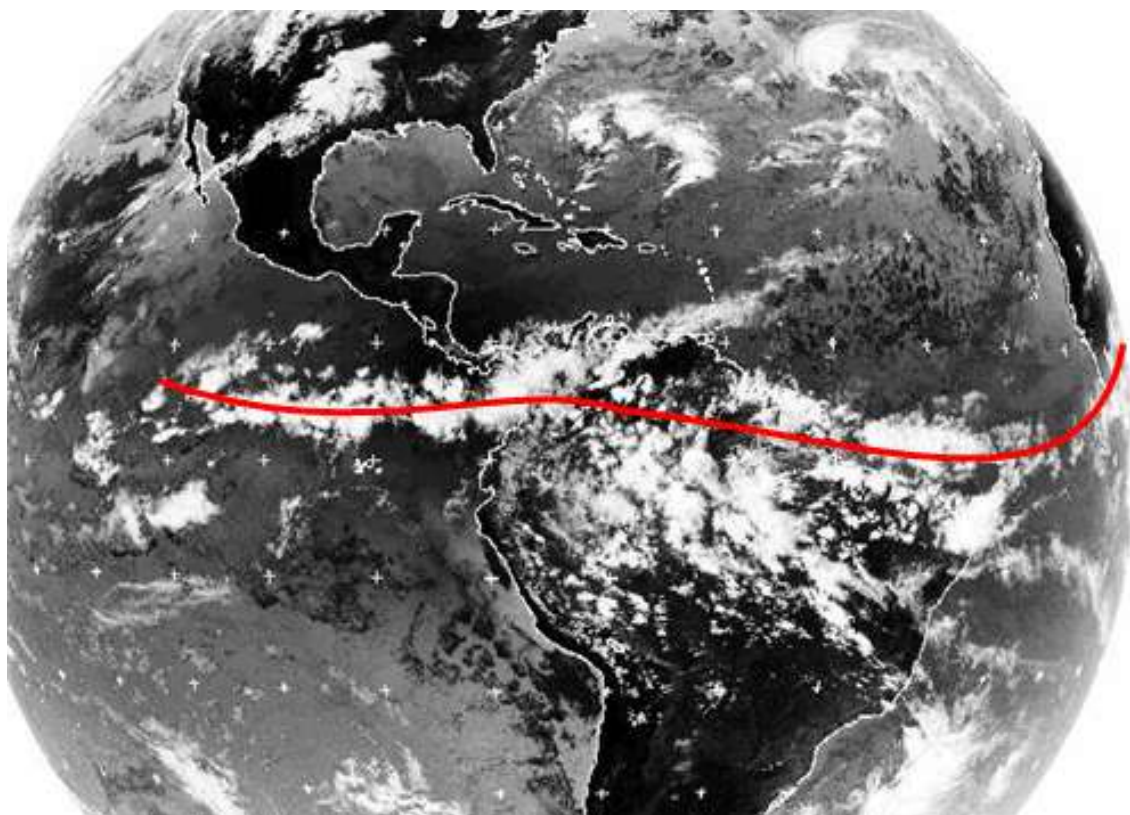
Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

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

A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul (Figura 2.24). 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 2.24. Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008.



Fonte: NOAA

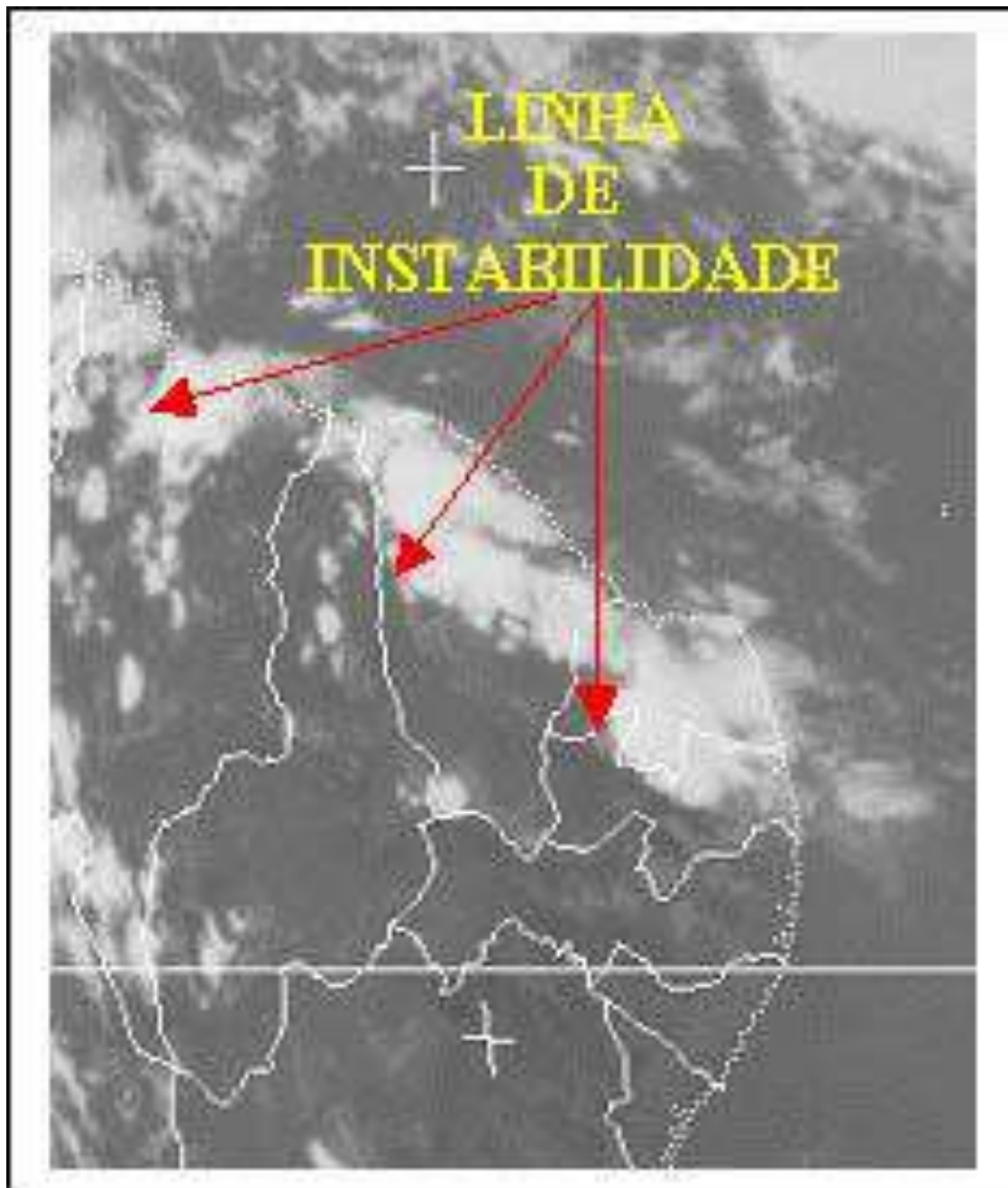
Linha de Instabilidade (LI)

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 2.25), sobretudo nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.

Figura 2.25. Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB.



Fonte: FUNCEME

As Lis predominam na primavera, embora sejam mais intensas durante o verão e outono, quase sempre associadas à intensa atividade convectiva da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da

linha convectiva na costa da Região Hidrográfica e a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte, pode-se observar a ausência de precipitação na Região.

Frentes Frias



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

As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da massa de ar quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (Figura 2.26).

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

Figura 2.26. 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 2.27 e 2.28).

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

Figura 2.27. Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS).

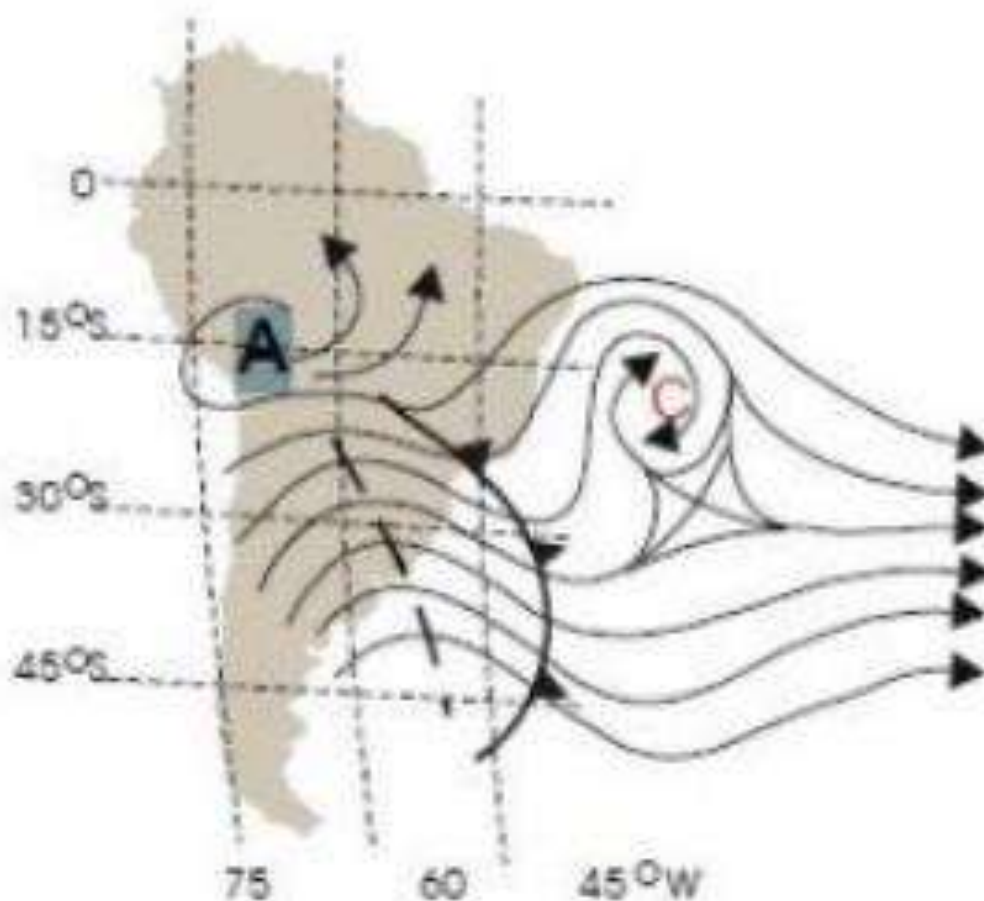
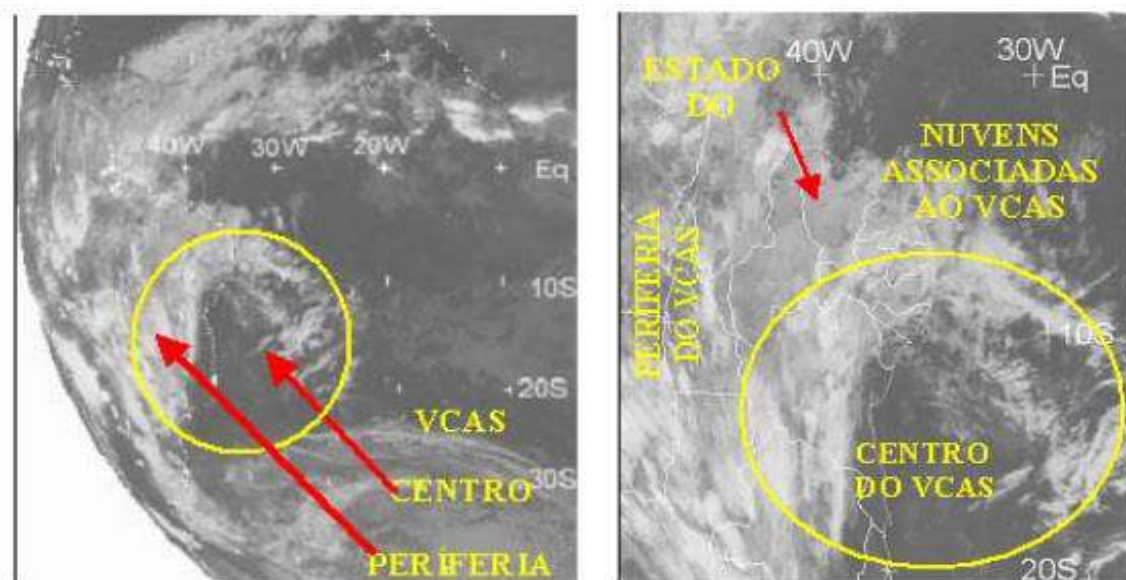


Figura 2.28. Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho.



Fonte: FUNCEME.

Ondas de Leste

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

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

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

2.5 Estações Fluviométricas



Segundo o banco de dados Hidroweb (ANA), existem 13 postos fluviométricos (Figura 2.29) dentro da RHSC, sendo 04 deles operados pela SEMACE e o restante pela COGERH (Tabela 2.14). No entanto, nenhum dos postos apresenta dados de vazão, e apenas os que estão localizados nos açudes (07) apresentam dados de cota, e com poucas medições. Dessa forma, utilizou-se os dados do posto fluviométrico de Senador Pompeu (36470000) (Tabela 2.15), localizado na Região Hidrográfica do Banabuiú, com o mesmo regime hidroclimatológico, para caracterizar o regime de vazões da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

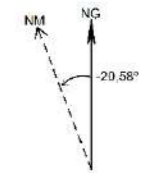
Figura 2.29. Postos Fluviométricos na RHSC.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



POSTOS FLUVIOMÉTRICOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

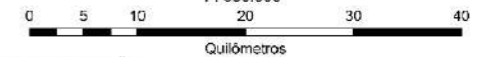
MERIDIANO CENTRAL:
-38°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:

1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



Tabela 2.14. Postos Fluviométricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Rio	Município	Responsável	Operadora
Quiterianópolis	34690100	-6,0853	-40,8403	Rio Poti	Quiterianópolis	Semace-CE	Semace-CE
Crateús	34690300	-5,1944	-40,6575	Rio Poti	Crateús	Semace-CE	Semace-CE
Crateús	34690500	-5,1839	-40,6597	Rio Poti	Crateús	Semace-CE	Semace-CE
Crateús	34690600	-5,1544	-40,6783	Rio Poti	Crateús	Semace-CE	Semace-CE
Açude Colina	34691000	-5,8392	-40,7144	Rio Poti	Quiterianópolis	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Jaburu II	34692000	-5,4186	-40,4797	Riacho / Rio Jaburu	Independência	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Flor do Campo	34692500	-5,5694	-40,6747	Rio Poti	Novo oriente	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Cupim	34693000	-5,3928	-40,2997	Rio Cupim	Independência	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Carnaubal	34694000	-5,2878	-40,6669	Rio Poti	Crateús	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Barragem do Batalhão	34696000	-5,0297	-41,0831	Rio Poti	Crateús	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude Sucesso	34725000	-4,9553	-40,5247	Riacho Casimiro	Tamboril	Cogerh-CE	Cogerh-CE
Açude São José III	34726000	-4,8986	-40,7703	Riacho São José	Ipaporanga	Cogerh-CE	Cogerh-CE

Tabela 2.15. Posto Fluviométrico escolhido para caracterizar o regime de vazões da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

Na Tabela 2.16 e Figura 2.30 observam-se que as vazões médias mensais para o posto Senador Pompeu apresentam um comportamento sazonal dos deflúvios apresentando vazões médias mais elevadas nos meses de março, abril e maio, que podem ser vinculadas a presença da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT; e nos outros meses, observa-se a diminuição do escoamento superficial, onde praticamente se anula entre os meses de agosto e dezembro, que pode ser decorrente da falta de precipitação nesse período.

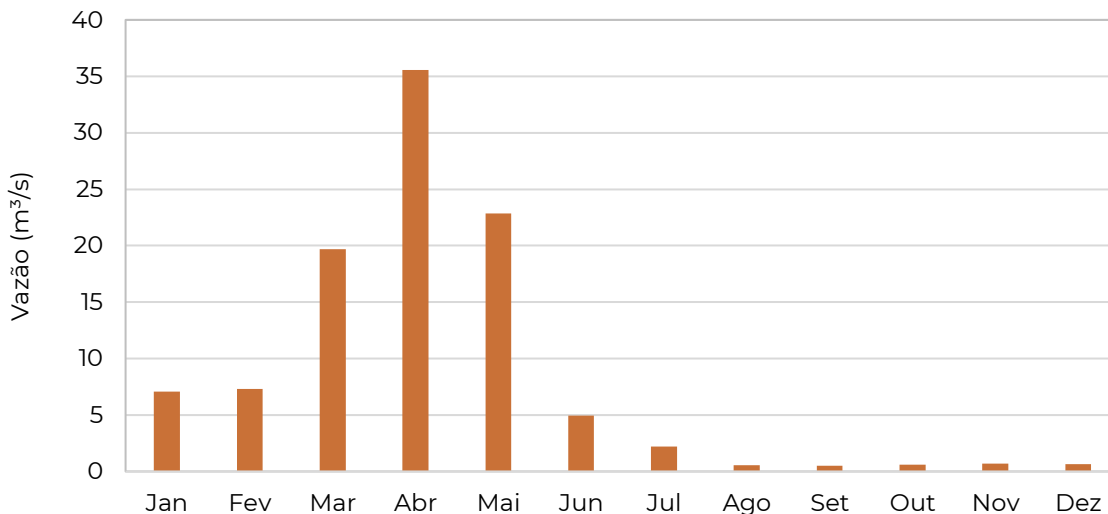
A série de vazões do posto Senador Pompeu apresentou vazão média anual de 7,6 m³/s, com CV igual a 1,3, típico da região semiárida, com geologia cristalina.

Tabela 2.16. Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Senador Pompeu (m³/s).

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

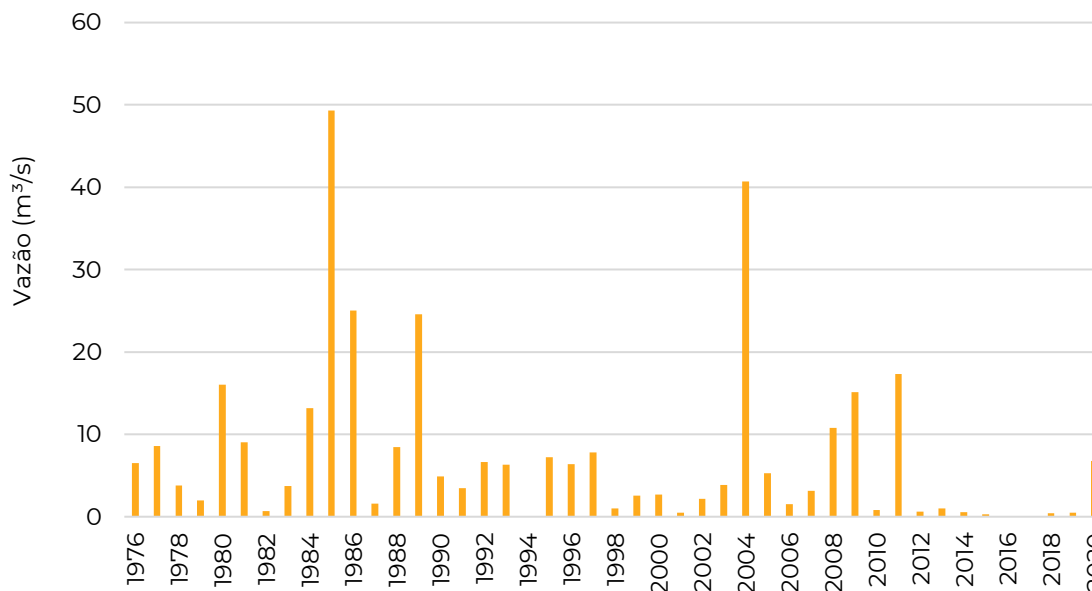
Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.30. Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Senador Pompeu.



A alta variabilidade dos deflúvios médios anuais no posto Senador Pompeu pode ser melhor visualizada na Figura 2.31, onde observa-se que, no intervalo de dados disponível (1976 a 2020), 80% dos anos apresentam vazões médias anuais abaixo de 10 m³/s.

Figura 2.31. Deflúvios médios anuais registrados no posto fluviométrico Senador Pompeu.



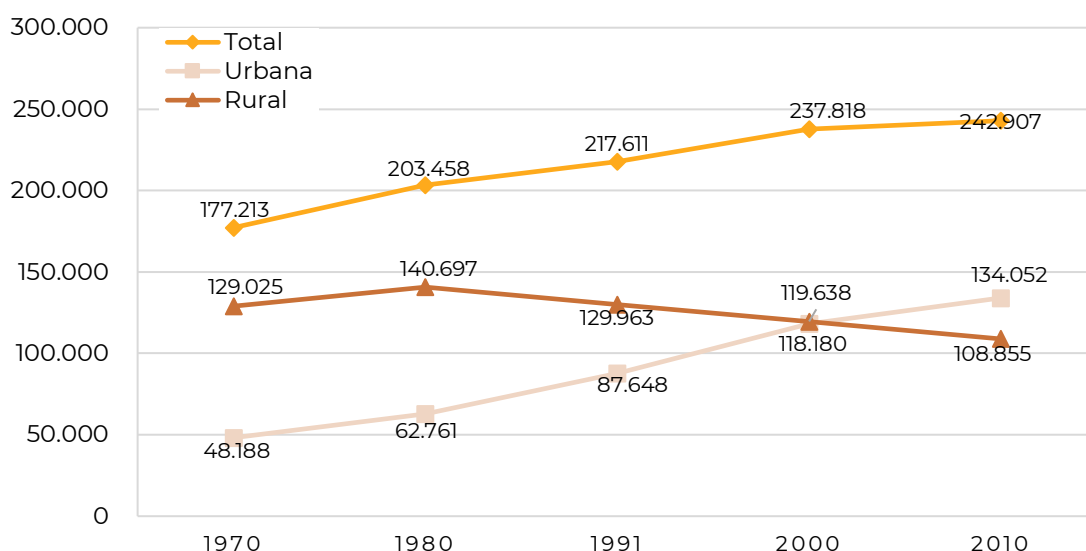
2.6 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

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

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

Dados do Censo Demográfico mostram um processo de urbanização da RHSC, conforme Figura 2.32, semelhante de grandes centros em desenvolvimento, ou seja, além do crescimento populacional da região, verifica-se, também, um aumento da taxa de urbanização. Desde a década de 1970, há uma tendência para o aumento do contingente da população urbana e diminuição da rural. No período de 1970, esta representava 27% da população da Região, passando para 42% em 2010.

Figura 2.32. Dados de População - Censos de 1970-2010.



Fonte: IBGE, 2019

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

Tabela 2.17. Características Demográficas da População.

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

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

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

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

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

Predomina, para os municípios da Região, a maior participação da economia vinculada a atividade de Serviços (incluindo a atividade de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social - APU), isso é evidente para 149 municípios do Estado e também para RHSC, conforme Tabela 2.18, onde se verificam os percentuais mais altos para este Setor.

Tabela 2.18. Distribuição do PIB por setores.

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

Fonte: 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 19 para os municípios, com dados do censo de 2010.

Tabela 2.19. Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal – IDHM.

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

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

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

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

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

Tabela 2.20. Quantidade produzida Lavouras temporárias e permanentes - 2019 (Toneladas).

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

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019

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 (m³)	Madeira em tora (m³)	Carvão vegetal (t)	Ceras (t)
Ararendá	33.820	178	3	-
Crateús	71.600	-	75	-
Independência	49.500	-	9	0

Município	Lenha (m ³)	Madeira em tora (m ³)	Carvão vegetal (t)	Ceras (t)
Ipaporanga	17.180	-	29	-
Ipueiras	20.000	-	60	1
Novo Oriente	19.050	1.150	3	-
Poranga	19.380	330	4	75
Quiterianópolis	37.400	-	10	-
Tamboril	27.950	-	5	-
TOTAL	295.880	1.658	198	76

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

A estrutura fundiária nos municípios da RHSC (Tabela 2.22), reflete a realidade vigente no país, onde ocorrem grandes distorções quanto à distribuição e ao uso da terra. Especialmente no Nordeste, observa-se um grande número de minifúndios contrastando com poucos imóveis de grandes dimensões de terras. Os minifúndios, pequenas propriedades e os imóveis rurais não classificados, perfazem um total de 52,3% da estrutura fundiária.

Tabela 2.22. Número e área de imóveis rurais – 2005

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

Fonte: Instituto Nacional de Colonização 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 na RHSC a criação de galináceos, especialmente nos municípios de Crateús, Independência, Ipueiras e Novo Oriente; a de ovinos, em Independência e Crateús e a de caprinos, em Independência e Tamboril.

Tabela 2.23. Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho - Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças).

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

Fonte: IBGE- Pesquisa da Pecuária Municipal, 2019

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

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

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
Ararendá	99,95	56,65	-
Crateús	99,96	69,28	38,23
Independência	99,79	74,95	20,33
Ipaporanga	*99,17	-	-
Ipueiras	*94,67	97,27	-
Novo Oriente	99,97	67,59	26,50
Poranga	99,29	57,77	18,18
Quiterianópolis	98,14	66,67	-
Tamboril	99,23	60,41	20,48

*SAEE - Informação SDA7

Fonte: SNIS, 2019; CAGECE 2020

No âmbito do Programa Água para Todos a área conta com sistema de abastecimento de água que beneficia 1.525 famílias da área rural por meio de dessanilizadores (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020). Segundo o mesmo documento, cisternas e barragens subterrâneas têm sido construídas na RHSC para atendimento da demanda rural, no âmbito dos programas Um Milhão de Cisternas (P1MC), Uma Terra e Duas Águas (P1+2), Cisternas nas Escolas e Sementes do Semiárido totalizando 19.861 cisternas, incluindo cisternas de reuso, e 128 barragens (Tabela 2.25).

Tabela 2.25. Quantidade de Cisternas e Barragens Subterrâneas.

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

Fonte: Pacto pelo Saneamento Básico, 2020

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

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

Além dessas informações o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.26. O IMA é considerada importante ferramenta de identificação dos municípios que potencialmente podem ser mais afetados pelas intempéries climáticas e pela falta de recursos hídricos adequados para atender às necessidades da população local (IPECE, 2020), visto que possibilita a avaliação da vulnerabilidade no que diz respeito às questões climatológicas, agrícolas e de assistência social, de forma integrada.

Tabela 2.26. Índice Municipal de Alerta.

Município	IMA 2020	Ranking IMA 2020 no Estado
Ararendá	0,667	66,00
Crateús	0,696	34,00
Independência	0,718	14,00
Ipaporanga	0,706	24,00
Ipueiras	0,640	104,00
Novo Oriente	0,711	20,00
Poranga	0,675	50,00
Quiterianópolis	0,692	36,00
Tamboril	0,641	103,00

Fonte: IPECE, 2020

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

3 DEMANDA ATUAL



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

3.1 Vazões outorgadas

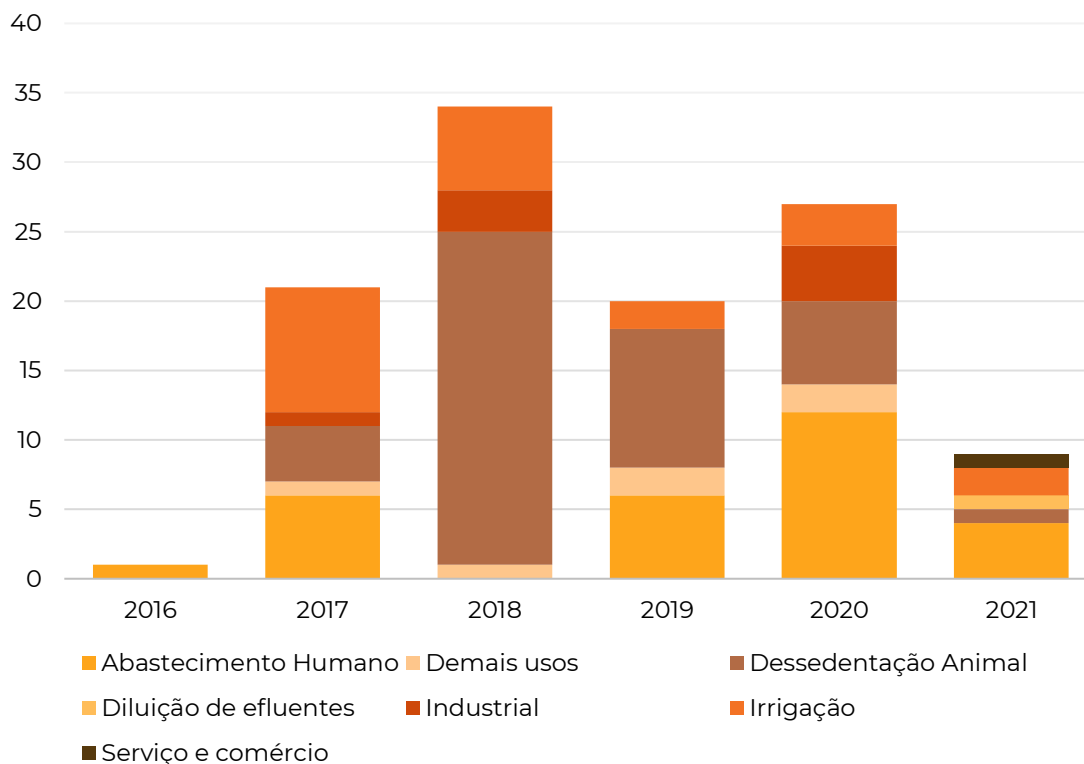
As outorgas de direito de uso da água utilizadas nesta análise foram retiradas da plataforma Outorga Online da COGERH/SRH, e referem-se às outorgas em vigência no mês de maio de 2021, nos seguintes usos: abastecimento humano, dessedentação animal, água mineral e água potável de mesa, industrial, aquicultura,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

A Tabela 3.1 e Figura 3.1 apresentam a quantidade de outorgas vigentes, por ano de início de vigência na RH Sertões de Crateús, em relação às outras atividades econômicas. Nota-se ainda que o início das outorgas para diluição de efluentes na RHSC se deu apenas em 2021, indicando o início do melhor controle da poluição associada ao saneamento básico.

Tabela 3.1. Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH Sertões de Crateús.

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

Figura 3.1 Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH Sertões de Crateús.

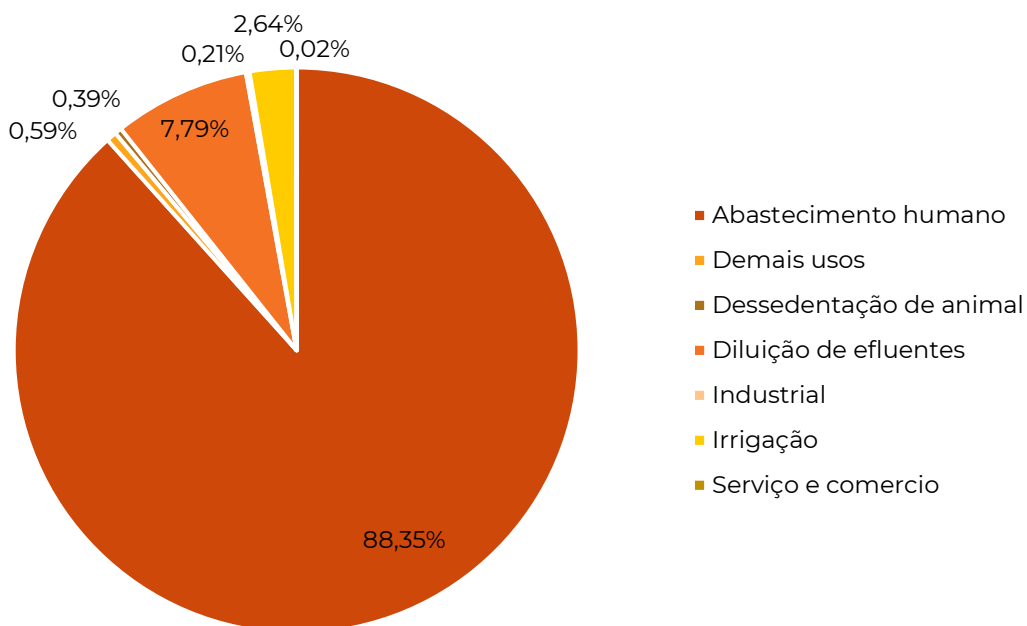


A Tabela 3.2 e Figura 3.2 apresentam o volume outorgado por tipo de uso em outorgas válidas em 2021. Observa-se que, apesar da maior quantidade de outorgas se referir a dessedentação animal, quando se analisa o volume outorgado por uso, percebe-se que este representa apenas 0,4% do volume outorgado na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

Tabela 3.2. Volumes anuais por tipo de uso em outorgas com outorgas válidas em 2021 na RH dos Sertões de Crateús.

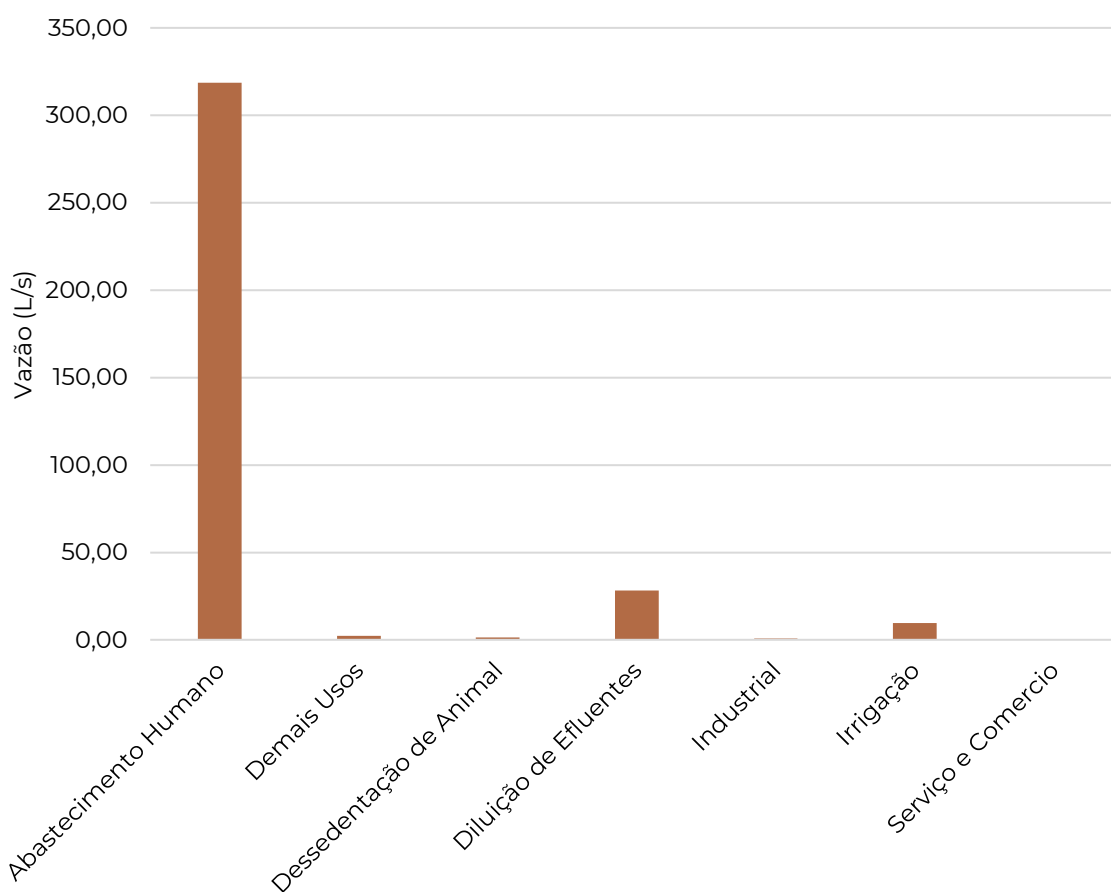
Tipo Uso	Volume Total Anual (hm ³)	Vazão Total (m ³ /s)	Volume Total (%)
Abastecimento Humano	10,05	0,324	88,35%
Demais Usos	0,07	0,002	0,59%
Dessedentação de Animal	0,04	0,001	0,39%
Diluição de Efluentes	0,89	0,029	7,79%
Industrial	0,02	0,001	0,21%
Irrigação	0,30	0,010	2,64%
Serviço e Comercio	0,00	0,000	0,02%
Total	11,37	0,367	-

Figura 3.2. Percentual dos volumes por tipo de uso em outorgas com outorgas válidas em 2021 na RH dos Sertões de Crateús.



A vazão total outorgada na RH dos Sertões do Crateús soma 11,37 hm³/ano, o que equivale a 0,367 m³/s (367 l/s). É importante destacar que como 0,029m³/s refere-se a outorga para lançamento de efluentes, 0,338 m³/s são outorgados para usos consuntivos. O principal uso consuntivo é o abastecimento humano. A Figura 3.3 apresenta a distribuição das outorgas de uso consuntivo, e das vazões outorgadas.

Figura 3.3. Vazão outorgada (m³/s) por tipo de uso consuntivo válida em 2021 na RH dos Sertões de Crateús.



A Tabela 3.3 e Figura 3.4 apresentam a evolução das outorgas aprovadas em 2016 a 2021. Observa-se um crescimento dos volumes outorgados a cada ano, com especial destaque novamente para abastecimento humano. A irrigação possui volumes outorgados

iniciando nos anos de 2017, 2018 e 2019, porém com valores reduzidos, provavelmente associados ao período de escassez hídrica.

Figura 3.4 Vazões outorgadas (l/s) por tipo de uso e início da vigência na RH dos Sertões de Crateús.

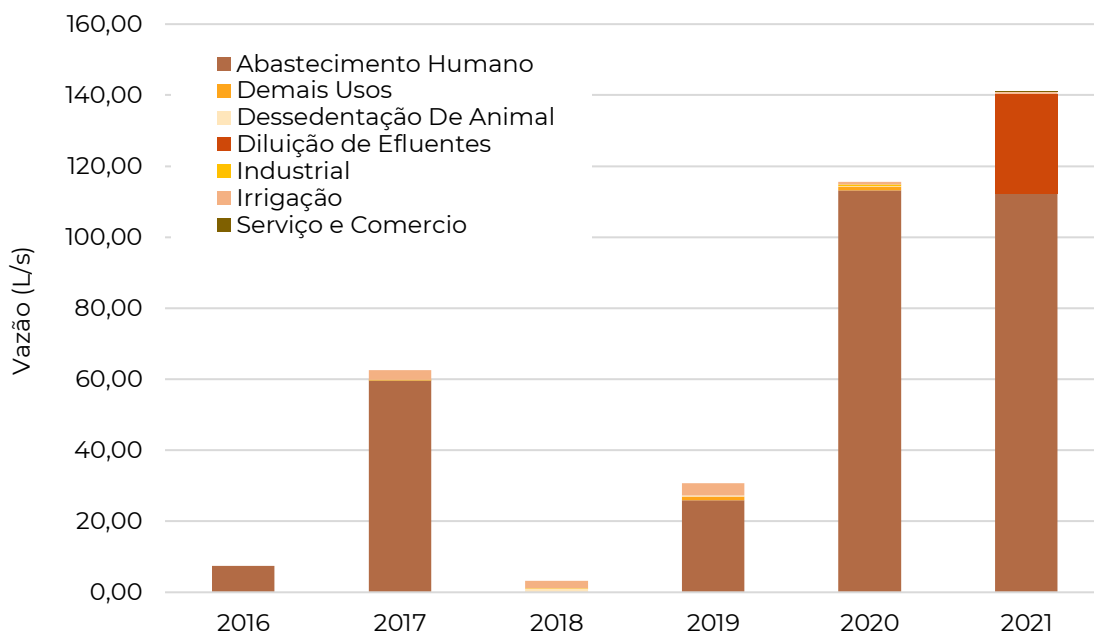


Tabela 3.4 Vazões outorgadas (l/s) por tipo de uso e início da vigência na RH dos Sertões de Crateús.

Ano	Abastec. Humano	Demais Usos	Dessed. Animal	Dilui. Efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e Comercio
2016	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	59,70	0,01	0,04	0,00	0,12	2,76	0,00
2018	0,00	0,03	0,89	0,00	0,14	2,18	0,00
2019	25,87	1,04	0,29	0,00	0,00	3,48	0,00
2020	113,18	1,04	0,14	0,00	0,51	0,73	0,00
2021	112,29	0,00	0,06	28,09	0,00	0,38	0,09

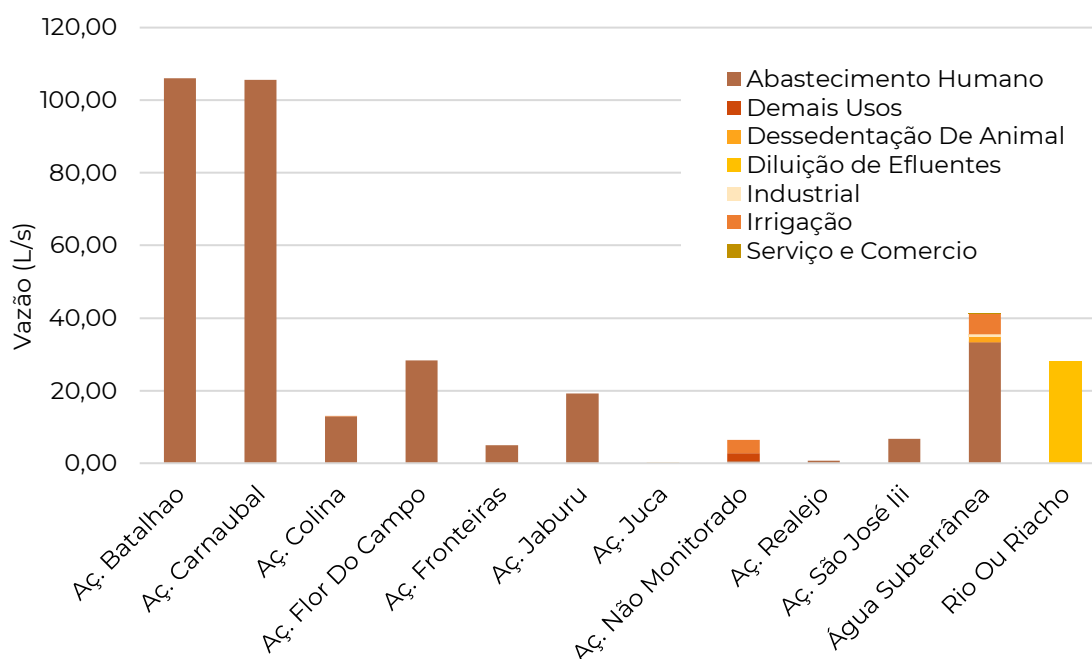
As vazões outorgadas são originadas em açudes monitorados, não monitorados, água subterrânea, lago ou lagoa e rios ou riacho (Tabela 3.4 e Figura 3.5). Nota-se ainda que nos reservatórios estratégicos (aqueles com maior capacidade de acumulação e monitorados pela COGERH) as outorgas vigentes são quase exclusivamente para abastecimento humano. As principais fontes hídricas, com outorgas

vigentes, são o Açude Carnaubal, Açude do Batalhão e águas subterrâneas. É importante destacar que o Açude do Batalhão possui uma baixa capacidade de acumulação; porém possui posicionamento estratégico, localizado na zona urbana de Crateús e possuindo seis reservatórios importantes a sua montante.

Tabela 3.5 Outorgas vigentes (l/s) por manancial e tipo de uso.

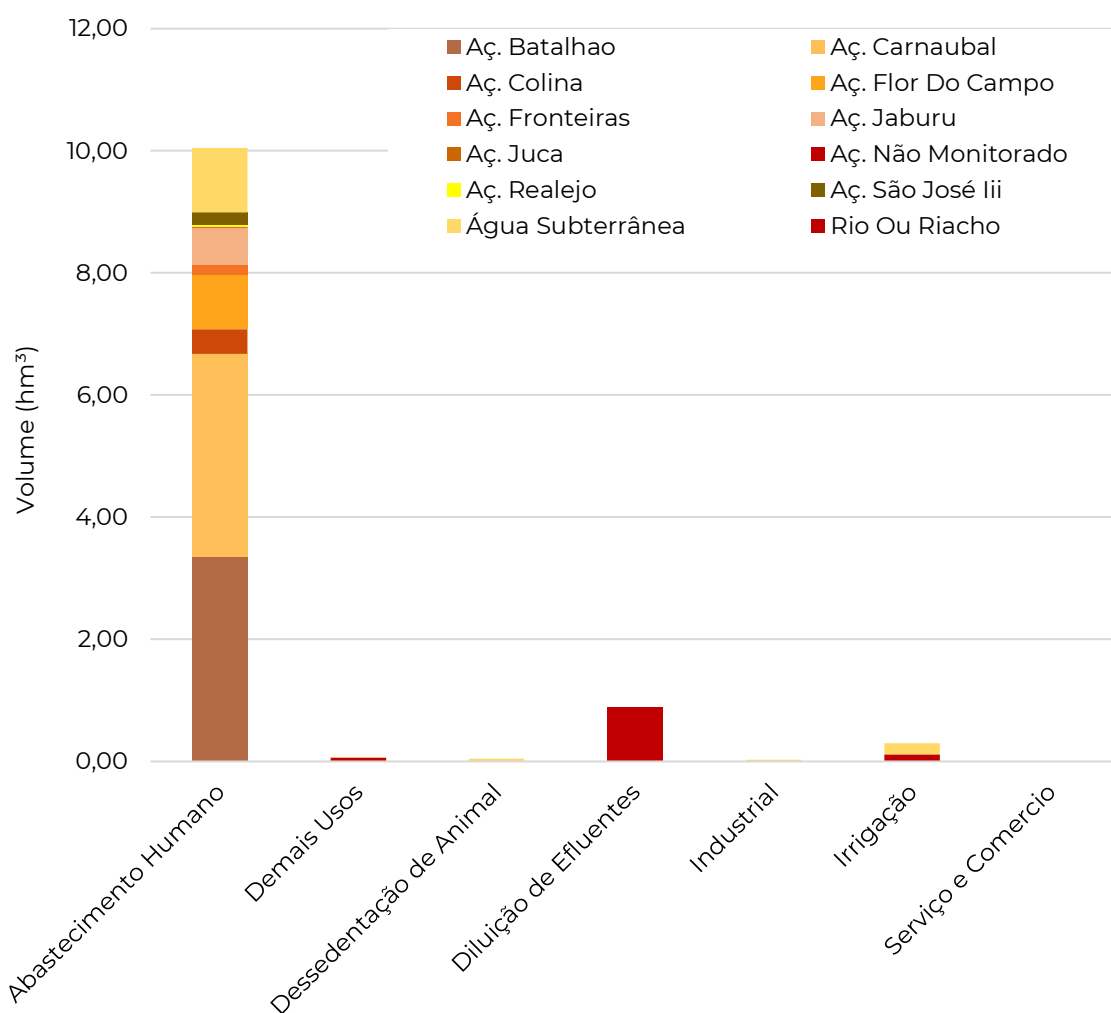
Manancial	Abastec. Humano	Demais Usos	Dessed. Animal	Diluição Efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e Comercio
Aç. Batalhao	106,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Carnaubal	105,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aç. Colina	12,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Aç. Flor do Campo	28,35	0,00	0,00	0,00	0,00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

Figura 3.5 Outorgas vigentes (l/s) por manancial e tipo de uso.



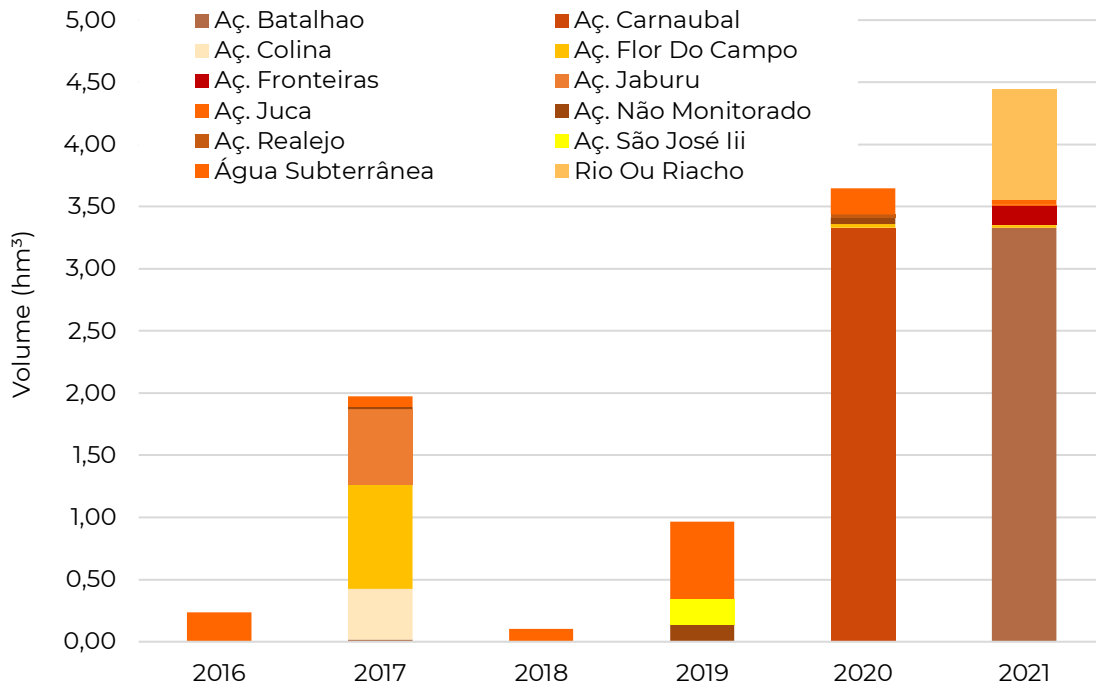
Observa-se ainda o número elevado de outorgas de águas subterrâneas. Este fato decorre da escassez hídrica na RH dos Sertões de Crateús desde 2012 e a obrigatoriedade da outorga para financiamentos realizados pela BNDES para implantação de novos poços desde 2019. Tal informação fica mais clara ao se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

Figura 3.6. Outorgas em vigência por tipo de uso e manancial (em hm³).



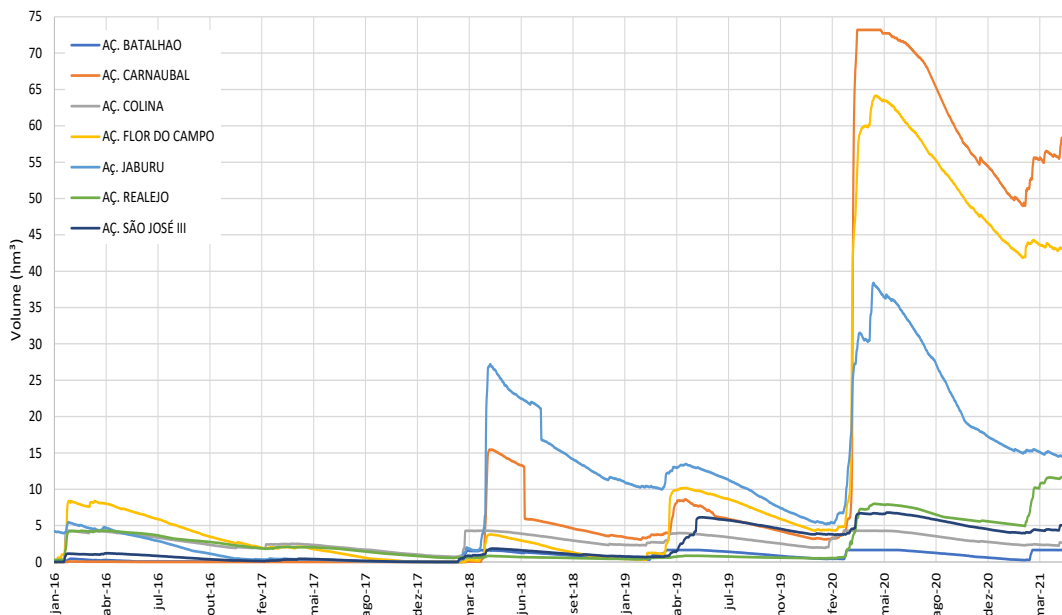
A Figura 3.7 apresenta a fonte hídrica das outorgas concedidas entre 2016 e 2021. Observa-se que o açude Carnaubal concentra as outorgas em 2020, o açude Flor do Campo em 2017 e 2021, o açude do Batalhão em 2021, as águas subterrâneas em 2019, o açude Jaburu em 2017.

Figura 3.7. Início de vigência das outorgas por Manancial (vazão em l/s).



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

Figura 3.8. Evolução do Volume dos Reservatórios com Outorgas Vigentes.



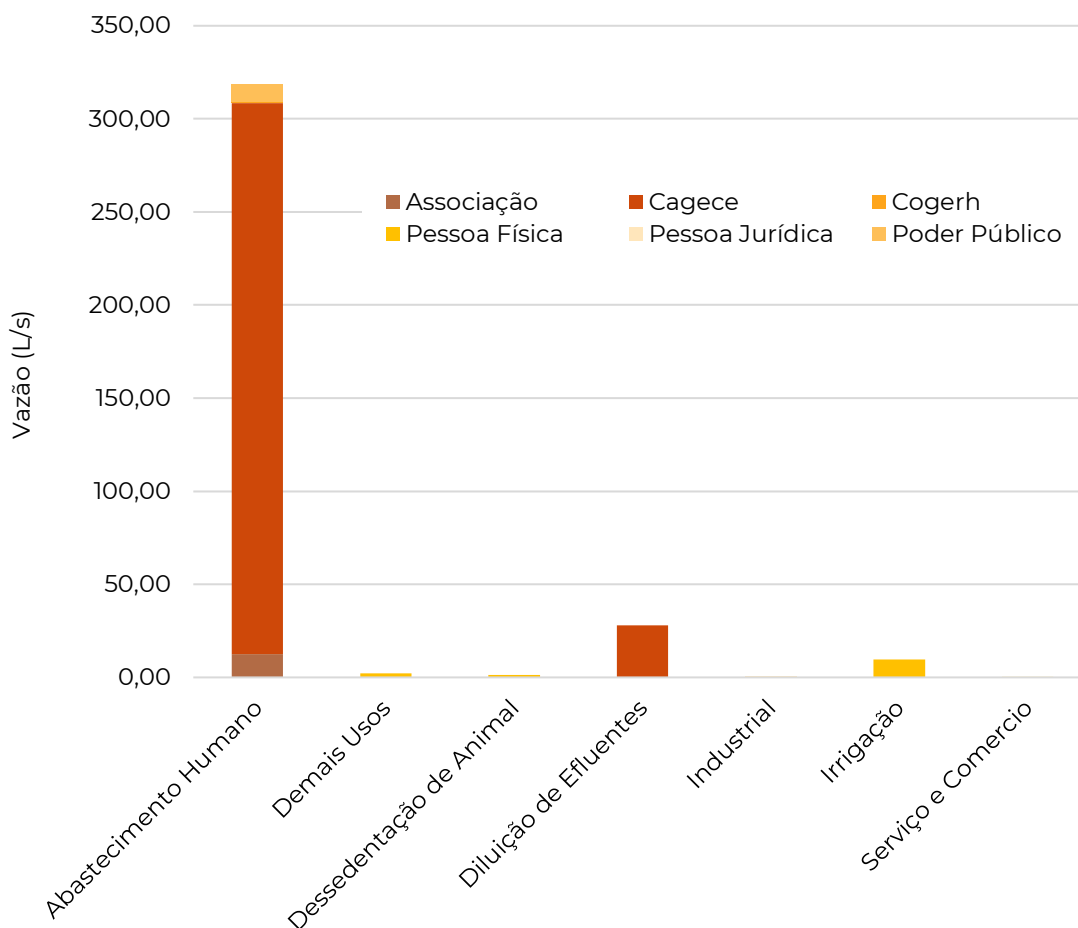
A disponibilidade hídrica superficial na região atingiu o seu pior patamar em 2017, sendo o reservatório Flor do Campo aquele com maior volume de água e, coincidentemente, com o maior volume de outorgas concedidas naquele ano. Em 2019 houve o implemento de novos poços devido a linha de crédito concedida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

A Figura 3.9 e Tabela 3.5 apresentam os tipos de requerentes das outorgas, por tipo de uso. Observa-se que as outorgas para abastecimento humano são realizadas por parte da CAGECE, COGERH, Associações e Poder Público, enquanto as outorgas de Irrigação, Dessedentação Animal, e Demais Usos, são realizadas por pessoas físicas. As pessoas jurídicas solicitam outorgas apenas para fins industriais.

Tabela 3.6. Vazão outorgada (l/s) por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 2021).

Tipo de Uso	Associação	Cagece	Cogerh	Pessoa Física	Pessoa Jurídica	Poder Público
Abastecimento Humano	0,68	11,25	2,85	0,00	0,00	0,39
Demais Usos	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
Dessedentação de Animal	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00
Diluição de Efluentes	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00
Industrial	0,02	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00
Irrigação	0,00	0,00	0,00	1,46	0,00	0,00
Serviço e Comércio	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00

Figura 3.9 Vazão outorgada (l/s) por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 2021).



3.2. Demanda Hídrica Calculada pela Agência Nacional das Águas

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

Para tanto, foi feito uso do documento “Manual de Usos Consuntivos da Água” (ANA, 2017), um estudo com estimativas de demandas de usos consuntivos da água para todos os municípios brasileiros. As demandas foram estimadas para as seguintes categorias: abastecimento humano

(urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoelectricidade e irrigação. O manual realizou ainda a estimativa da evaporação líquida de reservatórios artificiais, visto as altas taxas de evaporação no semiárido nordestino representam grande parte da perda dos reservatórios.

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

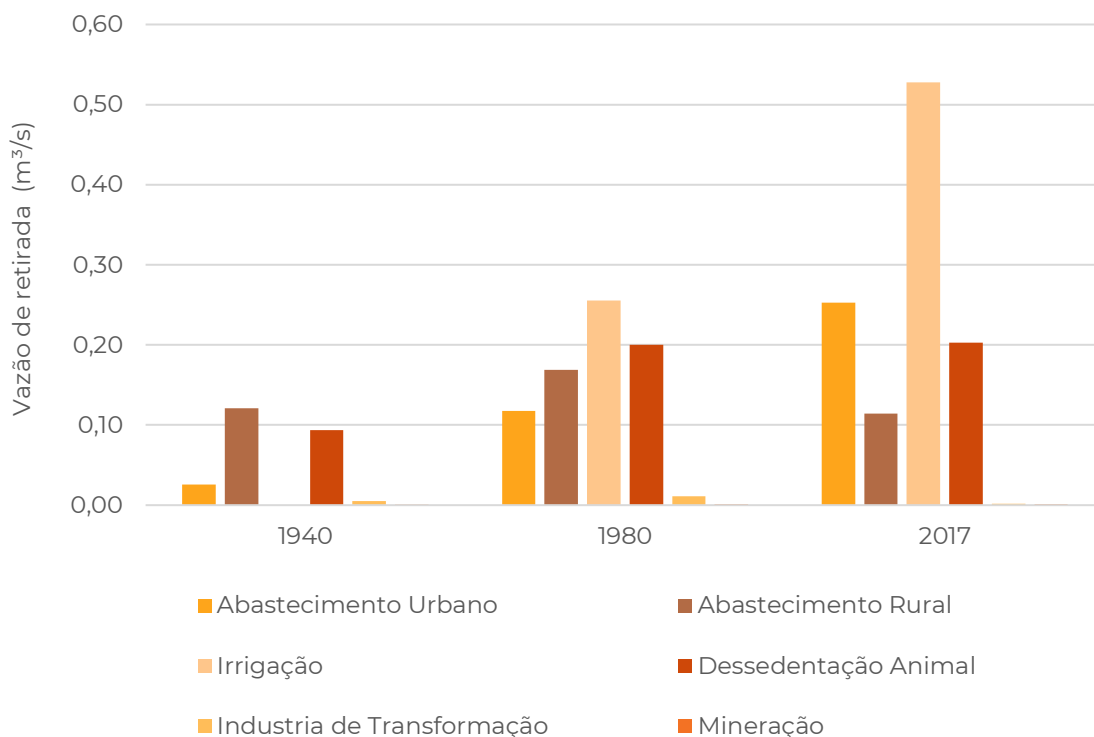
De forma geral, essas metodologias utilizam coeficientes técnicos que associam variáveis inventariadas (população, por exemplo) a uma necessidade média de água (litros por habitante por ano, por exemplo). Os coeficientes técnicos são geralmente calculados a partir de medições com elevado grau de precisão,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

Segundo a ANA a demanda para a RH dos Sertões de Crateús em 2017 foi estimada em 1,10 m³/s para vazão de retirada, 0,70 m³/s para vazão de consumo efetivo e 0,40 m³/s para a vazão de retorno aos corpos hídricos. A ANA apresenta ainda a evolução da demanda desde 1940. Em 1940 a demanda da região era de 0,24m³/s, em 1980 a demanda calculada foi de 0,75 m³/s. A Tabela 3.6 e Figura 3.11 apresentam a evolução da demanda na região, considerando as vazões de retirada, consumo e retorno.

Tabela 3.7. Demandas Calculadas pela ANA para a RHSC (Anos 1940, 1980, 2017 e 2030).

Ano	Vazão de Retirada (m³/s)	Vazão de Consumo (m³/s)	Vazão de Retorno (m³/s)
1940	0,24	0,17	0,07
1980	0,75	0,54	0,21
2017	1,10	0,70	0,39

Figura 3.12 Evolução da demanda por tipo de uso para a RH dos Sertões de Crateús (ANA, 2017).



Observa-se um crescimento do abastecimento urbano que passa de 0,026 (1940) para 0,253 (2017), compensado pela diminuição do abastecimento rural (0,121 para 0,114 m³/s) reflexo da migração para os centros urbanos da Região. A irrigação começa a se destacar nos anos 1980, dobrando seu consumo em 2017 (passa de 0,255 para 0,528 m³/s). A dessedentação animal também é uma demanda importante na bacia, mas se mantém igual entre 1980 e 2017.

3.3 Demanda Instalada

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

3.3.1. Abastecimento Humano

A demanda instalada do abastecimento humano foi obtida pelo produto do número de habitantes (ver Capítulo 2) pelo consumo per capita médio do Ceará.

Segundo o SNIS (2019), a média de consumo per capita no Brasil é de 153,87 litros diários por habitante; para a região Nordeste e Ceará estes valores são 120,58 L/hab.dia e 137,35 L/hab.dia respectivamente.

A demanda hídrica para abastecimento humano da RH dos Sertões de Crateús é de 0,386 m³/s (ano 2010) e 0,398 m³/s (ano 2020).

A Figura 3.14, apresenta a demanda hídrica instalada para abastecimento humano na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús nos anos de 2010 e 2020, estratificada por município. Os valores também são apresentados na Tabela 3.9.

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

Figura 3.13. Demanda Instalada para abastecimento Humano por Município na RHSC.

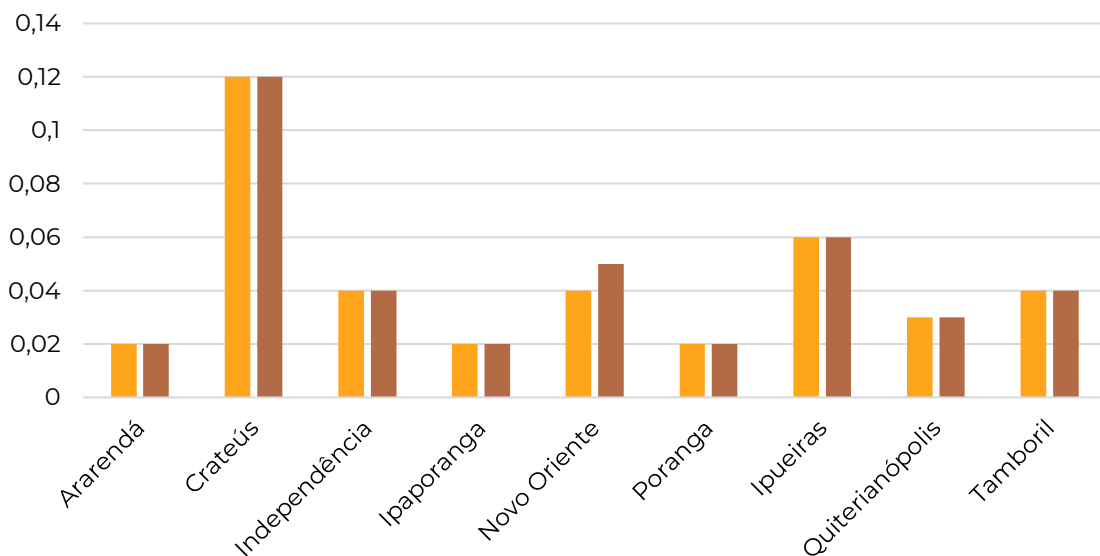


Tabela 3.9. Demanda Instalada para abastecimento humano por município na RH dos Sertões de Crateús.

Município	População 2010	Demanda 2010 (m ³ /s)	População 2020	Demanda 2020 (m ³ /s)
Ararendá	10.491	0,02	10.959	0,02
Crateús	72.812	0,12	75.159	0,12
Independência	25.573	0,04	26.187	0,04
Ipaporanga	11.343	0,02	11.596	0,02
Novo Oriente	27.453	0,04	28.673	0,05
Poranga	12.001	0,02	12.347	0,02
Ipueiras	37.862	0,06	38.114	0,06
Quiterianópolis	19.921	0,03	21.166	0,03
Tamboril	25.451	0,04	26.225	0,04
Total	242.907	0,39	250.426	0,40

3.3.2. Irrigação

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

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 3.10. 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 (2017), em sua maioria a irrigação na RHSC é realizada por meio de gotejamento, que representa um alto coeficiente de eficiência em comparação aos demais métodos de aplicação.

Tabela 3.10. 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 adimensional e representa a razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evapotranspiração de referência. Ele representa a integração dos efeitos de três características: a) a altura da cultura que afeta a rugosidade e a resistência aerodinâmica; b) a resistência da superfície relativa ao binômio solo-planta, que é afetado pela área foliar, pela fração de cobertura do solo com vegetação, pela idade e condições das folhas, e pela umidade no perfil do solo; c) o albedo da superfície, que é a principal fonte de energia para trocas de calor e de massa no processo de evapotranspiração (SEDIYAMA et al., 1998).

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

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

A Tabela 3.11 apresenta os Kc's médios utilizados por cultura. As culturas temporárias possuem Kc diferentes a depender do estágio do cultivo; assim foi utilizado o Kc médio em função do Kc de cada estágio e a duração deles.

Tabela 3.11. Kc's calculados.

Cultura	Estágio da Cultura			Kc Médio
	Inicial	Intermediário	Final	
	Dias	Dias	Dias	
Kc (Feijao)	15	50	10	0.89
	0.40	1.15	0.35	
Kc (Milho)	8	68	29	0.89
	0.49	1.06	0.60	
Kc (Banana)	90	135	30	1.11
	1.00	1.20	1.00	
Kc (Caju)	0.65			0.65
Kc (Coco)	1.00			1.00

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

Em sua maioria, foram utilizados os dados de área irrigada do Censo de 2017. Entretanto, os valores do Censo de 2006 apresentaram maiores valores de área irrigada para os municípios de Crateús, Ipueiras e Novo

Oriente, sendo portanto esta fonte utilizada para os referidos municípios.

Desta forma, tem-se uma área instalada para irrigação na RH dos Sertões de Crateús de 1.888 ha, sendo 1.511 para lavouras temporárias e 377 para lavouras permanentes.

Confrontando os dados de área irrigada na RH dos Sertões de Crateús com dados de área plantada, apenas 1% do cultivo faz de uso irrigação, sendo o município de Ararendá aquele com maior percentual de área irrigada, corroborando os dados de outorgas apresentados anteriormente, visto que tal município possui o maior número de outorgas para fins de irrigação da RHSC. A Tabela 3.12 apresenta os dados de áreas de cultivo, subdivididas por áreas de lavouras permanentes e temporárias, e áreas irrigadas. Como era de se esperar cerca de 80% da agricultura na região é do tipo temporário, sendo a irrigação por sequeiro o principal método de agricultura existente na região.

Tabela 3.12. Áreas cultivadas na RHSC por município.

Município	Área Lavouras Permanentes /Horticultura/Florestas (ha)	Área Lavouras Temporárias (ha)	Área Total (ha)	Área Irigada (ha)	Área Irigada (%)
Ararendá	2.595,0	3.849,0	6.444,0	442,0	6,9
Crateús	4.443,0	29.262,0	33.705,0	406,0	1,2
Independência	6.893,0	13.403,0	20.296,0	541,0	2,7
Ipaporanga	1.994,0	9.255,0	11.249,0	15,0	0,1
Ipueiras	4.489,0	27.410,0	31.899,0	271,0	0,8
Novo Oriente	1.433,0	12.874,0	14.307,0	48,0	0,3
Poranga	6.547,0	19.394,0	25.941,0	32,0	0,1
Quiterianópolis	3.566,0	14.281,0	17.847,0	70,0	0,4
Tamboril	665,0	16.580,0	17.245,0	63,0	0,4
Total	32.625,0	146.308,0	178.933,0	1.888,0	1,1

Tabela 3.13. Áreas irrigadas, tipo de aplicação e principais culturas na RH dos Sertões de Crateús por município.

Município	Áreas Irrigadas			Tipo de Irrigação			Cultura Temporária		Cultura Permanente		Demanda Total (m ³ /s)
	Área Lavouras Permanentes /Horticultura/Florestas (ha)	Área Lavouras Temporárias (ha)	Área Total Irrigada (ha)	Principal Método Irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc	
Ararendá	20	422	442	Gotejamento	96,15%	0.9	Milho	0,89	Banana	1,11	0,26
Crateús	95	311	406*	Gotejamento	4,19%	0.9	Milho	0,89	Caju	0,65	0,22
Independência	6	535	541	Gotejamento	96,49%	0.9	Feijao	0,89	Coco da Baia	1,00	0,32
Ipaporanga	2	13	15	Gotejamento	33,33%	0.9	Milho	0,89	Banana	1,11	0,01
Ipueiras	181	90	271*	Molhação	31,37%	0.6	Milho	0,89	Banana	1,11	0,28
Novo Oriente	8	40	48	Aspersão Convencional	29,17%	0.8	Milho	0,89	Caju	0,65	0,03
Poranga	4	28	32	Gotejamento	53,13%	0.9	Feijao	0,89	Caju	0,65	0,02
Quiterianópolis	51	19	70*	Microaspersão	20,00%	0.9	Milho	0,89	Banana	1,11	0,05
Tamboril	10	53	63	Molhação	41,27%	0.6	Feijao	0,89	Caju	0,65	0,05
Total	377	1.511	1.888								1,231

* Dados extraídos do Censo Agropecuário de 2006

Assim, a irrigação possui demanda hídrica média de 1,23 m³/s (Tabela 3.13), sendo independência e Ipueiras, os municípios com maior demanda instalada, iguais a 0,32 m³/s e 0,28m³/s, respectivamente.

3.3.3. Dessedentação Animal

Para o cálculo da demanda instalada para dessedentação animal na Região foram utilizados os dados do número de cabeças por município por tipo de rebanho, bovinos (corte e leite), equinos, asininos e muares, caprinos e ovinos, suínos e galináceos, disponíveis no Censo Agropecuário de 2017.

O maior rebanho na Região Hidrográfica é de galináceos, com cerca de 4.820 cabeças, seguido por caprinos ou ovinos com cerca de 4.460 cabeças e de bovinos de corte, cerca de 118.000 cabeças. O consumo hídrico por cabeça/dia por tipo de rebanho foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017).

As Tabelas 3.14 a 3.16, 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 3.14. Demanda Instalada para dessedentação de Bovinos na RHSC.

Município	Bovinos (Corte)			Bovinos (Leite)		
	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Ararendá (CE)	3.765	50	0,002	1.072	127,5	0,002
Crateús (CE)	30.623	50	0,018	6.591	127,5	0,01
Independência (CE)	28.839	50	0,017	6.946	127,5	0,01
Ipaporanga (CE)	6.423	50	0,004	1.256	127,5	0,002
Ipueiras (CE)	8.331	50	0,005	1.321	127,5	0,002
Novo Oriente (CE)	11.074	50	0,006	2.550	127,5	0,004
Poranga (CE)	3.586	50	0,002	458	127,5	0,001
Quiterianópolis (CE)	11.273	50	0,007	2.765	127,5	0,004
Tamboril (CE)	14.545	50	0,008	3.277	127,5	0,005
Total	118.459	50	0,069	26.236	127,5	0,039

Tabela 3.15. Demanda Instalada para dessedentação de Equinos/Asininos/Muares e Caprinos/Ovinos na RH dos Sertões de Crateús.

Município	Equinos/Asininos/Muares			Caprinos/Ovinos		
	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Ararendá (CE)	385	40	0.000	4262	10	0.000
Crateús (CE)	2575	40	0.001	91804	10	0.011
Independência (CE)	2968	40	0.001	191573	10	0.022
Ipaporanga (CE)	656	40	0.000	13841	10	0.002
Ipueiras (CE)	242	40	0.000	9916	10	0.001
Novo Oriente (CE)	913	40	0.000	32756	10	0.004
Poranga (CE)	318	40	0.000	18084	10	0.002
Quiterianópolis (CE)	876	40	0.000	26510	10	0.003
Tamboril (CE)	962	40	0.000	57800	10	0.007
Total	9895	40	0.005	446546	10	0.052

Tabela 3.16. Demanda instalada para dessedentação de suínos e alináceos na RH dos Sertões de Crateús.

Município	Suínos			Galináceos		
	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº Cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Ararendá (CE)	2.422	18,7	0,001	28.040	0,27	0,000
Crateús (CE)	11.983	18,7	0,003	128.280	0,27	0,000
Independência (CE)	12.546	18,7	0,003	69.659	0,27	0,000
Ipaporanga (CE)	3.864	18,7	0,001	35.038	0,27	0,000
Ipueiras (CE)	3.295	18,7	0,001	43.140	0,27	0,000
Novo Oriente (CE)	9.213	18,7	0,002	76.374	0,27	0,000
Poranga (CE)	3.070	18,7	0,001	21.853	0,27	0,000
Quiterianópolis (CE)	9.374	18,7	0,002	50.240	0,27	0,000
Tamboril (CE)	5.174	18,7	0,001	30.214	0,27	0,000
Total	60.941	18,7	0,013	482.838	0,27	0,002

Desta forma, estimou-se a demanda instalada na RH dos Sertões de Crateús em 0,178 m³/s, sendo 60% para dessedentação de bovinos, e os

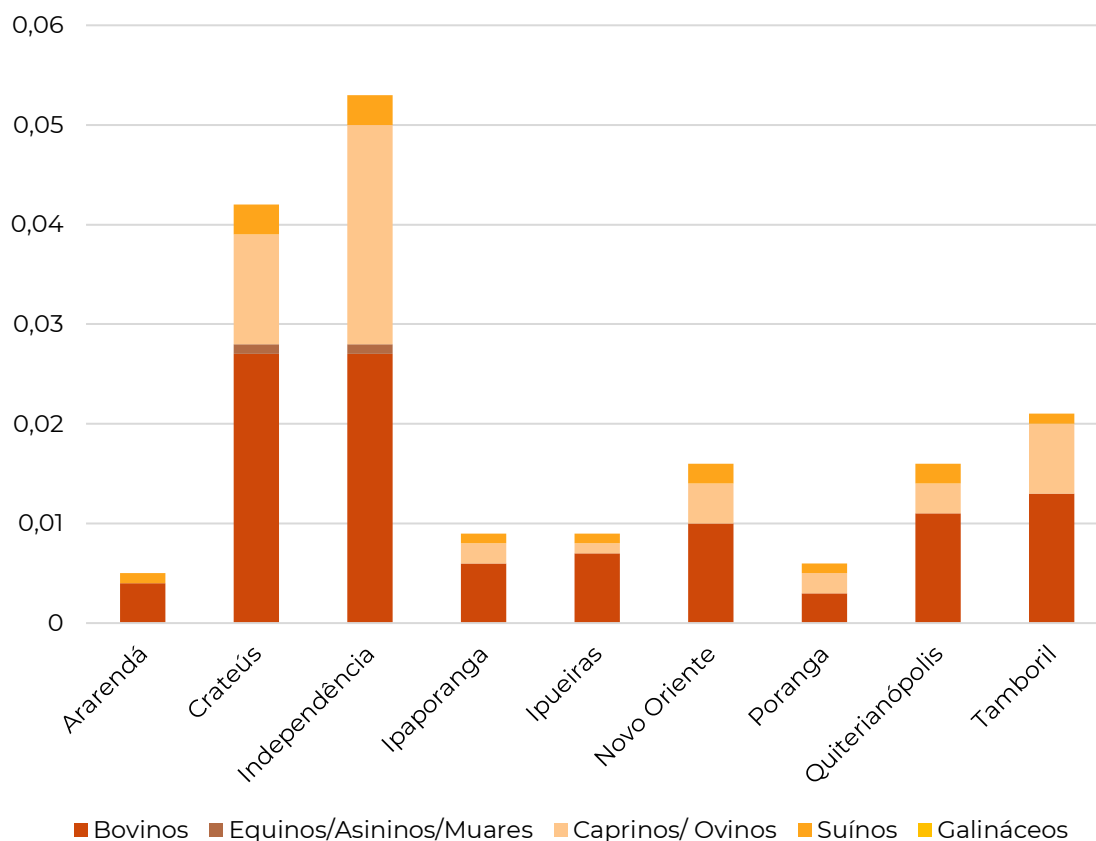
municípios de Independência e Crateús com a maior demanda para esta classe de uso, com 0,053m³/s e 0,042m³/s, respectivamente.

A Tabela 3.17 e a Figura 3.15 apresentam a demanda total para dessedentação animal na RH dos Sertões de Crateús por tipo de rebanho e por município.

Tabela 3.17. Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na RHSC.

Município	Bovinos	Equinos/Asininos/Muares	Caprinos/Ovinos	Suínos	Galináceos	Total
Ararendá	0,004	0,000	0,000	0,001	0,000	0,005
Crateús	0,027	0,001	0,011	0,003	0,000	0,042
Independência	0,027	0,001	0,022	0,003	0,000	0,053
Ipaporanga	0,006	0,000	0,002	0,001	0,000	0,008
Ipueiras	0,007	0,000	0,001	0,001	0,000	0,009
Novo Oriente	0,010	0,000	0,004	0,002	0,000	0,017
Poranga	0,003	0,000	0,002	0,001	0,000	0,006
Quiterianópolis	0,011	0,000	0,003	0,002	0,000	0,016
Tamboril	0,013	0,000	0,007	0,001	0,000	0,022
Total	0,107	0,005	0,052	0,013	0,002	0,178

Figura 3.14. Demanda Instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho.



3.3.4. Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados

Foram apresentadas neste capítulo a demanda hídrica na RH dos Sertões de Crateús através de diversas metodologias. Tal medida foi necessária visto as especificidades da região, e atual condição de escassez hídrica presente no estado do Ceará desde 2012, a qual pode representar uma demanda reprimida, especialmente no que se refere a irrigação. A Tabela 3.17 apresenta estimativa de demanda na RH dos Sertões de Crateús.

Tabela 3.17. Comparativo da estimativa de demanda na RH dos Sertões de Crateús.

Uso	Dados de Outorgas	Usos Consuntivos (ANA)	Demanda Instalada Vazão (m ³ /s)
Abastecimento Humano	0,319	0,367	0,400
Industria	0,001	0,001	-
Irrigação	0,010	0,528	1,231
Dessedentação Animal	0,001	0,203	0,178
Mineração	0,001	0,001	-
Demais Usos	0,002	-	-
Total	0,333	1,100	1,809

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

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

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

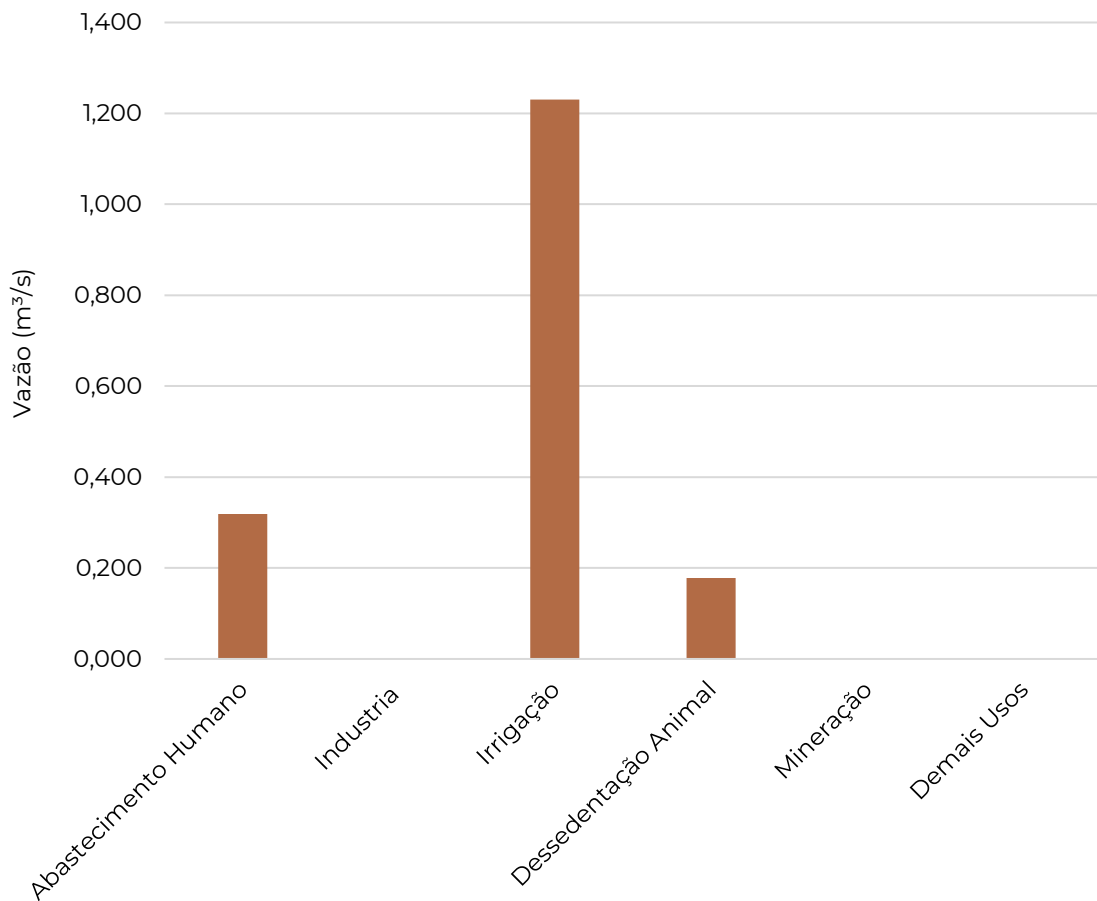


A Tabela 3.18 e Figura 3.15 apresentam os resultados finais de demanda calculada para a RH dos Sertões de Crateús, a qual foi estimada em 1,732 m³/s, sendo cerca de 70% de demanda para irrigação, 18% para abastecimento humano e 10% para dessedentação animal.

Tabela 3.18 Demandas calculadas por tipo de uso na RH dos Sertões de Crateús.

Uso	Vazão (m ³ /s)	Vazão (%)	Fonte
Abastecimento Humano	0.319	18.4%	Outorgas (COGERH)
Indústria	0.001	0.1%	Usos Consuntivos (ANA)
Irrigação	1.231	71.1%	Demanda Instalada (Censo Agro)
Dessedentação Animal	0.178	10.3%	Demanda Instalada (Censo Agro)
Mineração	0.001	0.1%	Usos Consuntivos (ANA)
Demais Usos	0.002	0.1%	Outorgas (COGERH)
Total	1.732		-

Figura 3.15 Demandas calculadas por tipo de uso na RH dos Sertões de Crateús.



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

4 OFERTA HÍDRICA

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



4.1 Aspectos Quantitativos

4.1.1 Águas Superficiais

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

A RH dos Sertões de Crateús apresenta clima e geomorfologia próprios do Semiárido Nordestino e, considerando a alta incidência de terrenos pouco permeáveis, os rios são intermitentes. A variabilidade sazonal e interanual das precipitações, associada a altas taxas de evaporação fazem com que a bacia seja assolada por episódios cíclicos de secas. A

pouca cobertura vegetal aliada a chuvas intensas, cria, no entanto, situações de alto escoamento superficial.

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

4.1.1.1 Principais reservatórios

São 10 os reservatórios monitorados pela COGERH na RH dos Sertões de Crateús, que juntos, têm capacidade de acumulação de 434,94 hm³:

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

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

Figura 4.1 Localização dos reservatórios na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

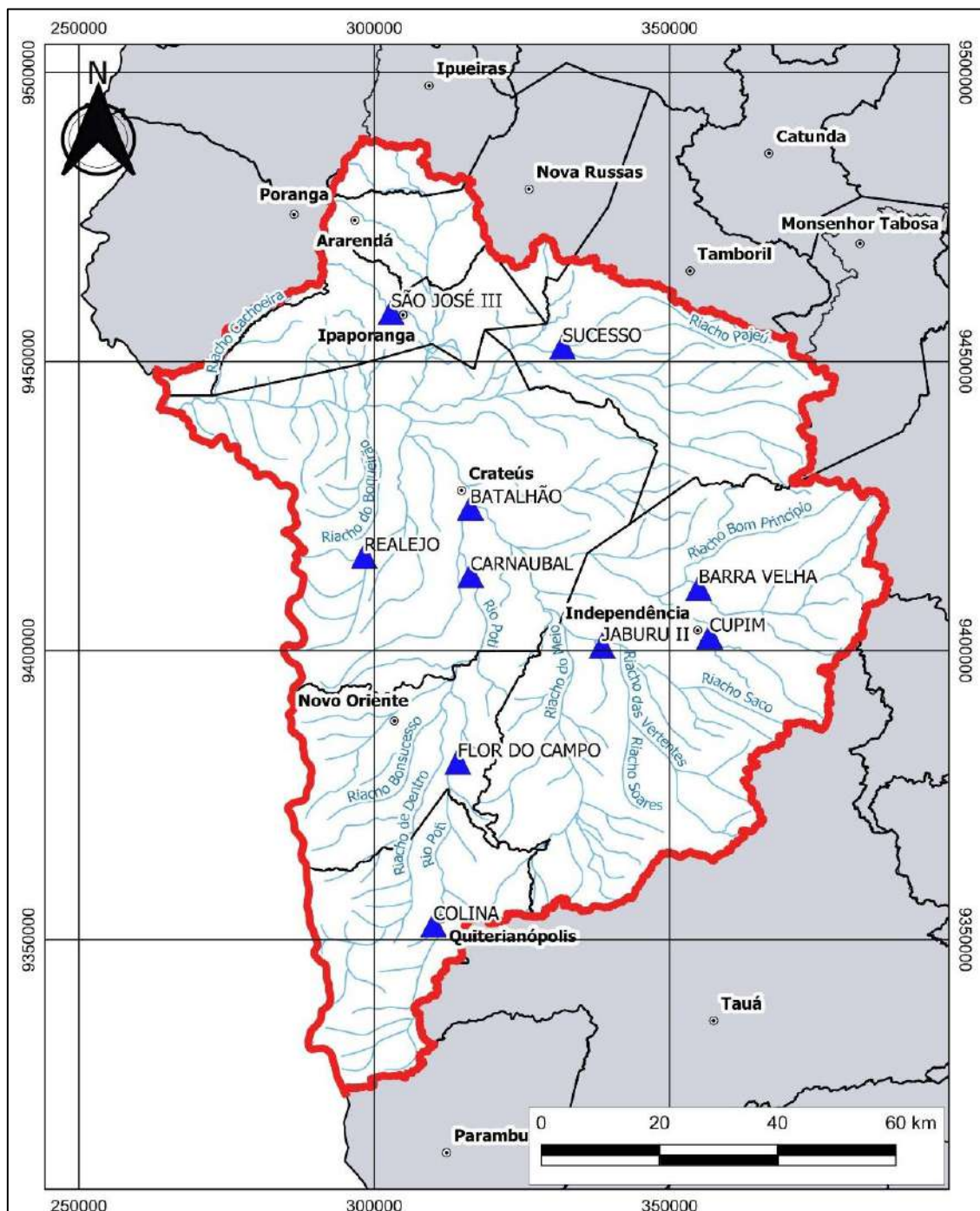


Tabela 4.1 Localização dos reservatórios na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

4.1.1.2. Estimativa das vazões afluentes aos reservatórios

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

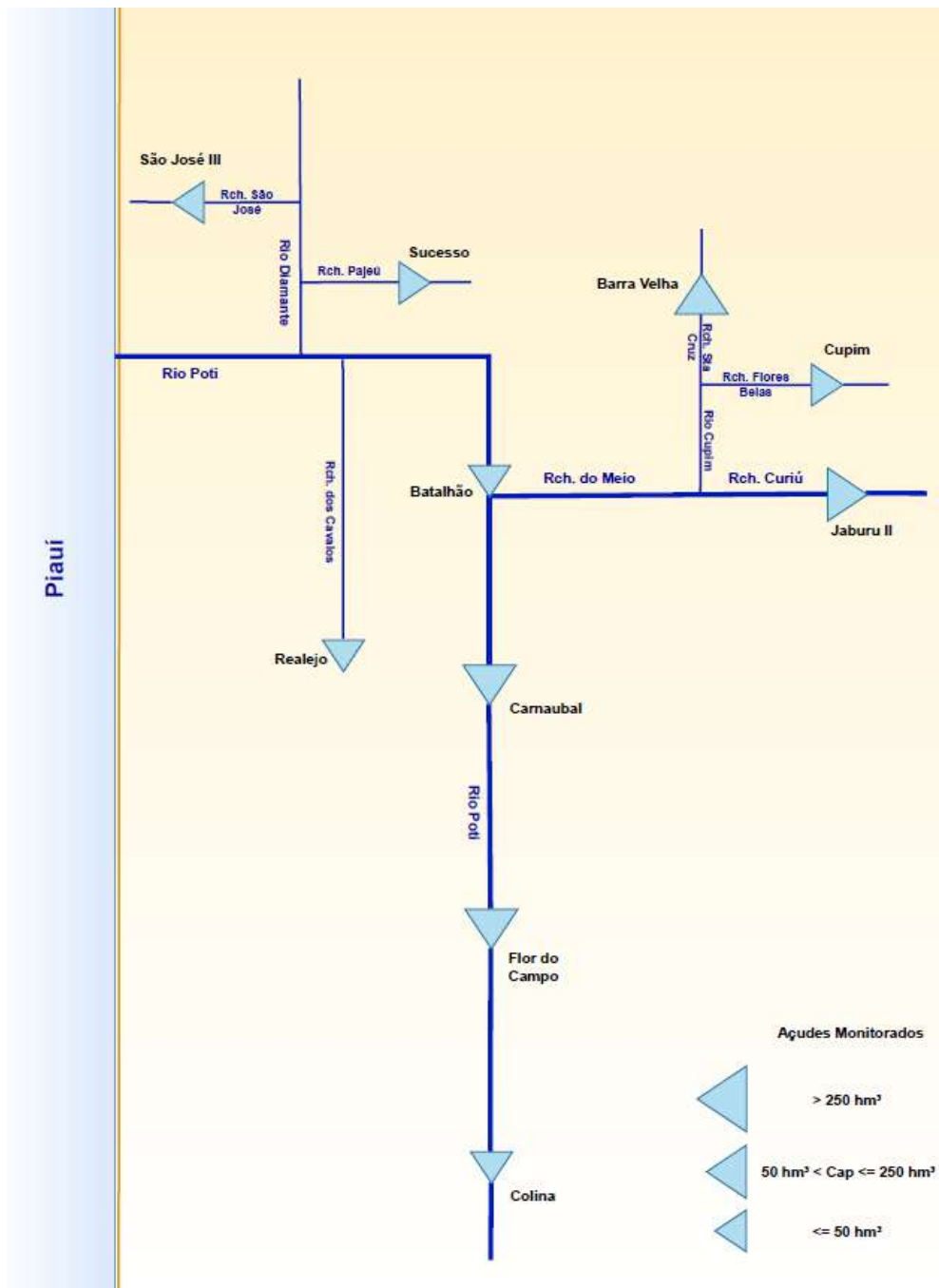
Para a escolha das estações fluviométricas cujos dados seriam transferidos para bacias sem dados, levou em consideração fatores como:

- um mínimo de 10 anos de dados de vazão (contínuos ou não).
- disponibilidade de informação georreferenciada do contorno da área de drenagem da estação fluviométrica no momento do estudo.

Depois de estimados, por meio das técnicas de regionalização, os parâmetros das bacias incrementais dos açudes monitorados, foram calculadas, com o SMAP, as séries mensais de afluições produzidas nas

bacias incrementais dos reservatórios, considerando o período 1910-2019. Procedendo desta forma, após a regionalização da informação hidrológica, o efeito da presença dos reservatórios a montante pode ser incluído explicitamente na análise ao se considerar a simulação da rede. A topologia simulada está apresentada na Figura 4.2.

Figura 4.2. Diagrama Unifilar da topologia simulada na RH dos Sertões de Crateús.



O efeito da pequena açudagem, por sua vez, é considerado de maneira implícita dentro da própria modelagem, durante a calibração dos parâmetros, tendo em vista que as vazões medidas nas estações fluviométricas, usadas na calibração, incorporam efeito dos pequenos reservatórios a montante.

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

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

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



BARRA VELHA – Foto: Danilo Florindo

4.1.1.3. Estimativa das vazões regularizadas pelos reservatórios

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

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

Tabela 4.2. Características das vazões afluentes aos reservatórios da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

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

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

Tabela 4.3. Volumes regularizado, Sangrado e Evaporado (G=90%).

Reservatório	Afluência (hm ³ /ano)	K	f _k	Q ₉₀ (m ³ /s)	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
					(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%
Barra Velha	45,9	99,6	2,2	0,47	13,5	29%	11,0	24%	21,4	47%
Barragem do Batalhão	129,6	1,6	0,0	0,10	2,8	2%	125,0	96%	1,7	1%
Carnaubal	47,2	73,2	1,5	0,31	8,9	19%	20,2	43%	18,1	38%
Colina	14,4	4,3	0,3	0,04	1,2	8%	10,9	76%	2,2	16%
Cupim	7,4	4,6	0,6	0,02	0,6	8%	4,3	58%	2,5	34%
Flor do Campo	20,6	105,0	5,1	0,05	1,3	7%	2,6	13%	16,6	81%
Jaburu II	49,0	101,6	2,1	0,18	5,3	11%	15,6	32%	28,1	57%
Realejo**	8,0	31,6	4,0	-	-	-	-	-	-	-
São José III	6,5	8,0	1,2	0,01	0,4	7%	3,0	47%	3,0	47%
Sucesso	17,5	6,6	0,4	0,07	2,0	12%	12,5	72%	2,9	17%

Reservatório	Afluência (hm ³ /ano)	K	f _k	Q ₉₀ (m ³ /s)	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
					(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%
Total				1,25						

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

Tabela 4.4. Volumes regularizado, Sangrado e Evaporado (G=95%).

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

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

4.1.2. Águas subterrâneas

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

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

Tabela 4.5. Tipos de poços da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

Tipo	Quantidade	
	Quantidade	Percentual (%)
Fonte natural	15	1%
Poço amazonas	111	5%
Poço coletor	1	0%
Poço tubular	2.010	94%
S/I	3	0%
Total	2.140	-

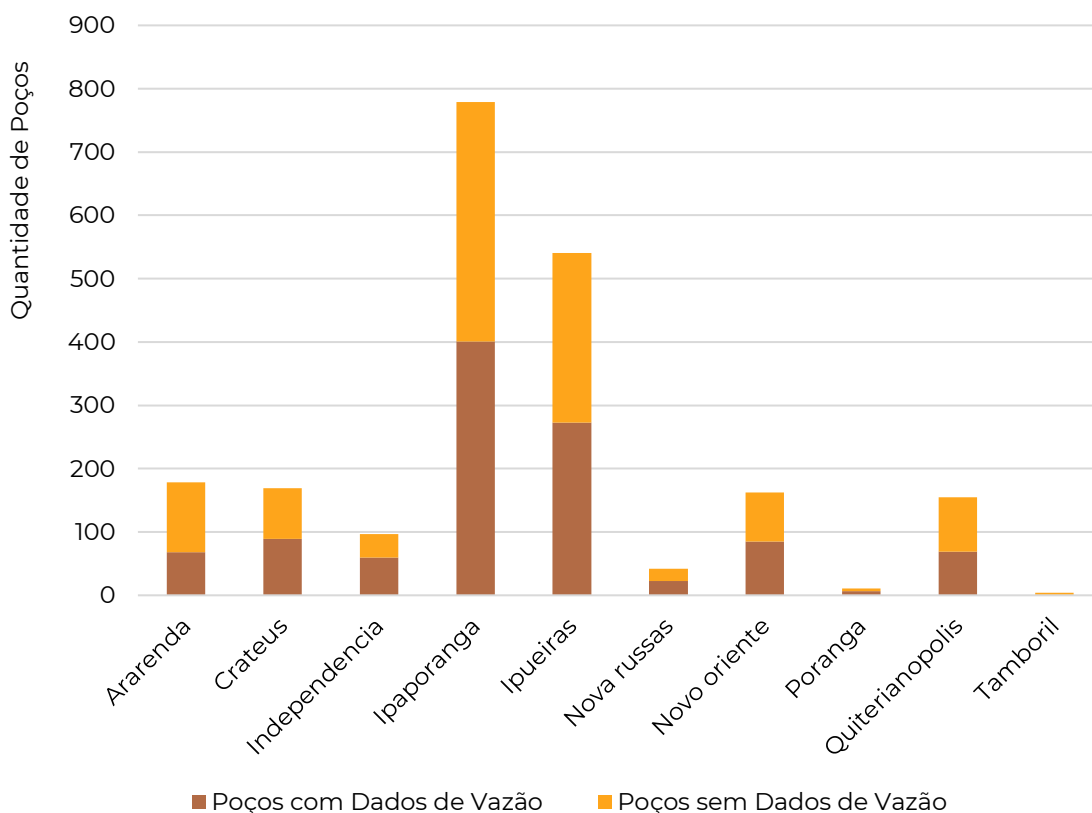
Fonte: SIAGAS

Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia conforme pode ser observado na Figura 4.2 e Tabela 4.6. O município de Ipaporanga possui 36% dos poços da região, seguido por Ipueiras (25% dos poços) e Ararendá (8% dos poços). Dos 2.140 poços na RHSC, foram

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

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

Figura 4.2. Número de poços por município da Região Hidrográfica dos Sertões dos Crateús.



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

No entanto, uma grande quantidade de poços escavados sobre aquíferos fissurais não significa necessariamente maior disponibilidade hídrica nas estruturas, conforme apresentado na Figura 4.3. O município de Novo Oriente, por exemplo, possui cerca de 30% da disponibilidade hídrica subterrânea da RHSC ($0,357 \text{ m}^3/\text{s}$), com apenas 8% dos poços. Ipaporanga vem em seguida com 30% da disponibilidade de água subterrânea ($0,348 \text{ m}^3/\text{s}$) e 36% dos poços, seguido por Ipueiras (18%) e Quiterianópolis (6%). Os dados disponíveis no SIAGAS corroboram a percepção dos membros do CBHSC que, nas reuniões técnicas, informaram que os poços localizados nas proximidades do açude Flor do Campo, em Novo Oriente, possuem boa disponibilidade hídrica e qualidade da água adequada.

A Tabela 4.6 e a Figura 4.3, apresentam as vazões de água subterrânea disponíveis por município da RHSC, indicando a quantidade de poços por município, poços com dados de vazão, e vazões estabilizadas em m^3/h e m^3/s .

Figura 4.3. Vazão de Água Subterrânea por Município da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.

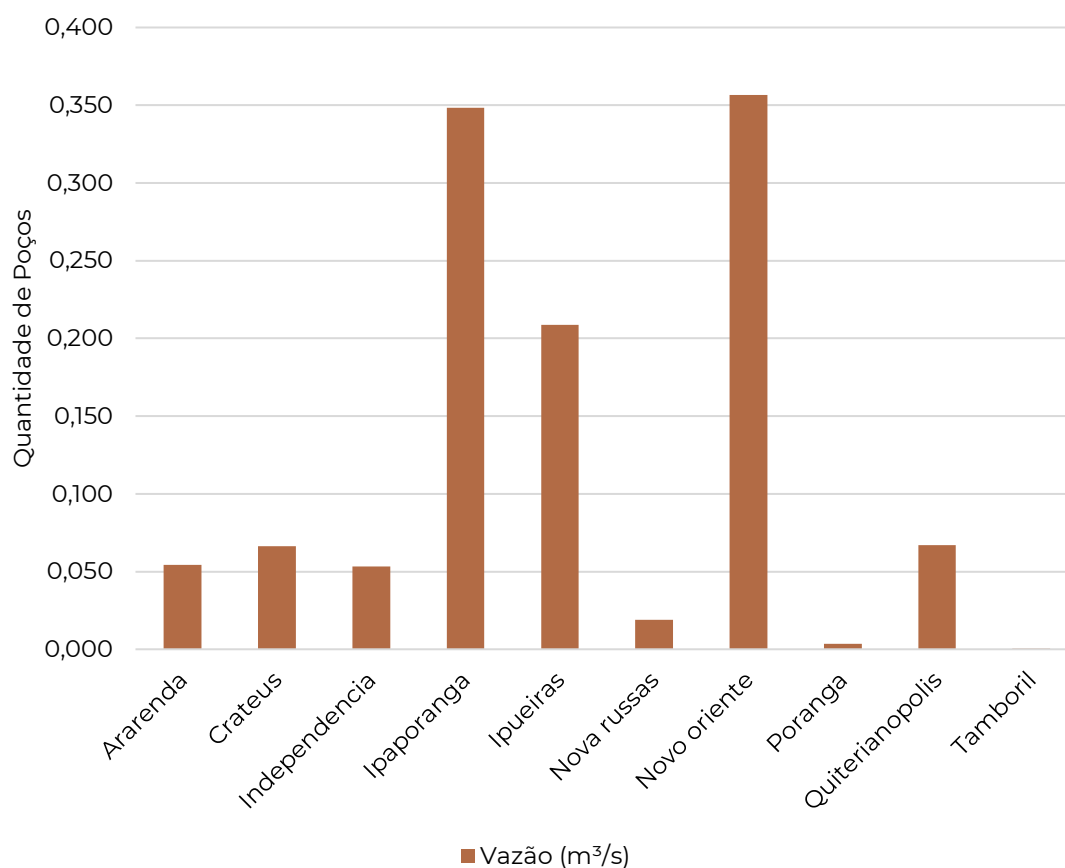
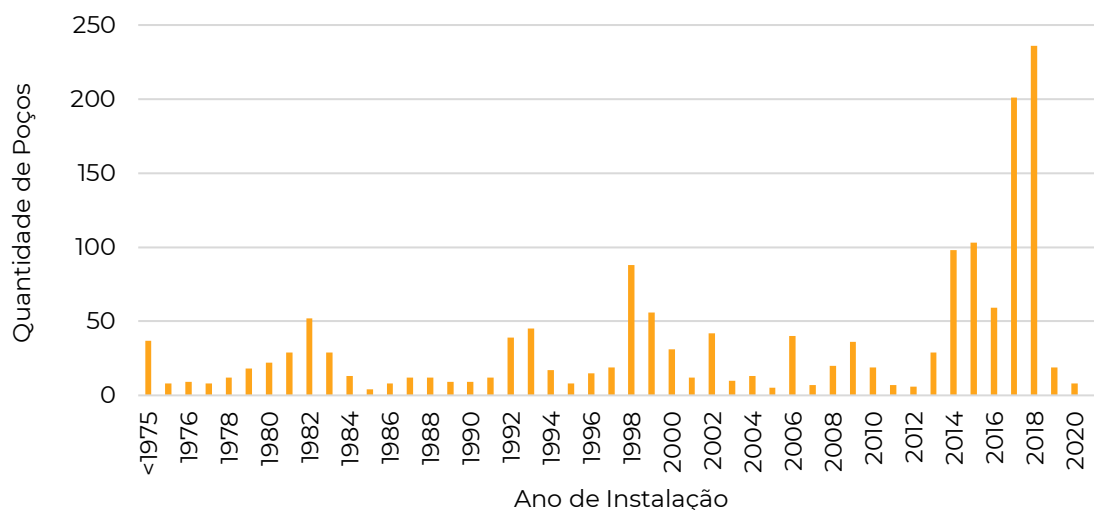


Tabela 4.6 Disponibilidade de Água Subterrânea por Município da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.

Município	Quantidade		Poços com Dados de Vazão	Poços sem Dados de Vazão	Vazão (m³/h)	Vazão (m³/s)
	Unid.	%				
Ararendá	178	8%	68	110	195,96	0,054
Crateús	169	8%	89	80	238,40	0,066
Independência	97	5%	60	37	192,11	0,053
Ipaporanga	779	36%	401	378	1.254,14	0,348
Ipueiras	541	25%	273	268	750,86	0,209
Nova Russas	42	2%	23	19	67,94	0,019
Novo Oriente	162	8%	85	77	1.283,96	0,357
Poranga	11	1%	7	4	12,50	0,003
Quiterianópolis	155	7%	69	86	241,14	0,067
Tamboril	4	0%	1	3	2,15	0,001
Total	2.138		1.076	1.062	4.239,18	1,178

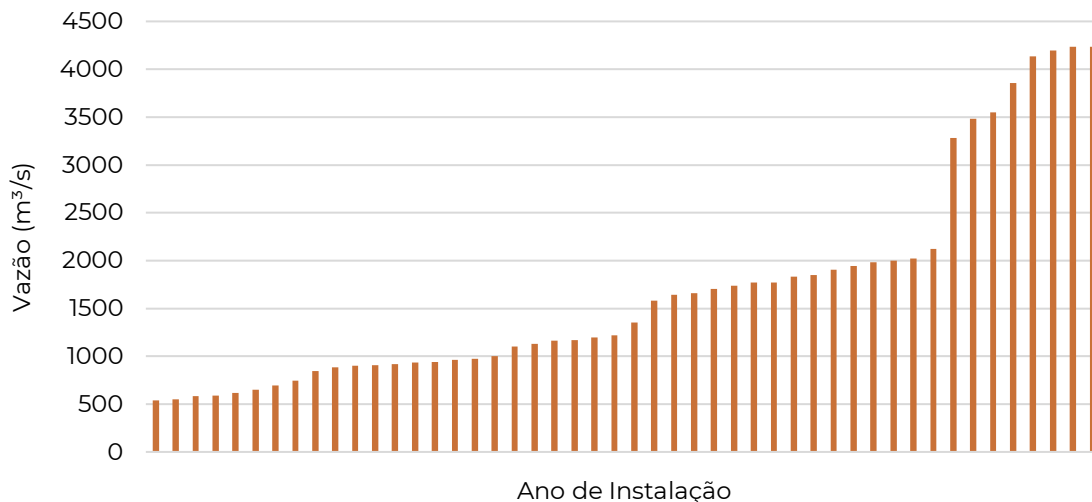
Conforme informado pelos membros do CBHSC, a instalação de poços na região vem sendo utilizada como uma forma de amenizar os efeitos das secas prolongadas, e foi intensificado após financiamentos disponibilizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES). A Figura 4.4 apresenta a evolução temporal da instalação de poços na RH, na qual se observa a intensificação desta medida a partir de 2014. Especial atenção deve se dar aos anos de 2017 e 2018, nos quais houve praticamente um esvaziamento completo dos reservatórios da Região. Outros períodos que se destacam são os anos 1982 – 1984, 1992 – 1993 e 1998 – 2000, períodos esses também coincidentes com secas severas na Região, indicando que a política de implantação de poços vem sendo uma medida para lidar com a mitigação das secas nos últimos 40 anos.

Figura 4.4. Linha do tempo da instalação de poços na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



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

Figura 4.5. Incremento da disponibilidade de água subterrânea na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús (1975 – 2021).



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

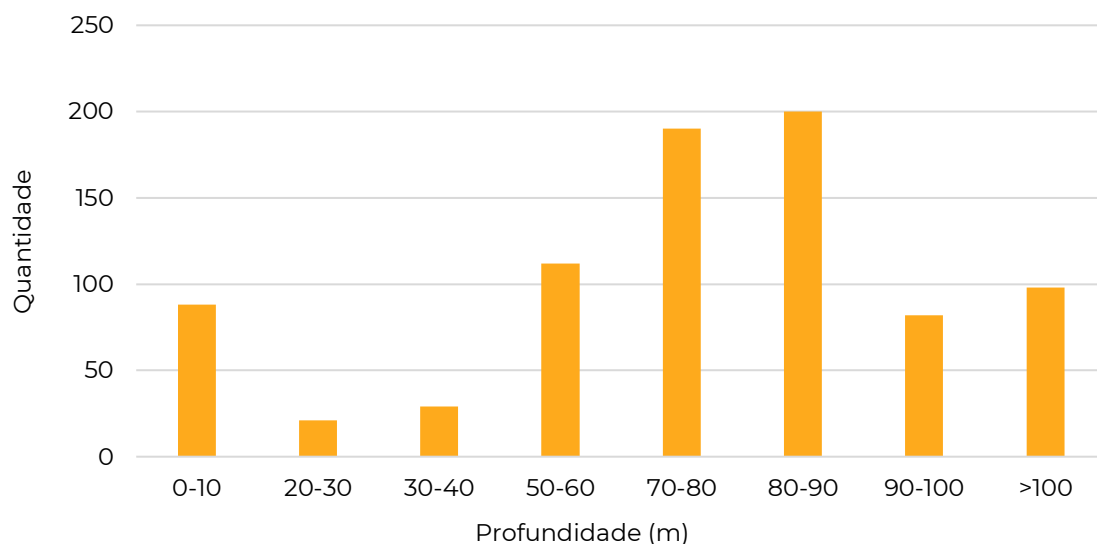
Tabela 4.7. Tipo de captação nos poços na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.

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



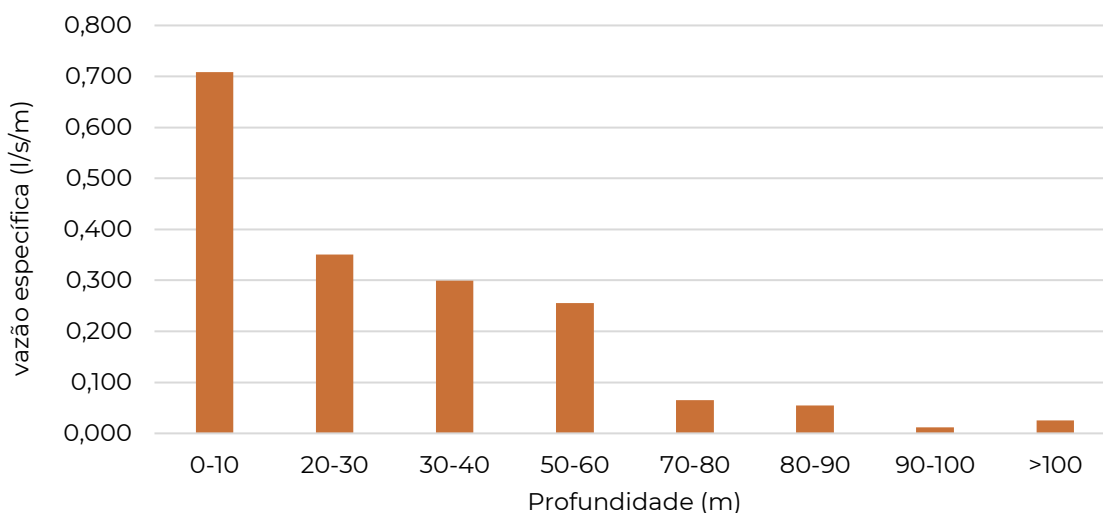
Outro fator importante a se observar é eficiência dos poços, que está associada principalmente às vazões específicas e às profundidades necessárias para que haja vazão disponível para captação. Cerca de 40% dos poços cadastrados possuem dados de profundidade e vazão específica. Destes, a maioria possui entre 70 e 90 metros de profundidade (Figura 4.7). Nota-se ainda uma grande quantidade de poços com mais de 100 metros de profundidade (98 poços) indicando a grande dificuldade da captação de águas subterrâneas na Região Hidrográfica analisada.

Figura 4.7. Profundidade dos Poços na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



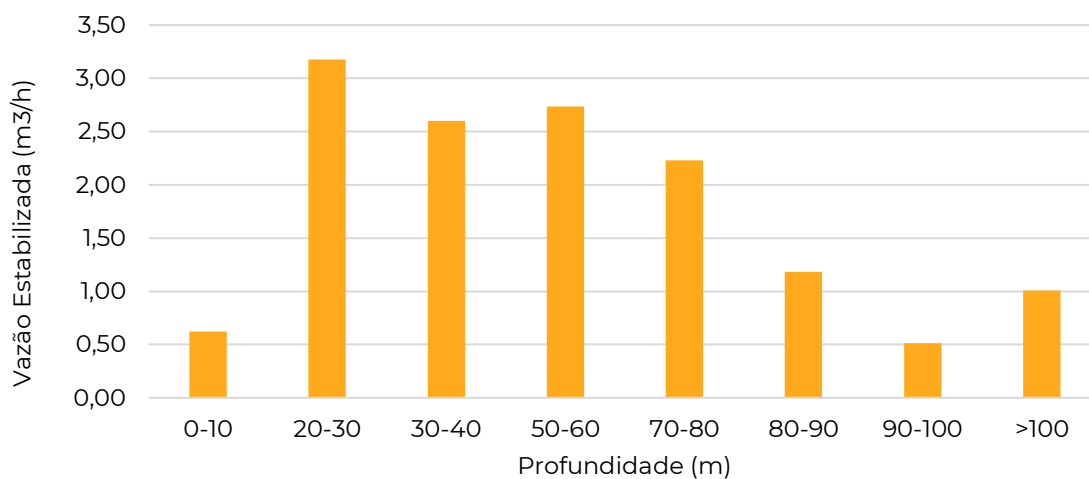
Conforme esperado, os poços com maior profundidade possuem menor eficiência. Observa-se que os poços que apresentam maior vazão específica são aqueles com menor profundidade (Figura 4.8).

Figura 4.8. Vazão Específicas Médias por Profundidade dos Poços na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



Com relação à vazão estabilizada, nota-se que os poços com profundidades entre 20 e 30 metros possuem maior eficiência quando comparado com poços mais profundos (Figura 4.9).

Figura 4.9. Vazão Estabilizadas Médias por Profundidade dos Poços na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



4.2 Aspectos qualitativos

4.2.1. Água Superficial

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

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

As análises da qualidade incluem análises físico-química, bacteriológica, nutrientes e hidro biológicas das amostras de água, abrangendo os seguintes parâmetros: cloretos, cor, ferro, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, sulfatos, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, cor, alcalinidade a hidróxidos, alcalinidade a carbonatos, alcalinidade a bicarbonatos, cálcio, magnésio, sódio, condutividade elétrica, fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato solúvel, clorofila-a,

feofitina, nitratos, nitrito, nitrogênio amoniacal e contagem/identificação de fitoplâncton. Essas informações são obtidas em campo por meio de sonda multiparâmetro, com coletas realizadas a 0,3m da superfície da água. Em geral, essas análises são realizadas em campanhas trimestrais nos açudes monitorados pela COGERH.

Devido ao grande número de parâmetros é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice, é utilizado dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8. Estados de Trofia de acordo com a metodologia da COGERH.

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

As análises da qualidade registradas no período de 2008 a 2019. Observa-se que, neste período, ocorreram 326 medições nos reservatórios da na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús. Na sua maioria, foi registrado o estado mesotrófico, o qual indica produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas ainda em níveis aceitáveis.

As Figura 4.10 e Tabela 4.9 apresentam a frequência da condição trófica dos reservatórios da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús no período 2008 a 2019. Observa-se que o reservatório Carnaubal foi o único que apresentou condições de trofias aceitáveis em mais da metade das medições (Oligotrófico ou Mesotrófico), seguido dos reservatórios Cupim, Jaburu II, Sucesso e Barra Velha com estados de trofia aceitáveis em aproximadamente 40% das medições. Em

contrapartida os reservatórios Do Batalhão, Flor do Campo, Colina e Realejo apresentaram condições Eutróficas ou Hipereutróficas em mais de 80% das medições.

Figura 4.10. Condição Trófica dos Reservatórios na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús (2008 e 2019).

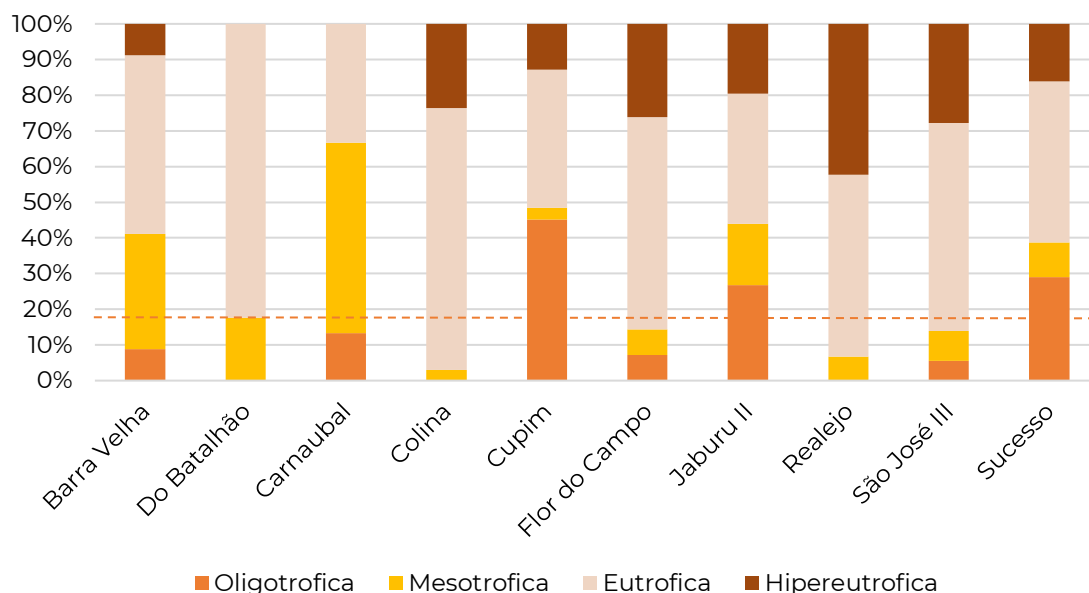


Tabela 4.9. Frequência dos estados tróficos dos reservatórios na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús (2008 e 2019).

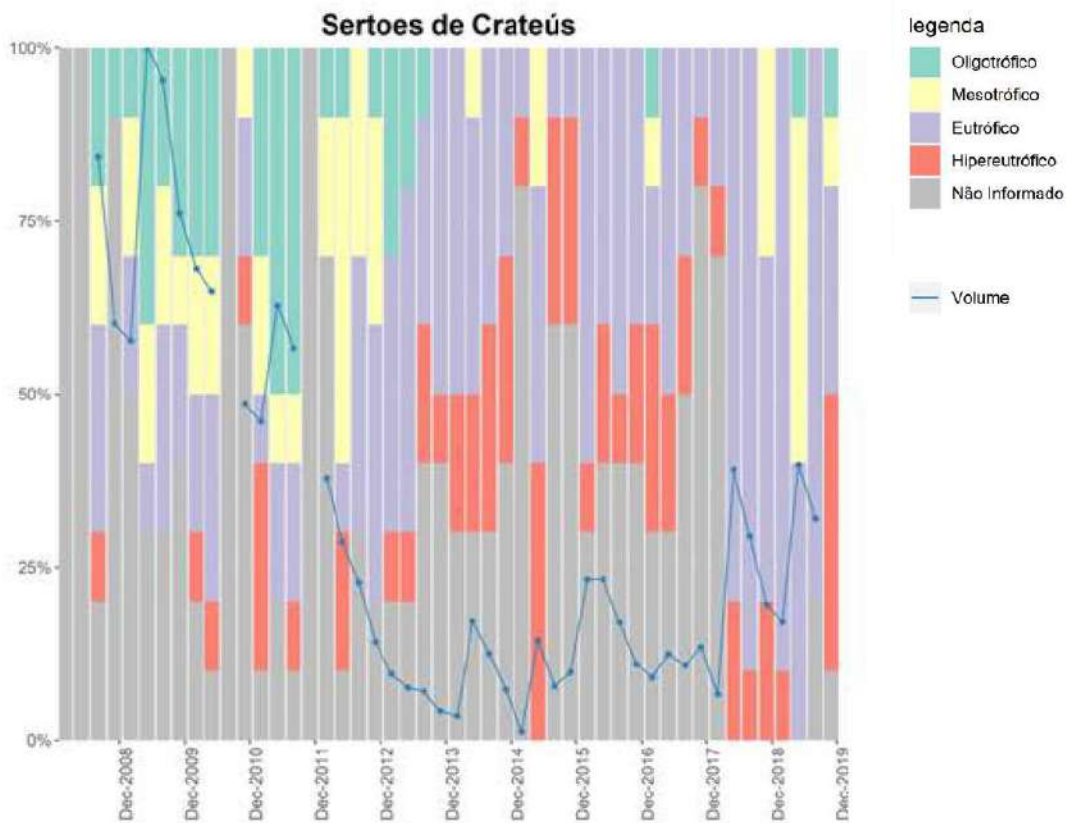
Reservatório	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica	Hipereutrófica	Total
Barra Velha	3	11	17	3	34
Do Batalhão	0	3	14	0	17
Carnaubal	2	8	5	0	15
Colina	0	1	25	8	34
Cupim	14	1	12	4	31
Flor do Campo	3	3	25	11	42
Jaburu II	11	7	15	8	41
Realejo	0	3	23	19	45
São José III	2	3	21	10	36
Sucesso	9	3	14	5	31

A Figura 4.11 apresenta o estado trófico nos reservatórios da RH dos Sertões de Crateús e o volume acumulado na região, no período entre 2008 e 2019. Nota-se que nos períodos em que se aumenta o volume

de água disponível na Região também ocorre uma melhoria nas condições tróficas dos reservatórios, indicando que a baixa qualidade das águas da região está fortemente associada à disponibilidade hídrica, como esperado.

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

Figura 4.11. Série temporal dos estados tróficos e volume armazenado na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



Ressalta-se que os estados tróficos dependem da dinâmica dos processos relacionados à qualidade da água nos reservatórios. Essa dinâmica é função da sua morfologia, da ação das variáveis

meteorológicas e das afluições e defluências, em maior grau (RANGEL-PERAZA et al., 2012). Mudanças provocadas por variabilidades climáticas na temperatura dos lagos também influenciam os estados tróficos, pois impactam na intensidade da estratificação e regime de mistura (BUECHE; VETTER, 2014).

4.2.2. Água Subterrânea

Para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas foram utilizados os dados disponíveis no portal da COGERH referentes aos poços monitorados e implantados pela SOHIDRA, que realiza o monitoramento das águas subterrâneas e faz uso dos dados de Sólidos Totais Dissolvidos.

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

Tabela 4.10 Classificação da Salinidade da água.

Concentração STD (mg/L)	Quantidade	Classificação
< 1000	167	Águas Doces
1.000 -5.000	118	Águas Ligeiramente Salobras
5.001 -15.000	2	Águas Moderadamente Salobras
15.001 -35.000	0	Águas Fortemente salobras
>35000	1	Águas Marinhas

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

Observa-se ainda que, em média, os municípios de Novo Oriente, Ipueiras e Ipaporanga possuem águas subterrâneas com menor

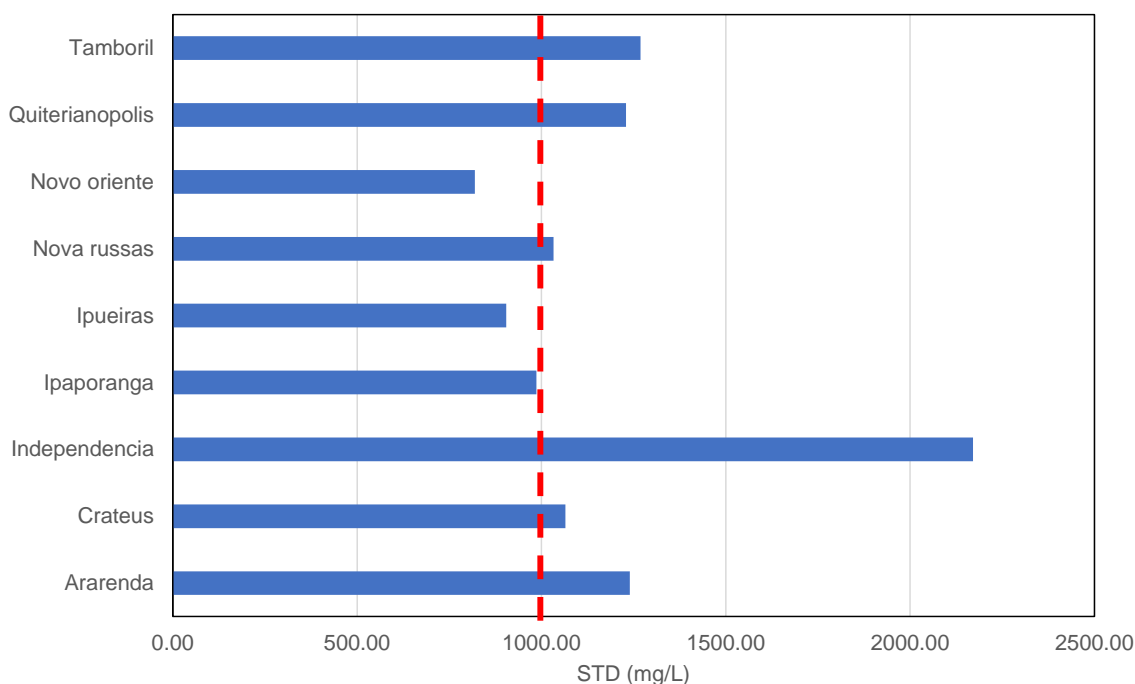
salinidade, enquanto os municípios de Independência, Tamboril, Quiterianópolis e Ararendá, possuem águas menos nobres.

Tabela 4.11 Classificação da salinidade da água por município na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.

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

Na Figura 4.12, é possível observar os municípios que, em média, possuem poços com águas salobras, quais sejam: Tamboril, Quiterianópolis, Nova Russas, Independência, Crateus e Ararendá.

Figura 4.12. STD médios por município da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús.



5 BALANÇO HÍDRICO

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

A oferta hídrica na Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús foi estimada no Capítulo 4 como a vazão regularizada com garantia de 90% (Q90) pelos dez reservatórios monitorados na Região (igual 1,25 m³/s) somada à vazão estimada de águas subterrâneas (igual a 1,178 m³/s, totalizando uma oferta hídrica de 2,42 m³/s, sendo 52% de águas superficiais e 48% águas subterrâneas.

Já a demanda hídrica foi analisada no Capítulo 3 e estimada em 1,732 m³/s, sendo 71% de demanda para irrigação e 18,4 % para abastecimento humano. Uma análise inicial indica um superavit hídrico de 0,696 m³/s, ou seja, a oferta é cerca de 40% superior à demanda estimada para a Região.

Entretanto, quando se avalia o balanço hídrico por município, sem levar em consideração as estruturas de distribuição de água e ligação entre os municípios, observa-se que Ararendá, Ipueiras, Poranga e Tamboril apresentam déficit hídrico, enquanto Crateús, Independência, Ipaporanga, Novo Oriente e Quiterianópolis, apresentam superávit (Tabela 5.1).

Tabela 5.1. Balanço Hídrico por Município na RHSC.

Município	Oferta (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)	Balanço Hídrico (m ³ /s)
	Subterrânea	Superficial		
Ararenda	0,054		0,274	-0,219
Crateus	0,066	0,410	0,374	0,102
Independencia	0,053	0,650	0,401	0,302
Ipaporanga	0,348	0,010	0,027	0,332
Ipueiras	0,209		0,321	-0,113
Novo oriente	0,357	0,050	0,057	0,349
Poranga	0,003		0,075	-0,072
Quiterianopolis	0,067	0,040	0,089	0,018
Tamboril	0,001	0,070	0,107	-0,036
Total	1,159	1,230	1,725	0,663

Há que se destacar que 48% da oferta hídrica na RH dos Sertões de Crateús é proveniente de águas subterrâneas (1,178m³/s), através de 2.138 poços, resultando numa vazão média disponível por poço é de 0,00055m³/s (~1,98 m³/h), valor característico dos poços do cristalino do Semiárido Brasileiro que apresentam vazões entre 1 e 3 m³/h (ANA, 2007). Os poços da RH dos Sertões de Crateús estão implantados no embasamento cristalino, o qual apresenta um baixo potencial hidrogeológico (Barroso, 2013). Nesses terrenos, a produtividade dos poços, bem como a qualidade das águas subterrâneas, depende da existência de fraturamento, da abertura dessas descontinuidades e, muito importante, da conectividade das mesmas, de forma que apenas uma parte das fraturas existentes tem capacidade de conduzir e armazenar água.

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

Há que se ressaltar ainda que cerca de 80% das disponibilidades hídricas subterrâneas (0,914 m³/s) estão concentradas nos poços dos municípios de Novo Oriente, Ipaporanga e Ipueiras detém 80% Os dois

últimos têm suas sedes urbanas abastecidas por estes poços, conforme dados do atlas de abastecimento humano (ANA, 2015).

Quanto à disponibilidade hídrica superficial, esta seria capaz de suprir, a longo prazo, cerca de 72% da demanda hídrica da região, com especial destaque para os reservatórios Barra Velha, Carnaubal e Jaburu II. Barra Velha e Jaburu II, juntos, respondem por 52% da oferta hídrica superficial; o açude Carnaubal, responde por 24,80% da disponibilidade superficial total.

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

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

Por fim, apesar do balanço hídrico na RH dos Sertões de Crateús indique um superavit de 40% de água na região, a população fica extremamente vulnerável aos períodos de estiagem. Segundo Pontes et. al (2019), a seca 2012-2017 foi a pior seca registrada na Região em termos de severidade e duração.

6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS



AÇUDE CARNAUBAL – Foto: Otonny Stayer

A RH dos Sertões de Crateús é caracterizada por baixos índices pluviométricos, com precipitação média anual em torno de 600mm, altas taxas de evaporação (cerca de 2.800 mm), solos rasos, e alta vulnerabilidade às secas.

A grande variabilidade interanual (traduzida pelo CV entre 0,38 e 0,43) mostra que o regime de chuvas anual é típico do Nordeste semiárido. Em Crateús, por exemplo, a chuva anual varia de 160 mm (em 1919) a 1.545 mm (em 1967). Em Independência, a chuva anual varia de 181,7 mm (em 1970) a 1.350,4 mm (em 1924).

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

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

A variabilidade climática interanual no norte do Nordeste (NNEB) é altamente modulada por padrões termodinâmicos que ocorrem nos oceanos tropical Pacífico e Atlântico. El Niño Oscilação Sul (ENSO) e Gradiente de Anomalias de TSM no Atlântico Intertropical ou Dipolo do Atlântico (IHTAG), que podem perturbar as células de Walker e Hadley, alterando a intensidade da estação chuvosa na área [14,15,45-47].

Dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, a fase quente do El Niño Oscilação Sul (ENOS) é responsável por deslocar a porção descendente da célula de Walker. Este fenômeno provoca uma zona de alta pressão sobre o NEB, o que dificulta a formação de nuvens na região e, conseqüentemente, influencia em anos considerados secos ou muito secos na região [15,44,45]. A fase fria do El Niño – a La Niña – está associada com anos chuvosos na região.

O IHTAG, por outro lado, é capaz de causar seca na região quando ocorre o aquecimento anormal do Atlântico Tropical Norte. Além disso, a associação da fase positiva da TSM do Atlântico Norte concomitante a um evento El Niño proporciona impactos regionais acentuados nas condições climáticas [50]. O aquecimento anormal do Atlântico Tropical Sul, por outro lado, está associado a anos chuvosos na região.

6.1 Eventos extremos de seca

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



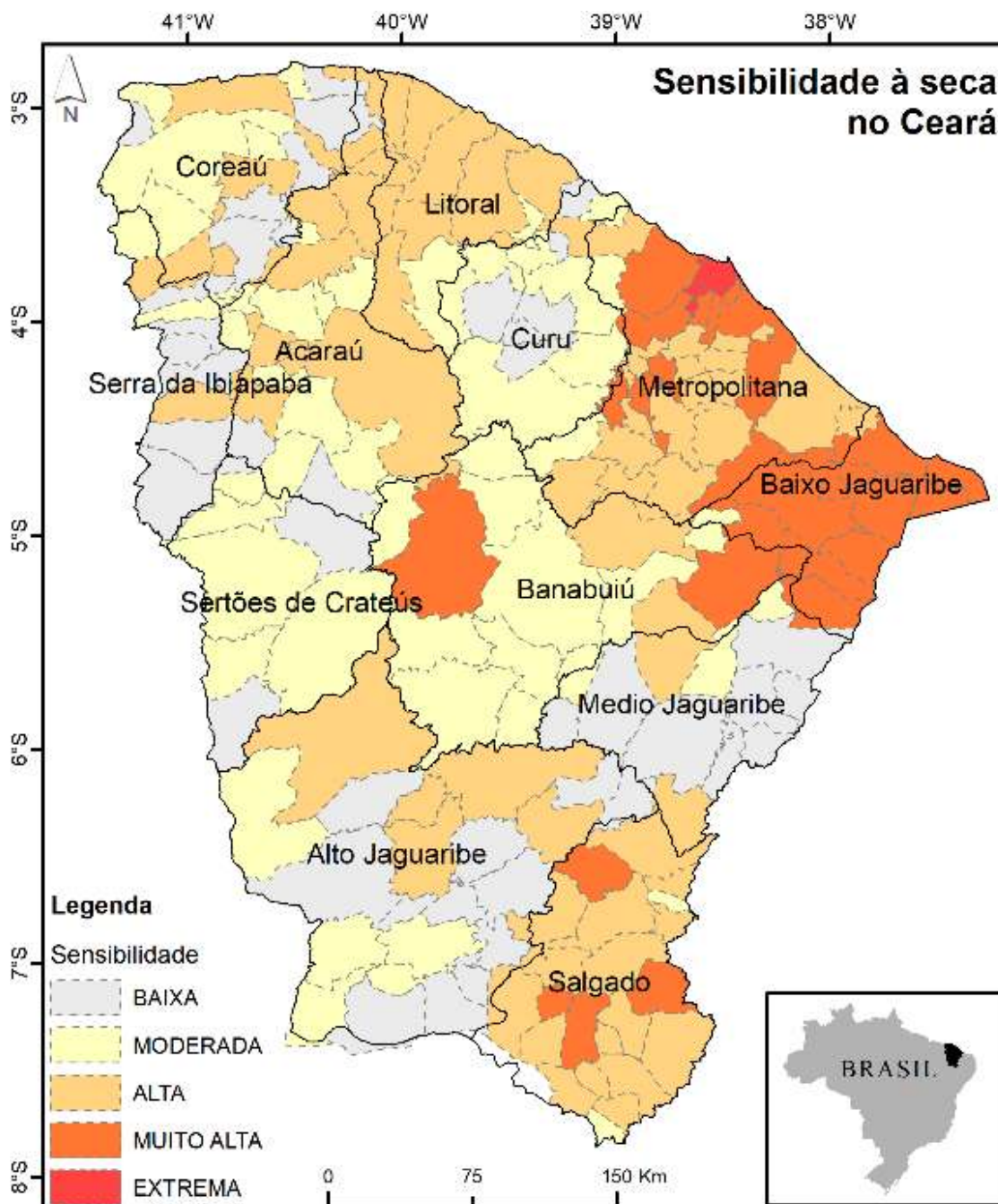
6.1.1 Análise da Vulnerabilidade às Secas

Para analisar a vulnerabilidade às secas de todas as regiões hidrográficas do Estado, o Projeto ALOCAR (2021) desenvolveu o iSECA, índice de vulnerabilidade que inclui sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa à seca como pilares da vulnerabilidade às mudanças climáticas (REIS et al., 2020).

O iSECA representa a vulnerabilidade relativa da população dentro do sistema analisado e suas condições estruturais para lidar com eventos de seca. Com isso, apresenta a base teórica e técnica para identificação de regiões e da população com maior vulnerabilidade à seca no estado do Ceará, alimentando um sistema de tomada de decisão que tem o potencial de auxiliar na gestão das secas.

A Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús apresenta municípios classificados entre baixa e moderada (Figura 6.1).

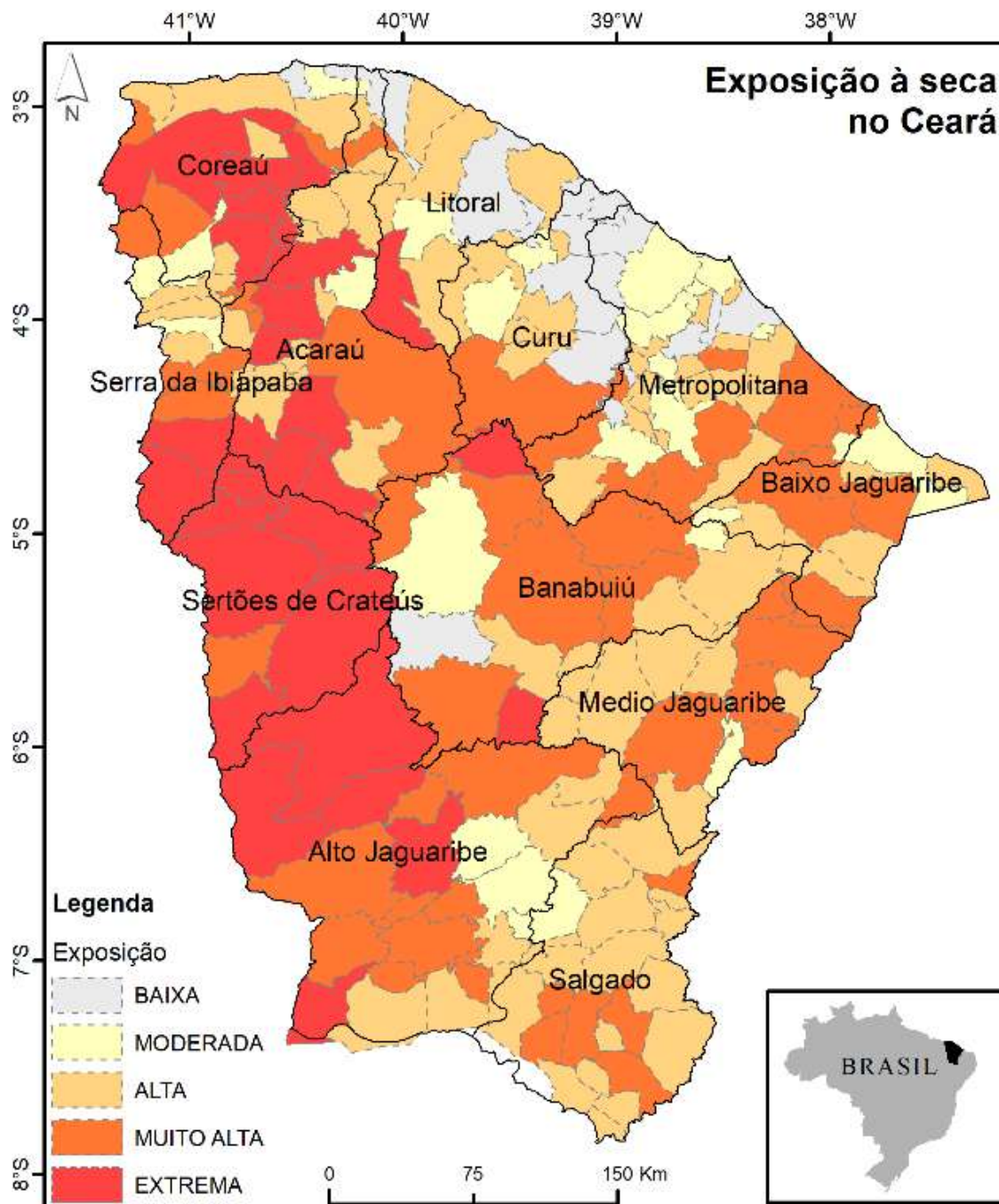
Figura 6.1. Sensibilidade a secas (Fonte: ALOCA, 2021).



A exposição a secas no Estado do Ceará está apresentada na Figura 6.2. O índice de exposição aponta para situações extremas de municípios

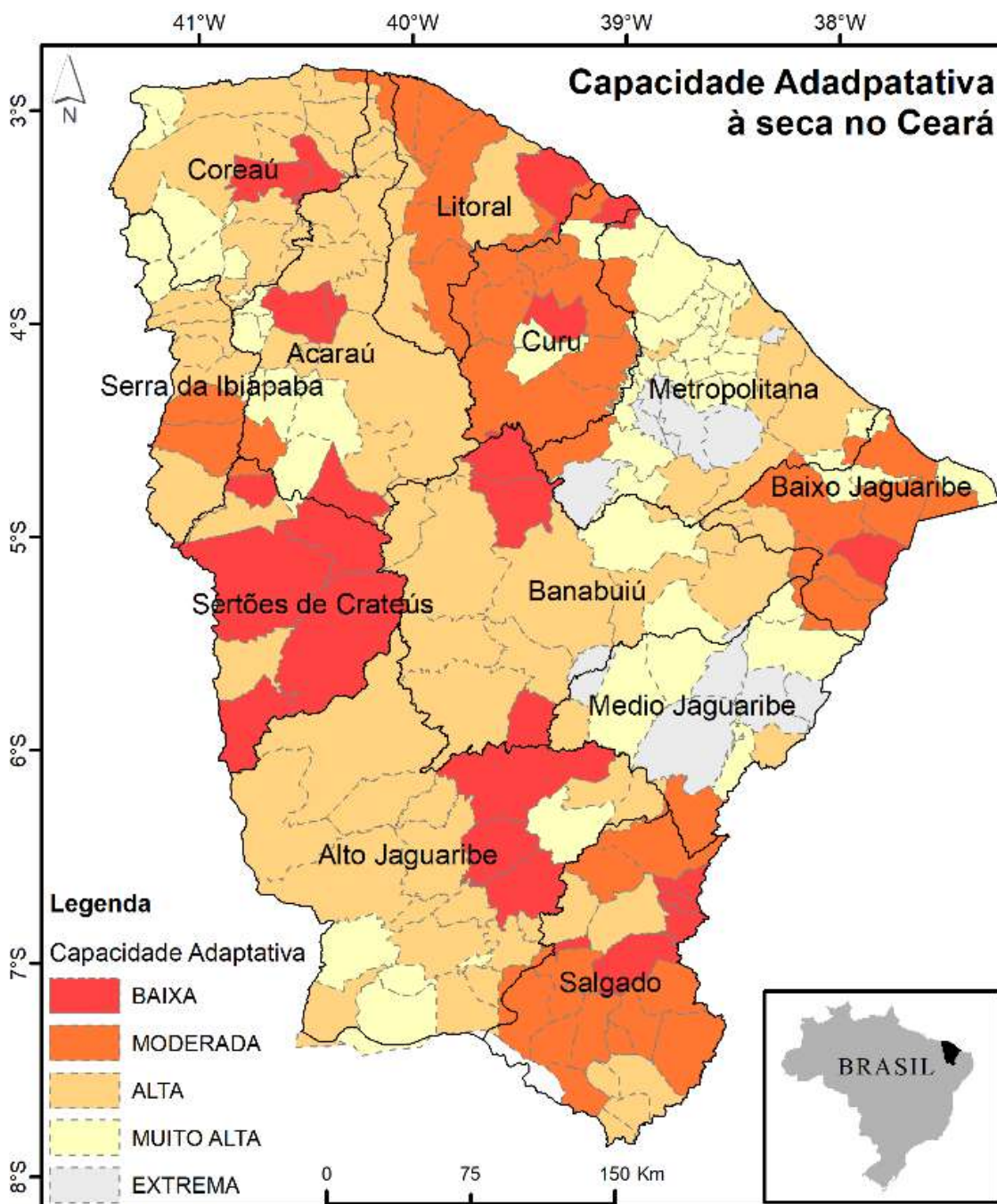
localizados na região oeste do Ceará, com destaque para a RH dos Sertões do Crateús.

Figura 6.2. Exposição a secas (Fonte: ALOCA, 2021).



Em relação à capacidade adaptativa (Figura 6.3), considerando a mesma escala anterior, a RH dos Sertões do Crateús tem baixa capacidade adaptativa (ainda sem considerar o Projeto Malha D'água).

Figura 6.3. Capacidade adaptativa a secas (Fonte: ALOCA, 2021).

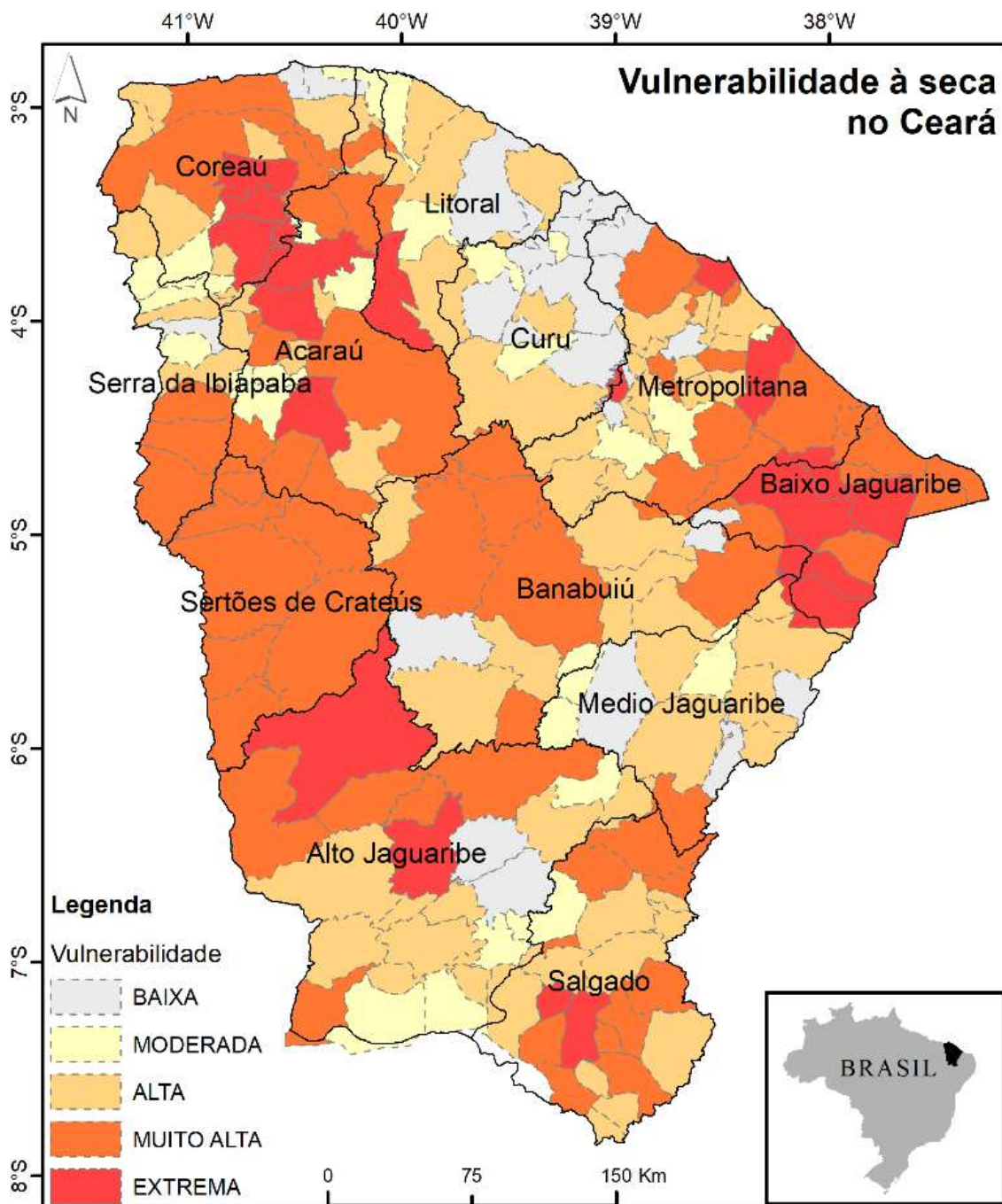


No que se refere a vulnerabilidade à seca, é definida pela Equação 6.1:

$$V = S+E-CA \quad (6.1)$$

Onde S é sensibilidade, E é exposição e CA é capacidade adaptativa. Sendo assim a RH dos Sertões de Crateús vulnerabilidade a secas considerada 'muito alta' (Figura 6.4).

Figura 6.4. Vulnerabilidade a secas (Fonte: ALOCA, 2021).



6.1.2 Avaliação das secas ocorridas na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús

Neste capítulo adotou-se para a avaliação das secas da RH dos Sertões de Crateús o estudo desenvolvido por Pontes et. Al (2020) para o Estado

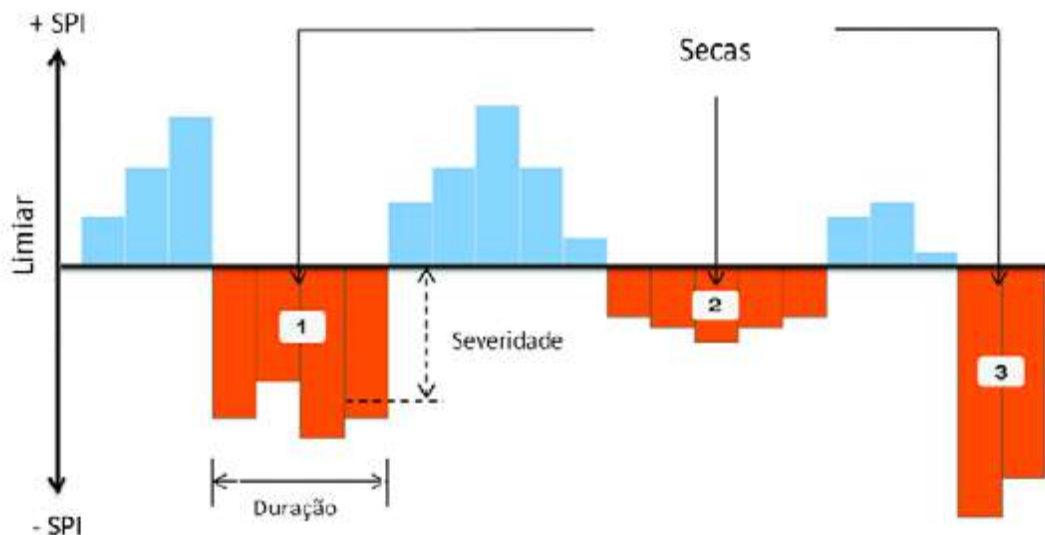
do Ceará. A base de dados para avaliação das secas foi a série de precipitações de 1911 a 2018 disponibilizada pela Agência Nacional de Águas.

Essa avaliação teve como base o cálculo do Índice de Precipitação Padronizado com uma escala de tempo de 12 meses (SPI12). A escala é diretamente relacionada com o tempo necessário para que os efeitos da seca sejam sentidos em diferentes setores e recursos hídricos da região. Os índices de seca, como o SPI, surgiram da necessidade da existência de uma medida normalizada que proporcionasse a comparação de secas entre regiões com diferentes características climáticas, bem como para a comparação de eventos de seca que numa dada região ou localidade ocorridas em momentos históricos diferentes (Rosa, 2011).

As secas são caracterizadas quanto à duração e à severidade (Figura 6.1). A duração é determinada pelo período em que o valor do SPI fica abaixo do limiar até o momento em ele retorna acima do mesmo (Equação 6.5). Para esse cálculo soma-se todos os anos em que o SPI permaneceu abaixo do limiar. A severidade das secas é obtida através da soma dos valores de SPI abaixo do limiar durante este evento. O SPI igual a zero foi utilizado como limiar conforme recomendado por Shiau (2006), para evitar a divisão de pequenas secas dentro de uma seca mais longa.

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

Figura 6.5. Ilustração da duração e severidade da seca.



Fonte: Pontes Filho et al, 2020.

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

A severidade máxima das secas observadas foi de 5,11, com média de 1,64 (Tabela 6.1). Esta região apresenta uma maior tendência a secas prolongadas e severas por estar localizada interior do estado do Ceará, longe do litoral e maior dependência da posição da ZCIT.

Tabela 6.1. Estatística descritiva dos eventos de seca e das variáveis de duração e severidade para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús no período de 1911 a 2018.

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

A Figura 6.6 mostra a dispersão as secas observadas da RH em termos de severidade e duração. A seca de 2012-2018 (duração de 6 anos e severidade de 7,07 anos) é o acontecimento mais adverso já registrado na Região. Apesar das secas de 1978-1983 e 1951-1956 terem a mesma duração, a suas severidades foram inferiores. A duração e severidade dos eventos ocorridos na bacia estão expostos na Tabela 6.2.

Figura 6.6. Dispersão da duração e severidade das secas registradas para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012.

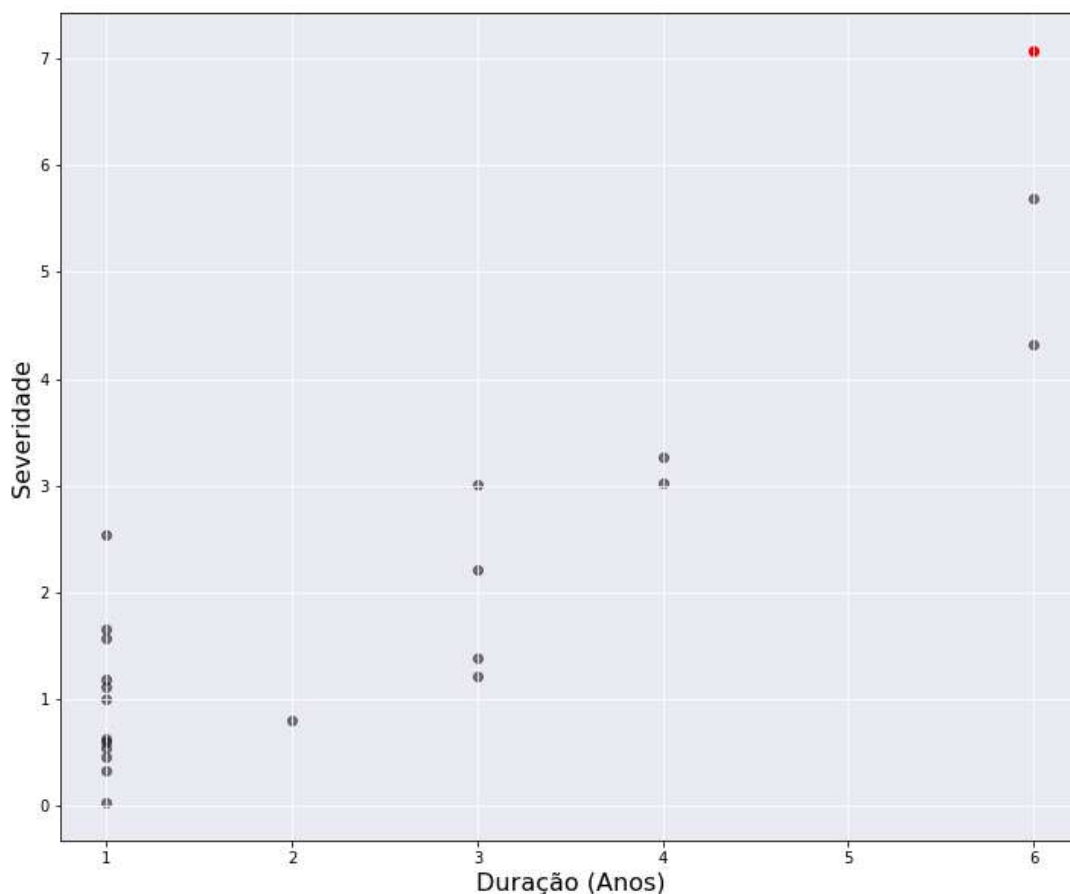


Tabela 6.2. Duração e severidade dos eventos de seca ocorridos na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús no período de 1911 a 2018.

Ano de Início	Ano do Final	Duração (anos)	Severidade
1928	1928	1	0,027
1976	1976	1	0,325
1947	1947	1	0,453
1966	1966	1	0,546
1987	1987	1	0,605
1972	1972	1	0,634

Ano de Início	Ano do Final	Duração (anos)	Severidade
2010	2010	1	0,996
1970	1970	1	1,115
1911	1911	1	1,185
1998	1998	1	1,572
1915	1915	1	1,663
1919	1919	1	2,538
2001	2002	2	0,803
2005	2007	3	1,221
1936	1938	3	1,384
1930	1932	3	2,207
1958	1960	3	3,011
1941	1944	4	3,028
1990	1993	4	3,271
1978	1983	6	4,324
1951	1956	6	5,691
2012	2017	6	7,071

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

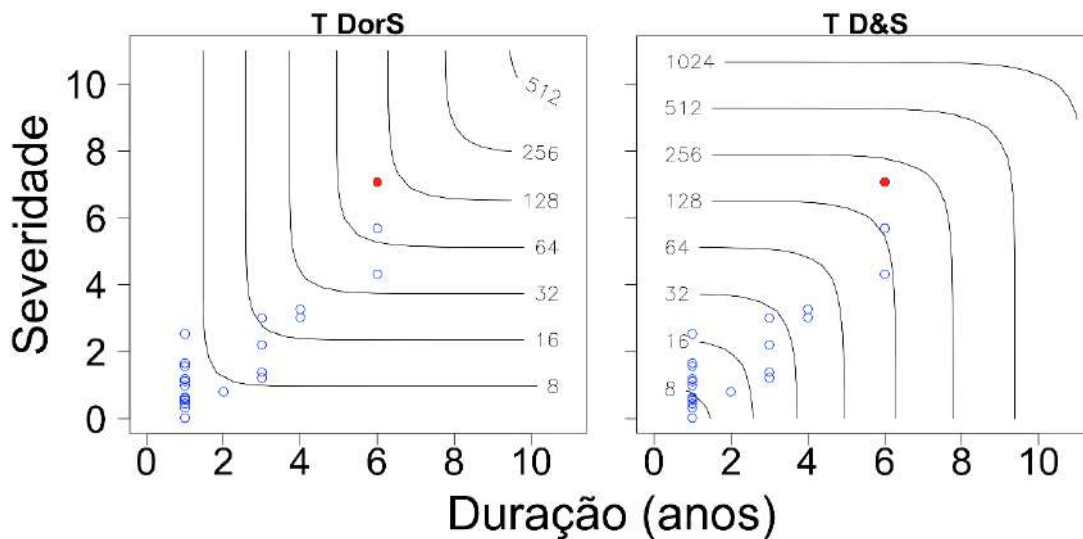
A Tabela 6.3 aponta os períodos de retornos de secas para os casos “e” e “ou”. Analisando o período de retorno alternado entre duração e severidade (TDorS), observa-se que 3 episódios têm período de retorno acima de 32 anos.

Em relação ao período de retorno “e” (TD&S), estes mesmos três eventos de seca possuem períodos de retorno acima de 115 anos. Dessa análise percebe-se que os eventos de seca conjunta com grande duração e severidade tendem a apresentar um maior período de retorno. Os períodos de retorno podem ainda ser observados na Figura 6.7.

Tabela 6.3. Período de retorno (em anos) das secas na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

Figura 6.7. Período de retorno (em anos) das secas na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús. As linhas de contorno correspondem ao período de retorno; os pontos azuis são os eventos de seca que ocorreram ao longo da série temporal, e em vermelho, a seca iniciada em 2012.



6.2 Eventos extremos – Cheias



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, animais 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.

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 Figura 6.8 apresenta o mapa de vulnerabilidade na região do Estado do Ceará, produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Figura 6.8. Trechos de rios do estado do Ceará em função da vulnerabilidade a enchentes.

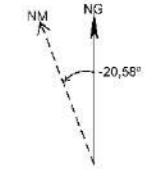
Fonte: ANA, 2021

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS



**TRECHOS DE RIOS COM
VULNERABILIDADE A INUNDAÇÃO**



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

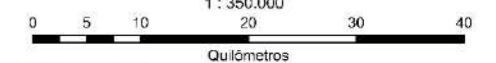
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

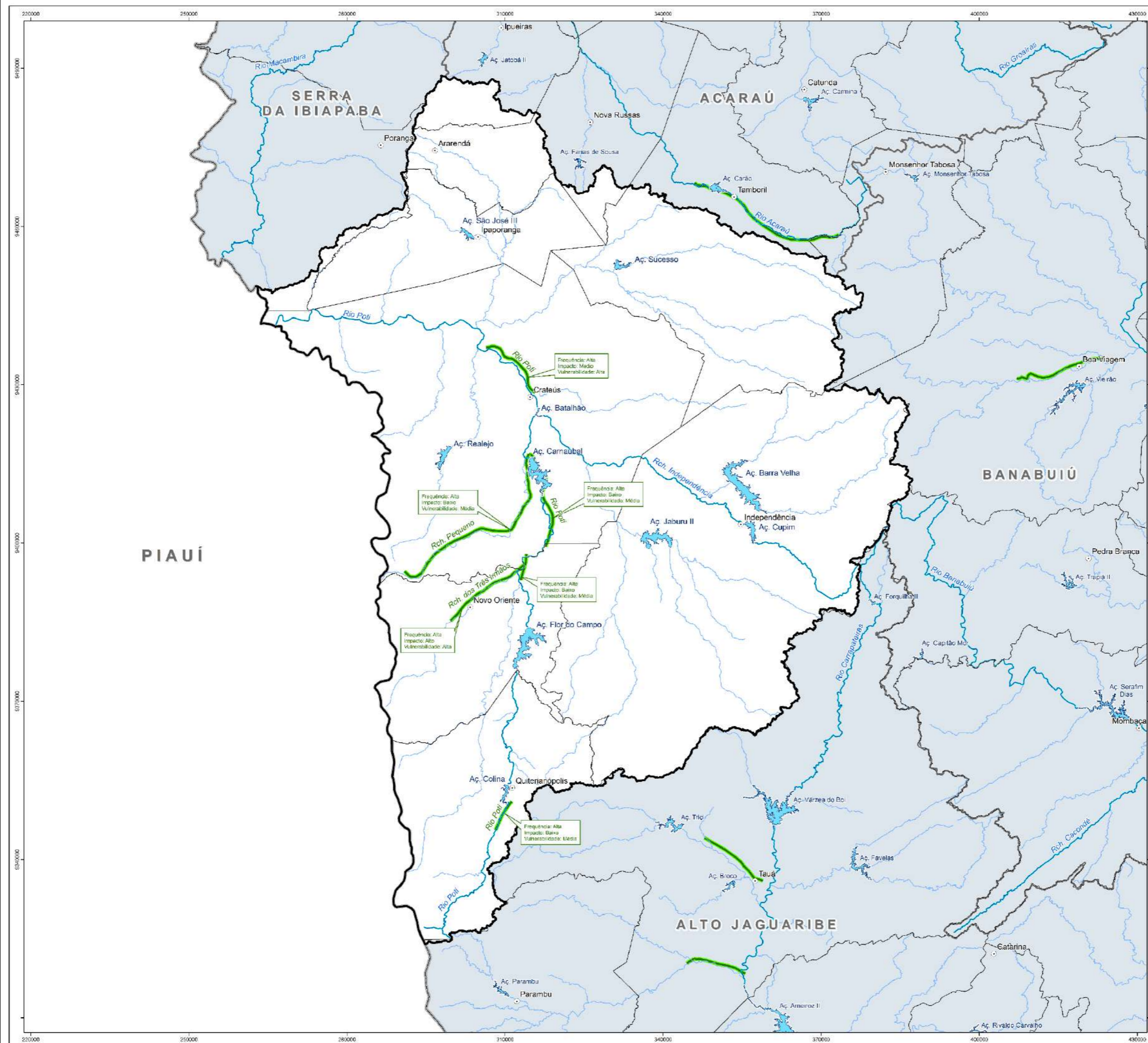
LEGENDA

- (ANA, 2021)
- Trechos de curso d'água inundáveis com os atributos de ocupação, frequência de ocorrência, grau de impacto e vulnerabilidade a inundações graduais.
- Trechos de rios com vulnerabilidade a inundações

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Junho - 2021



A fisiografia da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, com predomínio da depressão sertaneja semiárida, truncando essencialmente rochas cristalinas, com relevo aplainado e caimento topográfico suave em direção aos interflúvios sertanejos e aos fundos de vales, altas temperatura, solos rasos e escassez hídrica influencia diretamente o comportamento das águas na região. O escoamento superficial é predominante em relação à infiltração, desta forma, a construção de pequenos barramentos é uma prática comum na área.

A RHSC apresenta baixa probabilidade à ocorrência de inundações devido ao seu formato, no entanto, deve-se observar os demais fatores ambientais e, sobretudo, os socioeconômicos e a localização da população que reside próximos aos cursos fluviais, posto que sejam naturalmente áreas de risco a inundações. (Santos, 2019)

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

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

Na RHSC observam-se, como principais problemas que contribuem com as inundações: processos de urbanização nas planícies fluviais; extração de madeira para produção de lenha e desmatamento das

matas ciliares, desnudando o solo e favorecendo processos de erosão e carreamento de sedimentos, os quais impactam diretamente nas mudanças da calha dos rios; sobrepastoreio, contribuindo tanto para as questões relacionadas à erosão como para a compactação do solo, conseqüentemente diminuindo ainda mais sua capacidade de infiltração, fatores que favorecem as inundações com riscos à população. Além disso a construção de inúmeras barragens de pequeno porte que, com o aumento do volume pela água das chuvas, podem romper, gerando risco à população e ao meio ambiente.

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

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

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

2008, em Crateús, Independência, Novo Oriente e Quiterianópolis, e 07 (sete) em 2009, em Ararendá, Crateús, Independência, Ipueiras, Novo Oriente, Quiterianópolis e Tamboril. (CEPED, 2013)

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

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

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



7 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA

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



O entendimento holístico da relação entre o meio ambiente e a sociedade se faz necessário para que o uso dos recursos naturais disponíveis seja realizado de forma adequada, o que muitas vezes não ocorre pela incompreensão de que se trata de um ambiente integrado, onde seus componentes são interconectados, ou mesmo pelo nível de desenvolvimento da sociedade em que se vive, com o uso de técnicas inadequadas que podem, inclusive, gerar ou aumentar processos de degradação e impactar o desenvolvimento da região.

Um desenvolvimento sustentável pressupõe o uso dos recursos para atendimento às necessidades de forma adequada e equilibrada. A inexistência dessa premissa se reflete na quebra da harmonia, acarretando riscos à sobrevivência da fauna, da flora e do próprio homem.

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

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

Essas informações são confirmadas no Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR) Inhamuns Crateús, no Pacto das Águas, no Pacto pelo Saneamento Básico, no Inventário Ambiental (IVA) da COGERH para os açudes Colina, Carnaubal e Flor do Campo (2010, 2011 e 2011, respectivamente), e em publicações da FUNCEME os quais discorrem sobre os principais problemas ambientais encontrados na Região Hidrográfica e para áreas semiáridas. Na Figura 7.1 podem ser observadas as áreas fortemente degradadas da RHC mapeadas pela FUNCEME (2018).

Figura 7.1. Áreas Degradadas.

Fonte: FUNCEME

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



ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

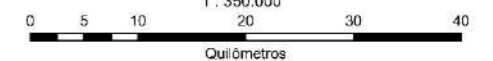
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

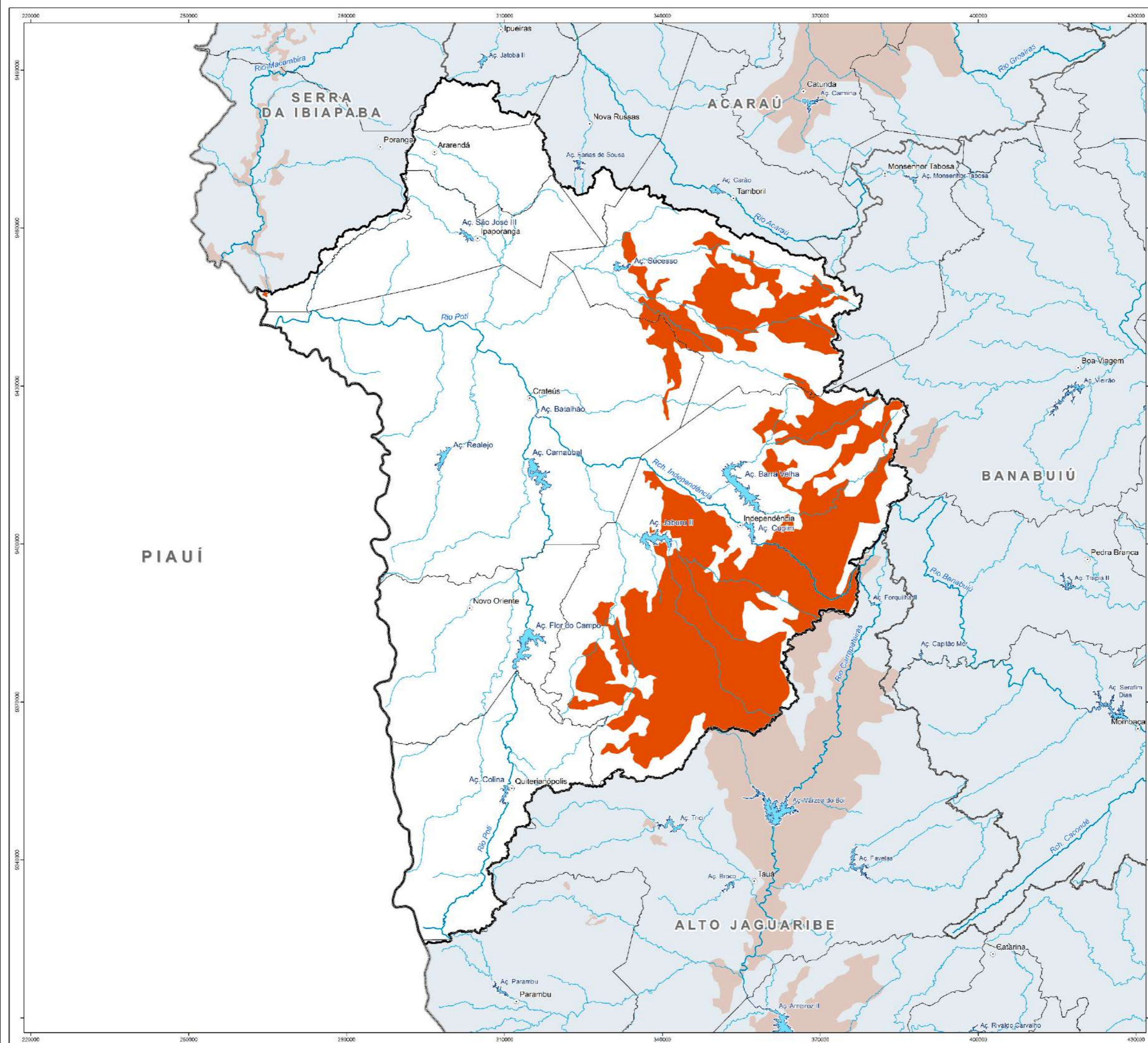
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogeh
Junho - 2021



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

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

Além disso as práticas agrícolas de forma inadequada, com uso de adubos orgânicos e fertilizantes de forma excessiva, pode acarretar a eutrofização dos rios e corpos hídricos, uma vez que contribui com aporte de nutrientes para os mananciais, e a prática de utilização indiscriminada de agrotóxicos e defensivos agrícolas pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, por meio da lixiviação.

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

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

Outro problema que ocorre na RHSC é o desmatamento da vegetação original para retirada e venda da madeira em tora e para produção de lenha, principais produtos de extração vegetal na área, e para o preparo da terra para o cultivo das lavouras, processo agravado quando se queima de forma indiscriminada para preparação da área, comprometendo ainda mais o ambiente.

A queima tem causado um crescente número de ocorrências de incêndios florestais, principalmente nos meses mais secos do ano - outubro, novembro e dezembro, quando as condições se tornam mais favoráveis (baixa umidade do solo e do ar, vegetação seca, alta temperatura do solo e do ar) e onde se verificam as maiores ocorrências no Estado.

Segundo a FUNCEME (2019) a área é considerada, predominantemente, com risco de alta a muito alta para ocorrência de incêndios florestais.

Em 2018, segundo a SEMACE (2019), Crateús esteve entre os municípios com maior quantidade de focos de incêndio do Estado

Segundo o Pacto para o Saneamento Básico (2020), nenhum dos municípios da Região Hidrográfica possui uma destinação final adequada dos resíduos sólidos, fator que compromete os recursos naturais, especialmente a qualidade do solo e água. Além disso, parte da população não possui rede de tratamento de esgoto ou, quando existe a cobertura, nem todos estão ligados a ela, realizando o lançamento dos dejetos diretamente nos corpos hídricos levando a eutrofização dos mesmos.

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

Os IVAs trazem informações também sobre cemitérios e lixões nas proximidades dos mananciais Relatórios da ARCE (2018) mostram que a maioria das ações de saneamento, para melhorias no abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos, no âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município, para os

municípios da RHSC, ainda não foram atendidas ou estão em implantação.

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

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

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

Os processos de extração mineral devem ser acompanhados e fiscalizados, tendo em vista que que podem impactar o ambiente e ainda causar o adoecimento das populações próximas ao local da mineração (Figura 7.2).

Figura 7.2. Processos Minerários.

Fonte: ANM, 2021

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



PROCESSOS MINERÁRIOS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

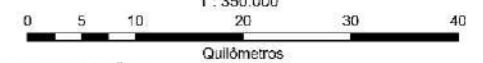
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

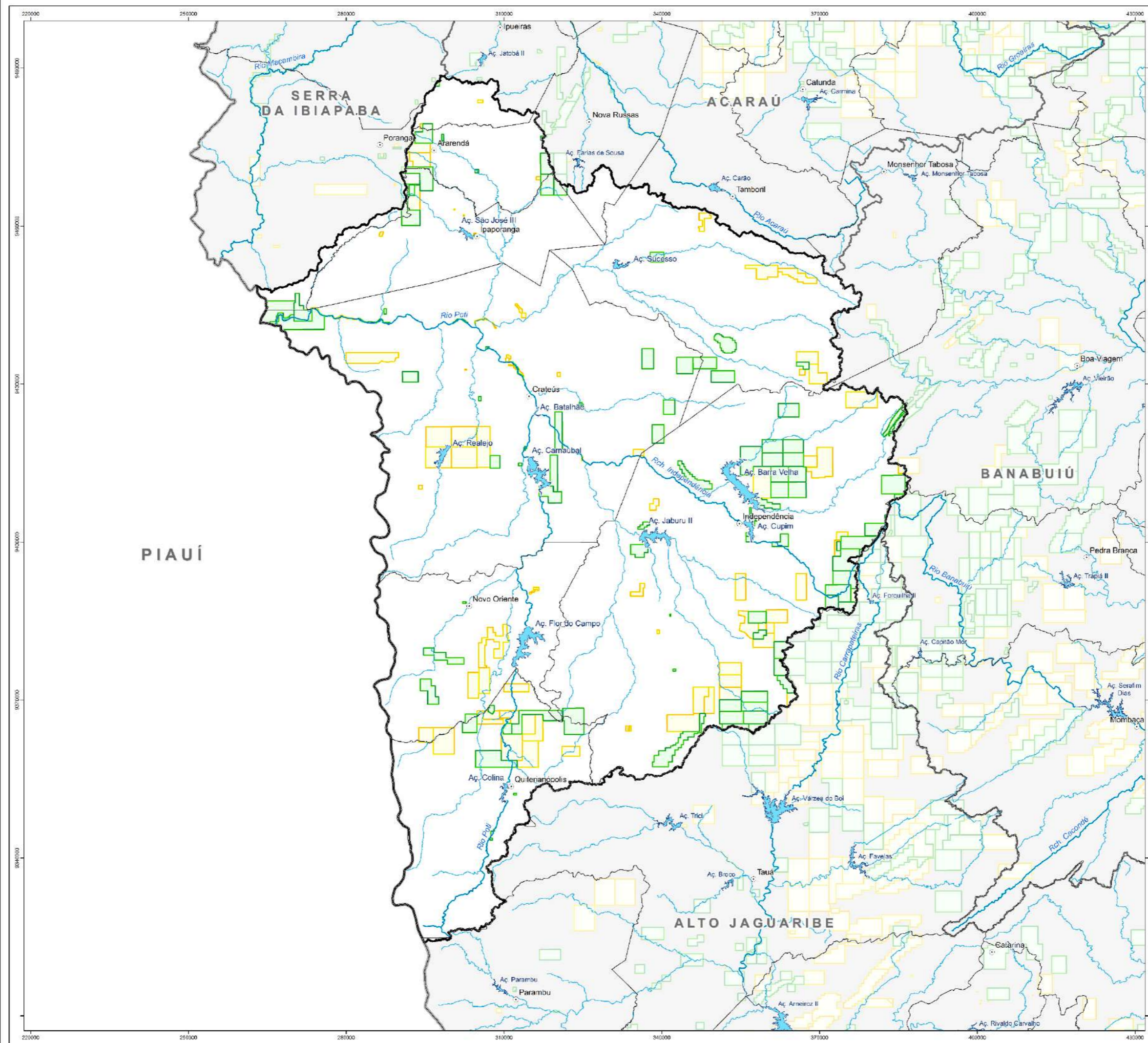
Processos minerários
(Agência Nacional de Mineração - ANM, 2021)

- Ativos
- Em análise

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021



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

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

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

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

Na área existem nascentes, topo de morro, áreas com declividades acentuadas, além das planícies fluviais, todas consideradas, legalmente, como APP e, nas áreas de preservação permanente, é proibido construir, plantar ou explorar atividade econômica. Essas diretrizes não são observadas na maioria dos municípios da Região Hidrográfica e ausência de fiscalização.

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

Para assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas, de modo a preservar o patrimônio biológico, geológico e evolutivo de uma determinada área, foram criadas as Unidades de Conservação (UC's) que se constituem em espaços territoriais legalmente protegidos, que apresentam características naturais relevantes (ICMBIO, 2016).

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

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

(Sistema Nacional de Unidades de Conservação- SNUC) e do Decreto N° 4.340/2002.

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

Na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús existem seis Unidade de Conservação Municipal do tipo Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN), cinco em Crateús, e uma em Novo Oriente e uma do tipo Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), em parte do município de Independência (SEMA, 2017) (Tabela 7.1). As Unidades de Conservação brasileiras são disciplinadas pela Lei 9985/2000, que instituiu.

Tabela 7.1. Unidades de Conservação na Região Hidrográfica.

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

Fonte: SEMA, 2021.

Além das UCs listadas na Tabela 7.1, existe demanda proposta de mais duas áreas, uma abrangendo os municípios de Quiterianópolis, Novo Oriente e Crateús, a UC Monte Nebo e a segunda os municípios de Poranga, Crateús, Ipaporanga, Ararendá, Ipueiras, a UC Serra da Ibiapaba, que compreende áreas das Regiões Hidrográficas da Serra da Ibiapaba e do Acaraú.



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

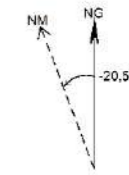
Figura 7.3. Unidades de Conservação.

Fonte: SEMA, 2017

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



UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

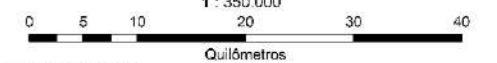
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

Relievo

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

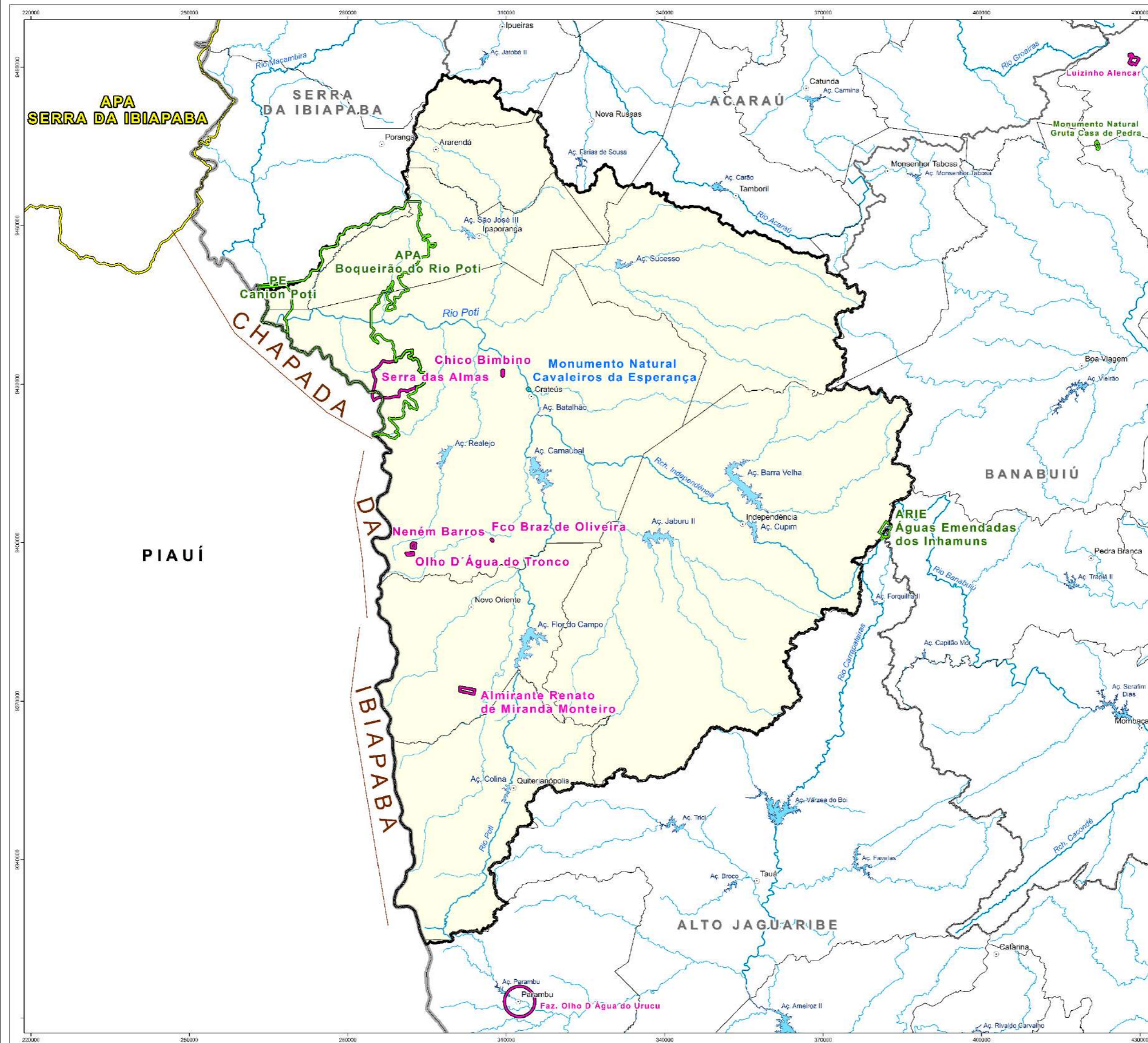
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2021

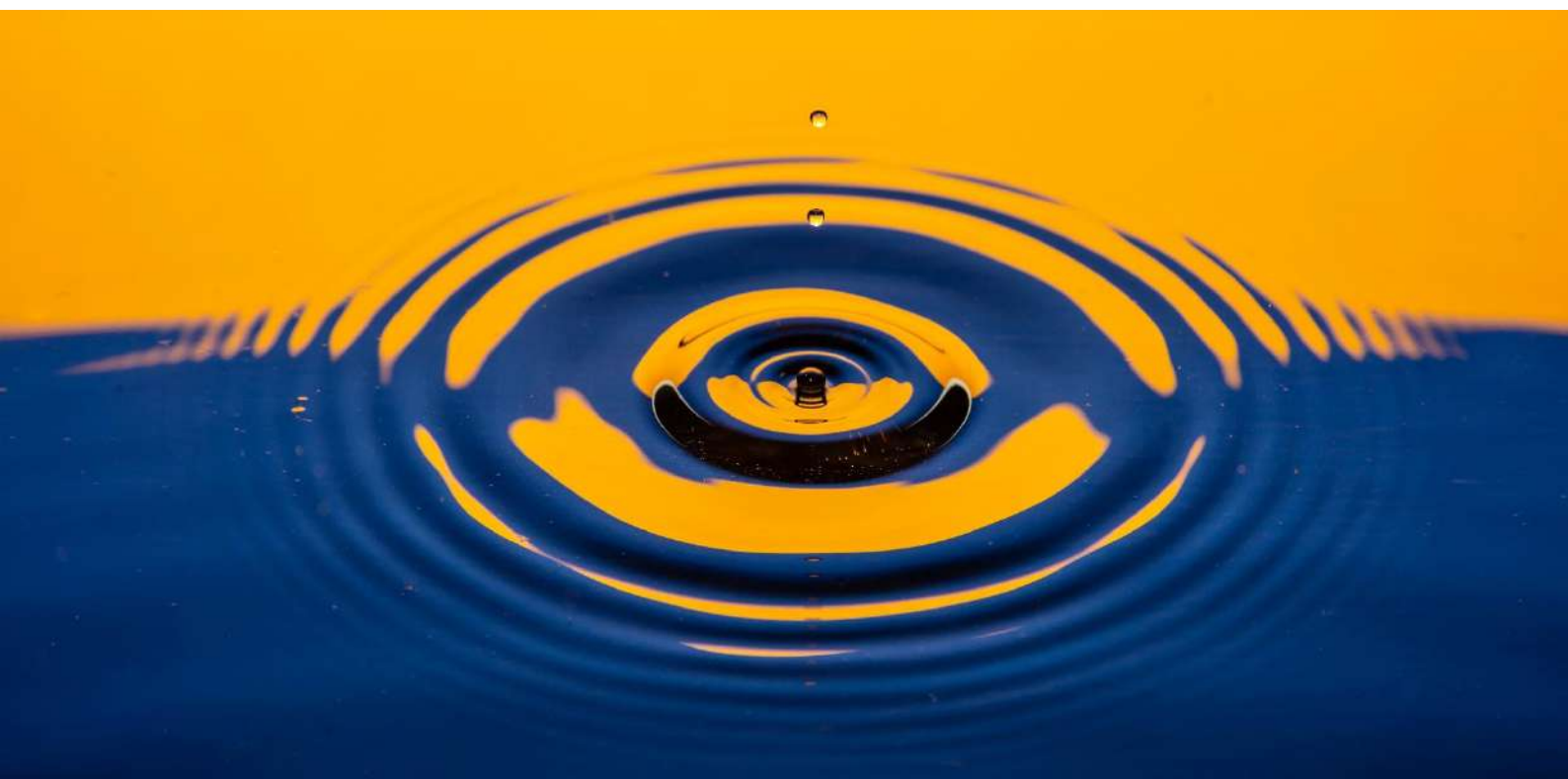


A conscientização da população e a replicação de experiências exitosas como o projeto “Gestão e Manejo dos Recursos Naturais nas Microbacias Hidrográficas dos Riachos São Francisco e Pitombeira”, integrante do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas do Brasil – Manejo e Recuperação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

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

8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL

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



8.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

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

No início do Século XX, a crescente utilização da água, notadamente na indústria elétrica, impôs a necessidade premente da criação de princípios e normas jurídicas que disciplinassem o domínio, o uso e o aproveitamento da água, e que estabelecesse uma melhor organização institucional sobre o assunto. É nesta ambiência que nasce o projeto do “Código de Águas”, aprovado pelo Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934.

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

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

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

8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos

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

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

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

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

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

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

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

¹Em 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.



1992) e instituição do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.

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

A criação da COGERH em 1993 inaugura um outro formato de gestão, alinhado ao modelo gerencial, cujos atores que lhe dão vida conectam experimentação, articulação e vivência para forjar o modelo cearense, tornando-a o centro de articulação da implementação da política estadual de recursos hídricos. Este modelo, criado localmente, é marcado por uma dupla singularidade (formato jurídico e interlocução com a sociedade) que, encontrou solo fértil para o seu desenvolvimento em função da existência de um tripé articulado: universidade, consultorias locais do setor de recursos hídricos e setor público. A COGERH para

implementar tal política 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 do estado – a alocação negociada (AQUINO, 2019).

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

A alocação negociada insere-se no eixo de atuação da COGERH denominado de gestão participativa, em conjunto com outros campos de atuação, a saber: operação e manutenção da infraestrutura hídrica, monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos, estudos e projetos, 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 existirão para todas as regiões hidrográficas, inclusive as regiões hidrográficas dos Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba, ora em desenvolvimento.

A cobrança pelo uso da água bruta que está implementada em todo o território cearense. O Ceará, inclusive, foi o pioneiro na implementação deste instrumento. A definição de tarifa é feita a partir de estudos técnicos e a arrecadação é centralizada pela COGERH – modelo que difere do que tem sido implementado em outros entes da federação –

utilizada para custear as despesas ou ações de gerenciamento. O modelo cearense aplica o princípio do subsídio cruzado para corrigir distorções entre valores arrecadados por região hidrográfica e gera receita própria que lhe garante autonomia em relação ao tesouro do estado para execução das suas atividades (SILVA, 2015, p. 52).

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

A política em 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 subterrâneos de interesses comuns, com a participação da ANA.

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

Importante ressaltar que embora o SIGERH agregue um número específico de instituições, o último período de seca iniciado em 2012 impôs um maior estabelecimento de relações interinstitucionais para garantir o abastecimento de água para a população. Em 2015 foi criado o Comitê Integrado de Combate à Seca, coordenado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA). Participaram do Comitê, no âmbito estadual, dentre outras, a SRH, SOHIDRA, EMATERCE e Defesa Civil. Contou também com a Associação dos Municípios do Estado do Ceará (Aprece), Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará (Fetraece) e Federação da Agricultura e Pecuária do Ceará (Faec). Em 2015 foi lançado o Plano Estadual de Convivência com a Seca. O Plano contemplou ações “emergenciais, estruturantes e complementares para cinco eixos de atuação: segurança hídrica, segurança alimentar, benefícios sociais, sustentabilidade econômica, e conhecimento e inovação”. Contemplou, portanto, desde a perfuração de poços em zona rural e urbana até a instalação de chafarizes, dessalinizadores e construção de adutoras de montagem rápida, dentre outras.

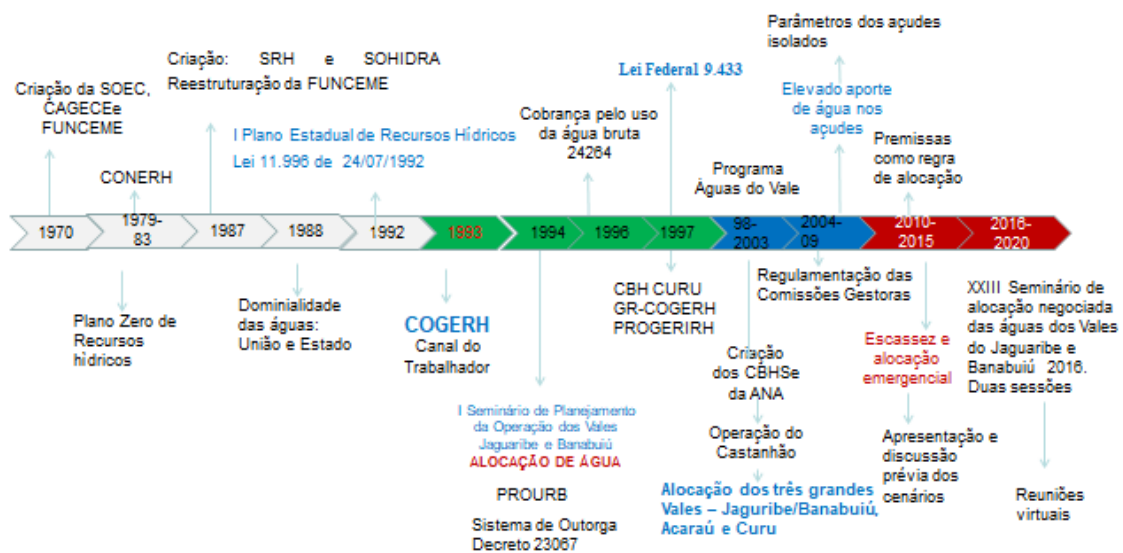
Percebe-se que o arranjo institucional que molda o modelo cearense de gestão dos recursos hídricos sofreu alterações ao longo do tempo tanto em função de mudanças fruto da reforma pública do estado e da necessidade de ampliação de entes colegiados participativos para a execução da política. Tal modelo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

pela atuação conjunta com comitês de bacias hidrográficas, comissões gestoras, comissões de operação, câmaras técnicas.

A formação de Comitês de Bacias 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 Tabela 8.1.

Figura 8.1. Principais marcos políticos-institucionais da política cearense de recursos hídricos.



Fonte: Aquino, 2020

Tabela 8.1. Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará.

Ano	Marco	Questões relevantes
1954	Criação da UFC	
1970	Empresas de consultoria	Formação de um corpo de profissionais para o setor de recursos hídricos/elaboração dos planos diretores de bacia
1970	Construção e Operação do Sistema Hidráulico/ Açudes Pacoti, Riachão e Gavião	DNOS e Governo do Estado do Ceará – SOSP/CAGECE
1971	Estruturação das divisões de poços e de açudes na Superintendência de Obras e Serviços Públicos - SOSP	Perfuração de Poços Tubulares e apoio a Construção de pequenos Açudes
1972	Criação da Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME)	Recebeu esse nome em função do programa de nucleação artificial Histórico/Nucleação/Fase atual
1979	Seminário realizado pela Assessoria de Recursos Hídricos do Governo do Estado.	Desse encontro saíram duas proposições: criação de um Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a elaboração de um Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANO ZERO) Criação de uma secretaria executiva dentro da SOSP
1979-1983	Seca	Movimentos de resistências dos trabalhadores rurais e acirramento das formas de dominação no campo; Frentes de serviços
1982	1ª obra hídrica com recursos 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	Denominado “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 estadual 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 N° 11.380 (D.O. 17/12/87), a FUNCEME teve seu <u>nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos</u> , passando a ser vinculada à Secretaria 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 gerência 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	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	Lei Estadual nº 11.996 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 nº12.217/1993 Órgão de administração indireta do estado regida pela lei das sociedades anônimas
1994	1º Concurso público COGERH	Ocorre simultaneamente como o concurso da FUNCEME. Primeiro concurso no país para o setor de recursos hídricos Realizado em Fortaleza e São Paulo Das 40 vagas ofertadas, apenas 21 foram preenchidas (engenheiros civil, hidráulicos, elétrica, agrônomo, administradores e sociólogos).
1994	Conflito Orós-Lima Campos	Primeira situação de conflito que a COGERH teve que atuar.
1994	1º Seminário dos Usuários das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú	Participação de 63 instituições Início do processo de Macro Alocação Negociada de Água Definição dos procedimentos metodológicos que posteriormente passam a ser replicados em outras bacias hidrográficas do Estado
1994	Comissão Permanente dos Usuários dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú,	Constituída por 24 instituições, torna-se embrião dos Comitês das sub bacias que serão criados na região do Jaguaribe.
1994	Comissões de usuários nos açudes que não integravam o vale perenizado	Inicialmente, não foi houve uma definição padrão da nomenclatura dessas comissões em função da preferência da equipe técnica da COGERH. Recebeu as seguintes denominações: comissão de usuários, conselhos gestores de sistemas hídricos, comissão de operação, comissão de acompanhamento da operação, grupo gestor de açude.
1994	1º seminário da bacia do Curu	31 instituições
1994	Início da implantação da outorga	Decreto estadual nº 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	Aduora 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 1ª 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 Regional de Limoeiro do Norte (1ª) e Gerência Regional do Curu e Litoral (2ª)
1997	Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH Piloto (1997 – 2002)	Projeto financiado pelo Banco Mundial, com o propósito de dar suporte técnico à interligação de bacias do estado.
1998	Implantação do programa Águas do Vale (1998-2001)	Experiência piloto de compensação financeira em período de escassez, desenvolvido na região do Jaguaribe até 2001. A ideia do programa estava relacionada com transferência de risco entre os irrigantes do DIJA e PIMN (realocação de água) Programa propunha aumentar a eficiência do uso da água na agricultura irrigada. Alguns resultados: aumento do número de outorga (adesão de 2.414 usuários do programa), implantação do sistema de cobrança para o setor de irrigação, capacitações técnicas e inadimplência dos irrigantes
1999	Instalação dos CBHS Estrutura organizacional	Instalação CBH Médio Jaguaribe Instalação CBH Baixo Jaguaribe Estrutura: Criação da superintendência de águas subterrâneas
2000	Agência Nacional de Água-ANA	Lei federal 9.984
1999	Planos de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe	EngeSoft
2000	Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba	Montgomery Watson/ EngeSoft
2000	Gerência Regional	GR Serra da Ibiapaba e dos Sertões de Crateús
2001	Planos de Gerenciamento das Águas das Bacia Metropolitanas	VBA
2001	Gerência Regional	GR Sobral
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 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.

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS SERTÕES DE CRATEÚS // JUNHO DE 2021

2004	Instalação dos CBH Acaraú	Ampliação da rede de atores sociais
2004	Elevada disponibilidade hídrica	
2004	Eixão	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	Instalação CBH Coreaú	Ampliação da rede de atores sociais
2006	Plano Nacional de Recursos Hídricos	Primeiro plano com a participação da sociedade
2007	Resolução CONERH N° 002	Regulamenta as Comissões Gestoras, que ficam a cargo dos CBHs
2009	Período de cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2009	Eixão	Inauguração do trecho II . Começa no Açude Curral Velho e estende-se ao longo de 45,9 km, até a Serra do Félix; Inauguração do trecho III compreende 66,3 km de extensão e está localizado entre a Serra do Félix e o Açude Pacajus.
2010	Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (atualização)	Lei Estadual 14.844 (Revoga a lei 11.996/92) Levantar informações sobre o que difere da lei anterior
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	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.
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	Eixão	Inauguração do trecho IV, que liga o Açude Pacajus ao Açude Gavião, com uma extensão de 33,9 km; Inauguração do trecho V, que interliga o Açude Gavião ao Complexo Industrial do Porto do Pecém, com 55 km de extensão.
2015	Criação do Comitê Integrado de Combate à Seca Grupo de Segurança Hídrica	Formação de uma câmara técnica para tratar das questões de recursos hídricos que desencadeou a constituição do Grupo de segurança hídrica
2016 - 2017	Encargo Hídrico Emergencial	Decreto n°32.044/2016 Decreto n°32.159(24/02/2017) Decreto n°32.305 (11/08/2017)
2016	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	
2018	Início da construção do reservatório Fronteiras em Crateús	Capacidade de 488 hm ³

2019	Fundo Estadual de Recursos Hídricos	Lei nº16.852 (20/03/2019) que altera a Lei nº 14.844 (28/12/2010). Regulamentado pelo Decreto nº 33.175 (02/08/2019)
2020	Novo marco regulatório da bacia do Parnaíba	A Região hidrográfica dos Sertões de Crateús faz parte desta bacia federal O Marco regulatório determina a entrega de água para o Piauí do açude Jaburu I de 300l/s de julho a janeiro e determina a entrega de água no rio Poti, a jusante da confluência com o Rio Macambira
2021	Batimetria do açude Jaburu I	A capacidade de acumulação do que estava estimada em 210 passou para 141h m ³
2021	Criação de 02 Unidade de Conservação Ambiental na RH Sertões de Crateús	Parque Estadual do Cânion Cearense do Rio Poti, área de 3.680,55 ha; Área de Proteção Ambiental (APA) do Boqueirão do Poti com mais de 63.332,20 ha

Fonte: Adaptado de Aquino 2019.

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

O Plano Estadual dos Recursos Hídricos, de 1992, dividiu o Ceará em 11 regiões hidrográficas: Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú, Metropolitanas, Curu, Litoral, Acaraú, Coreauí e Poti-Longá. Estas regiões são consideradas como unidades de ação e planejamento para o desenvolvimento da Política Estadual dos Recursos Hídricos, sendo um dos passos decisivos desse processo, a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs). A região hidrográfica do Poti-Longá tem uma característica peculiar: é parte integrante da Bacia do Parnaíba, partilhada pelos estados do Ceará e Piauí. A bacia do Poti-Longá na porção cearense é composta por 17 (dezessete) municípios, divididos entre Serra e Sertão

O processo de divisão da Bacia Poti-Longá se deu de forma participativa e contou com a coordenação da COGERH). De início, é importante destacar que as regiões Serra e Sertão divergem em suas características físicas e hidrológicas, nos aspectos econômicos, climáticos, pluviométricos, culturais e quanto ao tipo de solo. Mas não se trata apenas de distinções físicas; segundo os autores, há diferenciações atinentes ao modo de “organização institucional, nas representações

sociais, aspectos culturais, na forma de apropriação dos recursos naturais, nos temas e problemas e reivindicados pelos atores sociais e, principalmente, na identidade regional” (BOUTY et al, 2014). Daí veio a demanda legítima de subdividir a Bacia Poti-Longá em Bacia dos Sertões de Crateús e Bacia da Serra da Ibiapaba.

Assim, após a realização do Diagnóstico Institucional (momento em que os atores locais foram sensibilizados sobre a importância da gestão das águas, sobre as políticas relacionadas aos Recursos Hídricos e o Projeto de Gestão Compartilhada das Bacias Hidrográficas dos Rios Poti e Longá) 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” (BOUTY et al, 2014).

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.

Dando continuidade ao processo de subdivisão, foi realizado o Seminário de Integração entre as Comissões Serra e Sertão, no dia 18 de maio de 2011, na Cidade de Guaraciaba do Norte, sendo deliberado, por unanimidade, a divisão em duas bacias, com dois CBHs denominados de Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús e Comitê da Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba. Essa demanda foi encaminhada por ofício ao CONERH (Conselho Estadual dos Recursos

Hídricos), sendo aprovada pela respectiva instância e publicada no Diário Oficial do Estado em 1º de fevereiro de 2012.

8.4 Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões dos Crateús

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

Ela foi a última região hidrográfica a constituir formalmente o comitê de bacia (2012), junto ao comitê da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, embora a Gerência Regional tenha sido instalada na região ainda em 2000, no município de Crateús. Tal demora para a implantação do CBH - quando comparada as outras Regiões Hidrográficas do Estado - decorre das discussões iniciais não consensuais quanto ao escopo desse ente colegiado e das diferenças físicas das áreas. O debate girava em torno de duas questões: seria criado naquela área um comitê estadual único ou um comitê federal? Como agregar em um mesmo comitê, caso seja estadual, duas realidades tão distintas como os sertões e uma área úmida que é a serra?

Antes mesmo que a formação do Comitê Federal do Parnaíba fosse formalizada, o Estado do Ceará cria o CBH dos Sertões do Crateús (CBHSC) através do Decreto Estadual 31.061, de 22 de novembro de 2012, sendo instalado no ano seguinte (07 de março de 2013). O CBH é um colegiado de caráter consultivo e deliberativo que segue a mesma lógica de representação dos demais CBH do Estado. O CBHSC é constituído por 30 instituições/membros assim distribuídas: 6 representantes do Poder Público Municipal, 6 representantes do Poder Público Estadual/Federal, 9 representantes dos Usuários, 9

representantes da Sociedade Civil, obedecendo a seguinte composição regimental:

I – Representação de entidades dos usuários de águas da bacia, em percentual de 30% (trinta por cento);

II – Representação das organizações civis de recursos hídricos, em percentual de 30% (trinta por cento);

III – Representação de órgãos estaduais e federais, em percentual de 20% (vinte por cento);

IV – Representação do poder público dos municípios localizados na bacia hidrográfica dos Sertões do Crateús, em percentual de 20% (vinte por cento).

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

Tabela 8.2. Diretorias do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Sertões de Crateús – CBHSC.

Diretoria 2013 - 2015			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Wanderley Marques de Sousa	Prefeitura Municipal de Crateús	Poder Público Municipal
Vice-presidente	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil
Diretoria 2015 - 2017			
Cargo	Nome	Instituição	Setor
Presidente	Wanderley Marques de Sousa	Prefeitura Municipal de Crateús	Poder Público Municipal
Vice-presidente	Enoch Saboia Coutinho	Prefeitura Municipal de Novo Oriente	Poder Público Municipal
Secretário	Antonia Nilce Pereira de Souza	Associação dos Professores de Independência - APROFI	Sociedade Civil

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

O Poder Público Municipal é composto por representantes de 6 prefeituras, dispostos na Tabela 8.3. Devido ao arranjo institucional do CBH, mesmo estando inseridas na bacia, as prefeituras de Ararendá, Ipaporanga e Ipueiras, não possuem representantes diretos no CBH, apesar de participarem das reuniões.

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

Tabela 8.3. Composição do CBHSC - poder público municipal.

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

Em relação a composição do setor sociedade civil, que são entidades que desenvolvem atividades relacionadas aos recursos hídricos, meio ambiente ou organizações sociais, estão presentes sindicatos, entidades religiosas e ongs. Os nove representantes deste segmento estão apresentados na Tabela 8.4.

Tabela 8.4. Composição do CBHSC – sociedade civil.

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

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

Deste segmento na CBHRS estão as companhias de abastecimento, e representantes de grupos específicos de usuários (Indígenas, Pescadores, Agricultores), a Tabela 8.5 apresenta a lista das 9 entidades que compõe o CBHSC.

8.5. Composição do CBHSC – usuários de água.

ENTIDADE
Associação Comunitária de Malhada Vermelha e Região
Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Grotá
Associação dos Usuários de Água do Açude Carnaubal – ASSUSA

ENTIDADE
Associação dos Vazanteiros de Independência
Colônia de Pescadores Z – 58 Novo Oriente
Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE
Conselho dos Povos Indígenas: Tabajara, Calabaça e outros de Poranga e Região – CIPO
Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Ipaporanga
Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR

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

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

Outro aspecto relevante na dinâmica institucional do CBH dos Sertões do Crateús 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, qual será o desenho da tomada de decisão para usos alocadas quando o Comitê Federal iniciar sua atuação na região, principalmente associado a liberação de águas no Açude Fronteiras, em construção, tal reservatório possui área de drenagem praticamente igual a delimitação da região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

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

O CBHSC elaborou o Plano de Capacitação e Comunicação do colegiado. O documento contemplou um cronograma das atividades para o período de 2020-2023. No Plano foram definidas ações para a divulgação e visibilidade do comitê: criação de redes sociais *Facebook*, *Instagram* e *YouTube*, produção do vídeo institucional do comitê e de *spots* sobre as ações do colegiado, campanhas ambientais e datas comemorativas com temáticas para sensibilização e conservação hídrica e ambiental, voltadas para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús.

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

8.4.1. Câmaras Técnicas

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

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

Câmara Técnica do Meio Ambiente

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

- 3 instituições do plenário do CBHSC
- 4 membros da diretoria do CBHSC
- 1 representante da UFC – Campus Crateús
- 1 representante do IFCE – Campus Crateús
- 1 representante do Sindicato dos Professores de Crateús

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

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

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

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

Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos

A câmara técnica do Plano de Recursos Hídricos foi criada em 14 de abril de 2021, a partir da resolução N° 05/2021, sendo composta por 10

integrantes, todos com mandato de 4 anos e direito a voto, e divididos conforme exposto a seguir:

- 4 instituições do plenário do CBHSC
- 4 membros da diretoria do CBHSC
- 1 representante da UFC – Campus Crateús
- 1 representante do IFCE – Campus Crateús

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

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

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

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

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

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

8.4.2. Comissões Gestoras (CG)

Conforme o Art. 46 do novo regimento interno do CBHSC, Decreto nº 33.072 de 21 de maio de 2019, as comissões gestoras são organismos de bacia vinculados ao CBH, que auxiliam na gestão dos recursos hídricos,

sejam naturais ou artificiais. Cada comissão deve conter pelo menos um membro do CBHSC, e os membros da CG terão mandato de 4 anos.

É de responsabilidade da CBHSC a formação e manutenção das CG, e sua composição deve seguir o preconizado no CONERH quanto a representação por segmentos. As ações realizadas pelas CG deverão ser informadas ao CBHSC, e o CBH deve providenciar os encaminhamentos das ações, sempre discutidas em plenário.

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

Os CG's, conforme Art. 52 do Decreto 33.072, possuem as seguintes atribuições:

- Definir o calendário de suas reuniões;
- Apoiar a gestão dos sistemas hídricos e do seu entorno;
- Promover, de forma conjunta com o CBH Sertões de Crateús e os órgãos gestores de recursos hídricos, a Assembleia de Alocação objetivando o estabelecimento da Alocação Negociada de água;
- Propor critérios de uso racional dos sistemas hídricos, respeitando os múltiplos usos;
- Promover debates sobre a preservação ambiental e o uso sustentável da água junto aos usuários do respectivo sistema hídrico;

- Apoiar os órgãos gestores de recursos hídricos na atualização do cadastro dos usuários da respectiva bacia e no monitoramento das decisões tomadas no âmbito da Alocação Negociada de água;
- Comunicar ao CBHSC as decisões adotadas quanto a Alocação Negociada de água;
- Atualmente existem quatro comissões gestoras na RHSC, são elas:
- CG do Açude Barra Velha (Resolução 01/2020, de 20 de fevereiro de 2020);
- CG do Açude Carnaubal, (Resolução 01/2018, de 19 de outubro de 2018);
- CG do Açude Colina (Resolução 02/2019, de 24 de maio de 2020);
- CG do Açude Flor do Campo (Resolução 01/2019, de 25 de abril de 2019).

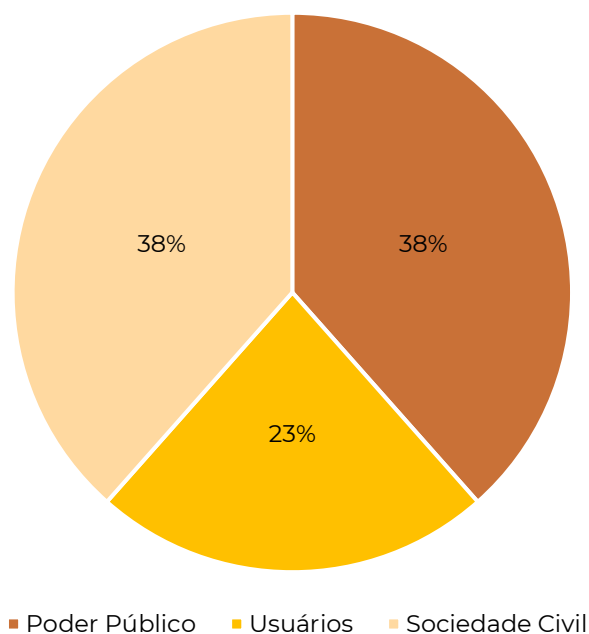
Além dessas, foi informado da existência do CG do açude Jaburu II que, devido a pandemia do COVID-19, teve as suas atividades paralisadas, mas que a gerência de Crateús pretende a retomada das atividades assim que possível.

9 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS

A participação social é um dos pilares da nova política de águas, que tem no plano de recursos hídricos, um de seus principais instrumentos. Sendo assim, para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, a COGERH realizou uma pesquisa quali-quantitativa visando diagnosticar o perfil dos membros CBH – tempo de participação no CBH do membro e de sua instituição, motivações para participação - e suas percepções sobre várias questões relevantes – problemas hidro ambientais, conflitos existentes e potenciais, e aspectos institucionais e de gestão na Região Hidrográfica.

A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionários semiestruturados, e aplicados de maneira virtual, em virtude da pandemia do COVID-19. Os questionários foram enviados para todos os representantes do CBH, sendo respondidos por 26 de seus representantes – 10 do poder público (38%), 6 do setor usuários (16%), e 10 da sociedade civil (38%), conforme apresentado na Figura 9-1.

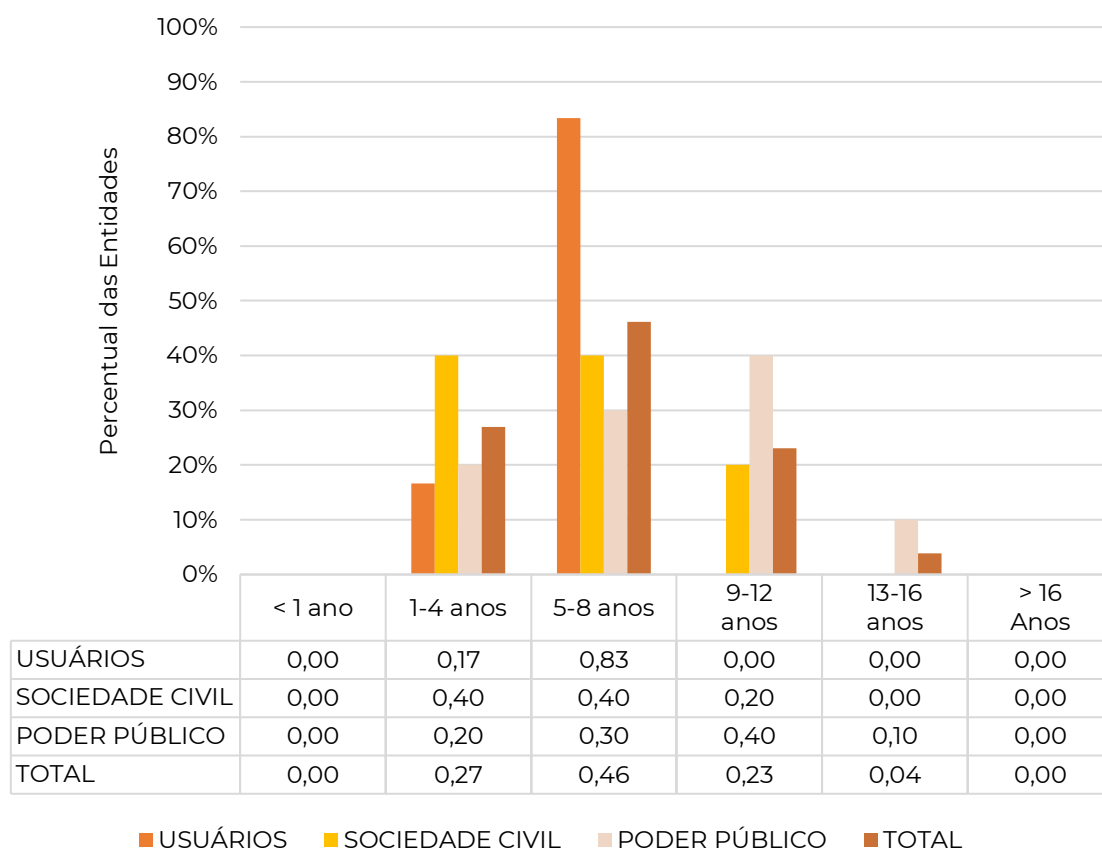
Figura 9.1 Participação nos questionários aplicados na RHSC por setor do CBH.



As perguntas iniciais visavam traçar o perfil dos participantes do CBH dos Sertões de Crateús (CBH-SC). Em relação ao tempo de participação da entidade a qual representam no CBH (Figura 9.2), percebe-se que 73% (coluna Total) participa há mais 5 anos. Dentre as entidades do setor usuário, 83% participam entre 5 e 8 anos do CBH. Observa-se que as entidades do Setor Público (PP) e as da Sociedade Civil (SC) são as mais longevas: 20% das entidades da SC participam do CBH entre 9-12 anos. Já as do PP, 50% participam há mais de 9 anos (40% de 9 - 13 anos e 10% de 13 - 16 anos).

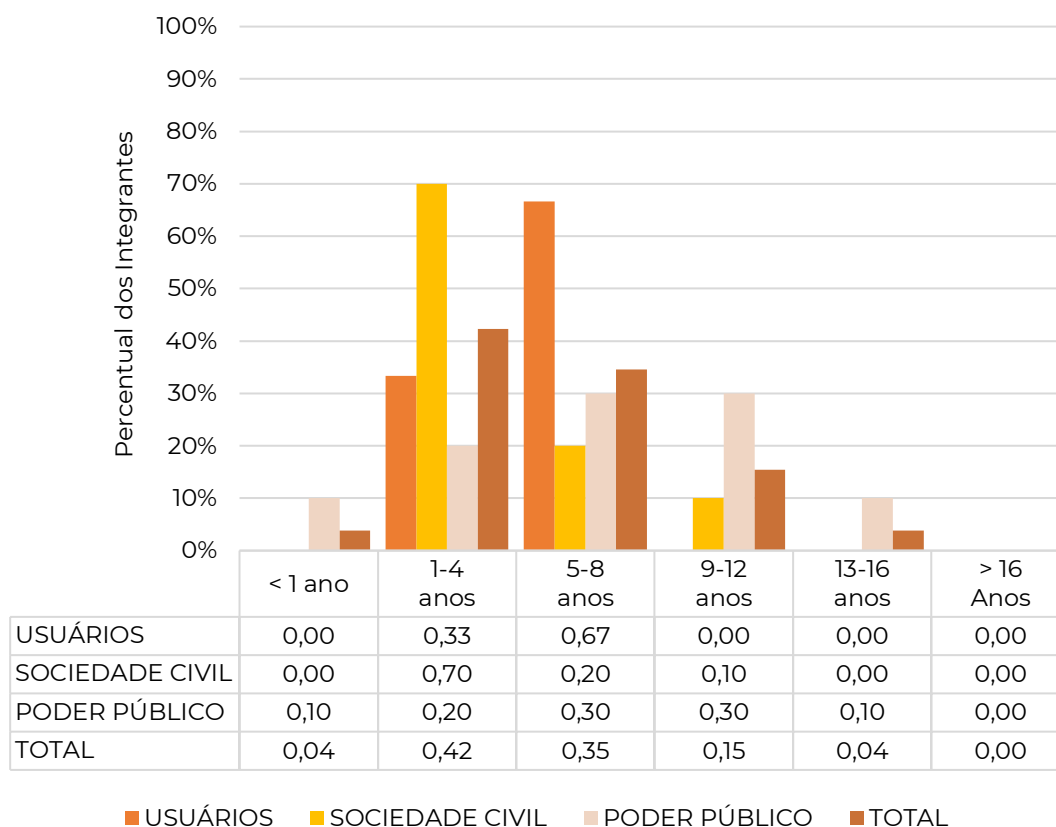
Dado que o CBH do Sertões de Crateús foi instalado em 2013 (8 anos de existência), observa-se que 27% das entidades participam há mais de 9 anos e já faziam parte do antigo CBH da Região Hidrográfica do Parnaíba, que contemplava as regiões hidrográficas dos Sertões do Crateús e da Serra Ibiapaba.

Figura 9.2. Tempo da Entidade no CBH-SC - Poder Público, Sociedade Civil ou Usuário.



Com relação ao tempo do representante no CBH (Figura 9.3), apenas 4% do total atua há menos de 1 ano. Cerca de 67% dos membros que fazem parte do setor usuário participam do CBH entre 5 e 8 anos, 70% dos membros da SC participam entre 1 e 4 anos, e 70% dos representantes do poder público compõe o CBH entre 5 e 16 anos.

Figura 9.3 Tempo de participação do representante no CBH-SC.

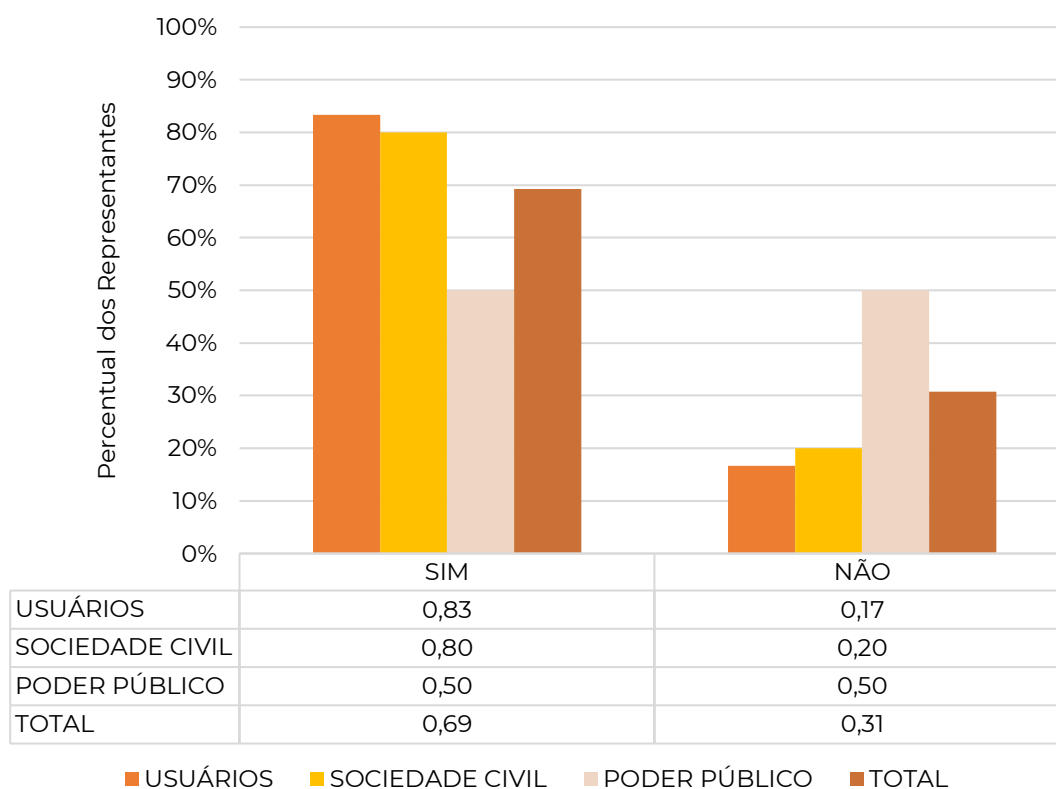


Em relação à motivação para a participação no Comitê, os representantes pontuaram a importância da participação da gestão dos recursos hídricos na RH, da aquisição de conhecimento sobre o tema e da representação dos interesses de uma categoria específica (pescadores, agricultores, município, entre outros). As partir das respostas observa-se que os participantes têm claro entendimento sobre o importante papel do CBH na gestão dos recursos hídricos na RH, da participação e querem defender os anseios do grupo ao qual representam. Em resumo, as motivações elencadas pelos representantes do CBH estão listadas a seguir:

- Participar efetivamente da gestão dos recursos hídricos da RHSC (13 respostas);
- Representar os interesses de um grupo específico (4 respostas);
- Adquirir conhecimento sobre a gestão e projetos da água na região (5 respostas);
- A importância do conselho e suas decisões para a bacia hidrográfica do Sertões de Crateús (2 respostas);
- Participação a convite (2 respostas).

Indagados sobre à existência de um plano de Recursos Hídricos para a Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, cerca de 70% dos respondentes disseram saber da existência deste tipo de documento (83% dos usuários, 80% da SC e 50% do PP) (Figura 9.4).

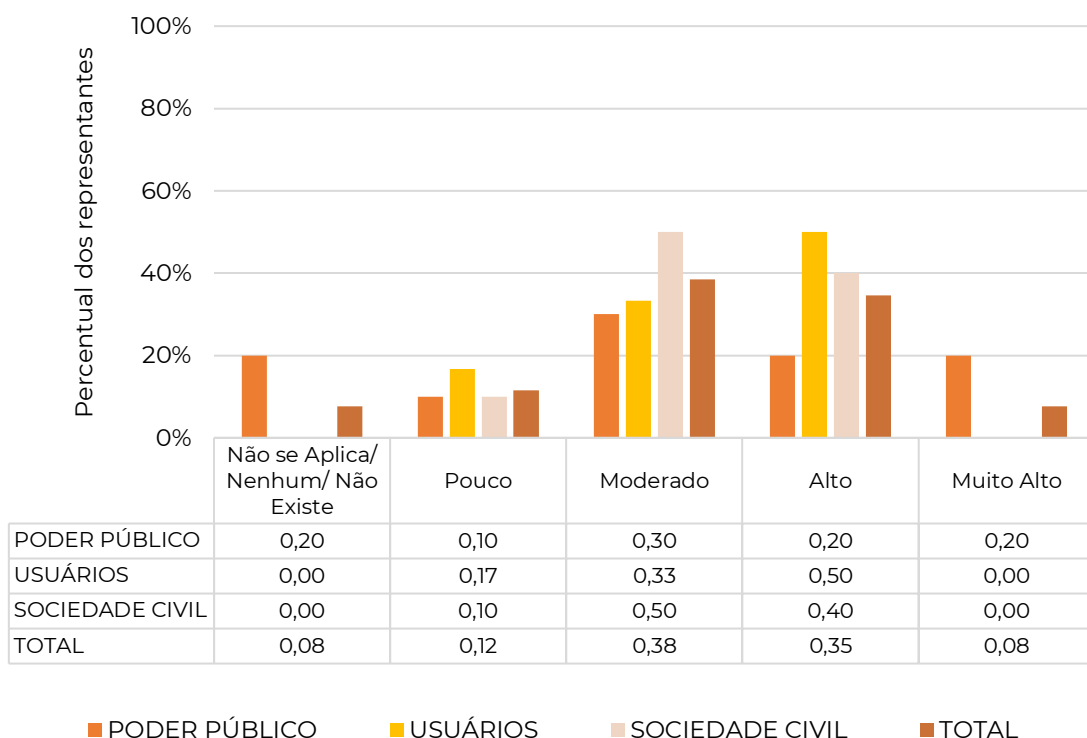
Figura 9.4 Conhecimento quanto a existência do plano de recursos hídricos para a RH dos Sertões de Crateús.



Ainda relacionado ao tema anterior, perguntou-se qual o nível do conhecimento do respondente sobre o Plano de RH da Região Hidrográfica. Observa-se na Figura 9.5 que apenas 8% do total de entrevistados optou pelo item “não existe”, sendo todos representantes do Poder Público. De fato, a Região Hidrográfica do Sertões de Crateús ainda está em processo de elaboração do seu primeiro plano de recursos hídricos.

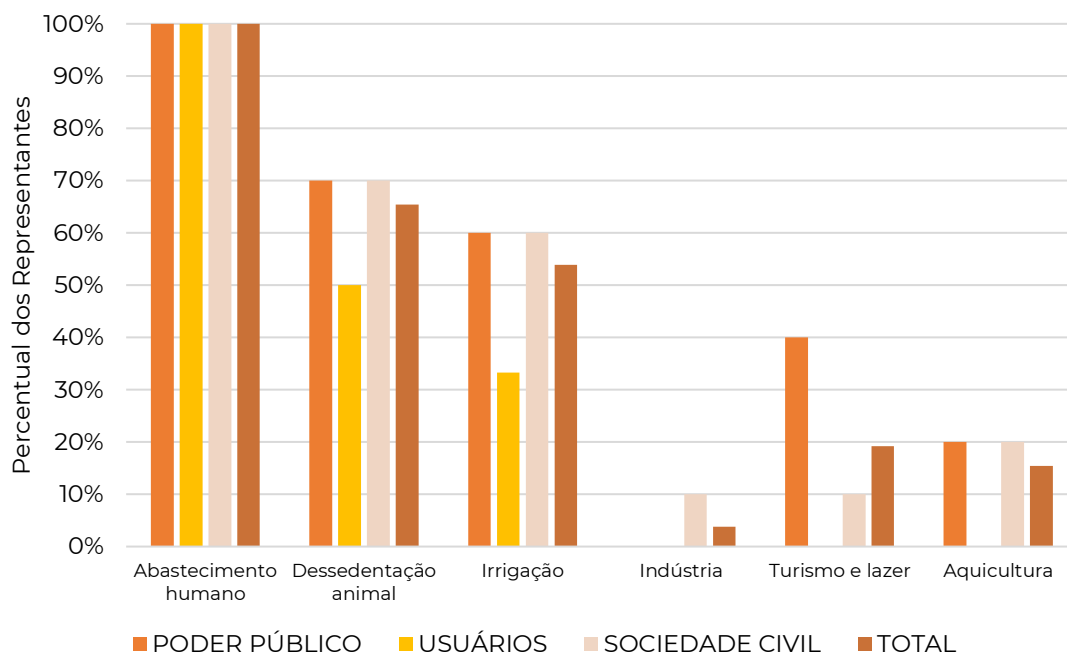
As respostas deste item e do anterior evidenciam a dificuldade em se estabelecer a distinção clara entre os vários planos existentes (Pacto das Águas, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Plano Estratégico de Recursos Hídricos do Ceara, Plano de saneamento, de resíduos sólidos, etc.) e de abrangência espacial também distintas (estadual, municipal, da bacia do Parnaíba, etc.) e o plano de recursos hídricos de uma região hidrográfica. Tal fato evidencia a necessidade de se criar espaços para debater sobre esses instrumentos da política de recursos hídricos.

Figura 9.5 Porcentagem do aprofundamento de conhecimento dos membros do CBH-SC em relação ao Plano de Bacia.



No processo de planejamento, é necessário identificar os principais usos da água na Região Hidrográfica. Segundo os entrevistados, os principais usos da Região Hidrográfica dos Sertões do Crateús são: abastecimento humano (apontados por 100% dos entrevistados); dessedentação animal (65%); irrigação (54%); indústria (4%); uso para lazer e turismo (19%), e uso econômico para aquicultura (15%) (Figura 9.6). Sendo assim, os principais usos da RH, segundo os entrevistados, são abastecimento humano e dessedentação animal, seguido por irrigação, indicando uma vocação econômica da bacia para a agropecuária, em especial a criação de bovinos e ovinos, conforme já apresentado no Capítulo 3 (Demanda).

Figura 9.6 Principais usos da Água na RH dos Sertões de Crateús.



A pesquisa também mapeou a percepção dos representantes do CBH-SC quanto à ocorrência de problemas hídricos e ambientais. Tais informações fornecem subsídios para se pensar, na fase posterior de elaboração do Plano, em programas ou ações mitigadoras, tomando como ponto de partida o conhecimento dos membros do comitê.

Os problemas apresentados aos membros do CBH estão apresentados na Tabela 3.1, com a nomenclatura utilizada nos gráficos na sequência.

Tabela 3.1. Ocorrência de problemas hídricos e ambientais na RHSC.

Descrição	Categoria	Subcategoria	Ocorrência de Problemas Hídricos e Ambientais	
Cheias	Quantidade de Água	Eventos Extremos	Ocorrência de cheias (Cheias)	
Secas			Ocorrência de secas (Secas)	
Poços Aluviões		Água Subterrânea	Excesso de perfuração de poços no aluvião dos rios em época de restrição hídrica	
Poços Irreg.			Construção de poços fora das Normas Técnicas exigidas	
Poços Abandonados			Poços abandonados	
Excesso de Poços			Excesso de perfuração de poços	
Barramentos Irregulares		Reservatórios	Barramentos irregulares nos trechos perenizados	
Assoreamento			Assoreamento dos reservatórios	
Peq. Açudagem			Construção de pequenos açudes a montante dos principais reservatórios da bacia	
Incerteza Hidro.		Gestão	Incertezas hidrológicas quanto à disponibilidade hídrica nos anos seguintes	
Demanda Crescente			Crescimento descontrolado da demanda pelo uso da água	
Aquicultura		Qualidade da Água	Piscicultura	Exploração inadequada na aquicultura
Pesca Pred.				Pesca predatória e/ou desordenada
Res. Sólidos	Saneamento		Destinação inadequada dos resíduos sólidos	
Efluentes			Lançamento inadequado de efluentes urbanos	
Agrotóxicos nas Vazantes	Agropecuária		Uso de agrotóxicos nas vazantes	
Destinação dos Agrotóxicos			Destinação inadequada das embalagens dos agrotóxicos	
Excesso Agrotóxicos			Uso indiscriminado de agrotóxicos	
Mineração	Mineração		Extração mineral (areia, argila, etc) nas margens de rios	
Eutrofização	Outros		Redução da qualidade da água devido à eutrofização	
Salinização			Redução da qualidade da água devido à salinização	
Contam. Ag. Subterrânea			Contaminação da água subterrânea	
Turismo			Exploração turística predatória	
Especulação Imobiliária	Urbanização		Especulação imobiliária	
Crescimento Desordenado		Crescimento desordenado de comunidades e núcleos urbanos		

Descrição	Categoria	Subcategoria	Ocorrência de Problemas Hídricos e Ambientais
Ocupação de APP		Exploração Predatória	Ocupações irregulares e desmatamentos nas Áreas de Preservação Permanente (APP)
Nascentes			Degradação das nascentes
Desmatamento			Desmatamento
Erosão			Erosão do solo e/ou desertificação
Queimadas			Queimadas

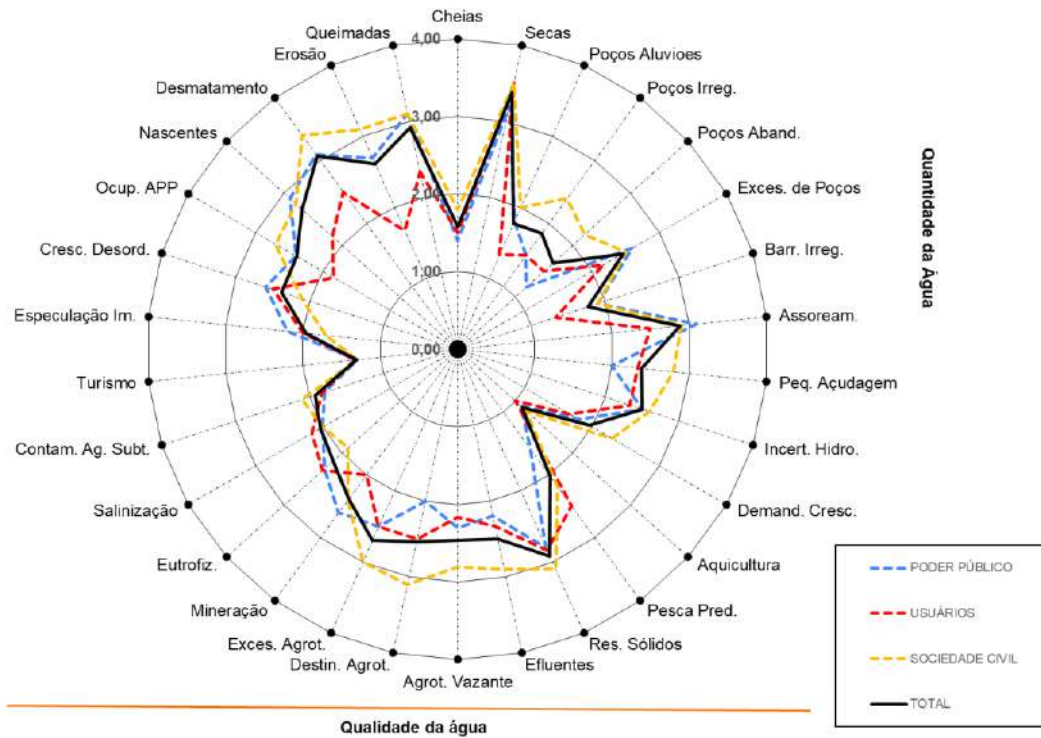
Foi feito uso da escala Likert – 0 a 4 - possibilitando aos representantes assinalar mais de um item e atribuir graduações de intensidade de ocorrência (1 =pouco, 2 = moderado, 3 = alto e 4 = muito alto), ou informar que o problema listado não existe na sua região hidrográfica (=0). A Figura 9.7 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos problemas ambientais e hídricos (qualidade e quantidade).

Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores problemas ambientais são as queimadas, o desmatamento e a degradação das nascentes. Esta percepção é partilhada por todos os segmentos do CBH, com especial ênfase por parte da Sociedade Civil (linha amarela), que também se preocupa com a ocupação das APP. Embora partilhe da mesma opinião, tais problemas tem uma gravidade menor na percepção dos usuários (linha vermelha), que coloca também como preocupante o crescimento desordenado.

Em relação aos problemas associados à qualidade da água, a visão conjunta dos respondentes (linha preta), são que as maiores questões são as ligadas à destinação dos agrotóxicos e dos resíduos sólidos. São problemas que preocupam principalmente os membros da Sociedade Civil, que incluem ainda nos maiores problemas de qualidade de água os efluentes e os demais problemas associados aos agrotóxicos, como seu uso excessivo e sua aplicação nas áreas de vazantes. Tais problemas tem menor gravidade (escala Likert mais baixa) na ótica dos Usuários

(linha vermelha) e do Poder Público (linha azul). Os Usuários apontaram ainda a pesca predatória como um problema relevante na RH.

Figura 9.7. Percepção de problemas hídricos e ambientais.



Quanto aos problemas associados à quantidade de água, os membros foram unânimes em apontar as secas como um problema grave na RH, seguido do assoreamento dos reservatórios, das incertezas hidrológicas e do excesso de poços. Os poços foram abordados no Capítulo 4 (Oferta), no qual foi descrita a grande quantidade de poços perfurados na RH, principalmente a partir de 2012, em função da seca, e a baixa vazão dos mesmos. Mais uma vez, a Sociedade Civil tem a percepção que os problemas têm gravidade maior que os setores Usuário e Poder Público. A Sociedade Civil também aponta para problemas graves relacionados a poços abandonados e irregulares, pequena açudagem e demanda hídrica crescente. Os problemas de menor importância, na visão geral do CBH, foram as cheias (que não faz parte da memória

recente dos membros em função da seca iniciada em 2012 e que ainda perdura na RH) e a aquicultura.

Observa-se que nenhum problema hídrico ou ambiental atingiu a escala 4 (muito alto). E, em geral os entrevistados consideraram que os problemas apontados no questionário foram suficientes, e representavam bem os desafios enfrentados na RHSC.

A pesquisa também buscou mapear os conflitos (prováveis e/ou existentes) percebidos pelos membros do CBH. Os conflitos apontados nos questionados são apresentados na Tabela 9.2, com a nomenclatura utilizada.

Tabela 9.2. Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes).

Nomenclatura	Categoria	Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes)
Abas. Hum x Ind.	Conflito entre usos	Abastecimento humano x Uso industrial
Abas. Hum x Pisc.		Abastecimento humano x Piscicultura no espelho d'água
Abas. Hum x Pesca		Abastecimento humano x Pesca predatória
Abas. Hum x Irrig.		Abastecimento humano x Irrigação
Abas. Hum x Pecuár.		Abastecimento humano x Criação de animais nas margens dos corpos hídricos
Abas. Hum x Lazer		Abastecimento humano x Lazer
Abas. Hum x Furto		Abastecimento humano x Furto de água bruta nas adutoras
Abas. Hum x Tur.		Abastecimento humano x População flutuante (turismo)
Abas. Hum x Carcin.		Abastecimento humano x Carcinicultura
Ind. X Pisc.		Uso industrial x Irrigação
Irrig. X Pisc.		Irrigação a jusante x Piscicultura no espelho d'água
Irrig. X Pesca		Irrigação a jusante x Pesca
Perim Pub. X Abast. Hum.		Perímetros públicos irrigados x Abastecimento humano
Irrig. X Vazant.		Conflito entre usuários
Perim. Pub. X Irr. Priv.	Perímetros públicos irrigados x Irrigação privada	
Irrig. X Irrig.	Conflito entre irrigantes a jusante dos açudes	
Nascent. X Prop. Priv.	Outros conflitos	Conservação de nascentes x Propriedades particulares
Comunid. Trad. X Ind		Uso industrial x Comunidades tradicionais
Comunid. Trad. X Carcin.		Comunidades tradicionais x Carcinicultura
Comunid. Trad. X Esp. Imobiliária		Comunidades tradicionais x Especulação imobiliária

Nomenclatura	Categoria	Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes)
Quebra Alloc. Poder Público	Conflitos de alocação	Não cumprimento de acordo de alocação pelo poder público
Quebra Alloc. Usuário.		Quebra do acordo de alocação por parte dos usuários
Transf. Açudes		Transferência de água entre açudes
Transf. Bacias		Transferência de água entre bacias
Transf. Estado		Liberação de água para outro estado



ACEUDE PENTECOSTE – Foto: TV Verdes Mares / Reprodução

A Figura 9.8 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos conflitos prováveis e existentes na RH.

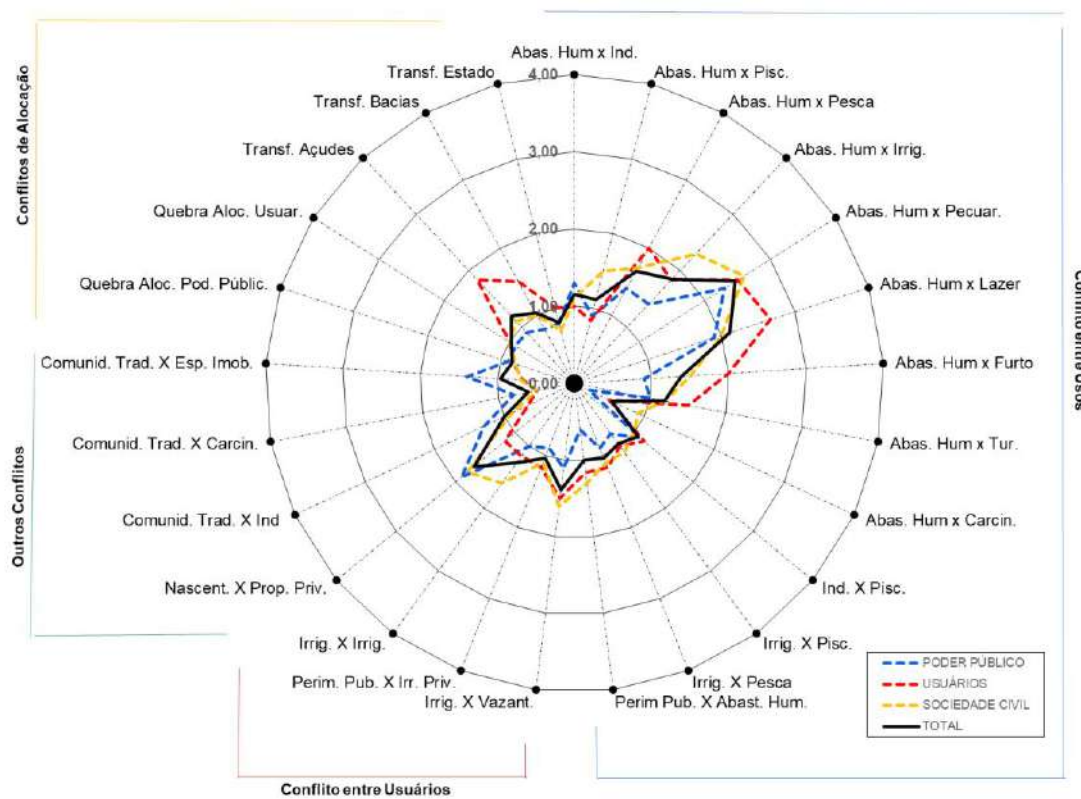
Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores conflitos entre usos são entre abastecimento e pecuária. A Sociedade Civil (linha amarela) aponta também conflitos entre o abastecimento humano e a irrigação e os Usuários (linha vermelha), do abastecimento humano

com o lazer. Tais percepções refletem o conflito entre as maiores demandas da bacia (Capítulo 3) que são exatamente abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal, nesta ordem.

Em relação aos conflitos entre usuários, a totalidade do CBH (linha preta) apontou os irrigantes versus vazanteiros. Em relação a conflitos de alocação, os Usuários citam a quebra do acordo de alocação. Os outros setores do CBH não têm a percepção de conflitos relevantes nesta categoria.

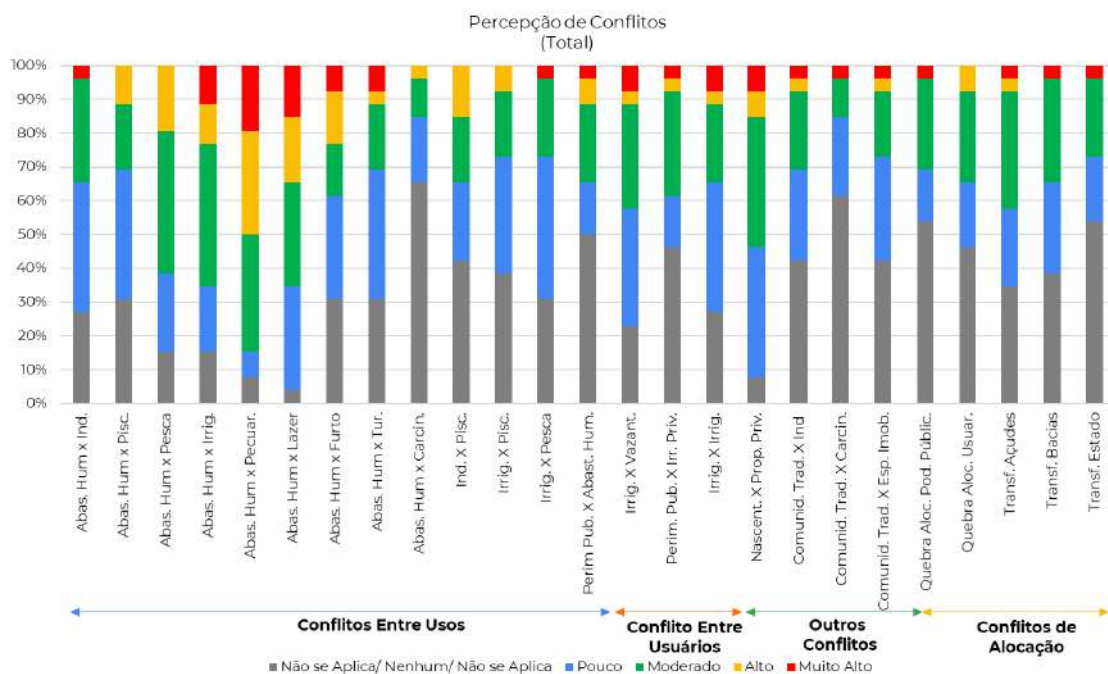
Nos outros conflitos destaca-se a preservação de nascentes em propriedades privadas. Tais preocupações estão coerentes com a criação de novas Unidades de Conservação na RH Sertões de Crateús e com os problemas de degradação relatados no Capítulo 8, sobre as questões ambientais da Região Hidrográfica.

Figura 9.8 Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelo CBH.



Observa-se que, na percepção geral dos membros do CBHSC, os conflitos não são muito acentuados na Região, com a maioria dos entrevistados indicando que os conflitos estão na categoria moderado (2), pouco (1) ou inexistente (0), a exceção do conflito entre abastecimento e pecuária, onde mais de 50% dos entrevistados classificaram como conflito alto ou muito alto (Figura 9.9).

Figura 9.9. Percepção dos Conflitos – Todos os Entrevistados.



Os membros que responderam os questionários não identificaram nenhum outro conflito na bacia, além dos aqui listados. Consideram também disputas com comunidades tradicionais não estão presentes na RH.

Outro aspecto abordado nos questionários foram os aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica em estudo. Todas as questões listadas no questionário são apresentadas na Tabela 9.3, com a nomenclatura utilizada.

Tabela 9.3. Análise dos Aspectos Gerenciais e Institucionais.

Descrição	Categoria	Análise dos Aspectos Gerenciais e Institucionais
Outorga	Efetividade instrumentos de gestão	Implementação da outorga na bacia hidrográfica
Cobrança		Implementação da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica
Plano de Bacia		Impacto do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos
Monit. Quantit.		Acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água
Monit. Qualit.		Acesso aos dados de monitoramento qualitativo da água
Fiscalização		Efetividade dos mecanismos de fiscalização
CBH	Fóruns	Incorporação de decisões e recomendações dos Comitês de Bacia pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos
CONERH		Impacto das resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Conerh) na sua bacia hidrográfica
Comis. Gestora		Importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água
Cump. Ac. Alocação		Cumprimento dos acordos da alocação negociada de água
Interf. Judiciário		Intervenção do Poder Judiciário nas decisões do Comitês de Bacia
Regularização dos Usos	Gestão da água	Ações de regularização de uso na bacia hidrográfica
Risco Privat. Água		Risco de privatização da água
Capacitação	Capacitações	Realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras
Educação Amb.		Implementação da educação ambiental na bacia hidrográfica
Defic. Mant. e Seg. Barr.	Segurança de barragem	Ações de manutenção e segurança de barragens
Defic. Mant. Equip. Hidromec.		Deficiência na manutenção dos equipamentos hidromecânicos

A Figura 9.10 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere às questões institucionais e gerenciais na RH.

Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os respondentes têm a percepção as decisões de fóruns como o CBH, as comissões gestoras e o CONERH são efetivamente incorporadas, porém, a percepção do cumprimento dos acordos de alocação é um pouco mais baixa. O CBH também entende que não há interferência do judiciário

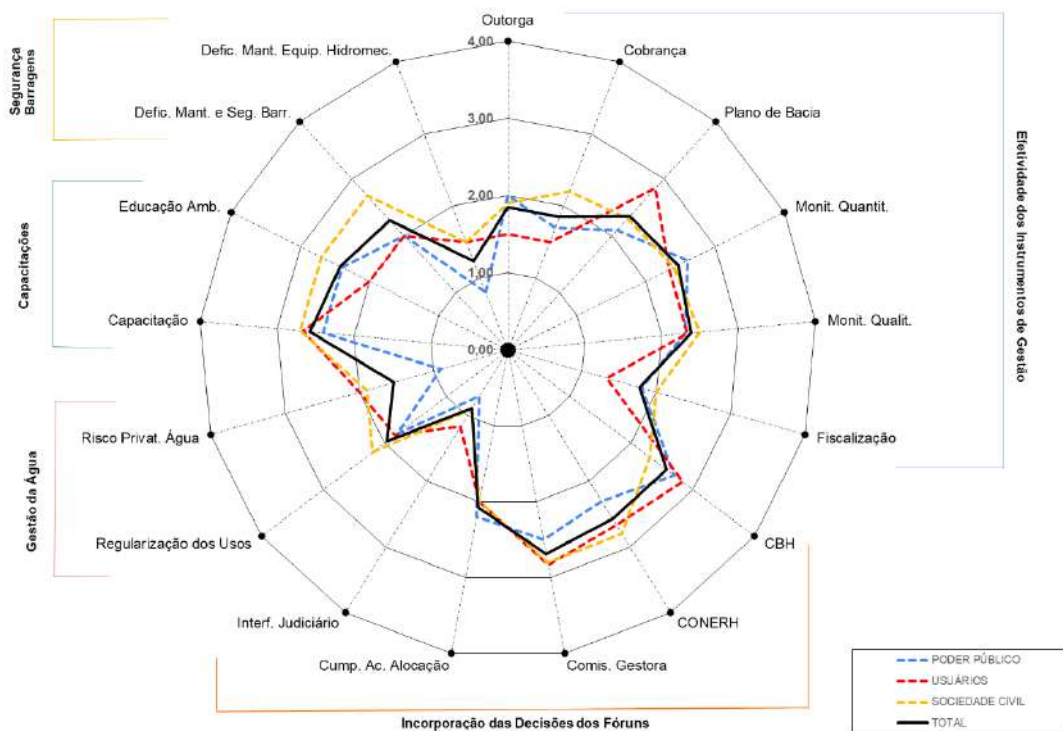
Em relação aos instrumentos de gestão, a percepção é que os planos de RH e os monitoramentos qualitativo e quantitativos são os mais efetivos. Merece destaque a importância do plano de bacia perante o

setor Usuários. A Sociedade Civil dá à cobrança mais importância que os demais setores do CBH.

Nota-se que os membros também têm preocupação com a manutenção e segurança das barragens da região, possivelmente devido à atenção do tema em virtude do Plano de Segurança de Barragens dos açudes Jaburu II e Do Batalhão, em desenvolvimento pela COGERH.

Questões relacionadas à educação ambiental e à capacitação se mostraram ainda bastante relevantes na percepção do CBH, mais na ótica da Sociedade Civil, que dos Usuários. O CBH vê como risco baixo a privatização da água (principalmente o Poder Público) e julga importante a regularização dos usos da água.

Figura 9.10 - Mapeamento da percepção dos aspectos Institucionais e Gerenciais pelos membros do CBHSC.



Além das questões de percepções descritas anteriormente, os membros do CBH foram também indagados com uma questão aberta

sobre a importância do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos na sua região hidrográfica. As respostas versaram sobre o reconhecimento da importância deste instrumento de gestão, por propiciar planejamento dos usos dos recursos hídricos e a previsão de estratégias construídas a partir de um melhor conhecimento da realidade da região, destacando suas potencialidades e fragilidades. O planejamento contribui para que a água seja garantida para os vários usos, observadas as prioridades e o manejo sustentável dos recursos hídricos. O CBH afirmou ainda que o plano de bacia vai promover o gerenciamento, o acompanhamento e monitoramento da política de recursos hídricos na Região Hidrográfica dos Sertões de Crateús, além de fortalecer o CBH e minorar os conflitos existentes.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia. Percebeu-se que há uma grande expectativa em relação às ações que o plano deve contemplar, algumas talvez estejam fora do escopo de um plano de recursos hídricos. Contudo, estas expectativas podem impulsionar a atuação de outras instituições que não compõem o SIGERH e que são responsáveis por tais questões, principalmente as ambientais, grande preocupação da Região.



AÇUDE PENTECOSTE - Foto: Cogeh

10 REFERÊNCIAS

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.

ALVARES, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 6, 711-728

ALBUQUERQUE, D.S., SOUZA, S.D.G. de; SOUZA, A.C.N.de; SOUSA, M.L.M de. Cenário da desertificação no território brasileiro e ações de combate à problemática no estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente. 55. 2020. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/347738504_Cenario_da_desertificacao_no_territorio_brasileiro_e_acoes_de_combate_a_problematika_no_estado_do_Ceara_Nordeste_do_Brasil.

ANM [Agência Nacional de Mineração]. Cadastro Mineiro. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/sistema-de-cadastro-mineiro>. Acesso em: (Acessado em 15/06/2021)

ARCE. RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA RV/CSB/005/2018. Acompanhamento do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Novo Oriente. COORDENADORIA DE SANEAMENTO BÁSICO. Fortaleza – CE / 2018.

BRANDÃO, R.de L.; FREITAS, L.C.B. (Org.). Geodiversidade do estado do Ceará. Fortaleza : CPRM, 2014. 214 p.

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 Ararendá. CPRM: Ministério de Minas e Energia. 1998. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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 Crateús. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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 Ipaporanga. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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 Novo Oriente. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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 Quiterianópolis. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

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 Tamboril. CPRM: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> (Acessado em 26/05/2021).

BRASIL. Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013/ Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília: CENAD, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos; altera a Lei no 9.065, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>

CEARÁ. Revisão do plano de gerenciamento das águas da bacia do Coreaú. Fase 1: Estudos básicos e diagnóstico. Relatório Final - Edição Definitiva (RFED). Novembro, 2010

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.

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico]. Manual de Operação da Sala. Março. 2016. 112p. Disponível em: https://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/progestao-1/acompanhamento-programa/aplicacao-dos-recursos/acompanhamento-das-metas-de-cooperacao-federativa/manuais-de-salas-de-situacao/manual-de-operacao-da-sala-de-situacao_cogerh_ce.pdf

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos]. Inventário Ambiental do Açude Carnaubal. 2011. 105p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2011/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Carnaubal%202011.pdf>

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos]. Inventário Ambiental do Açude Colina. 2010. 50p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2010/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Colina-abr2010.pdf>

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos]. Inventário Ambiental do Açude Flor do Campo. 2011. 107p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/pdf/inventarios/2011/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Flor-do-Campo%202011.pdf>

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos]. Diagnóstico Institucional da Região Hidrográfica do Poti-Longá–Ceará, 2004.

CEARÁ. Caderno regional das bacias do Poti-Longá, Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2009.

CEARÁ. Resolução CONERH N°04/2009, de 18 de janeiro de 2010. Estabelece a criação da estrutura organizacional para elaboração e implantação do plano de contingência para controle de cheias no sistema Jaguaribe – PCCC. 2010.

CEARÁ. Caderno da região hidrográfica dos Sertões de Crateús [livro eletrônico]: informações sobre saneamento básico. Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2020.

CEARÁ. Curso Unidades de Conservação. Fortaleza: Ambientagro Soluções Ambientais. Secretaria de Meio Ambiente (SEMA). Caderno 5 - Unidades de Conservação, 2017, 181 f.

CEPED [Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil]. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012: volume Ceará. 1 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. 114p.

Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 27.06.2021

CGEE [Centro de Gestão e Estudos Estratégicos]. - Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2016. 256p. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/DesertificacaoWeb.pdf>

CGESP [Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas]. Umidade relativa do ar. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Network. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.05>.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013. 335 p.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Mapa Geológico do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM, 1:500.000, 2019.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000100014>

INFOCLIMA, Ano 15, Número 4. 1. INFOCLIMA. BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 15. 23 de ABRIL de 2008. Número 4. Disponível em: http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. Licitação do tipo menor preço para realizar serviços de preservação ambiental nas áreas das microbacias dos riachos São Francisco, Crateús e Pitombeira, Quiterianópolis, 2011. Disponível em: <<http://licita.seplag.ce.gov.br/>>. Acesso em: 25/06/2021.

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. Ações do Projeto de Convivência com o Semiárido, 2013. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/18638231-Acoes-do-projeto-de-convivencia-com-o-semiarido.html>>. Acesso em: 25/06/2021.

FIGUEIREDO, M.A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, Fortaleza. 65p.

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: 19/06/2021.

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: 19/06/2021.

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

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. 2012.

IBGE. [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. 1996. 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. 1ª. Edição. IBGE, Rio de Janeiro, 92 p. 1992. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

INFOCLIMA, Ano 15, Número 4. 1. INFOCLIMA. BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 15. 23 de ABRIL de 2008. Número 4. Disponível em: http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Sistema Ceará em Mapas Interativos. 2017. Disponível em: <http://mapas.ipece.ce.gov.br/i3geo/ogc/index.php>. Acessado em: 15/06/2021.

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: 16/06/2021.

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: 17/06/2021.

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: 18/06/2021.

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: 17/06/2021.

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: 18/06/2021.

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: 20/06/2021.

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

Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Inhamuns Crateús – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 406p. Disponível em:<http://projects.mcrit.com/ceara/index.php/documentacao-de-referencia/documentos-de-planejamento-2/documentos-de-planejamento/plano-territorial-desenvolvimento-rural-sustentavel-2011-2014>

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.

PORTO, R. L. L.; ZAHED FILHO, K.; SILVA, R. M. Hidrologia Aplicada. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2003

RIBEIRO, K.V.; ALBUQUERQUE, E.L.S. Caracterização do uso da terra no alto curso da região hidrográficado Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto (Land use characterization in the upper course of the Poti River (Ceará) hydrographical basin trough...). Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 650-665, mar. 2017. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233990>>. Acesso em: 01 jun. 2021. doi:<https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170042>.

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.

SANTOS, F. de A. dos. Resiliência ambiental a secas e a inundações na sub-bacia hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI). Tese de Doutorado em Geografia. Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Abril, 2019. 269p.

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. Acesso em: 20/06/2021

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. Acesso em: 20/06/2021

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

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 - Diagnósticos (v1). Fortaleza: SRH. 4v, 1992.

SRH [Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará]. Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estudos de Base I (v2). Fortaleza: SRH. 4v, 1992

VIDAL F.W. H.; Sales, F.A.C.B.; Roberto, F.A.da C.; Sousa, J.F.; Mattos, I.C. Rochas e minerais industriais do Estado do Ceará. Fortaleza: CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005

VILLELA S. M., MATTOS A. Hidrologia Aplicada. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

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