

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADORA

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

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 CSBH ALTO JAGUARIBE

PRESIDENTE

Rosângela Maria Lucas Teixeira

VICE-PRESIDENTE

Maria Evaneide Felipe Araújo

SECRETÁRIA

Maria Josefa do Nascimento

SECRETÁRIA ADJUNTA

Maria Josefa do Nascimento



COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

Associação Comunitária do Sítio Papagaio Salitre-CE

Titular: Antônio Weldes Ribeiro

Suplente: Gelson da Silva Ribeiro

Associação Comunitária Hídrica dos Agricultores Riacho Grande Araripe-CE

Titular: Maria das Dores da Silva

Suplente: Zeilton da Silva Ferreira

Associação dos Criadores de Antonina do Norte-CE

Titular: Antônio Dias de Andrade

Suplente: Francisco Sívio Sampaio

Associação dos Pequenos Produtores da Serrado Valério e Açudinho de Altaneira-CE

Titular: Antônio Ceza Cristóvão

Suplente: José Robervaldo Liberalino

Associação dos Pequenos Produtores do Sítio Poço da Vaca Saboeiro-CE

Titular: Francisco Batista e Silva

Suplente: Antônio Anunciado da Silva

Associação dos Pescadores ARNEPEIXE de Arneiroz-CE

Titular: Maria Evaneide Felipe Araújo

Suplente: Isabel Valéria Martins Souza

Associação Santo Expedito e Adjacências de Nova Olinda-CE

Titular: José Raimundo de Matos

Suplente: Elias Soares da Silva

Companhia de Água e Esgoto do Ceará CAGECE - Acopiara-CE

Titular: Arilete Barros Maia

Suplente: Lucineide Coqueiro Gurgel

Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de Iguatu-CE

Titular: Mauro Batista Sampaio

Suplente: Edval Lavor Couras

Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE Jucás-CE

Titular: Alcides da Silva Duarte

Suplente: Eúde Duarte Lucas

Serviço Autônomo de Água e Esgoto SAAE Quixelô-CE

Titular: José Omar de Araújo

Suplente: Sívio César de Almeida

Sistema Integrado de Saneamento Rural SISAR UNBAJ Acopiara-CE

Titular: José Dionride de Araújo

Suplente: Antônia Luzia de Souza

SOCIEDADE CIVIL

Associação Comunitária do Sítio Catolé de São Sebastião de Cariús-CE

Titular: Rosângela Maria Lucas Teixeira

Suplente: Francisco Celso Monteiro

Associação de Moradores do Sítio Jurema de Jucás-CE

Titular: Manoel Timóteo da Silva

Suplente: Antônia Alves Bezerra

Associação de Moradores e Agricultores do Cardoso II delguatu-CE

Titular: Luiz Alves de Araújo

Suplente: Joana Siebra de Oliveira

Câmara dos Dirigentes Lojistas CDL de Orós-CE

Titular: Paulo Roberto Cândido Landim

Suplente: Thiago Ozório Pinheiro

Faculdades Integradas do Ceará – UNIFIC

Titular: Sandra Maijane Soares de Belchior

Suplente: Francisco Ivo Gomes de Lavor

Fórum Permanente de Sustentabilidade do centro-Sul Cearense

Titular: Ednaldo Alves do Carmo

Suplente: José Nunes de Oliveira Neto

Igreja Católica do Bom Jesus Piedoso de Quixelô-CE

Titular: Maria Josefa do Nascimento

Suplente: João Teixeira Machado Filho

Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia – IFCE Campus Iguatu

Titular: Francisco Nataniel Batista de Albuquerque

Suplente: Cleanto Carlos Lima da Silva

Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras da Agricultura Familiar de Nova Olinda

Titular: Francisca Andrea da Silva

Suplente: Quitéria Maria da Silva

Sindicato dos Trabalhadores Rurais – STTR de Campos Sales-CE

Titular: Antônio Agostinho de Souza

Suplente: Cicera Maria de Souza

Sindicato dos Trabalhadores Rurais STTR Assaré-CE

Titular: Antônio Gonçalves da Silva

Suplente: Francisca Rodrigues Oliveira

Sindicato dos Trabalhadores Rurais STTR de Orós-CE

Titular: José Flávio Rodrigues de Andrade

Suplente: Pedro Bezerra do Nascimento

Sindicato dos Trabalhadores Rurais STTR de Pambu-CE

Titular: Francisca Torquato de Amorim

Suplente: Ana Pamela Pedrosa Gomes

Sindicato dos Trabalhadores Rurais STTR de Potengi-CE

Titular: Miguel Alexandre Barbosa

Suplente: Renato Batista Pereira

Sindicato dos Trabalhadores Rurais STTR de Tauá-CE

Titular: Elisandra Gonçalves Lima

Suplente: Rejane Silva de Castro

COMITÊ DE BACIA

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Câmara Municipal de Antonina do Norte-CE
Titular: Ronielles de Sousa Dias
Suplente: Patrícia Pereira da Silva Arrais

Prefeitura Municipal de Aiuaba-CE
Titular: Welison de Sousa Bezerra
Suplente: Gabriel Silva

Prefeitura Municipal de Acopiara
Titular: Danilo Rodrigues Bastos
Suplente: Talina Guedes Ribeiro

Prefeitura Municipal de Cariús-CE
Titular: Antônio Augusto Filho
Suplente: Antônio Charles Alves Pinheiro

Prefeitura Municipal de Jucás-CE
Titular: Fernando Pereira da Silva
Suplente: Cláudio Gonçalves Lavor

Prefeitura Municipal de Orós
Titular: Tiago Barros Ricarte
Suplente: José Venâncio Cândido Pereira

Prefeitura Municipal de Quixelô
Titular: Francisco Silva Lima
Suplente: Cinthia Millana Bernardina de Lima

Prefeitura Municipal de Saboeiro-CE
Titular: Raimundo Nonato Martins
Suplente: José Mozer Viana dos Santos

Prefeitura Municipal de Salitre-CE
Titular: Francisco Viana da Costa
Suplente: Luzinete Andrade dos Santos

Prefeitura de Santana do Cariri
Titular: Paulo Henrique de Souza
Suplente: Maria Robervânia Alves Feitosa

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

16º Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação CREDE 16 Iguatu CE
Titular: José Horácio de Carvalho
Suplente: Pedro Alteir Rolim Ferreira

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT de Icó-CE
Titular: Waldir Barbosa Rodrigues
Suplente: Luiz Henrique

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas DNOCS
Titular: Erivan Anastácio de Souza
Suplente: Elias Francisco de Souza

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará EMATERCE de Iguatu
Titular: Francisco Erivaldo Barbosa
Suplente: Joaquim Virgolino de Oliveira Neto

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBIO
Titular: Raimundo Rubis Bezerra
Suplente: Carlos Augusto Alencar Pinheiro

Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará SRH
Titular: Luiz Amsterdan Alves de Oliveira
Suplente: Márcia Soares Caldas

Superintendência Estadual do Meio Ambiente SEMACE
Titular: Raimundo Alves Cândido
Suplente: Maria Haielle Noigueira da Costa



COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

Rosângela Maria de Lucas Teixeira - Sociedade Civil
Assoc. Comunitária do Sítio Catolé de São Sebastião Cariús - CE

Maria Josefa do Nascimento - Sociedade Civil
Igreja Católica de Quixelô-CE

Maria das Dores da Silva - Segmento Usuário de Água
Associação Comunitária Hídrica dos Agricultores de Riacho Grande Araripe

Maria Monaliza de Sales (Convidada)
Presidente do Consórcio Regional de Resíduos do Alto Jaguaribe

SECRETARIA-EXECUTIVA GERÊNCIA DA BACIA DO ALTO JAGUARIBE

GERENTE

Isaac Dias Soares

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Hewelanya de Souza Uchôa

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

José Cassio Ferreira de Sales

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

Samiria Maria Oliveira da Silva - FUNCAP-UFC
Ubirajara Patrício Alvares da Silva - COGERH

FUNCAP-UFC

Amanda Rodrigues Costa
Andrea Pereira Cysne
Flávio Rodrigues do Nascimento
Gamarra Kelson Souza de Oliveira
Lucas Falcão Muniz
Renata Mendes Luna

Rogério Soliani Studart Filho
Sandra Helena Silva de Aquino
Thales Vieira Rocha
Ticiania Marinho de Carvalho Studart
Victor Costa Porto
Virzângela Paula Sandy Mendes

COGERH

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

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

LISTA DE ABREVIÇÕES

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Preservação Ambiental
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
ARCE	Agência Reguladora do Estado do Ceará
Aprece	Associação dos Municípios do Estado do Ceará
ASA	Articulação do Semiárido
Cagece	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBHs	Comitês de Bacias Hidrográficas
Ceped	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
CG	Comissão Gestora
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONERH	Conselho de Recursos Hídricos do Ceará
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CSBH	Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica
CSBHAJ	Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
Ematerce	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fetraece	Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
Funasa	Fundação Nacional da Saúde
Funcap	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Funceme	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará
IMA	Índice Municipal de Alerta
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Ipece	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LI	Linhas de Instabilidade
MONA	Monumento Natural
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PIMP	Programa de Irrigação na Minha Propriedade
PLANERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNQA	Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PTDRS	Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável
QUALIÁGUA A	Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água
RH	Região Hidrográfica
RHAJ	Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
RMQA	Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas
RNQA	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas
RPPN	Reserva Particular de Patrimônio Natural
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SDA	Secretaria do Desenvolvimento Agrário
SEFAZ	Secretaria da Fazenda
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente

SFB	Serviço Florestal Brasileiro
Siagas	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
Sigel	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SIGERH	Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos
SINGRERH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOEC	Superintendência de Obras Hidráulicas do Estado do Ceará
Sohidra	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos
SPI	Índice de Precipitação Padronizado
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFC	Universidade Federal do Ceará
UC	Unidade de Conservação
UNIFIC	Faculdades Integradas do Ceará
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Esquema Topológico da RHAJ	44
Figura 2.2 - Classificação de Köppen para o estado do Ceará	79
Figura 2.3 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Campos Sales	81
Figura 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Tauá	82
Figura 2.5 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Iguatu	83
Figura 2.6 - Umidade relativa (%) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu..	84
Figura 2.7 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu.....	85
Figura 2.8 - Insolação média nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu (em horas).....	86
Figura 2.9 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu.....	87
Figura 2.10 - Operadoras dos postos pluviométricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	87
Figura 2.11 - Hietograma da Estação Tauá (640002)	96
Figura 2.12 - Hietograma da Estação Farias Brito (639029)	97
Figura 2.13 - Hietograma da Estação Iguatu (639035)	98
Figura 2.14 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 03 de Março de 2004.....	101
Figura 2.15 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB.....	102
Figura 2.16 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia.....	103
Figura 2.17 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS).....	104
Figura 2.18 - VCAN atuando sobre o Nordeste em 09 de janeiro de 2022 as 19:00	105
Figura 2.19 - VCAN causando tempo seco em áreas da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (No oeste da Bahia e Sul do Piauí observa-se nebulosidade associadas a borda do VCAN, 12 de janeiro de 2022 às 23:50 UTC)	105
Figura 2.20 - Operadoras das estações fluviométricas na RHAJ.....	108
Figura 3.1 - Ano de início de vigência das outorgas em percentual	130
Figura 3.2 - Vazão outorgada segundo o ano de vigência anual	131
Figura 3.3 - Tipos de requerentes das outorgas.....	133
Figura 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	137

Figura 3.5 - Evolução das vazões calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe por tipo de uso.....	137
Figura 3.6 - Demanda hídrica para a população residente na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe para abastecimento humano (L/s).....	139
Figura 3.7 - Percentual da demanda para o abastecimento humano dos municípios da RHAJ.....	140
Figura 3.8 - ETP mensal para a estação meteorológica de Iguatu, Tauá e Campos Sales.....	145
Figura 3.9 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho em L/s.....	152
Figura 4.1 - Número de poços por município da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	165
Figura 4.2 - Tipos de usos das águas subterrâneas.....	166
Figura 4.3 - Vazões estabilizadas dos poços (m ³ /hora).....	167
Figura 4.4 – Tipos de usos dos poços das Bacias Sedimentares do Iguatu.....	170
Figura 4.5 - STD médios por município da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	175
Figura 4.6 – Fontes de poluição dos poços das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu.....	176
Figura 6.1 - Ilustração da duração e severidade da seca.....	184
Figura 6.2 - Dispersão da duração e severidade das secas registradas por região hidrográfica. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012.....	186
Figura 6.3 – Período de retorno bivariado das secas. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012.....	187
Figura 8.1 - Principais marcos políticos-institucionais da Política Cearense de Recursos Hídricos.....	223
Figura 8.2. Principais marcos político-institucionais da RHAJ.....	233
Figura 10.1 – Classificação da magnitude das anomalias identificadas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	276
Figura 10.2 – Modelo de seção instrumentada.....	279
Figura 10.3 – Percentual de efetividade média de leitura.....	280
Figura 11.1 - Porcentagem dos segmentos que participaram dos questionários.....	282
Figura 11.2 - Tempo de participação do representante no CSBHAJ.....	283
Figura 11.3 - Tempo de participação da instituição no CSBHAJ.....	285
Figura 11.4 - Conhecimento quanto à existência do Plano de Bacia na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	288
Figura 11.5 - Porcentagem do aprofundamento de conhecimento dos membros do CSBHAJ em relação ao plano de bacia.....	290
Figura 11.6 - Principais usos na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	291

Figura 11.7 - Percepção de ocorrência de problemas hídricos e ambientais pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público estadual e federal; (e) Poder Público municipal	293
Figura 11.8 - Percepção de problemas hídricos e ambientais.....	297
Figura 11.9 - Percepção de ocorrência de conflitos - prováveis e existentes - pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público estadual e federal; (e) Poder Público municipal	300
Figura 11.10 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelas entidades do CSBHAJ.....	303
Figura 11.11 - Percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público municipal; (e) Poder Público estadual e federal	305
Figura 11.12 - Mapeamento da percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CSBHAJ	309

LISTA DE MAPAS

Mapa de Localização	31
Mapa Rodovia Alto Jaguaribe	34
Mapa Hipsometria.....	37
Mapa Hidrogeologia	39
Mapa Espelhos D'Água	41
Mapa de Infraestrutura Hídrica	46
Mapa Geologia Simplificada	50
Mapa de Solos.....	67
Mapa de Vegetação	75
Mapa Uso e Cobertura do Solo.....	77
Mapa de Pluviometria Média	99
Mapa das Fontes Alternativas de Energia	118
Mapa de Outorgas Vigentes.....	129
Mapa de Áreas Irrigadas.....	147
Mapa de Vulnerabilidade à Inundação.....	193
Mapa Áreas Fortemente Degradadas.....	199
Mapa Processos Minerários.....	203
Mapa Unidades de Conservação	206

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Agenda da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	27
Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RHAJ	32
Tabela 2.2 -Características dos principais reservatórios.....	43
Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	45
Tabela 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Campos Sales	80
Tabela 2.5 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Tauá. 81	
Tabela 2.6 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Iguatu	82
Tabela 2.7 - Umidade relativa (%) na estação Campos Sales.....	83
Tabela 2.8 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu.....	84
Tabela 2.9 - Insolação média nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu (em horas).....	85
Tabela 2.10 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu.....	86
Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe	88
Tabela 2.12 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Tauá (640002).....	96
Tabela 2.13 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Farias Brito (639029).....	97
Tabela 2.14 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Iguatu (639035).....	97
Tabela 2.15 - Postos fluviométricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe	106
Tabela 2.16 - Estações fluviométricas selecionadas para representar as vazões médias mensais RH do Alto Jaguaribe (m ³ /s).....	109
Tabela 2.17 - Pontos de monitoramento de qualidade de água realizada pela Cogerh na RH do Alto Jaguaribe	110
Tabela 2.18 - Pontos de monitoramento de qualidade do Programa Qualiágua na RH.....	111
Tabela 2.19 - Ponto de monitoramento de qualidade de água na RH do Alto Jaguaribe	111
Tabela 2.20 - Características Demográficas da População.....	114
Tabela 2.21 - Distribuição do PIB por setores.....	115
Tabela 2.22 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM.....	116

Tabela 2.23 - Quantidade de Empresas Industriais.....	117
Tabela 2.24 - Quantidade produzida Lavouras temporárias e permanentes - 2020 (Toneladas)	119
Tabela 2.25 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura.....	120
Tabela 2.26 - Número de imóveis rurais e área ocupada - 2005	121
Tabela 2.27 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho - Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças).....	122
Tabela 2.28 - Produção da aquicultura, por tipo de produto - 2020 (Toneladas)	122
Tabela 2.29 - Atendimento de água e esgoto	123
Tabela 2.30 - Índice Municipal de Alerta	126
Tabela 3.1 - Vazão outorgada vigente (L/s) na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe por tipo de uso	128
Tabela 3.2 - Outorgas vigentes (L/s) por tipo de uso e manancial	132
Tabela 3.3 - Outorgas por tipo de uso e requerentes.....	134
Tabela 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	136
Tabela 3.5 - Evolução das vazões de retirada e de consumo calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe	137
Tabela 3.6 - Demanda instalada para a população residente por município na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	141
Tabela 3.7 - Coeficiente de eficiência por tipo de aplicação	145
Tabela 3.8 - Kc's calculados.....	146
Tabela 3.9 - Demanda hídrica da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	149
Tabela 3.10 - Áreas cultivadas ajustadas	149
Tabela 3.11 - Áreas cultivadas, tipo de aplicação e principais culturas.....	150
Tabela 3.12 - Consumo específico por cabeça (L/cab.dia ⁻¹)	151
Tabela 3.13 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos e bubalinos para a Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	153
Tabela 3.14 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares e caprinos/ovinos Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe	154
Tabela 3.15 - Demanda instalada para dessedentação de suínos e galináceos Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe	155
Tabela 3.16 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe	156
Tabela 3.17 - Resumo da demanda instalada (L/s) na RH do Alto Jaguaribe	157
Tabela 4.1 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da BHAJ para uma garantia de 90%.....	161

Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da BHAJ para uma garantia de 95%.....	162
Tabela 4.3 - Indicadores hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe	163
Tabela 4.4 - Tipos de poços.....	164
Tabela 4.5 – Poços de água por tipo de aquífero	168
Tabela 4.6 – Profundidade dos poços, em metros, por município	168
Tabela 4.7 – Vazões dos poços por município	168
Tabela 4.8 - Estados de trofia	172
Tabela 4.9 - Frequência absoluta dos estados tróficos dos reservatórios da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe registrados no período de 2008 a maio de 2022	172
Tabela 4.10 - Classificação dos Sólidos Totais Dissolvidos	174
Tabela 4.11 - Classificação dos poços, por município, quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos.....	174
Tabela 4.12 - Classificação dos poços das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu quanto à cor e odor.....	176
Tabela 5.1 - Vazão Regularizada com garantia de 90% para a RHAJ	178
Tabela 5.2 - Comparativo entre a demanda instalada e a vazão regularizada	179
Tabela 6.1 - Estatística descritiva dos eventos de seca no período de 1911 a 2018	185
Tabela 6.2 - Duração e severidade dos eventos de seca	186
Tabela 7.1 – Fases dos processos minerários, substâncias extraídas e seus usos	200
Tabela 7.2 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe	207
Tabela 9.1 - Vazões aprovadas e realizadas nos principais açudes estratégicos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (2013-2021)	259
Tabela 10.1 - Barragens da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe contempladas no RASB 2021	274
Tabela 10.2 - Pesos dos Níveis de Perigo	276
Tabela 10.3 - Classificação de prioridade de intervenção das barragens vistoriadas.....	277
Tabela 10.4 – Número de piezômetros por barragem	279
Tabela 10.5 - Lista das barragens e seus volumes do PSB produzidos.....	281

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Interrelação da Província Geológica ao Compartimento Geomorfológico.....	52
Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará ...	224
Quadro 8.2 - Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Ceará	234
Quadro 8.3 - Instituições representantes de usuários do mandato 2019-2023 do CSBHAJ	236
Quadro 8.4 - Instituições representantes da Sociedade Civil do mandato 2019-2023 do CSBHAJ	237
Quadro 8.5 - Instituições representantes do Poder Público Municipal do mandato 2019-2023 do CSBHAJ.....	237
Quadro 8.6 - Instituições representantes do Poder Público Estadual e Federal do mandato 2019-2023 do CSBHAJ.....	238
Quadro 8.7 - Comissões Gestoras instaladas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe	244
Quadro 8.8 – Instituições membros do mandato 2018-2022 da Comissão Gestora do Arneiroz II.....	245
Quadro 8.9 – Membros do mandato 2020-2024 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Benguê	245
Quadro 8.10 - Membros do mandato 2022-2026 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Canoas.....	245
Quadro 8.11 - Membros do mandato 2020-2024 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Faé	246
Quadro 8.12 - Membros do mandato 2018-2022 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Muquém	247
Quadro 8.13 - Membros do mandato 2019-2023 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Trussu	247
Quadro 8.14 - Comissões Específicas do CSBHAJ	248
Quadro 9.1 - Composição da Comissão de Acompanhamento dos Açudes dos Vales Jaguaribe e Banabuiú do CSBHAJ	254

SUMÁRIO

MENSAGEM DA SRH	21
MENSAGEM DA COGERH	23
1 APRESENTAÇÃO.....	25
2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	30
2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica.....	35
2.2 Aspectos Físicos.....	47
2.2.1 Geologia.....	47
2.3. Solos.....	65
2.3.1. Vegetação e uso da terra.....	74
2.4. Clima.....	79
2.4.1. Dados Climatológicos.....	80
2.5. Estações pluviométricas	87
2.6. Regime Pluviométrico.....	95
2.6.1. Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica	98
2.6.2. Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica	100
2.7. Estações Fluviométricas.....	106
2.8. Qualidade da água.....	109
2.9. Aspectos Demográficos e Socioeconômicos.....	112
3 DEMANDA ATUAL	127
3.1 Demanda hídrica outorgada.....	128
3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA.....	135
3.3 Demanda instalada.....	138
3.3.1 Abastecimento humano	138
3.3.2 Irrigação.....	144
3.3.3 Dessedentação Animal.....	151
3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados	157
4 OFERTA HÍDRICA	158
4.1 Aspectos Quantitativos.....	158
4.1.1 Águas superficiais.....	158
4.1.2 Águas subterrâneas.....	164
4.2 Aspectos Qualitativos.....	171

4.2.1	Águas superficiais.....	171
4.2.2	Águas subterrâneas.....	173
5	BALANÇO HÍDRICO	177
6	EVENTOS EXTREMOS DE SECA E DE CHEIA.....	180
6.1	Eventos extremos de seca	181
6.2	Eventos extremos de cheia	187
7	ASPECTOS AMBIENTAIS	194
7.1	A Degradação do Rio Jaguaribe	208
8	FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL	211
8.1	Política Nacional de Recursos Hídricos.....	212
8.2	O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos	215
8.3.	Comitê da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.....	229
8.3.1	CSBHAI: História, definição, deliberações e atuação	229
8.3.2.	Comissões, Câmaras e Grupos de Trabalho.....	242
8.3.3.	Instrumentos de Gestão	248
9	ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA.....	253
9.1	Alocação negociada de água.....	253
9.2	Vazões alocadas.....	258
9.3	Conflitos pelo uso da água.....	263
9.4	Estratégias de gestão de seca.....	266
10	SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS.....	272
10.1	A gestão da segurança de barragens pela Cogerh	274
10.2	Instrumentação	278
10.3	Plano de Segurança de Barragens.....	280
11	SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS	282
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	313

MENSAGEM DA SRH

Amigos,

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

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

Por meio de um amplo processo estruturado de diálogos entre Gestão e Comitês de Bacias Hidrográficas, foram identificados pontos

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

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário dos Recursos Hídricos

MENSAGEM DA COGERH

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

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

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

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

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

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

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

João Lúcio Farias
Presidente da COGERH

1 APRESENTAÇÃO

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

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

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

fundamentos: a produção de informações técnicas e a articulação política com os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

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

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

Especificamente, busca-se propor ações e estratégias que proporcionem a melhoria da segurança hídrica e a minimização da ocorrência de conflitos pelo uso dos recursos hídricos, tendo como base: (i) a avaliação das secas; (ii) o levantamento de informações sobre a estrutura da demanda hídrica e sobre as questões relacionadas à qualidade da água, tais como a destinação inadequada de resíduos sólidos, o uso de agrotóxicos, a mineração e a eutrofização; (iii) o entendimento de problemas ambientais como o desmatamento, as queimadas, a especulação imobiliária, a ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP), o crescimento desordenado de comunidades e núcleos urbanos e as ocupações irregulares.

As discussões do Plano foram iniciadas com uma sondagem realizada pela Cogeh junto aos membros do CSBH nos meses de setembro e outubro de 2021. Essa sondagem teve o intuito de levantar os principais usos, problemas hídricos e ambientais, conflitos, aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (RHAJ).

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

Tabela 1.1 - Agenda da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

JULHO/2022	
Dia 08	Reunião de partida
AGOSTO/2022	
Dia 10	Audiência Pública – Iniciando o Diálogo
NOVEMBRO/2022	
Dia 10	Reunião de aprovação do Diagnóstico
Dia 24	Workshop (cenarização)
JANEIRO/2023	
Dia 24	Aprovação dos cenários
FEVEREIRO/2023	
Dia 07	1º Workshop (Estratégias e ações)
MARÇO/2023	
Dia 16	2º Workshop (Estratégias e ações)
ABRIL/2023	
Dia 26	Aprovação das estratégias e ações

Este documento corresponde ao **Diagnóstico da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (RHAJ)** e apresenta a situação existente na região a partir de levantamento bibliográfico, da aplicação de questionários, de informações levantadas na audiência pública e junto aos Núcleos de Operação e de Gestão da Gerência Regional de Iguatu. No levantamento bibliográfico foi utilizado as seguintes fontes:

- Agência Nacional de Águas (ANA)
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)
- Agência Nacional de Mineração (ANM)

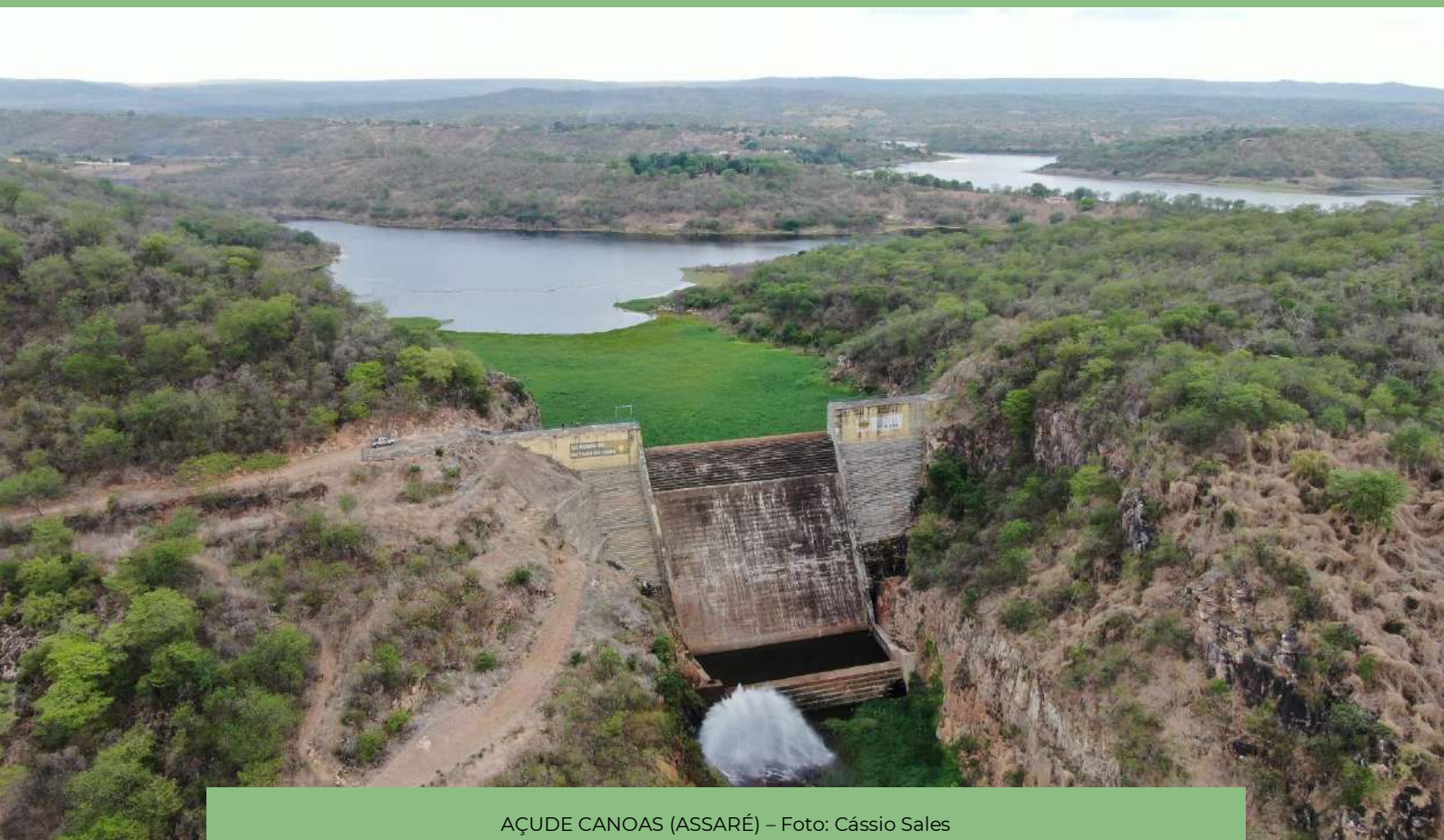
- Agência Reguladora do Estado do Ceará (Arce)
- Caderno Regional da Bacia do Curu
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
- Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (Ceped)
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/Inpe)
- Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (Cagece)
- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh)
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
- Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC)
- Fundação Nacional de Saúde (Funasa)
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2007), Produção Agrícola Municipal (2007)
- Instituto Agropolos
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece)
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
- Lei Estadual dos Recursos Hídricos
- Lei Nacional dos Recursos Hídricos
- Ministérios do Boletim Agrometeorológico (Embrapa)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992 (PERH)
- Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PTDRS)
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)
- Projeto RADAMBRASIL
- Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA)
- Secretaria da Fazenda (Sefaz-CE)

- Secretaria do Meio Ambiente (Sema-CE)
- Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace-CE)
- Serviço Florestal Brasileiro (SFB)
- Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (Sigel)
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)
- Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)
- Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra)

O documento está dividido em doze (12) capítulos, a contar com esta apresentação. No segundo capítulo é realizada uma caracterização da região com foco nos aspectos físicos, demográficos e socioeconômicos, na climatologia e na meteorologia. O terceiro capítulo aborda as demandas hídricas sob duas vertentes: demanda outorgada e instalada. No quarto capítulo é realizada uma descrição da oferta hídrica com base na caracterização da vazão afluente aos reservatórios, dos indicadores hidrológicos e de um levantamento sobre as águas subterrâneas. O quinto e sexto capítulo apresentam o balanço hídrico concentrado e os eventos extremos de seca e de cheia. No sétimo capítulo tem-se os aspectos ambientais da região. O oitavo capítulo aborda os aspectos institucionais e expõe informações sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, o modelo cearense de gestão e o Comitê de Bacia Hidrográfica. O nono capítulo trata da alocação negociada de água, os conflitos existentes na região e as estratégias de gestão de seca. No décimo capítulo é explorado a segurança de infraestrutura hídrica com foco na instrumentação existente na região, no nível de perigo e na prioridade de recuperação da barragem. Para finalizar o documento é apresentado uma análise descritiva dos questionários supracitados e as referências bibliográficas.

2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (RHAJ), integrante da Bacia do Rio Jaguaribe, localiza-se na porção sudoeste/sul do Estado do Ceará, entre as latitudes $5^{\circ}24'15''\text{S}$ - $7^{\circ}23'00''\text{S}$ e longitudes $38^{\circ}47'26''\text{W}$ - $40^{\circ}51'14''\text{W}$. Limita-se ao norte com a Região Hidrográfica do Banabuiú, à leste com a do Salgado, à noroeste e nordeste com as RHs dos Sertões de Crateús e Médio Jaguaribe, respectivamente; à oeste com o estado do Piauí e ao sul com o estado de Pernambuco, ocupando uma área de $25.261,77 \text{ km}^2$ (Mapa de Localização).



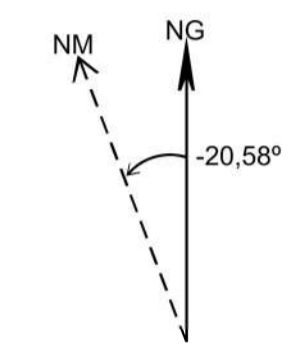
AÇUDE CANOAS (ASSARÉ) – Foto: Cássio Sales

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



LOCALIZAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

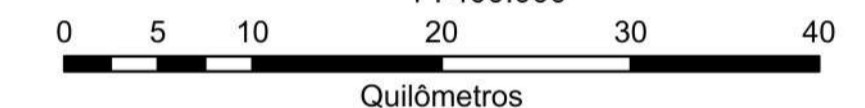
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



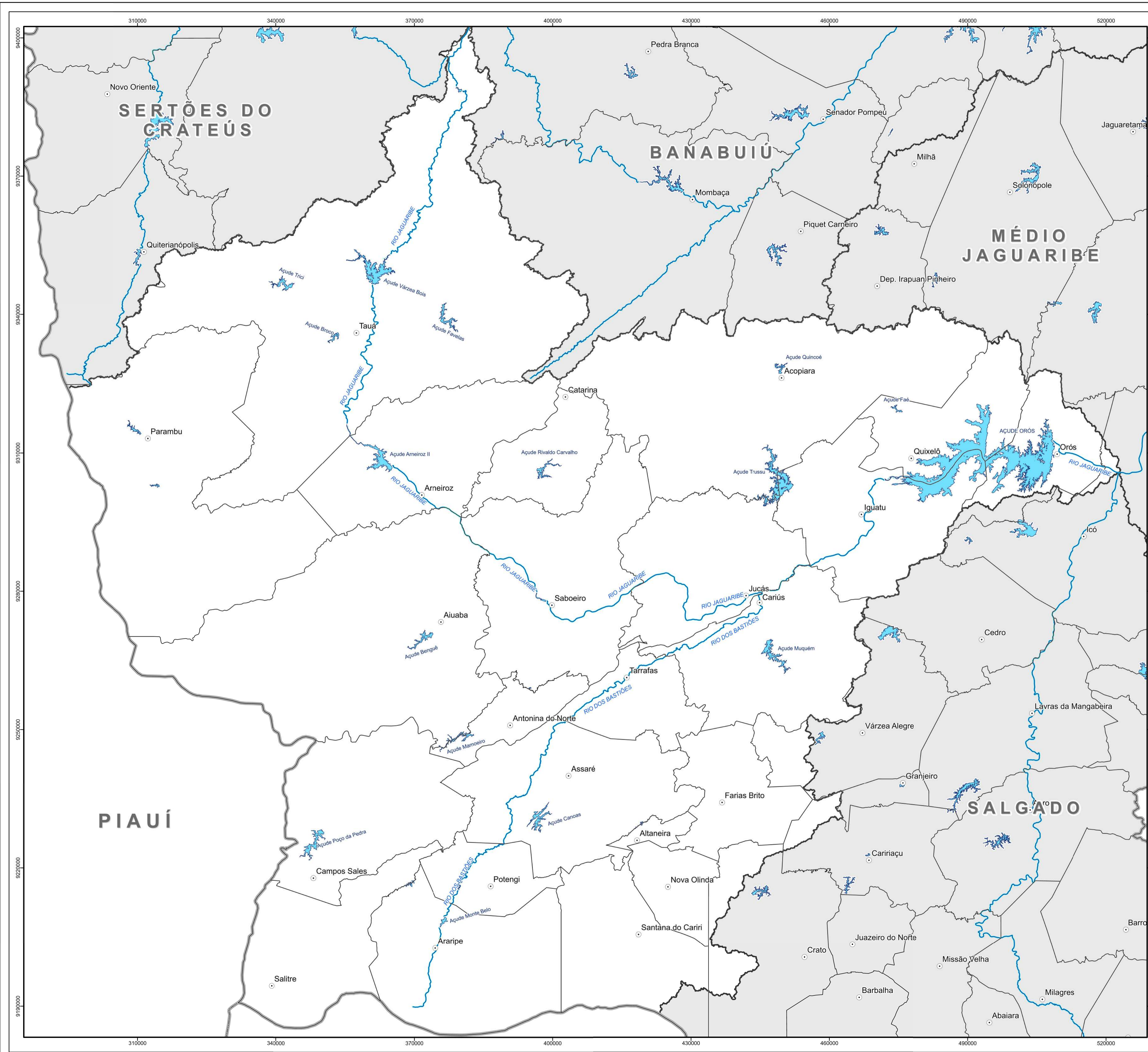
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



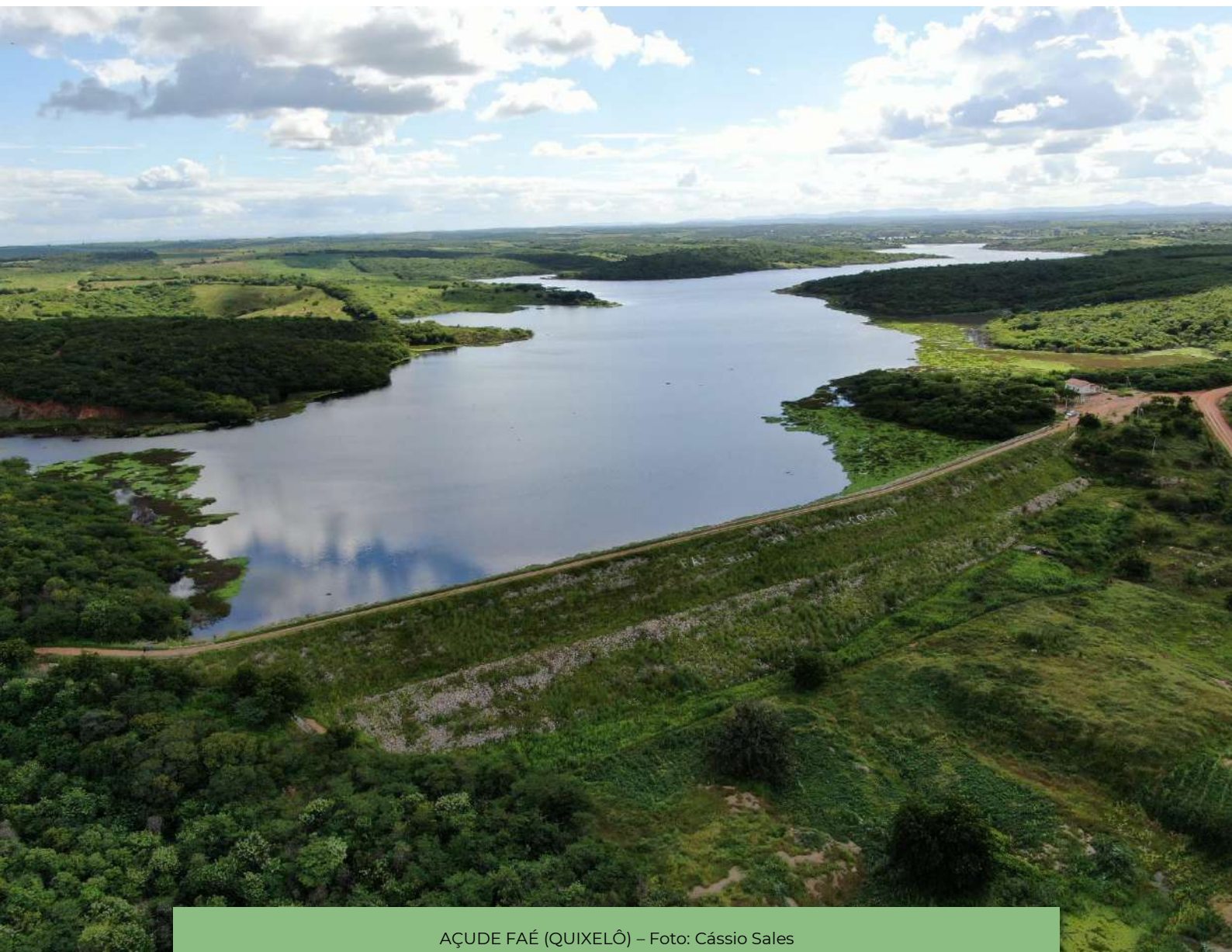
O Rio Jaguaribe é o principal rio da Região Hidrográfica, possuindo suas divisas entre os municípios de Tauá, Pedra Branca e Independência, na Serra das Pipocas, a partir da nascente do Riacho Carrapateiras. (COSTA et al., 2020).

A região compreende cerca de 17% do território cearense, abrangendo a área de vários municípios, conforme pode-se observar na Tabela 2.1, a qual apresenta as áreas dos municípios na Região Hidrográfica e seus respectivos percentuais. A área em km² possibilita verificar a referida representatividade do município na Região, observa-se que alguns municípios não possuem área representativa na RH, a exemplo de Icó, Crato e Caririaçu.

Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RHAJ

Município	Área do Município pertencente à RH (Km²)	% da área do Município pertencente à RH (%)
Acopiara	2.252,67	100,00
Aiuaba	2.437,82	100,00
Altaneira	72,63	100,00
Antonina do Norte	259,58	100,00
Araripe	1.096,84	100,00
Arneiroz	1.068,02	100,00
Assaré	1.154,42	100,00
Campos Sales	1.082,25	100,00
Cariús	1.035,66	100,00
Caririaçu	68,90	10,87
Crato	212,70	18,70
Catarina	487,89	100,00
Farias Brito	530,16	100,00
Icó	37,65	2,02
Iguatu	991,44	100,00
Jucás	939,69	100,00
Nova Olinda	282,39	100,00
Orós	459,89	79,69
Parambu	2.313,87	100,00
Potengi	343,16	100,00
Quixeló	604,86	100,00
Saboeiro	1.380,50	100,00
Salitre	806,06	100,00
Santana do Cariri	753,91	88,22
Tarrafas	412,46	100,00
Tauá	4.009,42	100,00
Várzea Alegre	155,92	18,80

Os municípios que possuem menos de 50% do seu território na Região Hidrográfica e não possuem suas sedes ou parte delas nesta não serão considerados e trabalhados no Plano desta RH.



AÇUDE FAÉ (QUIXELÔ) – Foto: Cássio Sales

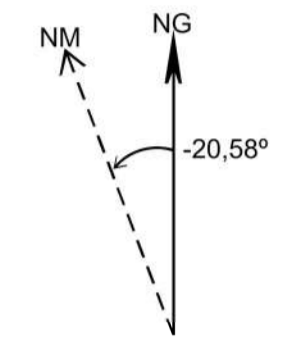
As principais rodovias que chegam aos municípios desta Região Hidrográfica e os interligam são as BR-404, no sentido leste-oeste, e as CE-187, CE-277, CE-284, CE-292, CE-371 e CE-375. Já no sentido norte-sul há as CE-166, CE-176, CE-187, CE-371 e CE-375; e, no que diz respeito a rodovias federais, tem-se a BR-020. (Mapa Rodovia Alto Jaguaribe)

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



RODOVIAS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

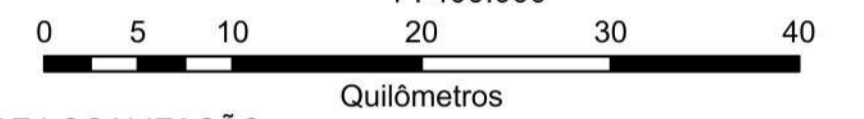
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



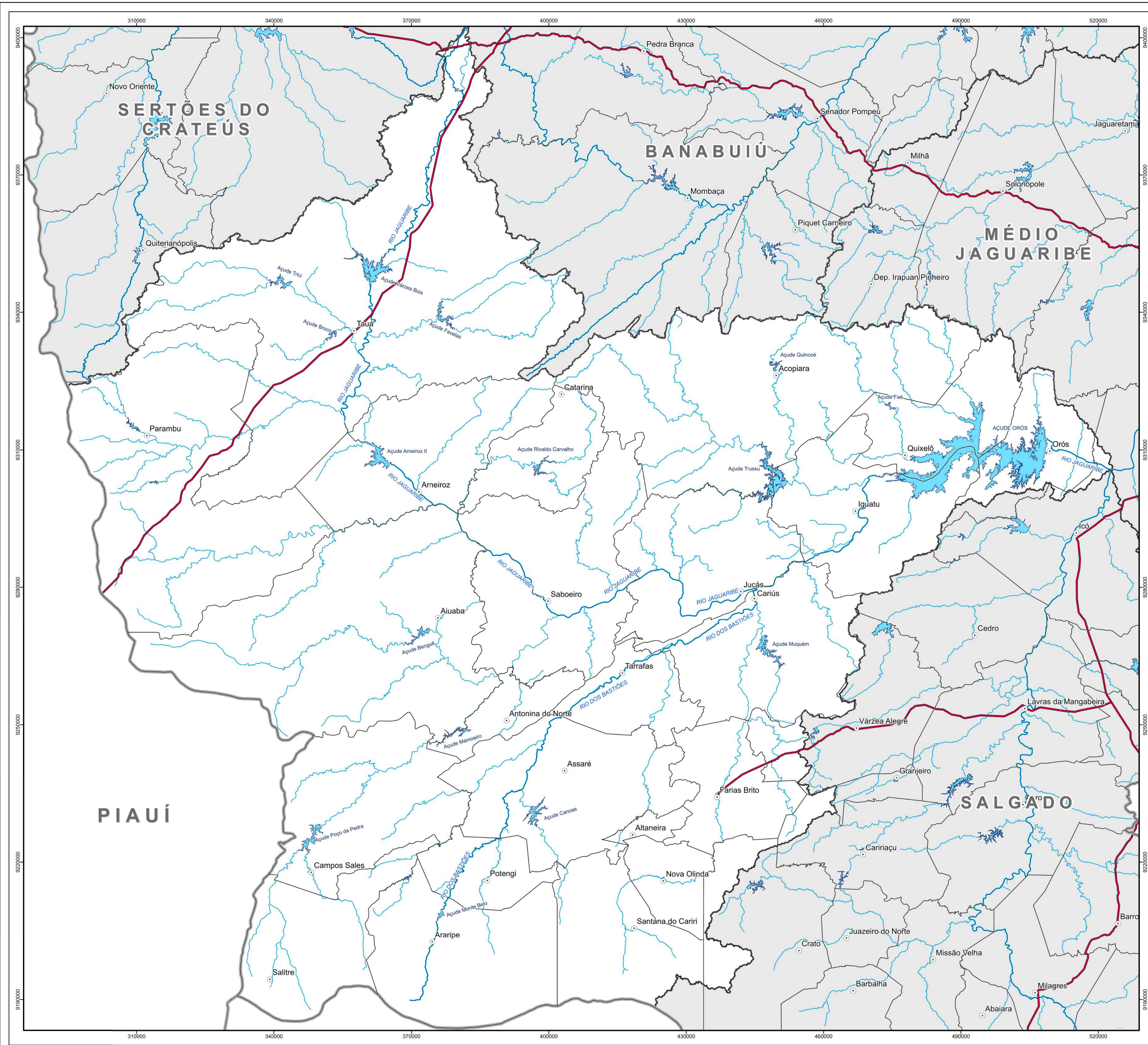
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açúdes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Rodovias Base SRE Oficial (IBGE, 2019)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica

A Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, onde se localizam as nascentes do Rio Jaguaribe, integra, juntamente com as RH do Salgado, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e do Banabuiú, a bacia hidrográfica do rio de mesmo nome, a qual ocupa mais de 50% do estado do Ceará. O comprimento percorrido pela água que se precipita no topo da principal nascente deste rio, até encontrar o oceano atlântico, é de 680 km (Costa et al, 2020).

Segundo Pereira & Silva (2005), esta drenagem da área foi talhada em rochas pré-cambrianas, modeladas na forma de superfícies suavemente onduladas, estando em sua maior parte recobertas por solos rasos, pedregosos e pouco desenvolvidos. Desta forma, ocorre maior dificuldade de permeabilidade, o que favorece o padrão dendrítico encontrado em cerca de 66% da RH (SILVA, 2017).

Na RHAJ, o Rio Jaguaribe possui declividades que variam de 0,03% a 2,5%, sendo a declividade média de 0,06%, com altitudes médias variando de 250m a 400m. (CEARÁ, 1992). A hidrografia, composta unicamente por rios intermitentes, é representada, especialmente, pelos rios Carrapateiras, Puiú, Jucás, Condado, Cariús, Trussu, Riacho Trici e o Riacho da Conceição, principais afluentes do Jaguaribe, e tendo como exutório, o açude Orós.

Estes terrenos aplainados por onde correm os rios, com solos rasos de baixa capacidade de armazenamento de água, e com vegetação de caatinga em clima semiárido, explicam a característica de intermitência da rede de drenagem, conforme Brandão & Freitas (2014). O que também explica a abundância de barramentos, mesmo com a perda por evaporação.

A RH é caracterizada, geologicamente, por possuir cerca de 85% de sua área no embasamento cristalino, onde se encontram gnaisses, migmatitos, quartzitos, metacalcários, rochas plutônicas e metaplutônicas. No solo, os

outros quase 15%, baseiam-se em arenitos, siltitos, conglomerados, folhelhos, gipsita, calcário, areia, argilas, cascalhos e margas, assim como na bacia sedimentar do Araripe. No decorrer do curso dos rios também se encontram areias, siltes, argilas e cascalho. (Ferreira, 2016)

Essa característica de quase totalidade de sua área situada em rochas cristalinas faz com que existam baixas reservas de águas subterrâneas e, conseqüentemente, baixo potencial hídrico. A exceção ocorre para aquíferos livres da Chapada do Araripe, ao sul da RH, os quais possuem potencial relativamente alto (GATTO, 1999).

A dificuldade no armazenamento de água no subsolo e a facilidade do escoamento superficial, além da rápida evaporação da água precipitada na região e do contexto climático da área, ratificam a informação sobre a intermitência dos rios na área. Logo, em períodos sem chuva, os leitos dos rios secam, permanecendo apenas os perenizados somente artificialmente (CEARÁ, 2005).

A RH possui um formato irregular, possuindo largura média de 220 km nos altos e médios cursos, enquanto que no baixo curso passa a ter uma largura de aproximadamente 80 km, diminuindo gradativamente até sua foz. Seu formato se assemelha, de forma grosseira, a um triângulo, conforme Christofolletti (1974). (MAPA HIPSOMÉTRICO)

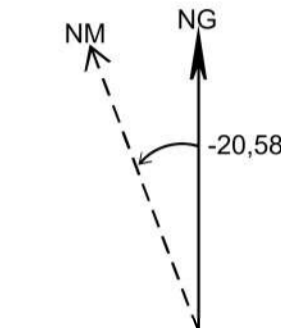
No relevo predominam serras baixas, apresentando-se acidentado em certos trechos e suavemente acidentado ou aplainado em outros. A vegetação é caracterizada principalmente pela presença da caatinga arbórea densa e caatinga herbácea arbustiva.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



HIPSOMETRIA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

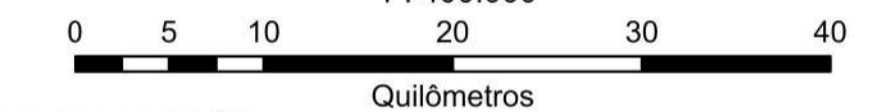
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

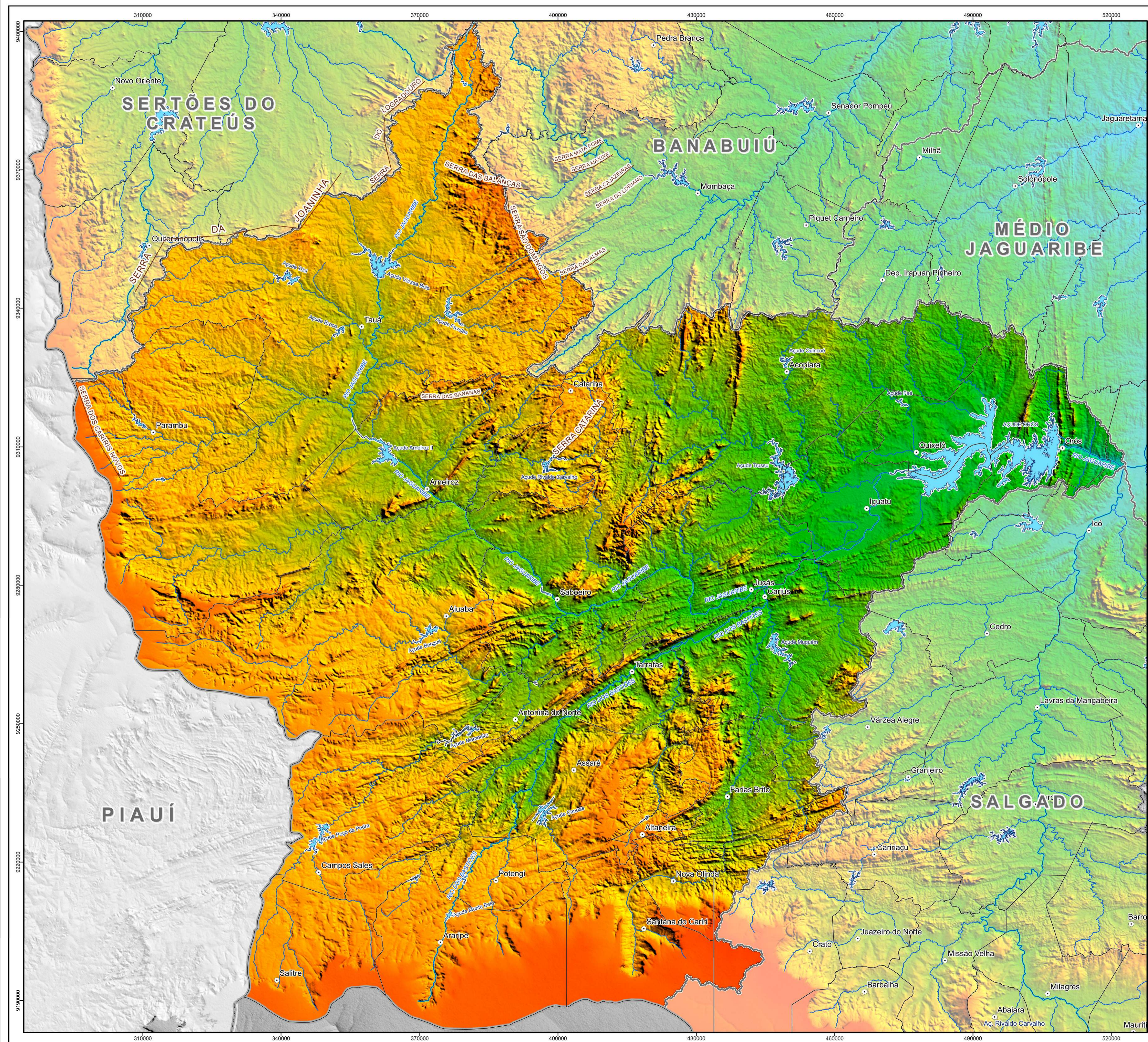
Relevo

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



A área está inserida, regionalmente, na porção ocidental da Província Borborema caracterizada por terrenos de diferentes litologias separadas por falhas e lineamentos, apresentando para estas estruturas, direção predominantemente NE-SW e E-W (VAUCHES et al., 1995; BRITO NEVES et al., 2000)

Conforme Silva (2017), a geomorfologia da RHAJ apresenta-se disposta em superfícies erosivas bordejadas por maciços cristalinos e bordas de bacias sedimentares. Essas unidades podem ser individualizadas na forma de compartimentos morfoestruturais compreendendo a superfície sertaneja, a qual está disposta em diferentes níveis de superfícies por ação da erosão diferencial; os maciços cristalinos; o *glint* da Ibiapaba; a chapada do Araripe e as planícies fluviais.

Na área, os aquíferos porosos estão representados principalmente pelos arenitos da Bacia Sedimentar do Araripe e da Formação Serra Grande e por sedimentos inconsolidados do Terciário. Do ponto de vista da hidrogeologia, os sistemas aquíferos sedimentares se caracterizam como unidades geológicas com excelentes condições de armazenamento e fornecimento d'água, por possuírem uma porosidade primária e, nos termos arenosos, uma elevada permeabilidade. (CEARÁ, 2009)

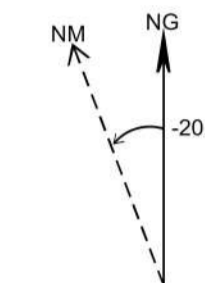
Já os cristalinos (fissurais) apresentam um 'baixo potencial', tendo em vista estarem inseridos em áreas de rochas do embasamento cristalino, onde os únicos condicionantes da ocorrência d'água são as zonas de fraturas destas rochas, onde a recarga acontece somente no período chuvoso, através dos rios e riachos que estão encaixados nestas estruturas. (CEARÁ, 2009)
(MAPA HIDROGEOLÓGICO)

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



HIDROGEOLOGIA



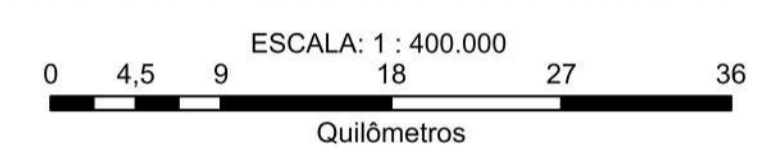
Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açúdes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)

LEGENDA

- Unidades litoestratigráficas (CPRM, 2014)
- EMBASAMENTO FRATURADO INDEFERENCIADO**
- (5) Fr Unidade fraturada (Fr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
- FORMAÇÃO ANTENOR NAVARRO**
- (5) Enb Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa
- FORMAÇÃO SANTANA**
- (6) K Unidade Cárstica (K) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquifera



REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022

A montante do açude Orós existem 5.031 espelhos d'água mapeados pela FUNCEME, utilizando-se imagens obtidas dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4, entre os anos de 2008-2017, (FUNCEME, 2020). (MAPA ESPELHOS D'ÁGUA NA REGIÃO MAPEADOS DE 2008-2017).

A construção de pequenos açudes a montante de reservatórios estratégicos é comum no Nordeste do Brasil, especialmente devido aos longos períodos de estiagem. No entanto, é importante salientar que existem influências positivas e negativas advindas desta prática, merecendo, assim, ser avaliadas, visto que os reservatórios (açudes) influenciam fortemente a dinâmica de água e de sedimentos na bacia hidrográfica (PETER et al., 2014; ARAÚJO & BRONSTERT, 2016).

Segundo CEARÁ (1999), a pequena açudagem tem sido um dos fatores responsáveis pela redução do volume afluente aos grandes reservatórios, que possuem interesse estratégico para o gerenciamento dos recursos hídricos, por serem interanuais. Este impacto adquire maior importância durante os períodos de estiagem que apresentam alguns anos seguidos com pluviosidade entre a média e abaixo da média histórica, observado principalmente nas bacias que têm maior concentração de pequenos reservatórios, podendo correlacionar-se a saturação de uma bacia hídrica com a diminuição da sua eficiência como fonte de recurso hídrico.

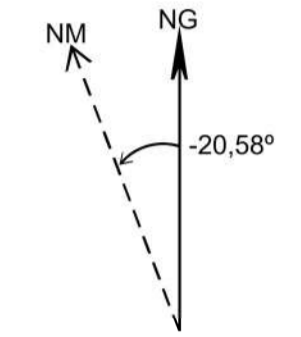
Há que se considerar, também, que a construção de reservatórios artificiais superficiais, em sua grande maioria de caráter intra-anual, causa impacto na execução da modelagem hidrológica, dificultando sua execução, em função, principalmente, da falta de informação necessária para realizá-la. Além disso tem-se a variação na rede destes reservatórios devido ao rompimento de alguns e a construção de outros, ao longo do tempo (Alexandre, Souza Filho & Campos, 2013).

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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)

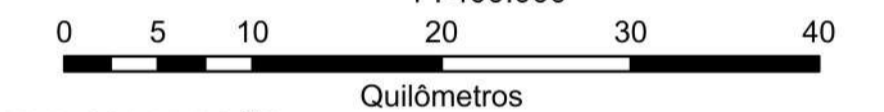
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



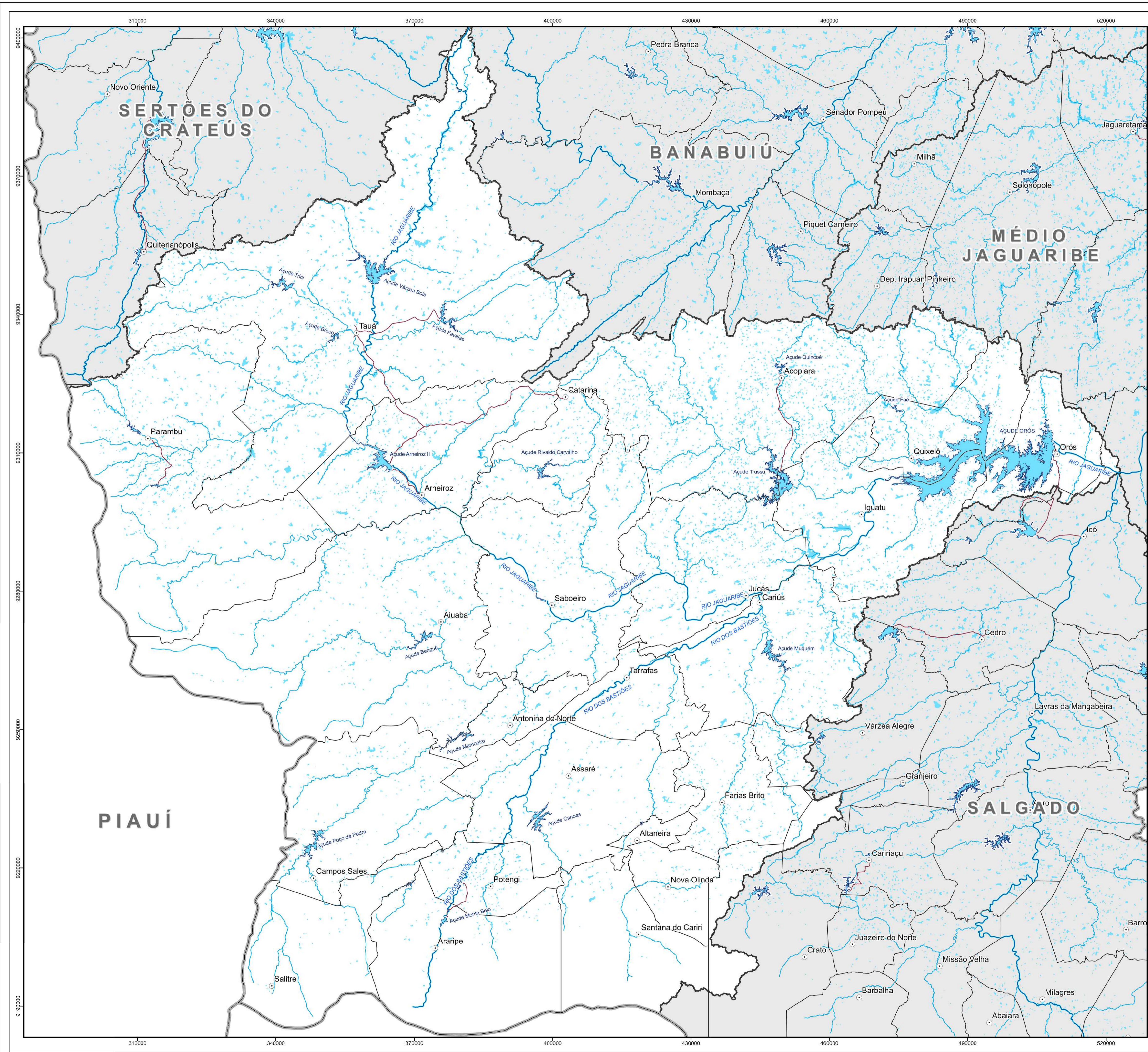
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



Campos (1995) ratifica a importância de se considerar a pequena açudagem nas propostas de planejamento e gestão das bacias hidrográficas semiáridas (CAMPOS, 1995).

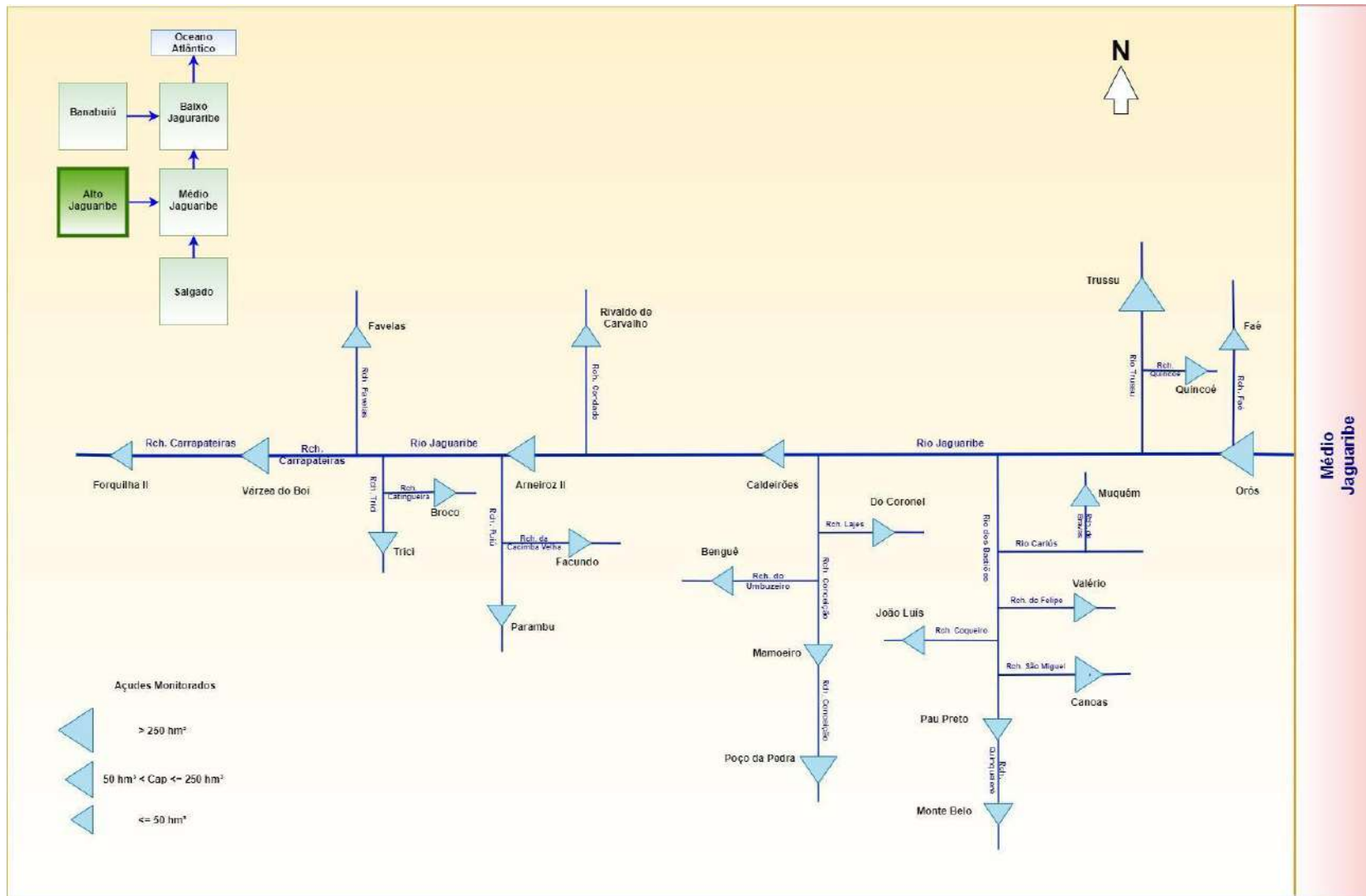


A RHAJ possui quatro reservatórios de grande porte (capacidade superior a 75 milhões de m^3), com capacidade de acumulação de 2.386.926.000,00 m^3 ; 11 reservatórios de médio porte (capacidade entre 10 e 75 milhões de m^3), totalizando capacidade de 343.042.134 m^3 e quatro açudes de pequeno porte (capacidade < 10 milhões de m^3), com possibilidade de acumulação de 35.700.482,00 m^3 (Ceará, 2021) (Tabela 2.2). Existem dois reservatórios planejados para a Região: Jucá, em Parambu e Berê em Jardim, com capacidade de 34.170.000 m^3 e 11.900.000 m^3 , respectivamente. A Figura 2.1 mostra o diagrama unifilar da rede de drenagem principal da Região.

Tabela 2.2 - Características dos principais reservatórios

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m ³)
Arneiroz II	Arneiroz	2005	Rio Jaguaribe	178.126.000
Benguê	Aiuaba	2000	Rio Umbuzeiro	18.000.000
Broco	Tauá	1982	Rch. da Catingueira/Broco	11.876.302
Caldeirão	Saboeiro	1991	Rio Jaguaribe	1.243.681
Canoas	Assaré	1999	Rch São Gonçalo	69.250.000
Do Coronel	Antonina do Norte	1946	Rch Lajes	1.660.000
Facundo	Parambu		Rch Cacimba Velha	1.750.000
Faé	Quixelô	2004	Rch.Faé	12.786.744
Favelas	Tauá	1988	Rch das Favelas	30.100.000
Forquilha II	Tauá	1988	Rch.Carrapateiras	3.400.000
João Luís	Araripe		Rch. da Passagem	6.584.471
João Luís	Araripe		Rch. da Passagem	6.584.471
Mamoeiro	Antonina do Norte	2012	Rch Conceição	17.469.088
Monte Belo	Araripe		Rch Quinquelerê	3.964.000
Muquém	Cariús	2000	Rch. Muquém	46.550.000
Orós	Orós	1961	Rio Jaguaribe	1.940.000.000
Parambu	Parambu	1992	Rio Puiú	9.038.330
Pau Preto	Potengi	1960	Rch Quinqueleré	1.900.000
Poço da Pedra	Campos Sales	1958	Rch da Conceição	52.000.000
Quincoé	Acopiara	1990	Rch Quincoé	4.300.000
Rivaldo de Carvalho	Catarina	1966	Rch Rivaldo de Carvalho	20.100.000
Trici	Tauá	1987	Rch. Trici	13.000.000
Trussu	Iguatu	1996	Rch. Trussu	268.800.000
Valério	Altaneira	1995	Rch. Valério	1.860.000
Várzea do Boi	Tauá	1954	Rch. Carrapateiras	51.910.000
TOTAL		2.765.668.616		

Figura 2.1 - Esquema Topológico da RHAJ



A Região Hidrográfica possui 08 adutoras convencionais, conforme Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

ADUTORA	EXTENSÃO (Km)	FONTE (Reservatório)
Arneiroz II	40,50	Açude Arneiroz II
Assaré	10,82	Açude Canoas
Cariús/Jucás	4,40	Rio Cariús
Iguatu	19,50	Açude Trussu
Aiuaba	2,60	Açude Benguê
Trici-Tauá	19,60	Açude Trici
Catarina	19,59	Açude Rivaldo de Carvalho
Campos Sales-Salitre-Araripe	103,12	Poço Pioneiro
Antonina do Norte	13,94	Açude Mamoeiro
Nova Olinda	20,16	Poço Tubular PP-03
Catolé dos Timóteos	2,00	Açude Trussu
Itaguá	4,20	Açude Poço da Pedra

Fonte: Dados fornecidos pela Cogeh – Banco de Dados SAGRE, 2021

Além dessas estruturas hídricas, uma rede de abastecimento de água para os núcleos urbanos está sendo trabalhada pelo estado desde 2016, denominado Projeto Malha d'Água. Este Projeto busca suprir as fragilidades existentes no atual sistema e sua 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 RHAJ, o Projeto contempla os seguintes sistemas adutores e municípios atendidos: Sistema Adutor Arneiroz II-Sertões dos Inhamuns (Aiuaba, Arneiroz, Catarina, Parambu, Saboeiro e Tauá), cuja instalação da sua 1ª. Etapa já acontece no em julho de 2022; Sistema Adutor Cariri Ocidental (Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Campos Sales, Crato (distrito Monte Alverne), Nova Olinda, Potengi, Salitre, Santana do Cariri); Sistema Adutor Trussu-Alto Jaguaribe (Acopiara, Cariús, Iguatu, Jucás, Quixelô e Tarrafas).

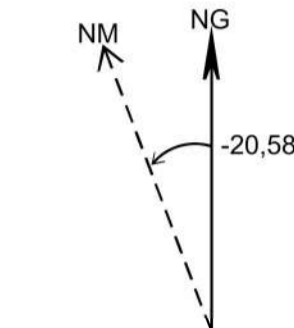
O Mapa de Infraestrutura Hídrica mostra a infraestrutura existente e planejada na Região.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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)

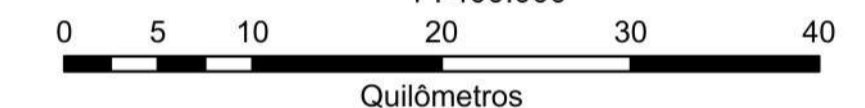
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

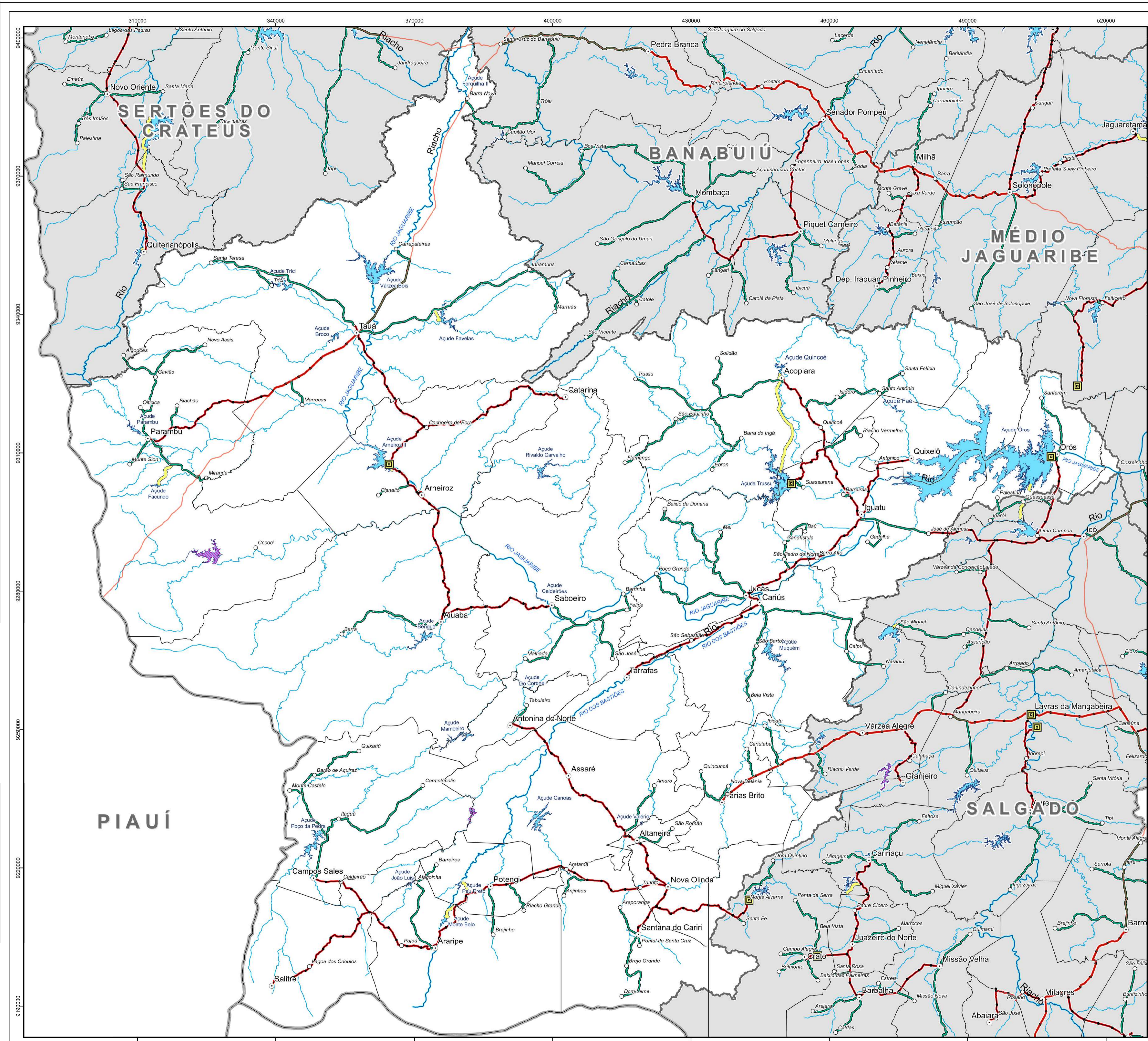
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



2.2 Aspectos Físicos

2.2.1 Geologia

A geologia da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe é caracterizada pela predominância de rochas ígneas e metamorfozadas que justificam um mosaico diversificado com diversos litotipos, eventos e zonas de deformações dúcteis e rúpteis impingidas no embasamento, denotando longa e complexa história de tempo profundo. Notadamente, tais litotipos são advindos de eventos no Arqueano, Paleo e Neo Proterozóicos (GOMES et al., 2000).

Desta forma a RHAJ está inserida na porção oriental da Província Borborema (BRITO NEVES, 1999), onde o embasamento cristalino Pré-Cambriano com rochas metamórficas nos terrenos dos domínios do Ceará Central, Jaguaribeano e Granjeiro predominam na área.

Proporcionalmente e em composição litológica, tem-se os seguintes aspectos sobre a Região Hidrográfica:

- Rochas do embasamento cristalino pré-cambriano compõem 81,28% da RHAJ - gnaisses e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica;
- Assentados sobre esse substrato repousam depósitos sedimentares (18,72%) representados pelas Bacias Sedimentares do Araripe e do Parnaíba - arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos, calcários, margas, gipsita, etc.;
- De coberturas, com idade Tércio-Quaternária, distribuídas ao longo dos principais cursos hídricos, cobrindo o material basal Terciário - areias, argilas e cascalhos -, e das Quaternárias (aluviais), formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos, distribuídas ao longo dos principais cursos hídricos.

As condições geológicas da área são similares à geologia que predomina no estado do Ceará e até no Nordeste Setentrional. Suas condições litoestratigráficas apresentam características gerais da Província Borborema para áreas continentais. Sendo assim, os aspectos que predominam nas formas de relevo estão relacionados a tal província geológica. Os processos endógenos pretéritos e metamorfismos atuais mostram litotipos com datação entre o Cenozóico e o Quaternário, principalmente do Plio-Pleistoceno ao Pré-Cambriano. A litologia regional indica as propriedades geomorfológicas das rochas e os tipos de rochas em razão do sistema de erosão na elaboração das unidades geomorfológicas (PENTEADO, 1983, SOUZA, 2000; NASCIMENTO, 2006; ALMEIDA et al., 2020).

Ao ressaltar os aspectos morfoestruturais da RHAJ, evidencia-se a relação litologia/drenagem/ relevo, dando saliência ao embasamento cristalino Pré-Cambriano, com seus terrenos deformados por ações rúpteis e dúcteis em superfície dissecada pelo clima semiárido (GOMES et.al. 2000; SILVA e MAIA, 2017). E ainda, por se tratarem das nascentes do Rio Jaguaribe, outro aspecto relevante para a área é o controle da drenagem.

Na Região vários padrões de drenagem são controlados pela estrutura geológica, com predominância dos tipos treliça e paralelo, com relevante compatibilidade de direções NE-SW e E-W (SILVA e MAIA, 2017). Isto ocorre a par de lineamentos estruturais, positivos e negativos, representados por sequências de cristas e vales e trechos retilíneos escarpados que guiam e confinam essa drenagem, além de canais superimpostos a essas estruturas. Elementos herdados da Orogênese Brasileira, ademais, exercem controle na rede de drenagem atual.

A Oeste e Sudoeste-Sul predominam os relevos estruturais sedimentares, representados pelo Planalto da Ibiapaba (Glint) e Escarpas da Chapada do Araripe, respectivamente. Ao Norte destacam-se pronunciados interflúvios com Maciços Cristalinos com altitudes superiores a 600 metros na divisa com a RH do Acaraú. E a Nordeste, já em setores drenados pelo exutório Jaguaribe nesta RH, tem-se áreas extensivas de pediplanos na Depressão Sertaneja.

Sobre os escudos antigos cristalinos da Depressão Sertaneja se desenvolveram os depósitos sedimentares compostos pelo transporte de argilas, silte, areia e cascalho grosseiro, especialmente no setor de baixo do curso da RHAJ. Decorrem daí pacotes deposicionais de diversas dimensões, com areia e cascalho desigualmente distribuídos em níveis, normalmente transversal ou longitudinalmente aos canais fluviais (PERH, 1992; Nascimento, 2012), chamados, toponimicamente, baixos ou croas, podendo atingir 30 metros de profundidade.

Em síntese, na Geologia da Região sobressaem rochas, minerais e sedimentos de datações distintas (MAPA DE GEOLOGIA). Das mais atuais às mais antigas, citam-se:

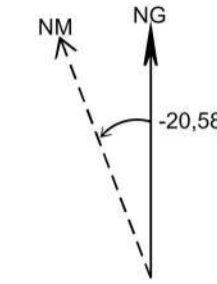
- Sedimentos Cenozóicos – Depósitos Aluviais;
- Litologias Mesozóicas - Bacia do Araripe e Bacia do Iguatu-Icó;
- Litologias Paleozóicas da Bacia do Parnaíba;
- Supracrustais Cambrianas de Baixo Grau – Bacia do Cococi;
- Litologias Pré-Cambrianas – Intrusões Graníticas e Rochas do Embasamento Cristalino.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



GEOLOGIA SIMPLIFICADA



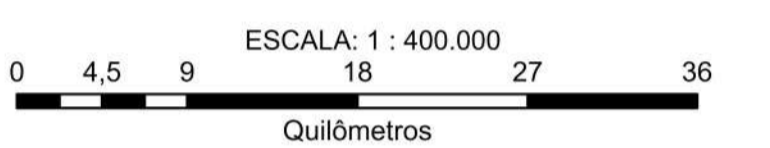
Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

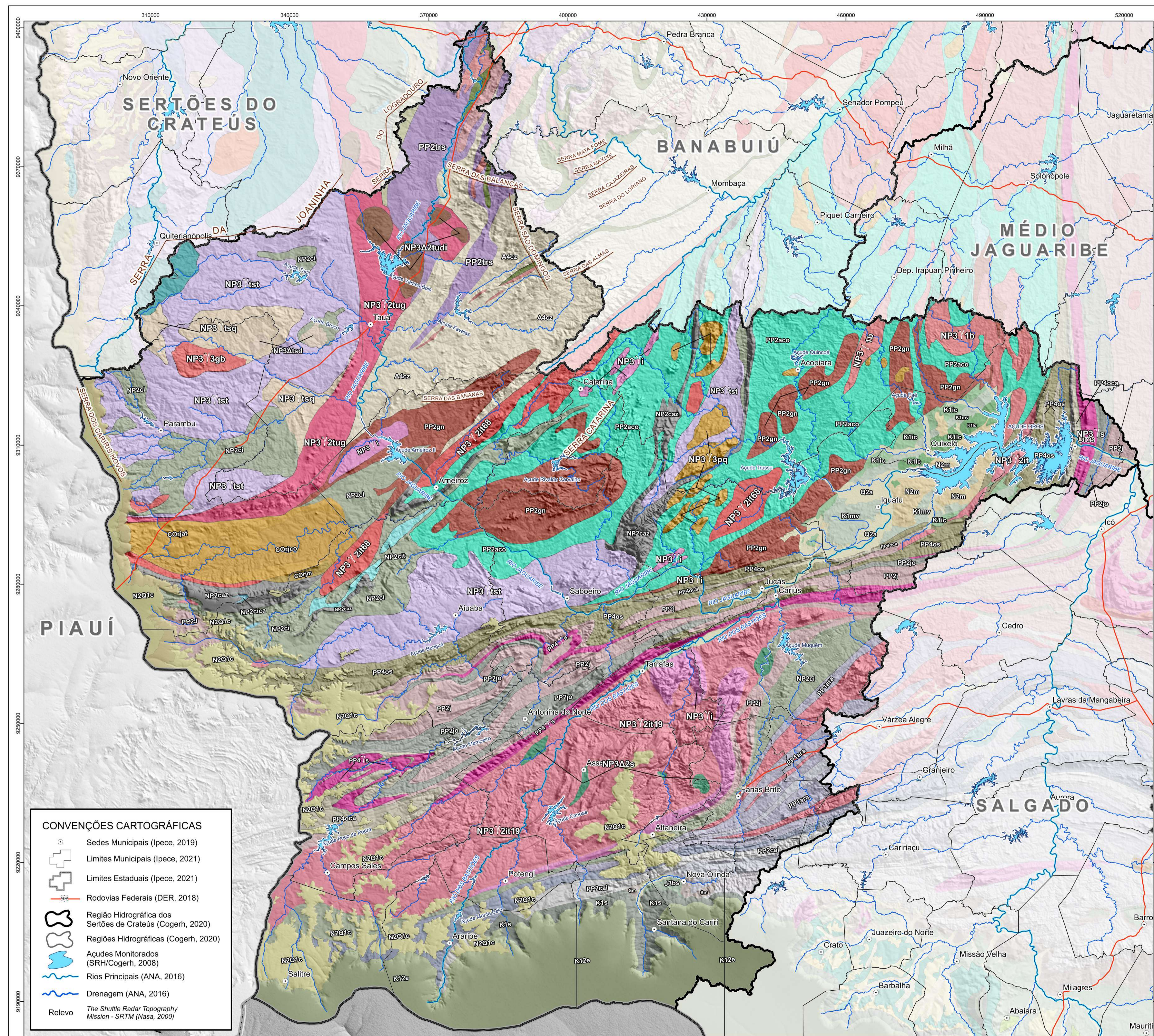


LEGENDA

Unidades litestratigráficas (CPRM, 2020)	Unidade
Coberturas Sedimentares (Cenozoicas)	
Q2a Depósitos aluvionares	PP2ca Unidade Caiçó, ortognaise
N2Q1c Depósitos colúvius-eluviais	NP8ta Unidade Tamboril
Grupo Ceará (NP2ca)	PP2jo Unidade Jaguaretama, ortognaise
NP2ci Formação Independência	PP2trp Unidade Tróia, plutônica
NP2caz Predomínio de xistos aluminosos e paragneissos, por vezes micronizados e migmatíticos: (q) Quartzitos (ca) Rochas calcissilicáticas e mármores	PP2alm Unidade Algodões, metassedimentos
Complexo	PP2tro Unidade Tróia, supracrustal
A24g Complexo Granjeiro	PP2cnp Unidade Canindé do Ceará, paragneisse migmatítico
PP2aco Complexo Acopiara	PP2mir Unidade Metatonalito Mirador
PP2j Complexo Jaguaretama	NP8tsq Unidade Granitóide Santa Quitéria
PP2ca Unidade Caiçó	NP8atd Unidade Diorito Boi
A4cz Complexo Cruzeta	Suíte Intrusiva
PP1ar Complexo Arábia	PP4is Suíte Intrusiva Serra do Deserto
PP2gn Complexo São Gonçalo	NP3zit Suíte Intrusiva Itaporanga
Grupo	NP3A2s Suíte Intrusiva São João do Sabugi
K1s Grupo Santana	Formação
Corpo	Sscj Formação Jaicós
NP3 2i19 Corpo Plúton Campos Sales-Assaré	K11c Formação Icó
NP3 i Corpo Granitóides indiscriminados brasileiros	K11c Formação Lima Campos
NP3 2i16a Corpo Plúton Rio Quixeramobim	K11mv Formação Malhada Vermelha
NP3 1bn Corpo Neneilândia	K1an Formação Antenor Navarro
NP3 2i12 Granito Oiti	Sm Formação Mauriti
NP3 3pb Corpo Serrote Gado Bravo	PP4os Formação Santarém
Suíte	NP2caz Formação Arneiroz
NP3 1b Suíte Banabuiú	NP8t Formação Serra dos Garotes
NP3 3pq Suíte Piquet Carneiro	N2m Formação Serra dos Garotes
PP4ca Suíte Campo Alegre 3	K12e Formação Exu
	J3bs Formação Brejo Santo
	COjat Formação Riacho Angico Terto
	COjco Formação Cococi
	COjrm Formação Melancia



REALIZAÇÃO: Aquino, T. S. UFPA - Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
 ELABORAÇÃO: Julho - 2022



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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



Barragem Caldeirões, Saboeiro – Fonte: Gerência Regional da Cogerh

Dessa complexidade ambiental é que derivaram as mais diversas formas de relevo. A partir daí, percebe-se nítida e íntima relação entre as litologias e as unidades geomórficas, ao tempo que climas atuais e pretéritos agiram e agem na escultura do relevo, derivando condições morfoestruturais e morfoesculturais as mais diversas.

As condições morfoclimáticas da Região são as predominantes do semiárido, com Depressões intermontanas e interplanálticas revestidas originalmente por vegetação de caatingas, associadas a solos variegados, em regra de pouca profundidade e pouco desenvolvidos; com exceção das áreas de bacias sedimentares, e com fertilidade de baixa a alta.

As principais formas de relevo podem ser agrupadas em conjunto, os quais denotam compartimentos e subcompartimentos do modelado:

- Planície fluvial, Cobertura Colúvio-Eluviais e Formação Moura;
- Planaltos sedimentares – Glint da Ibiapaba e Chapada do Araripe;
- Maciços Cristalinos;
- Depressão Sertaneja – Superfície Sertaneja com 300 a 450 m;
- Superfície Sertaneja, com 200 a 300 m.

Este arranjo mostra que a RHAJ possui uma das condições geológicas e geomorfológicas mais complexas do Nordeste do Brasil. Evidenciado pela litologia e formas de relevo sedimentares, com rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino, assim como outras áreas de colmatagem, ora aluviais, ora coluviais ou ambas - a predominar o material de origem. O Quadro 2.1 demonstra isto a partir da interrelação da Província Geológica com os Compartimentos Geomorfológicos.

Quadro 2.1 – Interrelação da Província Geológica ao Compartimento Geomorfológico

GEOLOGIA	GEOMORFOLOGIA
Sedimentos Cenozóicos – Depósitos Aluviais; Planície fluvial, Cobertura Colúvio-Eluviais/ Glacis de deposição interiores e Formação Moura	Planície fluvial; Cobertura Colúvio-Eluviais/Tabuleiro Interiores e Formação Moura
Litologias Mesozóicas: Litologias Paleozóicas da Bacia do Parnaíba; Bacia do Araripe Bacia do Iguatu Supracrustais Cambrianas de Baixo Grau – Bacia do Cococi;	Planaltos sedimentares – Glint da Ibiapaba Chapada do Araripe; Bacia Intracratônica Iguatu-Icó Bacia Intracratônica
Litologias Pré-Cambrianas: Intrusões Graníticas Rochas do Embasamento Cristalino	Maciços Cristalinos; Depressão Sertaneja – Superfície Sertaneja com 300 a 450 m; Superfície Sertaneja, com 200 a 300 m

Em termos gerais as formas de relevo e a geomorfologia regional da RHAJ apresentam:

- a Depressão Sertaneja, circundenudacional, com superfícies suavemente onduladas, de solos rasos, pedregosos e com afloramentos de rochas;
- maciços isolados e alinhamento de cristas e vales, resultantes da erosão diferencial;
- a Chapada do Araripe e o *glint* da Ibiapaba como as feições mais elevadas;
- superfícies erosivas bordejadas por maciços cristalinos e bordas de bacias sedimentares (Araripe e Parnaíba);

- superfície planas e algumas alongadas (Planície fluvial) conformadas por coberturas Colúvio-Eluviais dos Glacis de deposição e a Formação Moura.

- Depressão Sertaneja

A Depressão Sertaneja corresponde à principal feição encontrada nos Escudos e Maciços Pré-Cambrianos/Antigos da Região. São representadas por áreas pediplanadas dissecadas ou em processo de dissecação e por áreas com pediplanos, pontilhadas por maciços residuais e por tabuleiros interiores, de quando em quando. Este compartimento geomorfológico compõe o Complexo Nordestino do Pré-Cambriano Indiviso, notadamente do Inferior a Médio, compostos por quartzito ferruginoso, gnaisses variegados, migmatismos heterogêneos e homogêneos.

Suas superfícies foram desenvolvidas em rochas cristalinas, suítes magmáticas, deformadas por diastrofismos e truncadas por processos erosivos gerando superfícies de aplainamento ou pediplanação, durante o Quaternário (Pleistoceno) (NASCIMENTO et al, 2010). Detém primazia espacial e possui dois níveis topográficos: um mais baixo, 200 a 300m de altitude; outro nível mais elevado, 300 a 450m. As partes mais elevadas representam superfícies próximas ao município de Tauá e a oeste, avançando para o contato com o *glint* da Ibiapaba.

Nessas áreas ocorrem fortes variações térmicas diurnas promovendo intemperismo mecânico com desagregação de rochas como regra no processo de peneplanização e seus recuos de vertentes. A termoclastia proeminente e desgastada dos litotipos e seus minerais, quando as variações de temperatura, ocasionam o efeito acebolamento, desagregando blocos e detritos rochosos de variadas dimensões. O escoamento superficial complementa o quadro de processos

dominantes na atual condição de elaboração das superfícies semiáridas sertanejas (SOUZA et al., 2005; NASCIMENTO, 2006).

As áreas pediplanadas dissecadas ou em dissecção pela rede de drenagem, sobretudo dendrítica, marcam a Depressão Sertaneja na RHAJ, podendo ser registradas áreas de colmatagem em planícies colúvio-aluvionares nas áreas mais rebaixadas. Os Pediplanos, de *per si*, correspondem à depressão sertaneja com suas formas planas a suavemente onduladas, com intemperismo físico quebrando os litotipos no tempo de sua resistência e arranjo mineralógico. Quando estas áreas mantêm contato com os tabuleiros interiores, maciços residuais e os sistemas de cristas cristalinas, a ruptura topográfica é evidente.

Por todos os quadrantes da Região, tais depressões se estendem desde os maciços residuais e cristas, fazendo contato discordante com as bacias sedimentares. Em todos os casos, coalescem pedimentos orientando em direção aos fundos de vales, ou em contato com os Glacis de deposição interiores que formam tabuleiros. Há, também, formação de depósitos sedimentares Cenozóicos proferidos pelas áreas de acumulação inundáveis, distribuídas dispersamente e nos setores mais rebaixados. Comumente, essas áreas formam lagoas temporárias cercadas por carnaúbas.

As zonas de aquíferos no cristalino são exíguas em razão das rochas serem impermeáveis. As características hidrogeológicas ocorrem por percolação e relativa concentração ao longo das fraturas (fraturas de tensão e alívio de tensão, com seus espaços em planos paralelos à compressão) diáclases e linhas de falhas.

Nos episódios de tectônicas de distensão, o diaclasamento e basculamento podem originar espaços entre as rochas cristalinas, os quais podem armazenar água no seu interior. Por isso, as falhas transcorrentes com suas superfícies irregulares, podem ser gerados espaços vazios, que podem ser preenchidos por águas (Ceará, 1992).

Portanto, diz-se que as condicionantes estruturais e tectônicas proporcionam pequenos aportes de água subterrâneos na Depressão Sertaneja com seu embasamento cristalino. Algumas vezes, são verificados aquíferos fissurais dispersos em zonas de cisalhamentos, com falhas e fraturas. Destacam-se os setores e prolongamentos das Falhas ou zonas de cisalhamento (Senador Pompeu, Tatajuba, Farias Brito e Patos). Nas áreas que são sobrelevadas, essas ocorrências subterrâneas podem se fazer presentes.

- Maciços

Os maciços cristalinos são porções da crosta terrestre correspondentes ao assoalho de dobramentos velhos, soerguidos e arrasados pela erosão várias vezes, muito desgastados por processos erosivos ao longo do Terciário (PENTEADO, 1983; NASCIMENTO, 2006). Essas feições elevam-se como relevos contrastantes na fisiologia da paisagem, promovendo variações ecológicas, implicando significativas diferenças no uso do solo (AB'SABER, 1999).

Na área os maciços cristalinos apresentam-se como elevações residuais variando em altitudes de 500 a 650 metros. Estes relevos estão como relevos isolados a noroeste, em estudo em contato com o *glint* da Ibiapaba; a norte como parte oeste dos maciços do Ceará Central; e a sudoeste nas proximidades da Chapada do Araripe. As rochas metamórficas compõem sua litoestratigrafia, porém há destaque em corpos graníticos (maciços a sudoeste), limitados pelas zonas de cisalhamento Tatajuba e Farias Brito (SILVA e MAIA, 2017).

Estes autores citam o predomínio de cristas e vales nas direções NE-SW, N-S e E-W no compartimento morfoestrutural referente às bacias

sedimentares do Parnaíba, Araripe e Iguatu-Icó, possivelmente associadas às reativações de estruturas antigas do embasamento após a instalação das bacias.



Destacando-se sobre a depressão sertaneja emergem maciços isolados e alinhamento de cristas e vales, possibilitados pelo trabalho expressivo da erosão diferencial. São de idade mais antiga e estão representados pelos Escudos e Maciços Pré-Cambrianos. Apresentam geologia complexa, com unidades litoestratigráficas que registram tempos geológicos profundos atinentes ao Neoproterozoico e Paleoproterozoico e ao Paleoproterozoico. Relativo ao Pré-Cambriano, na RHAJ encontram-se as unidades litoestratigráficas de rochas do Embasamento Cristalino indiscriminado, intrusões graníticas, suíte Granitóide, Granitóides Diversos, Suítes Máficas e Granitóide e Granitóide e setores indiferenciados são registrados pela CPRM (2003).

Na RHAJ há relevos residuais elevados erosivos dissecados em cristas, relevos residuais elevados dissecados em colinas rebaixadas e cristas residuais. Os residuais elevados erosivos dissecados em cristas representam os relevos de maiores altimetrias, com seus pontos culminantes dissecados em cristas por erosão diferencial, drenagem bem entalhada, formando canais de 1ª ordem. São os próprios Maciços Residuais, variando de 500 a 600m, e de forte processo de denudação.

No geral, destoam das depressões periféricas, com vertentes íngremes, interflúvios dissecados e colinas rasas, além de algumas cristas mais aguçadas em graus de xistosidade distintas, em face das propriedades geomorfológicas das rochas e à erosão diferencial.

- Chapadas com Sedimentos Paleozóicos e Mesozóicos

A bacia sedimentar do paleozóico é representada pela Bacia do Parnaíba (a), e os sedimentos mesozóicos são caracterizados pelas bacias sedimentares do Araripe (b) e do Iguatu-Icó (c). A primeira comporta o Planalto Sedimentar da Ibiapaba (Serra Grande). A segunda, a Chapada do Araripe, está disposta e conformada em sedimentos do Cretáceo. E a última está ligada às bacias interiores do Nordeste do Brasil, intracratônica com material do Cretáceo Inferior.

a) Bacia do Parnaíba

O Planalto da Ibiapaba ocorre no extremo Oeste com segmentação para Noroeste, em contato discordante com embasamento cristalino indiscriminado e com a bacia sedimentar do Cococi, perpendicularmente, na borda da Bacia do Parnaíba, na altura do município de Parambu.

Os sedimentos paleozóicos na área são divididos por dois períodos: o Cambriano referente à bacia sedimentar do Cococi e o Siluriano,

referente à bacia sedimentar do Parnaíba; esta com afloramento de idade Siluro-devoniana confirmada pela Formação Serra Grande.

Importante destacar que há um *glint* na vertente leste da Ibiapaba, portanto a noroeste da área, em contato com o embasamento cristalino, o qual sustenta rochas cristalinas topo por através de rochas sedimentares, modelado pela ação da erosão diferencial (CLAUDINO-SALES e LIRA, 2011; SILVA e MAIA, 2017). Todavia, a escarpa perde altitude, sendo menos expressiva que seu prolongamento para o setor norte, com menos festonamento e mais retilínea e rebaixada.

Já a Bacia Sedimentar do Cococi tem sua unidade litoestratigráfica/associação litológica pertencente ao Grupo Rio Jucá. Esta ainda é composta pela Formação Melancia, formada por Sedimentos de leque aluvial, fácies proximal; Formação Riacho Angico Torto – Sedimentos de leque aluvial, fácies proximal, sobressaindo-se a Formação Cococi, composta por Sedimentos de leque aluvial, fácies distal. A Formação Cococi representa uma unidade tectonoestratigráfica Paleozóico Bacia transtensiva.

b) Bacia do Araripe:

Presente na RHAJ em setores de nascentes a Sul e Sudeste. Apresenta dois subcompartimentos geomorfológicos - Cimeira estrutural do Araripe e Escarpas do Araripe. Limita-se com maciços e depressão sertaneja, de modo discordante, por uma linha de escarpa. Segundo Silva e Maia (2017) esta linha de escarpa é fortemente delimitada por falhas regionais de mesma direção (W-E), onde se destaca a Zona de Cisalhamento Patos e sua cimeira que se apresenta quase plana.

A bacia do Araripe, localiza-se nos limites meridionais do Ceará, em divisa com os estados de Pernambuco e Piauí. É um típico relevo em mesa/tabuliforme com camadas sobrepostas concordantes horizontais ou mesmo sub-horizontais (Cimeira Estrutural do Araripe), entrecortadas por superfície de erosão com cerca de 180km de extensão e largura com até 70km. Tem altimetria entre 700-900 m e declividade de 2% a 8%, predominantemente plano. Suas feições visíveis são sustentadas pelos arenitos siltitos da Formação Exu.

Seus rebordos estão geralmente associados a folhelhos, concreções calcárias e argilitos da Formação Santana (SOUZA, 1988; CEARÁ, 1989). É aí onde se exhibe a portentosa Escarpa da Chapada do Araripe, com declividades médias a altas e certos festonamentos dissecados, entre as superfícies aplainadas do topo e da base. É a mais expressiva feição geomorfológica do sul cearense (CEARÁ, 1989; RIBEIRO, 2012, 2017; CORREA et al. 2015).

Nos sedimentos permoporosos da Chapada do Araripe, os poucos canais de drenagem se comportam como nascentes da RHAJ e dissecam parte da vertente norte da Chapada, que ao direcionarem-se aos sertões das depressões semiáridas, começam a formar vales de hierarquias menores para maiores, contribuintes do exutório Jaguaribe nesta RH. Toda a Chapada, tem função hidroecológica muito importante como dispersora de drenagem e divisora de importantes bacias hidrográficas no Ceará, Piauí e Pernambuco.

c) Bacia Intracratônica do Iguatu-Icó

Tem comportamento estrutural análogo às demais bacias sedimentares cretáceas do Nordeste brasileiro. Ela foi originada em depressões

tectônicas já constantes do embasamento, com subsidência na fase sedimentar. Tiveram importância no desenvolvimento da bacia, a reativação do lineamento da Paraíba e o estabelecimento de novos falhamentos durante o Cretáceo Inferior (Ceará, 1989).

Os processos geológicos e tectônicos do Cretáceo, diretamente ligados a abertura do Oceano Atlântico, levaram ao desenvolvimento de falhas com abertura de grabens e a formação de bacias sedimentares denominadas Bacias Interiores do Nordeste, a exemplo das bacias do Grupo Iguatu-Icó (MABESOONE e CAMPANA, 1974; VASCONCELOS, 1998; LIMA et al., 2019).

Segundo CPRM (2003), a divisão litoestratigráfica do Grupo Iguatu-Icó ocorre com a bacia sedimentar homônima, e as bacias de Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó, adjacentes à faixa orogênica Orós e Jaguaribe. Do topo à base, estas se dividem em quatro formações: Icó, Malhada Vermelha, Lima Campos e Moura.

Os contatos do material sedimentar com as litologias mais antigas ocorrem por meio de falhas extensas e dispostas, comumente de leste para oeste (LIMA et al., 2019). A ação morfodinâmica dos cursos d'água na região são posteriores ao contexto litológico-estrutural das bacias sedimentares em avaliação. Isso justifica a existência de materiais de neoformação sobre as bacias intracratônicas já citados.

As condições litoestratigráficas da unidade basal do grupo é a Formação Icó que ocorre somente na bacia do Iguatu. Tal formação tem sistemas deposicionais em modestos leques aluviais coalescentes, formados por arenitos arcósicos e líticos, grosseiros a conglomeráticos, em bancos espessos e cruzamento de estratificações. Há intercalações de arenitos médios e finos, ambos vermelhos.

Sotoposta a esta, está a formação Malhada Vermelha, oriunda de sistema deposicional lacustre raso, com ritmitos de siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos e verdes, ausente em estratificação de acamamentos delgados (LIMA et al, 2019).

A unidade superior do grupo Iguatu-Icó é a formação Lima Campos, cujo sistema deposicional apresenta-se como fluvial. Na sua composição litológica tem-se arenitos arcósicos, grosseiros, com estratificações cruzadas, formados de arenitos finos a médios, micáceos, siltitos e folhelhos verdes e vermelhos e intercalações de margas. Por fim, a unidade designada como formação Moura é composta por arenitos grosseiros a médios, siltes e argilas, vermelhos, mal consolidados de idade terciária.

- Formação Moura; Planície Fluvial e Cobertura Colúvio-Eluviais/Tabuleiro Interiores

Na Bacia Iguatu-Icó se encontra, também, a Formação Moura, a qual representa Cobertura Cenozóicos com materiais detríticos terciário-quadernários (VASCONCELOS, 1998; MABESOONE, e CAMPANA, 1974). Corresponde à sedimentos superficiais presentes na área por evento erosivo regional que marca a exumação e sedimentação concomitante durante o Neógeno” (SILVA e MAIA, 2017).

Sua espessura chega a atingir 50m, composta por depósitos sedimentares inconsolidados, em sequência: conglomerado basal, polimítico, de matriz arenosa grosseira, com seixos e calhaus, fracamente cimentado por material silto-arenoso, coloração ligeiramente avermelhada e os seixos variam de subangulosos a subarredondados; camadas de areias, siltitos e argilas de coloração avermelhada, em bancos maciços, usualmente intercalados com areias grosseiras e conglomerados (VASCONCELOS, 1998; MABESOONE e CAMPANA, 1974).

A Formação Moura, os depósitos aluviais e as coberturas colúvio-eluviais são constituídos pelos sedimentos cenozóicos das formações superficiais que compreendem litologias das três unidades sedimentares: Depósitos Aluviais, Cobertura Colúvio-Eluviais e Formação Moura (GOMES et.al. 2000). Destas, os sedimentos aluviais representam as planícies da área.

No exutório do Rio Jaguaribe nesta RH é onde se espraiam as maiores disposições de acúmulos de sedimentos, seguido pelos depósitos no Rio dos Bastiões e sobre a bacia sedimentar intracratônica do Iguatu-Icó. O Rio dos Bastiões é um canal de 7º ordem com traçado seguindo a falha Tatajuba.

As Planícies Fluviais são as unidades geomorfológicas mais importantes no rol destas coberturas Cenozóicas. Constituem Depósitos Aluviais em áreas planas, dada a acumulação fluvial com sedimentos de neoformação. São áreas sujeitas a inundações recorrentes durante o período de chuvas. Embora constituam APPs, são muito procuradas para agricultura de vazante em razão de suas melhores condições edafoclimáticas em meio ao semiárido, mas com solos halomórficos de drenagem imperfeita e com ocorrências de salinização. Constituem-se em depósitos aluviais lindeiros às calhas dos principais rios, cujos são intermitentes sazonais, perenizados somente em função de sistema de açudagem.

Os vales fluviais apresentam pequeno entalhe em modesta amplitude altimétrica, entre interflúvios e fundos de vales, na relação espaços areolares-lineares. São modestamente inclinados e têm perfis transversais com vertentes planas ou ligeiramente côncavas. Exceção cabe às áreas de nascentes nos maciços cristalinos e nas bacias sedimentares do Araripe de Parnaíba, onde esses declives são acentuados.

Os leitos arenosos e com ocorrência de cascalheiros, em alguns casos, advém, em parte, da inclusão de transportados pelas chuvas torrenciais.

Com transição para setores areolares, essa dinâmica enseja na ocorrência de rampas coalescentes que passam a constituir as superfícies sertanejas, genericamente arrasadas pelos intemperismos e suas ações, nesta mesma lógica estão as áreas de acumulação inundáveis.

As paisagens de planícies são de evolução recente e estão associadas, originalmente, a matas ciliares e solos mais profundos. A montante, seus canais de drenagem entalham as bacias sedimentares, com marcas da ação hidráulica e da corrosão fluvial.

Já nos terrenos do embasamento cristalino, as drenagens são modestas e mais estreitas; assumem maiores larguras no baixo curso, já na altura de Orós. Todavia, é no alto curso da região hidrográfica onde o poder energético e de entalhe é maior, com maior capacidade de escavar vales e competência em transportar sedimentos. Já em Iguatu, a drenagem superimpõe a Formação Moura, na Bacia Sedimentar Intracratônica do Iguatu-Icó.

Em Iguatu e Orós, há ampliação da capacidade de sedimentação fluvial com sedimentos de selecionados e de fino calibre. As frações arenosas e siltico-argilosa predominam onde o vale em tela tem máximas largura e hierarquia de drenagem. São nesses ambientes, por exemplo, onde estão em maior quantidade (km²), os neossolos flúvicos, originalmente revestidos por matas ciliares.

A existência de aluviões, segundo Nascimento (2016b), espraiam-se no baixo curso do exutório desta RH com relevos de litologia composta por areais finos a grosseiros, podendo estar misturados com clásticos finos, cascalhos inconsolidados e blocos, e argila com matéria orgânica em decomposição.

Essas planícies, em zonação de geomorfologia fluvial, comportam as várzeas, típicas das planícies fluviais, inundadas durante o período de chuvas mais concentradas. O leito menor do Rio Jaguaribe é ocupado,

em seu período seco, pela agricultura de vazante. Há concentrações de mata ciliar de carnaúba (*Copernícia cerifera*) em alguns trechos, que se desenvolvem em depósitos aluviais areno-argilosos, chegando a compor a chamada várzea baixa. As várzeas altas, segundo Nascimento (2006), são as fácies abrigadas de inundações, com solos mais pronunciados.

Nestas áreas, com diques marginais, é onde ocorrem alguns antigos terraços fluviais/terraços abandonados, atrelados aos canais e vales dos rios Jaguaribe e principais tributários, em seu alto curso. Nos médios cursos, o material dendrítico é composto de areias grosseiras em mistura com seixos arestados. A jusante, o material fino e retrabalhado tem natureza areno-argilosa de origem sedimentar.

As aluviões na RHAJ estão sujeitas a hidromorfismo, pois são lindeiras às planícies fluviais, às planícies flúvio-lacustres e às áreas de inundações sazonais.

As Coberturas Colúvio-Eluviais são marcadas pelos Tabuleiros Interiores; desde os sopés das bacias sedimentares presentes na RHAJ até a confluência do exutório da RH com o Rio Salgado, após a cidade de Icó, encontrando-se dispersas na área.

São Coberturas Sedimentares Cenozóicas, compondo depósitos colúvio-aluvionares de distintas fácies. Têm morfologia esbatida, topografia mais plana, desenvolvidas de modo tabular, com baixa e fraca incisa de drenagem, usualmente associadas a antigos terraços fluviais. Atualmente são ocupadas com agricultura de plantio temporário, em busca de melhores condições de solos/argissolos.

Nos sopés das bacias sedimentares do Araripe e do Parnaíba sua ocorrência é mais frequente, denotando heranças de recuos de vertentes do material componente destas bacias, provavelmente, como

resquício de etchaplanção. São mais proeminentes nos municípios no alto e baixo curso da Região.

2.3. Solos

A biodiversidade local e regional é função dos ecossistemas variados encontrados e está diretamente ligada aos domínios fitogeográficos e faunísticos encontrados na RH. Fatores paleoambientais, biogeográficos e ecológicos, espaço-temporais e modeladores das paisagens, através da geoecologia e atividades socioeconômicas, tornam os domínios fitogeográficos complexos e variados (NASCIMENTO e CARVALHO, 2003).

Assim, tem-se que as províncias geológicas relacionadas às bacias sedimentares, escudos cristalinos e depósitos de deposição Tércio-Quaternária concorrem para a diversidade de paisagens no quadro regional. Isto posto, os fatores climáticos, edafológicos e bióticos estão compreendidos nos inter-relacionamentos atuais, dos quais depende a distribuição vegetal.

As associações de solos e os domínios vegetacionais são fatores que influenciam a estabilidade ambiental na RHAJ, estando intimamente ligados, revestindo e capeando, em respectivo, a litosfera e seus materiais de alteração com colúvios e alúvios.

A existência de ambientes hidromórficos (vales fluviais e seus terraços), solos mais profundos, solos arenosos e argilosos ajudam na diversidade das condições geobotânicas sob prevalência das caatingas semiáridas.

CEARÁ (2009) cita que na Chapada do Araripe predominam solos mais profundos com domínio de Latossolos derivados de arenito da Formação Exu, caracterizados pela baixa reserva de nutrientes, mas bastante

produtivos se bem manejados. Nos relevos planos e ondulados estão os Luvissole Crômico e Neossolo Flúvico, com boas condições de fertilidade natural; nas altas vertentes e nos níveis residuais, os Neossolo Litólico e Afloramentos Rochosos; nos níveis aplainados dos sertões encontram-se os Planossolo Háptico e Vertissolo e nas planícies dos rios e riachos, os Neossolos Flúvicos, dos quais alguns apresentam problemas de baixa fertilidade e de salinização.

Já a cobertura vegetal tem sua predominância nas caatingas, a qual se apresenta fortemente degradada e, bastante modificada, o mesmo acontecendo para as planícies aluviais onde se encontram as matas ciliares, também bastante degradadas (FUNCEME, 2009 in CEARÁ, 2009).

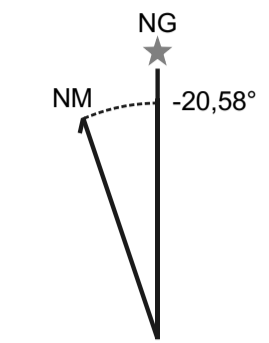
Na RHAJ predominam os solos do tipo: Argissolos; Latossolos, Luvissoles, Neossolos Litólicos; Neossolos Regolíticos, Nitssolos, Planossolos e Vertissolos (Mapa de Solos). As características de cada um desses estão descritas na sequência do texto:

- Argissolos

Estão entre as classes de solos mais comuns no semiárido nordestino. Todavia, a RHAJ foge um pouco a esta regra, uma vez que as porções deste tipo pedológico mapeáveis são encontrados em maiores concentrações nas proximidades dos açudes Várzea do Boi e Bengué, Sudoeste e Noroeste, nesta ordem.

Sua origem e seu desenvolvimento envolvem diversos materiais originários a partir de alterações de variados litotipos de rochas cristalinas. São constituídos por material mineral e são notáveis por horizonte B textural de argila com atividade baixa ou alta, associada a saturação de bases baixas ou caráter álico.

**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

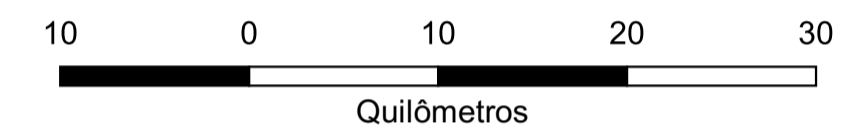
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

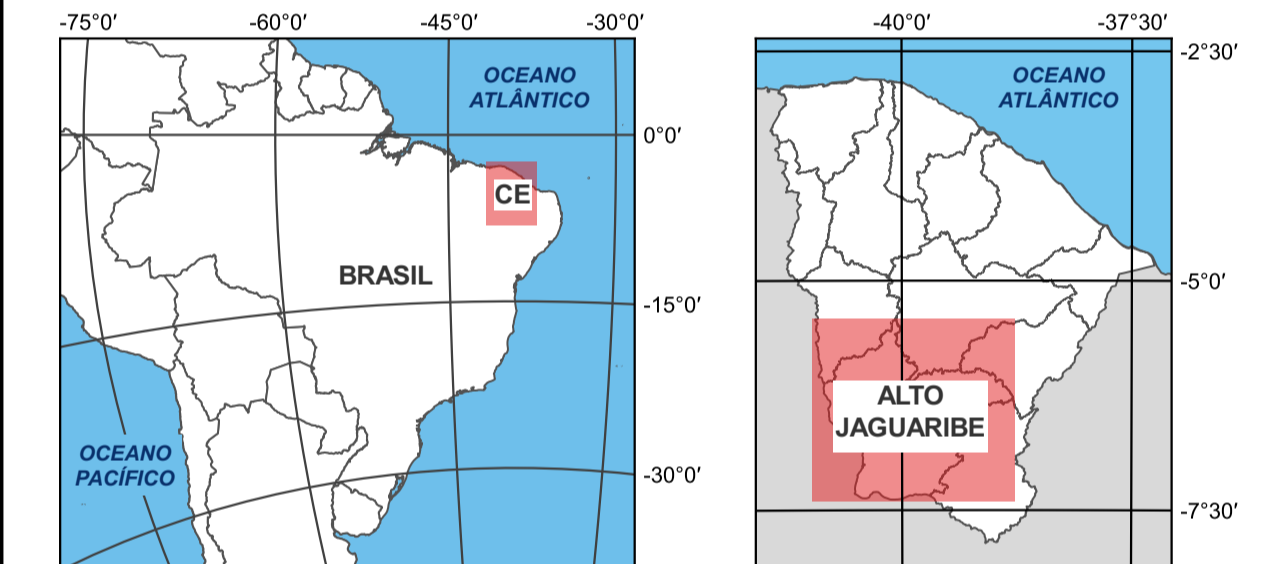
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

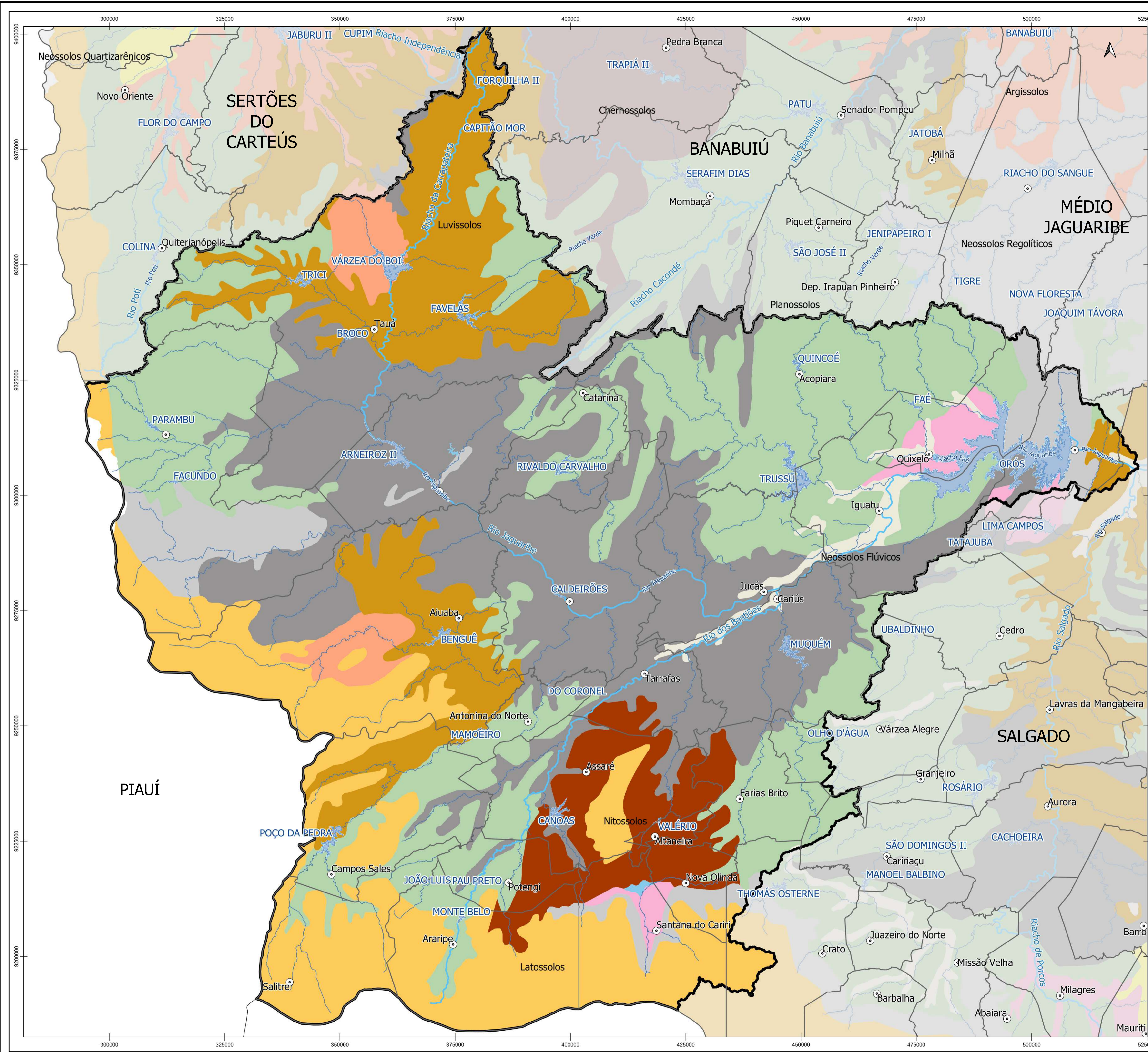
- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Regiões Hidrográficas do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2021)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Rios Principais (ANA, 2016)

Solos	
	Argissolos
	Chernossolos
	Latosolos
	Luvisolos
	Neossolos Flúvicos
	Neossolos Litólicos
	Neossolos Regolíticos
	Nitossolos
	Planossolos
	Vertissolos

ELABORAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



Estes solos, ocorrendo nos Maciços em alinhamento de Cristas, são geralmente distróficos. Quando chegam a revestirem os tabuleiros interiores, sua fertilidade aumenta, variando de média a alta fertilidade; são solos eutróficos.

Quando há diastrofismo, sua fertilidade natural é baixa e tem forte acidez, necessitando da adição de corretivos e fertilizantes para o uso agrícola, por exemplo os Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos. Já os Eutróficos têm de média a alta fertilidade natural, sendo mais demandados ao uso agrícola. Contudo, em função das restrições topográficas, seu uso e sua ocupação podem ficar comprometidos.

- Luvisolos

Há representativas e concentradas manchas deste tipo de solo na RH, podendo se estender por mais de 65 km. Suas maiores concentrações se dão no Açude Poço da Pedra, em Campos Sales, até Antonina do Norte e Aiuaba e na região de Tauá, nos Açudes Trici e Várzea do Boi, já adentrando os Sertões de Crateús, fora da RHAJ.

Estão associados aos Neossolos Litólicos, Latossolos e Argissolos Vermelho-Amarelo, em relevos pediplanados e planos dos Sertões e pés de serras. Estão desenvolvidos a partir de rochas anfíbolitos e gnáissica-migamatíticas. São solos minerais com material de origem formado por saprolitos de rochas pré-cambrianas.

Outras características importantes envolvem: horizonte B textural, argila de alta atividade que produz fendilamentos durante as secas e não são hidromórficos. Nas áreas mais secas, com balanço hídrico mais deficitário, estes solos mostram material arestado de rochas graníticas e de quartzo, por exemplo, formando uma capa detríticas também conhecida como pavimento desértico.

São rasos ou profundos, moderadamente drenados, têm pH de ácido a quase neutros, com argilas de alta atividade, e de textura de média a argilosa, além de boa disponibilidade de minerais originários. Têm fertilidade natural de média a alta.

Essas áreas são muito procuradas para agropecuária extensiva e para agricultura de subsistência. E, pró-parte, correspondem a relevo ondulado de superfícies pediplanadas parcialmente dissecadas variando de 250 a 450 m de altitude. São muito susceptíveis à erosão e à desertificação, estando entre os setores com áreas fortemente degradadas e susceptíveis à desertificação do estado (NASCIMENTO, 2013; 2010b).

- Planossolos

Os Planossolos se distribuem por quase toda a RHAJ (Nordeste, Norte-Noroeste, Nordeste e Sudoeste), ocorrendo associados a uma maior variedade de solos.

São unidade pedológicas minerais com drenagem imperfeita, de cores acinzentadas e amarelo-claro acinzentadas, horizonte (sub) superficial eluvial, textura leve, em contrário com o horizonte B, ou mesmo tendo transição abrupta, porém subjacente. Esse contato tem adensamento e concentração de argila, permeabilidade lenta, com eventuais ocorrências de fragipã (EMBRAPA, 2006).

O Fragipã (responsável pela formação de lençol d'água suspenso e periódico, podendo oscilar ao longo do ano) é um horizonte mineral subsuperficial, endurecido na fase seca, contínuo ou presente em 50% ou mais do volume de outro horizonte, usualmente de textura média. Tem material de origem a partir de saprolito de gnaiss do Pré-Cambriano, de micaxisto Cambriano e de Plutônicas Ácidas (EMBRAPA, 1999).

Estes solos, medianamente profundos a pouco profundos, com perfis variando de A e E, às vezes sem o E; têm textura arenosa sobre um horizonte

Bt, pode ser colunar em estrutura, com textura média ou argilosa. Ocorrem em relevo plano a suave ondulado de trechos rebaixados e dissecados, podendo acompanhar as coleções hídricas. No geral são solos que se situam setores com fortes limitações pela escassez hídrica.

Têm elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, e condições físicas desfavoráveis ao seu manejo atrelado a susceptibilidade à erosão, devendo ser mitigados quanto ao uso e ocupação, em especial o agropecuário. São reconhecidos por limitações ao excesso d'água durante o quadro de chuvas regionais e, por balanço hídrico negativo durante as secas, ou seja, em condição de falta de umidade.

- Vertissolos

Foram mapeados em áreas do riacho Faé e no Município de Quixelô, assim como na área de influência direta do açude Orós (maiores extensões) e no município de Santana do Cariri, em patamares e rebordos da Chapada do Araripe.

São oriundos de sedimentos de granulometria fina e com elevados teores de magnésio e cálcio. Seu material de origem é variado, incluindo calcários, sedimentos Quaternários de várzeas, litotipos gnaisses ou anfibolitos, Pré-Cambrianos (JACOMINE et al, 1973 e Embrapa, 2006).

São solos muito plásticos e pegajosos durante o período chuvoso, de drenagem imperfeita, com permeabilidade desde retardada a muito lenta, chegando a encharcar, sendo muito duro ou extremamente duro quando secos; plásticos a muito plásticos e pegajosos a muito pegajosos quando molhados e susceptíveis à erosão.

- Neossolos Litólicos

A família dos Neossolos envolve os Litólicos, Neossos Flúvicos e os Regolíticos. Para a RHAJ pode-se descrevê-los da seguinte forma:

Distribuem-se da parte central da RH para todos os quadrantes da mesma, muito associados às zonas de falhas, cristas e vales encaixados pelo controle estrutural da drenagem. Por isso mesmo, ocorrem em parte significativa dos vales do exutório da RH e do Rio Bastiões.

Associam-se com variação de outras classes: argissolos, luvisolos, planossolos e com afloramentos de rochas. São solos rasos e minerais de Horizonte AC, formados só por Horizonte C com intemperização primária e blocos semi-desgastados pelo intemperismo ou Rocha Matriz (R). São eutróficos ou distróficos, com reação variando de fortemente ácido a praticamente neutro. Tem material originário comum com saprolito de gnaisses, migmatitos e de granitos. São muito limitantes à agricultura e têm alta suscetibilidade à erosão, fase pedregosa, rochosidade, falta d'água, aos fortes declives das áreas de maciços e alinhamentos de Cristas Residuais.

- Neossolos Flúvicos

Sua ocorrência nas paisagens é frequente nos setores de maiores larguras dos vales dos rios, onde o Rio dos Bastiões faz confluência com exutório, e apresentam hierarquia fluvial aumentada. Isso é notável a partir da cidade de Tarrafas, e entre as cidades de Jucás e Cariús, transcorrendo em faixa alongada até Iguatu e Quixelô. Estão lindeiros ao Rio Jaguaribe, Rio dos Bastiões e outros, além de poderem ocorrer em Áreas de Acumulação Sazonais.

São solos consequentes da acumulação fluvial e flúvio-lacustres recentes/Holoceno, encontrados nas calhas fluviais e várzeas, oferecendo grande potencialidade agrícola. O que, também, gera demanda de desmatamentos para uso da terra em APPs.

Podem ser mosqueados quando imperfeitamente drenados, e com médio a profundo ou a muito profundo desenvolvimento em perfil, com textura variando de arenosa a argilosa, moderada a imperfeitamente drenados. Sua composição química apresenta saturação e soma de bases trocáveis altas, com fósforo assimilável de médio a alto e com pH oscilando de ácido a levemente alcalino.

Ocorrem em áreas com certa planura resultantes de acumulação fluvial, sujeitas às inundações periódicas. Em algumas ocasiões são verificadas matas ciliares, em outras, a mata ripária já não existe em razão do desmatamento. Neste caso, há ocupação agrícola intensiva e extensiva, com predomínio da pequena produção agrícola de subsistência.

- Neossolos Regolíticos

As maiores concentrações deste solo ocorrem no perímetro e na área de influência direta do Açude Orós e da cidade homônima; além de em alguns pontos dispersos pela área drenada da RHAJ. São bastante procurados para o cultivo de culturas de subsistência: milho, feijão e mandioca; além de algodão arbóreo, herbáceo, caju e até mamona.

São pouco desenvolvidos e arenosos, podem ser cascalhentos. São profundos a moderadamente profundos, com médios a altos teores de minerais primários de fácil decomposição das frações areia e/ou cascalho (EMBRAPA, 1999).

- Latossolos

Sua formação deriva de material sedimentar que compõem os rebordos e patamares das chapadas da Ibiapaba e do Araripe, portanto no Sul,

Sudoeste e Oeste da RHAJ. No caso da bacia do Araripe, estes solos estão no platô de cimeira da Chapada do Araripe, nos arenitos da Formação Exu e são as porções predominantes.

São solos bem maduros e desenvolvidos, sua pedogênese se dá por bases trocáveis (nutrientes) e sílica em seu perfil, que podem ser removidos por lixiviação. São registrados o Latossolos Amarelo distrófico e o Latossolo Amarelo alumínico.

Estes solos têm boas características físicas, já que são profundos, leves e permoporosos, porém denotam fertilidade natural baixa. Demandam corretivos para reduzir sua acidez trocável, na inibição dos efeitos tóxicos dos alumínio (Latossolo Amarelo alumínico) aos vegetais (Jacomine et al, 1973).

Para os Latossolos oriundos do material parental da Bacia do Araripe, Cardoso (2012) cita a ocorrência do Latossolo Amarelo alumínico, encontrado na porção oeste do platô, com solos muito profundos e com grande porosidade, o que, juntamente com as características litológicas do substrato, condiciona a quase inexistência de drenagem na Chapada do Araripe e a formação do aquífero superior da Bacia Sedimentar, responsável pelas ressurgências que promovem a rede de drenagem.

- Nitossolos

Concentram-se na porção Nordeste da RHAJ, em áreas dos municípios de Altaneira, Potengi, Assaré, Nova Olinda, Farias Brito e Tarrafas. As descrições seguintes sobre este solo estão baseadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) da Embrapa Solos.

Os Nitossolos são constituídos por material mineral, com 350 g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, que apresentam horizonte B nítico subjacente. O horizonte B tem argila de atividade baixa ou atividade alta atrelada com caráter alumínico. Nos dois casos, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (incluindo BA).

Em geral, são solos bem drenados, profundos, moderadamente ácidos a ácidos, apresentando saturação por base alta ou baixa com composição caulínico-oxídica implicando na presença de argila de atividade baixa (JACOMINE, 2009). É considerado um solo de grande potencial agrícola, principalmente quando se apresenta com alta saturação por bases (LEPSCH, 2010). Em geral são solos que possuem de média a alta fertilidade natural, boas condições físicas e químicas, são bem drenados e sem maiores restrições quanto ao uso de máquinas agrícolas nas áreas de relevo menos acidentado.

2.3.1. Vegetação e uso da terra

A RHAJ, juntamente com a Região Hidrográfica do Salgado, compõe as mais representativas diversidades vegetacionais, fisionômicas e florísticas, especialmente com a ocorrência de Formações Florestais, em resquícios e fragmentos em Unidades de Conservação – como na Estação Ecológica de Aiuaba, na Depressão Sertaneja e na Chapada do Araripe, com a Floresta Nacional do Araripe, apresentando rico e diversificado mosaico de quadro Geobotânico

As principais formações vegetacionais, com áreas de tensão ecológica mapeadas são (Mapa Vegetação):

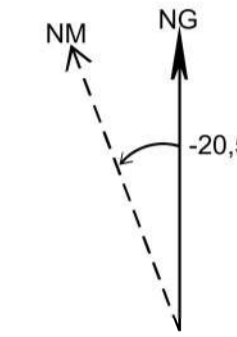
- Savana-Estépica Floresta (Td);
- Savana Estépica Arborizada (Ta), Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta de galeria;
- Contato Savana-Estépica/Floresta Estacional Ecótono (Tnt), contato Savana/Savana Estépica ecótono (STt);
- Contato Savana/Floresta Estacional – Ecótono (Snt).

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



**VEGETAÇÃO
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

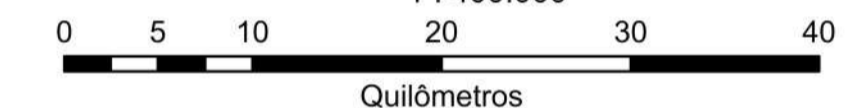
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Áreas urbanas (IBGE, 2012)
- Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

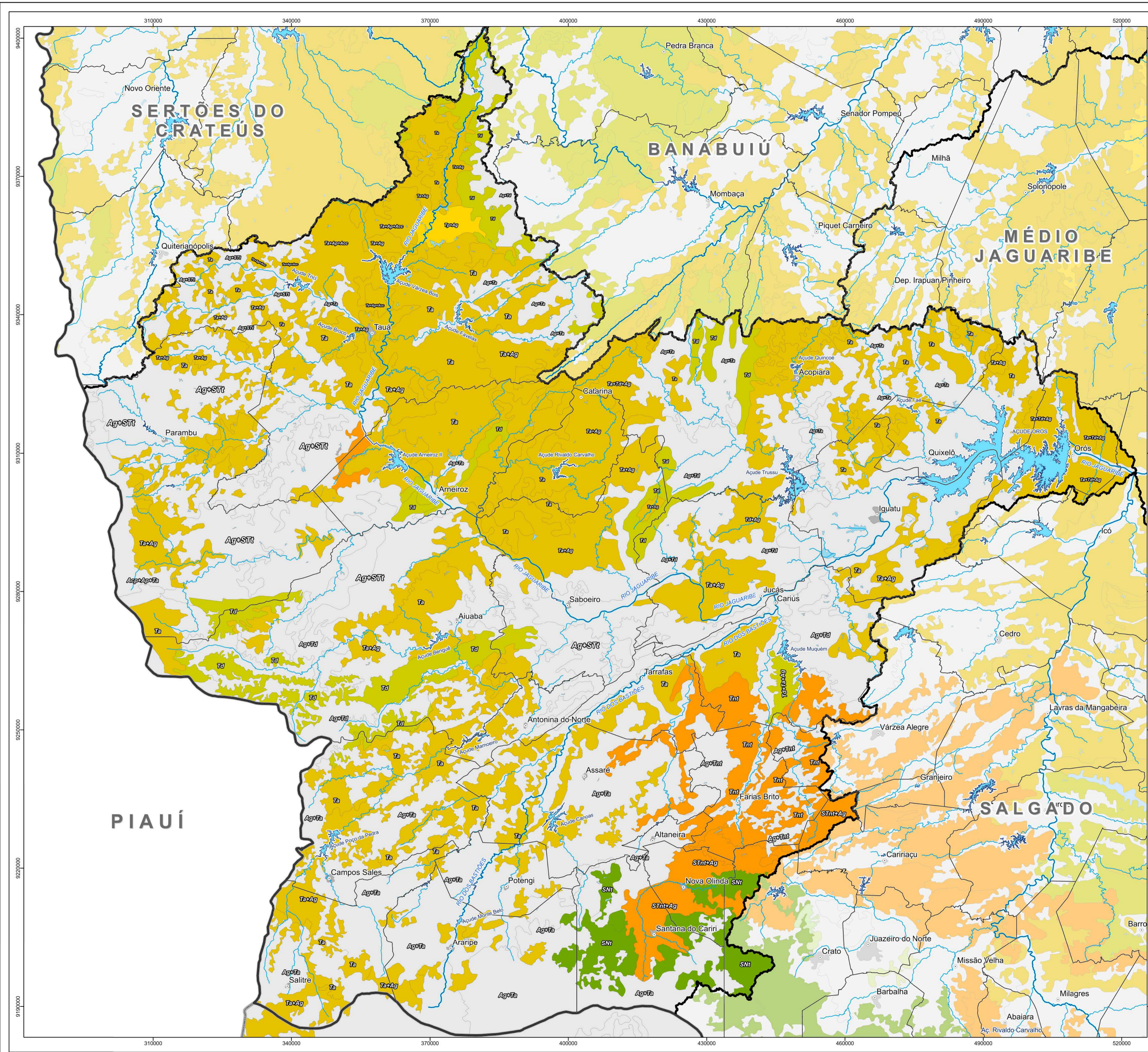
LEGENDA

- Classes de vegetação (IBGE, 2018)
- SAVANA-ESTÉPICA**
- Snt - Contato Savana / Floresta Estacional - Ecótono
 - Ta - Savana-Estéptica Arborizada
 - Tas - Savana-Estéptica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
 - Td - Savana-Estéptica Florestada
 - Tnt - Contato Savana-Estéptica/Floresta Estacional - Ecótono
 - STI - Contato Savana/Savana Estéptica- Ecótono
- ÁREAS DE TENSÃO ECOLÓGICA**
- Acc - Agricultura com Culturas Cíclicas
 - Acp - Agricultura com Culturas Permanentes
 - Ag - Agropecuária
 - Ap - Pecuária (pastagens)
 - lu - Influência urbana
 - Corpo d'água continental

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



Todavia, ao longo do processo de ocupação e formação territorial da RHAJ e de seus municípios e redes urbanas de cidades, os tipos vegetacionais foram sendo retirados, queimados ou substituídos por usos, consorciados ou não, relacionados à agropecuária e agricultura de sequeiro, pouco ou não tecnificada, descapitalizada e de baixo rendimento – como manejo predominante.

Advindo do processo de uso e ocupação (Mapa Uso e Cobertura do Solo), sobretudo no meio rural, existem diversas atividades produtivas do setor primário da economia, destacando-se:

- Agricultura com Culturas Cíclicas (Acc);
- Agricultura com Culturas Permanentes (AcP);
- Agropecuária (Ag);
- Pecuária/Pastagens (Ap).

A Savana-Estépica Floresta ocorre de forma dispersa e em pequenos fragmentos na RHAJ devido à degradação. São verificados resquícios da mesma na parte central e em afluentes do Rio dos Bastiões, na porção leste, nas proximidades do açude Benguê; e na margem esquerda do Rio Jaguaribe, entre os municípios de Catarina e Acopiara.

Em Santana do Cariri, Nova Olinda, Farias Brito e Tarrafas há presença, ainda notável, de contato Savana-Estépica/Floresta Estacional formando, portanto, um ecótono; este, associado ao contato Savana/Savana Estépica. Trata-se, portanto, da principal área de tensão ecológica em toda a RHAJ.

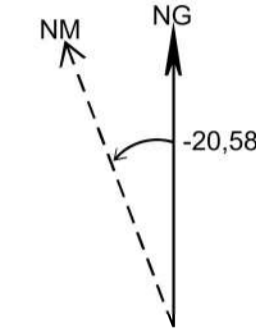
Estes mosaicos e ecótonos de paisagens vegetacionais formam ecossistemas mais diversificados em porte, fisionomia e florística vegetal, a par de diferentes estratos (arbóreos, arbustivos e herbáceos) assentados em solos eutróficos e distróficos envolvendo diversas classes pedológicas: Latossolos, Nitossolos, Neossolos Litólicos, Vertissolos e Neossolos Flúvicos.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



USO E COBERTURA DO SOLO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

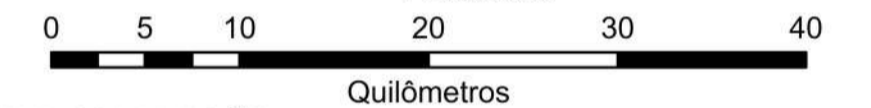
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

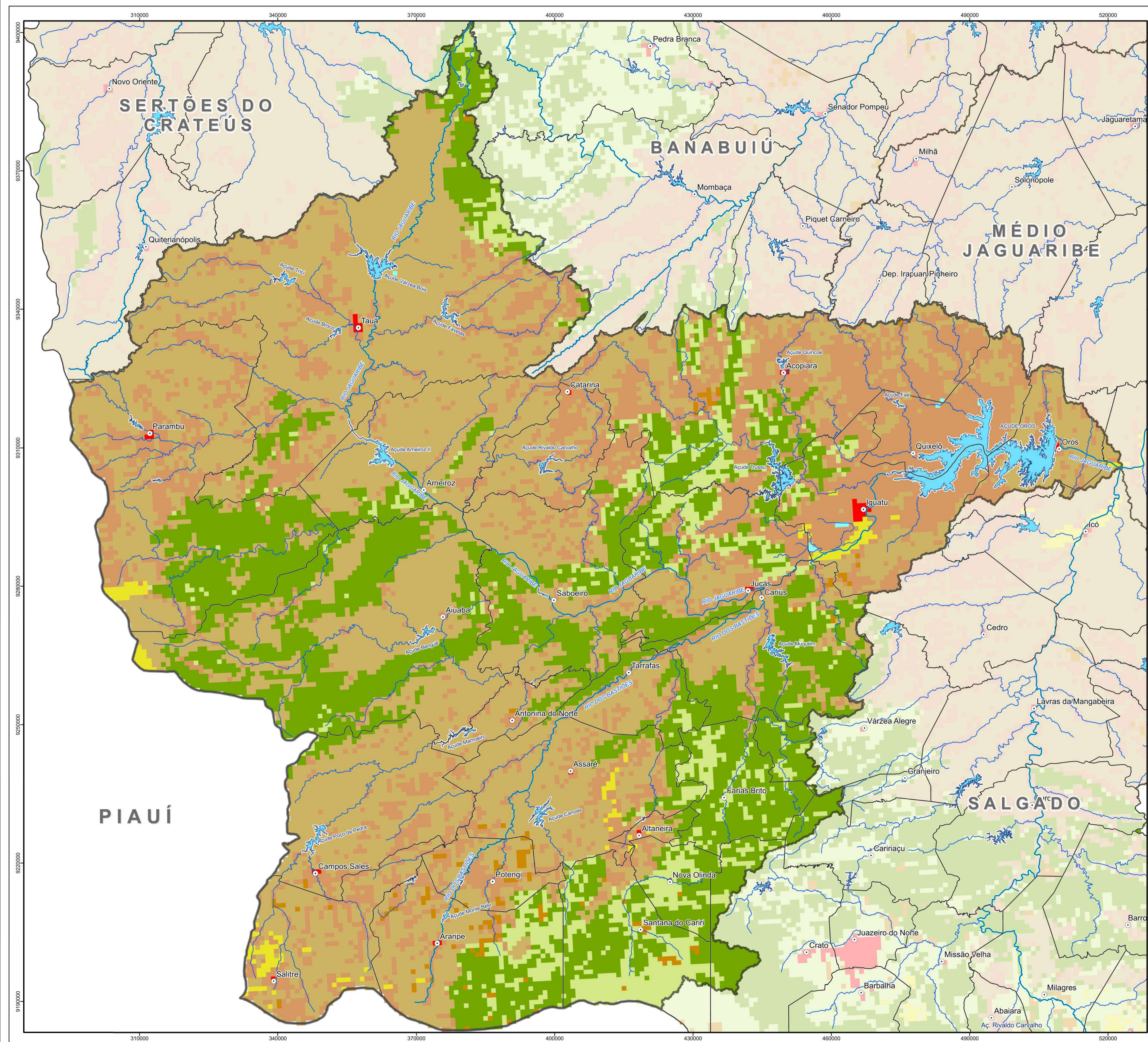
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



A proximidade deste contexto vegetacional e pedológico ocorre também em função dos sedimentos da bacia sedimentar do Araripe e das rochas metamorfozadas do cristalino, tornando os solos diversificados e favoráveis à colonização da vegetação.

A Floresta-Estacional ecótono está intimamente ligada aos sedimentos e condições geológicas de materiais primários associados à Bacia Sedimentar do Araripe, de sorte que tal mosaico se faz presente em áreas do platô e rebordos da Chapada do Araripe.

A Savana-Estépica Arborizada e Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta galeria ocorrem, preferencialmente, no Centro Norte para Noroeste da RHAJ, em regiões de maciços e cristas residuais e em setores penaplanados, com importantes ocorrências e concentrações de uma vasta mancha poligonal. A Serra de Catarina se sobressai entre os Maciços com importantes densidades do complexo vegetacional deste tipo. Ademais, há manchas dispersas no extremo Noroeste, Oeste e Sudoeste na área – nesta feita com mais frequência de fragmentos.

Assim como nas condições de ocorrências da Savana-Estépica/Floresta Estacional, no que se refere aos solos x vegetação, a Savana-Estépica Arborizada e Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta galeria (Ta, Tas), coloniza um complexo mosaico de associação de solos que envolvem como classes principais os seguintes tipos, distróficos e eutróficos: Latossolos, Nitossolos, Neossolos Litólicos, Vertissolos e Neossolos Flúvicos.

A Savana-Floresta Estacional (Snt) está sobretudo ligada às condições geológicas e morfológicas da Bacia Sedimentar do Araripe e de sua chapada derivada. Ou seja, os sedimentos das componentes da Bacia Sedimentar do Araripe e o platô da Chapada homônima, condicionam aspectos topográficos e geomorfológicos para o desenvolvimento de alguns solos mais profundos, como os Latossolos e Nitossolos.

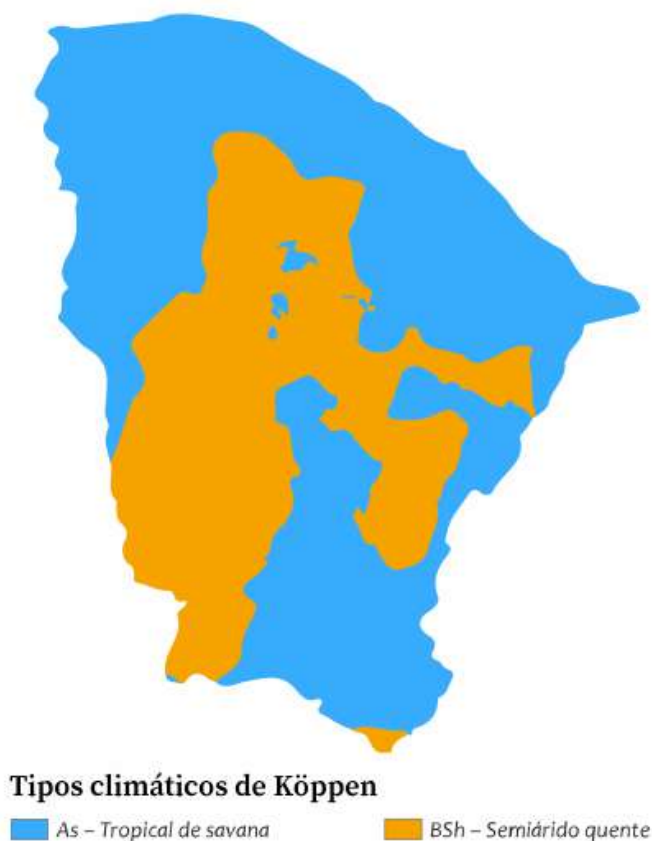
Assim, como se diversificam a composição mineral destes e de outros tipos de solos, como os Vertissolos. Esta formação florestal também acompanha rios e riachos na região, podendo estar atrelada aos Neossolos Flúvicos, e até mesmo alcançando alguns setores com Planossolos, onde faz transição ecológica para outros tipos vegetacionais.

2.4. Clima

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

O clima na RH do Alto Jaguaribe, segundo a classificação de Köppen para o estado do Ceará (Muniz et al., 2017), apresenta-se predominantemente, semiárido, seco e quente (BSh) (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Classificação de Köppen para o estado do Ceará



Fonte: Adaptado de Alvares et al (2013)

2.4.1. Dados Climatológicos

Para a caracterização climatológica da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe foram usados os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa, evaporação, insolação e nebulosidade das Normais Climatológicas do Brasil registradas no período de 1981-2010 para as estações climatológica de Campos Sales, Iguatu e Tauá.

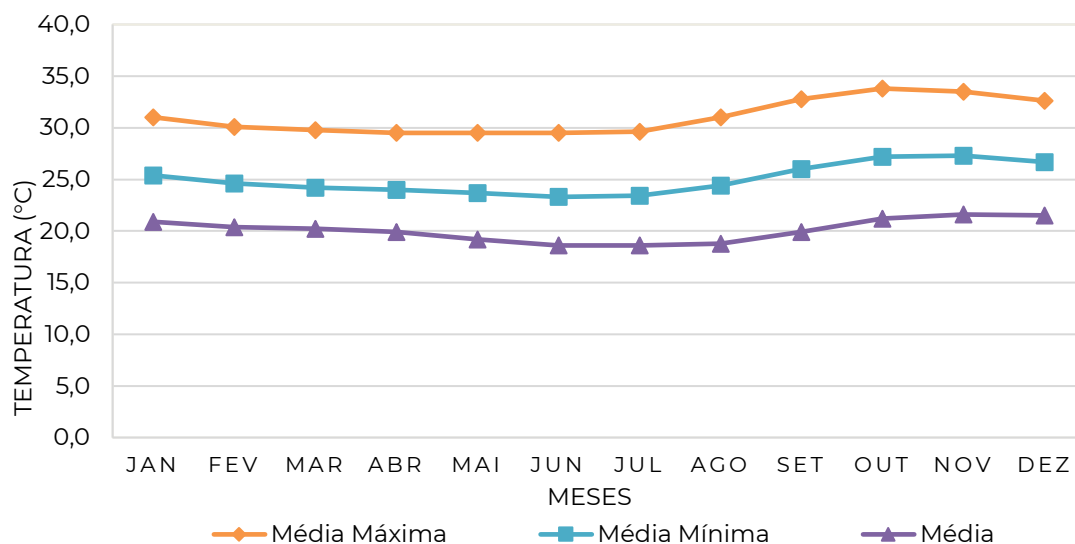
▪ Temperatura

As temperaturas na estação Campos Sales, que se localiza ao sul da Região Hidrográfica, são caracterizadas por temperaturas mais amenas com média anual em torno de 25° C. As médias das temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo o maior valor (33,8°C), no mês de outubro. Já as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a agosto, com a média das temperaturas mínimas atingindo o menor valor (18,6°C) em junho e julho. Na Tabela 2.4 e na Figura 2.3 são apresentadas as médias dos valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Campos Sales.

Tabela 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Campos Sales

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	31,0	30,1	29,8	29,5	29,5	29,5	29,6	31,0	32,8	33,8	33,5	32,6	31,1
Média	25,4	24,6	24,2	24,0	23,7	23,3	23,4	24,4	26,0	27,2	27,3	26,7	25,0
Mínima	20,9	20,4	20,2	19,9	19,2	18,6	18,6	18,8	19,9	21,2	21,6	21,5	20,1

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.3 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Campos Sales

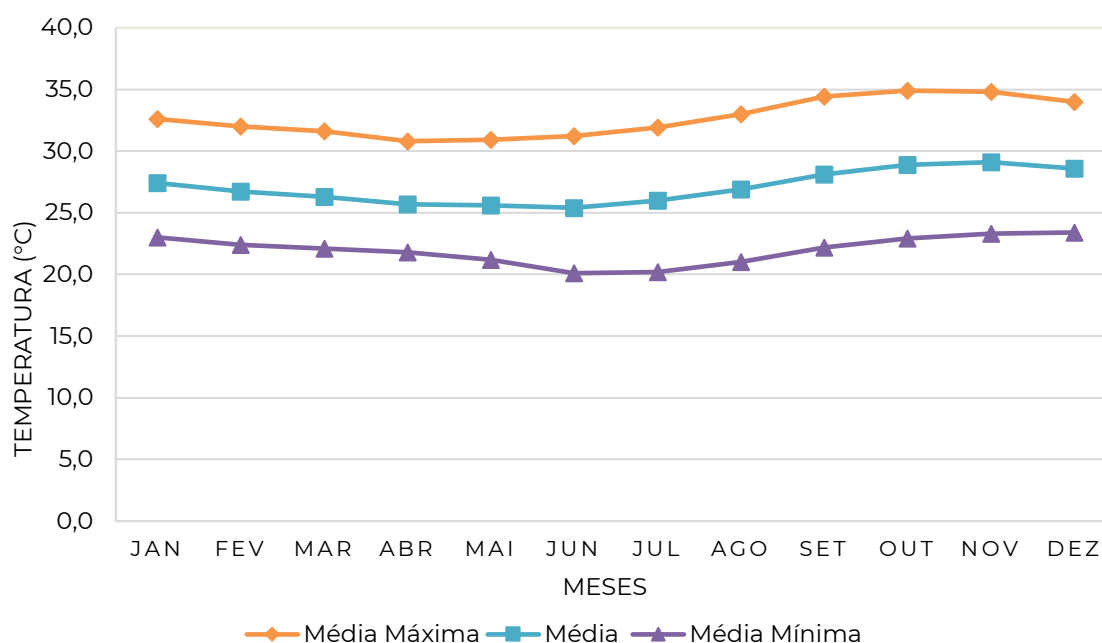
Fonte: INMET (2018).

As temperaturas na estação Tauá, que se localiza ao norte da Região Hidrográfica, são caracterizadas por temperaturas altas, com média anual variando entre 25,4 e 29,1° C. As médias das temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo o maior valor (34,9°C), no mês de outubro. Enquanto isso, as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a agosto, com a média das temperaturas mínimas atingindo o menor valor (20,1°C) em junho. Na Tabela 2.5 e na Figura 2.4 são apresentadas as médias dos valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Tauá.

Tabela 2.5 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Tauá

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	32,6	32,0	31,6	30,8	30,9	31,2	31,9	33,0	34,4	34,9	34,8	34,0	32,7
Média	27,4	26,7	26,3	25,7	25,6	25,4	26,0	26,9	28,1	28,9	29,1	28,6	27,1
Mínima	23,0	22,4	22,1	21,8	21,2	20,1	20,2	21,0	22,2	22,9	23,3	23,4	22,0

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Tauá

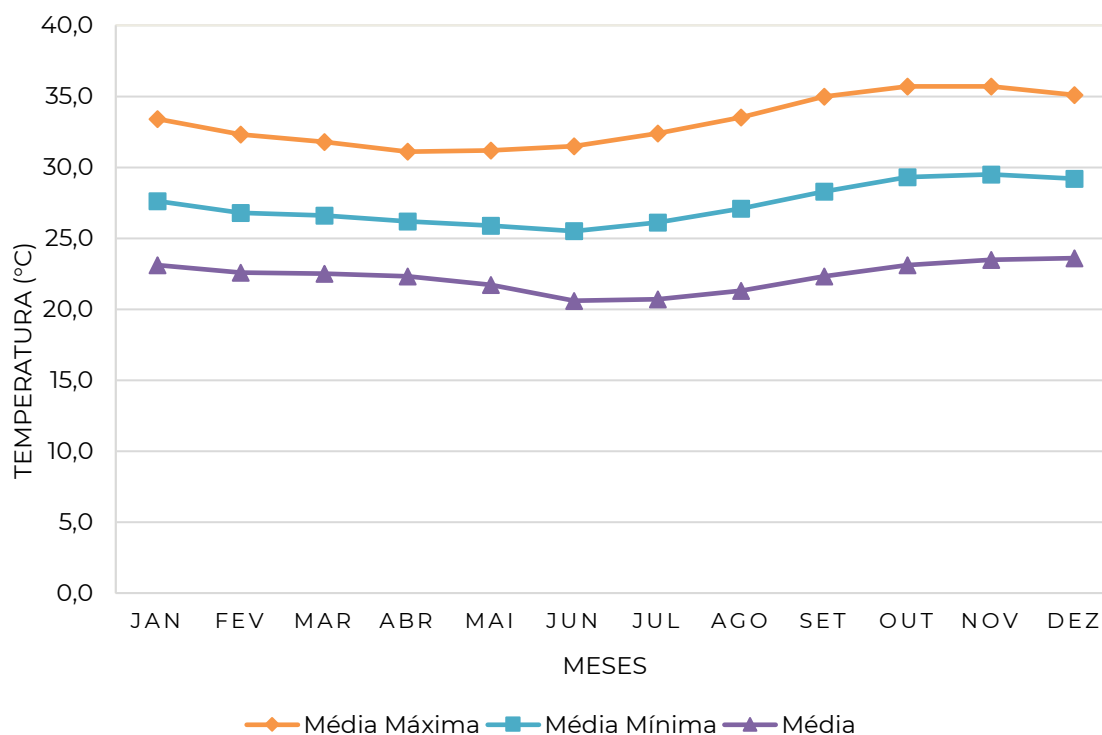
Fonte: INMET (2018).

As temperaturas na estação Iguatu, que se localiza a leste da Região Hidrográfica, próximo ao açude Orós, apresentam-se altas, maiores até que as temperaturas da região norte, na estação Tauá. Com média anual variando entre 25,5 e 29,5° C. As médias das temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo maior valor (35,7°C), nos meses de outubro e novembro. As temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a agosto, com a média das temperaturas mínimas atingindo o menor valor (20,6°C) em junho. Na Tabela 2.6 e na Figura 2.5 são apresentadas as médias dos valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Iguatu.

Tabela 2.6 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Iguatu

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	33,4	32,3	31,8	31,1	31,2	31,5	32,4	33,5	35,0	35,7	35,7	35,1	33,2
Média	27,6	26,8	26,6	26,2	25,9	25,5	26,1	27,1	28,3	29,3	29,5	29,2	27,3
Mínima	23,1	22,6	22,5	22,3	21,7	20,6	20,7	21,3	22,3	23,1	23,5	23,6	22,3

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.5 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Iguatu

Fonte: INMET (2018).

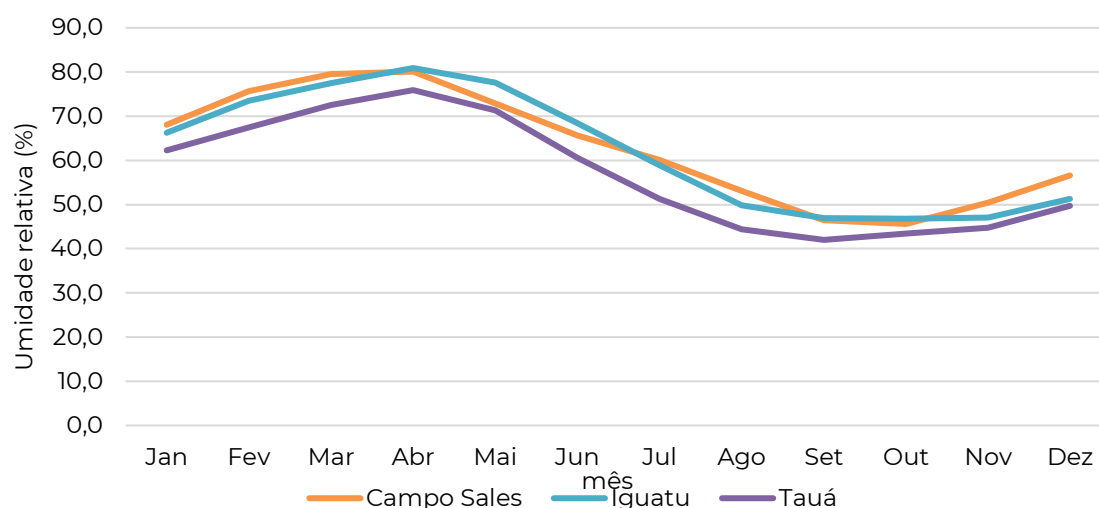
▪ Umidade relativa do ar

A umidade relativa na RH do Alto Jaguaribe varia de 42% no mês de setembro, na estação Tauá, até 80,1% no mês de abril, na estação Campos Sales, com média para a Região Hidrográfica de cerca de 60,7% (Tabela 2.7). Observa-se que no primeiro semestre a umidade relativa do ar é superior ao que se encontra no segundo semestre, coincidindo com o período em que as temperaturas são mais altas (Figura 2.6).

Tabela 2.7 - Umidade relativa (%) na estação Campos Sales

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Campo Sales	68,1	75,7	79,5	80,1	72,9	65,6	60,1	53,1	46,4	45,6	50,4	56,6	62,8
Iguatu	66,3	73,5	77,5	80,9	77,6	68,4	58,9	49,8	46,9	46,8	47,1	51,3	62,1
Tauá	62,3	67,5	72,5	75,9	71,3	60,6	51,3	44,4	42,0	43,4	44,8	49,7	57,1

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.6 - Umidade relativa (%) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu

Fonte: INMET (2018).

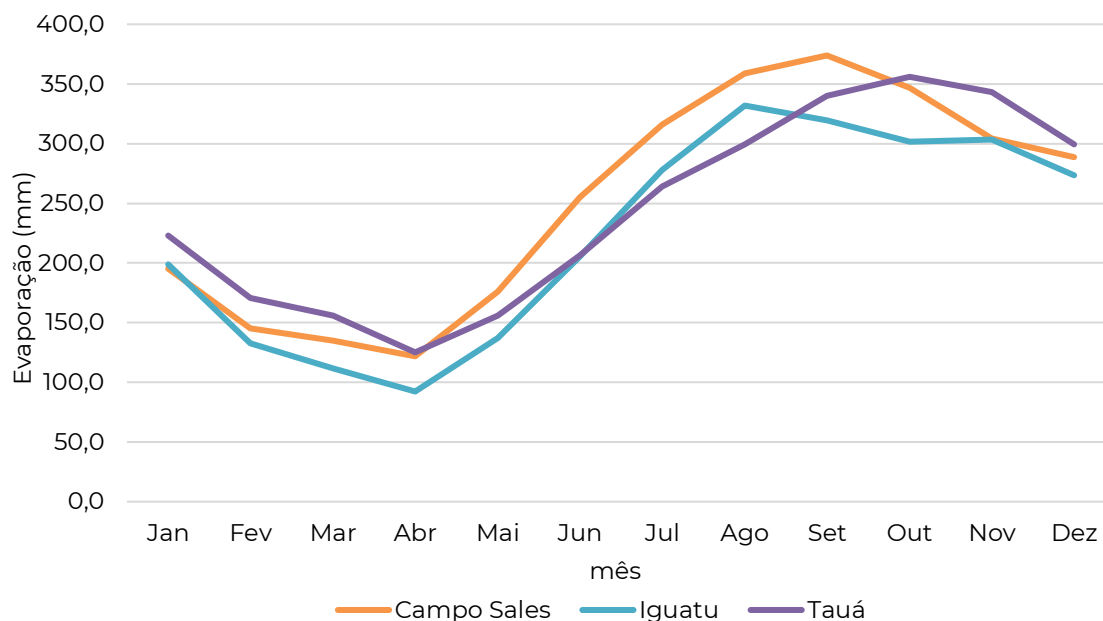
▪ Evaporação Média

Os dados de evaporação média nas estações climatológicas Campos Sales, Tauá e Iguatu são medidos no Evaporímetro de Piché, que, em média, apresenta valores inferiores aos medidos no Tanque Classe A, uma vez que é instalado no interior de abrigo meteorológico, e não exposto ao sol como o Tanque Classe A. Sendo assim, salienta-se que para adotar esses valores como representativos da evaporação em açudes é necessário utilizar um valor de correção. A RH do Alto Jaguaribe apresenta uma taxa de evaporação extremamente elevada, com total anual variando entre 2.685,9 mm, na estação Iguatu e 3.016,5 mm, na estação Campos Sales. Na estação seca, entre os meses de julho e dezembro, a evaporação média das estações para a RH do Alto Jaguaribe corresponde a 66% do total (Tabela 2.8 e Figura 2.7).

Tabela 2.8 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Campos Sales	195,4	145,1	134,9	121,8	176,0	255,2	315,9	359,0	373,9	346,7	304,1	288,5	3.016,5
Iguatu	198,7	132,5	111,7	92,3	137,3	205,7	277,9	331,9	319,6	301,6	303,3	273,4	2.685,9
Tauá	222,8	170,7	156,1	125,1	155,8	206,4	264,0	299,5	340,2	356,0	343,0	299,2	2.938,8

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.7 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu

Fonte: INMET (2018).

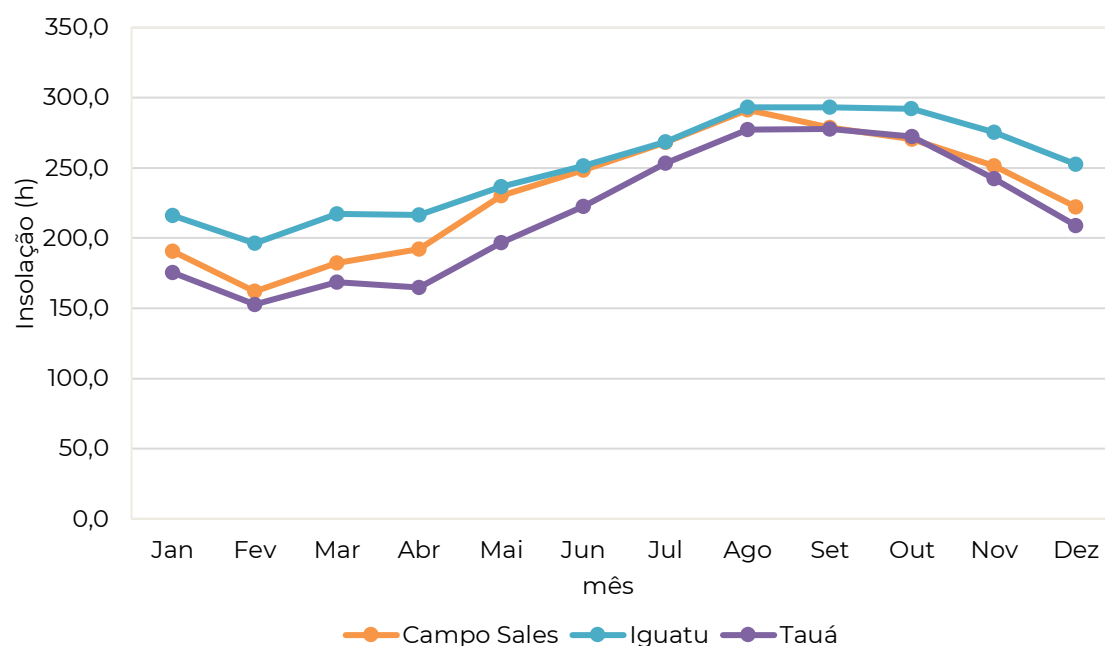
▪ **Insolação Média**

A Tabela 2.9 e a Figura 2.8 apresentam a distribuição mensal da insolação, ou seja, o número médio de horas de exposição ao sol nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu. Em escala anual, a insolação média da RH do Alto Jaguaribe é de 2.803,7 horas, variando de 152,8 horas, no mês de fevereiro, na estação Tauá, até 293,2 horas no mês de setembro, na estação Iguatu. A insolação média é menor nos meses de janeiro a abril, coincidindo com a quadra invernos.

Tabela 2.9 - Insolação média nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu (em horas)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Campos Sales	190,8	162,0	182,2	192,2	230,3	248,4	268,1	291,4	278,7	270,5	251,6	222,4	2.788,6
Iguatu	216,0	196,3	217,4	216,4	236,8	251,3	268,4	293,2	293,2	292,0	275,5	252,8	3.009,3
Tauá	175,3	152,8	168,8	164,9	196,7	222,5	253,5	277,2	277,8	272,3	242,4	208,9	2.613,1

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.8 - Insolação média nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu (em horas)

Fonte: INMET (2018).

▪ **Nebulosidade**

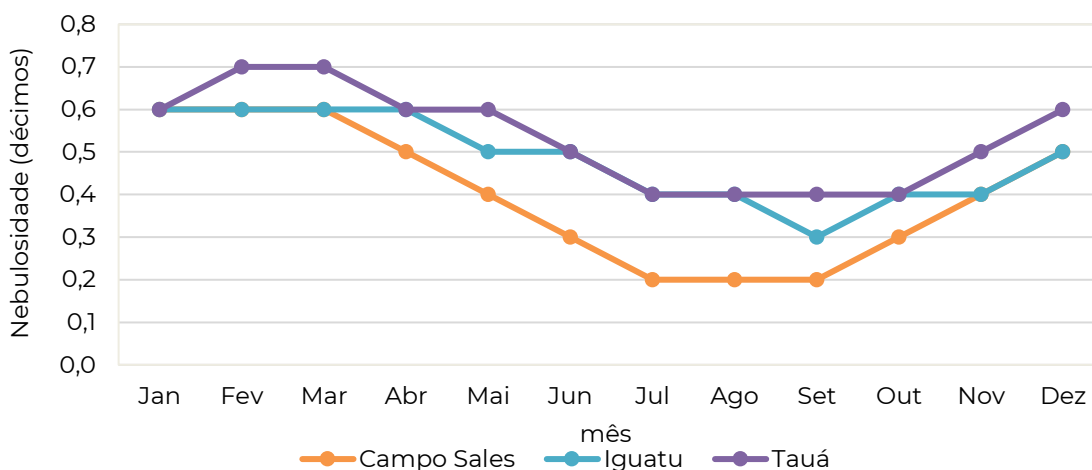
A nebulosidade é o parâmetro meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Dessa forma, de acordo com a Tabela 2.10, a maior fração de nebulosidade registrada na RH do Alto Jaguaribe ocorre no mês de fevereiro e março (0,7 décimos de céu encoberto) na estação Tauá, e a menor fração foi observada nos meses de julho a setembro (0,2 décimos de céu encoberto), na estação Campos Sales, obtendo-se valores de nebulosidade abaixo da média (Tabela 2.10 e Figura 2.9).

Tabela 2.10 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Campos Sales	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4
Iguatu	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Tauá	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.9 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Campos Sales, Tauá e Iguatu



Fonte: INMET (2018).

2.5. Estações pluviométricas

Conforme os dados do HidroWeb (ANA, 2020) existem um total de 188 estações pluviométricas dentro da RH do Alto Jaguaribe. Estas estações estão apresentadas na Tabela 2.11 e no Mapa de Postos Pluviométricos. Dentre estas estações, 49% são operadas pela FUNCEME, 34% operadas pela SUDENE, 12% operadas pelo DNOCS, 2% operadas pela ANA e 2% operadas pelo INMET, conforme a Figura 2.10

Figura 2.10 - Operadoras dos postos pluviométricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

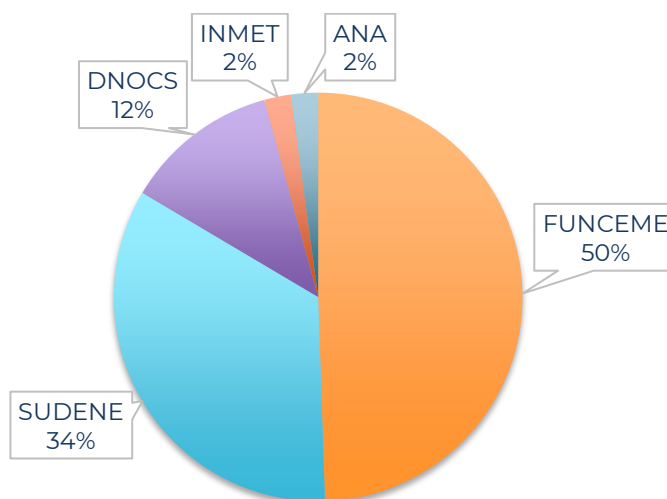


Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
4A. PASSARELA K	540105	QUIXADÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
ACOPIARA	639021	ACOPIARA	-06 07 00	-39 27 00	FUNCEME
AÇUDE DO CHICO	540096	TAUÁ	-05 43 00	-40 10 00	SUDENE
AÇUDE DO GOVERNO	639080	IGUATU	-06 25 28	-39 11 37	FUNCEME
AÇUDE FAVELAS	540050	TAUÁ	-05 58 00	-40 07 00	FUNCEME
AÇUDE GENÉSIO	540100	QUIXADÁ	-05 33 00	-40 09 00	SUDENE
AÇUDE JUAZEIRO	540097	TAUÁ	-05 35 00	-40 09 00	SUDENE
AÇUDE LUZIMAR	540099	QUIXADÁ	-05 42 00	-40 11 00	SUDENE
AÇUDE NASCIMENTO	540101	QUIXADÁ	-05 41 00	-40 10 00	SUDENE
AÇUDE ORÓS	638005	ORÓS	-06 16 00	-38 55 00	FUNCEME
AÇUDE POÇO DE PEDRA	640008	CAMPOS SALES	-06 58 00	-40 20 00	DNOCS
AÇUDE TRICI	540022	TAUÁ	-05 58 00	-40 28 00	FUNCEME
AÇUDE VÁRZEA DO BOI	540015	TAUÁ	-05 55 00	-40 21 00	FUNCEME
AEROPORTO (IGUATU)	639001	IGUATU	-06 23 00	-39 18 00	FUNCEME
AIUABA	640019	AIUABA	-06 34 00	-40 07 00	FUNCEME
ALTAMIRA	540046	TAUÁ	-05 45 00	-40 07 00	FUNCEME
ALTAMIRA	540110	TAUÁ	-05 45 00	-40 07 00	FUNCEME
ALTANEIRA	639015	ALTANEIRA	-06 59 00	-39 44 00	FUNCEME
ANGICO	639054	CARIÚS	-06 39 00	-39 30 00	FUNCEME
ANTONINA DO NORTE	639027	ANTONINA DO NORTE	-06 47 00	-39 59 00	FUNCEME
ANTONINA DO NORTE	639031	ANTONINA DO NORTE	-06 43 00	-39 58 00	DNOCS
ARAPORANGA	739014	SANTANA DO CARIRI	-07 08 00	-39 46 00	FUNCEME
ARARIPE	740008	ARARIPE	-07 12 00	-40 08 00	FUNCEME
ARATAMA	739047	ASSARÉ	-07 03 00	-39 52 00	FUNCEME
ARNEIROZ	639051	ARNEIROZ	-06 19 00	-39 03 00	FUNCEME
ARNEIROZ	640003	ARNEIROZ	-06 19 35	-40 09 31	ANA

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
ARNEIROZ	640021	ARNEIROZ	-06 20 00	-40 10 00	SUDENE
ASSARÉ	639014	ASSARÉ	-06 52 00	-39 52 00	FUNCEME
BAIXIO DE DONANA	639063	JUCÁS	-06 21 00	-39 40 00	FUNCEME
BARÃO DE AQUIRAZ	640032	CAMPOS SALES	-06 52 00	-40 22 00	FUNCEME
BARRA	640014	AIUABA	-06 36 00	-40 19 00	FUNCEME
BARREIRAS	639077	IGUATU	-06 17 00	-39 18 00	FUNCEME
BARREIRAS DOS PARAIBANOS	639038	IGUATU	-06 19 00	-39 21 00	FUNCEME
BARREIROS DE BAIXO	740041	POTENGI	-07 02 00	-40 07 00	FUNCEME
BARRO ALTO	639003	IGUATU	-06 27 00	-39 24 00	FUNCEME
BAÚ	639058	IGUATU	-06 24 00	-39 24 00	FUNCEME
BELO MONTE	540094	TAUÁ	-05 43 00	-40 12 00	SUDENE
BOA ESPERANÇA	540006	TAUÁ	-05 49 00	-40 16 00	SUDENE
BOM JESUS	540047	TAUÁ	-05 33 00	-40 04 00	FUNCEME
BOM NOME	640029	AIUABA	-06 39 00	-40 31 00	FUNCEME
BOM SUCESSO DE TRUSSU	639041	ACOPIARA	-06 05 00	-39 51 00	SUDENE
BRAVO	639039	IGUATU	-06 30 00	-39 19 00	FUNCEME
BREJINHO	740040	ARARIPE	-07 11 00	-40 01 00	FUNCEME
CABACEIRA	740042	CAMPOS SALES	-07 03 00	-40 24 00	FUNCEME
CACHOEIRA	639010	ASSARÉ	-06 50 00	-39 40 00	DNOCS
CACHOEIRA DE FORA	640031	ARNEIROZ	-06 11 00	-40 09 00	FUNCEME
CACHOEIRA DO SINFRÔNIO	639016	SABOEIRO	-06 22 00	-39 57 00	SUDENE
CAIÃARA	540109	TAUÁ	-05 46 00	-40 10 00	FUNCEME
CAIPÚ	639006	CARIÚS	-06 38 00	-39 19 00	FUNCEME
CAIXA	639046	ACOPIARA	-06 11 00	-39 25 00	FUNCEME
CAMINHO DO CIRINO	540060	TAUÁ	-05 34 00	-40 11 00	SUDENE
CAMPOS SALES	740006	CAMPOS SALES	-07 04 00	-40 22 00	DNOCS

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
CAMPOS SALES	740010	CAMPOS SALES	-07 00 00	-40 23 00	INMET
CAMPOS SALES	740011	CAMPOS SALES	-07 05 00	-40 23 00	FUNCEME
CANABRAVA - COCOGI	640039	PARAMBU	-06 26 00	-40 43 00	FUNCEME
CANTO REDONDO	540056	TAUÁ	-05 33 00	-40 10 00	SUDENE
CARIÚS	639030	CARIÚS	-06 32 00	-39 30 00	FUNCEME
CARIUTABA	639056	FARIAS BRITO	-06 49 00	-39 31 00	FUNCEME
CARMELÓPOLES	640006	CAMPOS SALES	-06 54 00	-40 10 00	FUNCEME
CARMELÓPOLIS	640034	CAMPOS SALES	-06 54 00	-40 10 00	FUNCEME
CARRAPATEIRAS	540049	TAUÁ	-05 51 00	-40 13 00	FUNCEME
CARREIRO DO URUBU	540072	TAUÁ	-05 37 00	-40 13 00	SUDENE
CATARINA	639013	CATARINA	-06 08 00	-39 52 00	FUNCEME
CEDRO	640028	AIUABA	-06 45 00	-40 16 00	FUNCEME
CIRINO	540064	TAUÁ	-05 35 00	-40 12 00	SUDENE
COCOCI	640017	TAUÁ	-06 25 00	-40 30 00	DNOCS
EBRON	639049	ACOPIARA	-06 17 00	-39 36 00	FUNCEME
ESPALHAFATE	540069	TAUÁ	-05 36 00	-40 13 00	SUDENE
ESTAÇÃO	540084	TAUÁ	-05 39 00	-40 11 00	SUDENE
ESTAÇÃO ECOLÓGICA	640027	AIUABA	-06 36 00	-40 19 00	FUNCEME
ESTREITO	640005	ARNEIROZ	-06 13 00	-40 17 00	SUDENE
FARIAS BRITO	639029	FARIAS BRITO	-06 55 00	-39 34 00	FUNCEME
FAZENDA ACUDINHO	540071	TAUÁ	-05 36 00	-40 11 00	SUDENE
FAZENDA BELO HORIZONTE	540112	TAUÁ	-05 45 17	-40 20 09	FUNCEME
FAZENDA CIPÓ	540092	TAUÁ	-05 42 00	-40 12 00	SUDENE
FAZENDA CONCEIÇÃO II	640023	TAUÁ	-06 01 00	-40 26 00	DNOCS
FAZENDA CORISCO	640040	TAUÁ	-06 14 00	-40 21 00	FUNCEME
FAZENDA DOS BODES	540075	TAUÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
FAZENDA FORQUILHA	540010	TAUÁ	-05 34 00	-40 05 00	SUDENE
FAZENDA GALVADA	640024	TAUÁ	-06 01 00	-40 25 00	DNOCS
FAZENDA JUÁ	540021	TAUÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
FAZENDA JUAZEIRO	540065	TAUÁ	-05 35 00	-40 10 00	SUDENE
FAZENDA MALHADA	640020	PARAMBU	-06 26 00	-40 43 00	SUDENE
FAZENDA MARACANÃ	640025	TAUÁ	-06 01 00	-40 26 00	DNOCS
FAZENDA MORADA NOVA	639075	ACOPIARA	-06 11 00	-39 34 00	FUNCEME
FAZENDA NOVA	640012	AIUABA	-06 30 00	-40 22 00	FUNCEME
FAZENDA PANCHAVATA	639082	JUCÁS	-06 30 00	-39 46 00	FUNCEME
FLAMENGO	639012	SABOEIRO	-06 15 00	-39 40 00	DNOCS
FLAMENGO	639069	SABOEIRO	-06 15 00	-39 45 00	FUNCEME
FORTALEZA FAZENDA	540088	TAUÁ	-05 41 00	-40 11 00	SUDENE
FREI LEANDRO	540077	TAUÁ	-05 38 00	-40 10 00	SUDENE
GROTA CALDEIRÃO	540098	TAUÁ	-05 39 00	-40 11 00	SUDENE
GROTA DA CARNAUBA	540067	TAUÁ	-05 36 00	-40 09 00	SUDENE
GROTA DA ERUELGA	540070	TAUÁ	-05 37 00	-40 12 00	SUDENE
GROTA DA GARROTA	540073	TAUÁ	-05 37 00	-40 14 00	SUDENE
GROTA DA MALA	540091	TAUÁ	-05 42 00	-40 13 00	SUDENE
GUARIBAS	639048	ACOPIARA	-06 03 00	-39 34 00	FUNCEME
IGUATU	639035	IGUATU	-06 22 00	-39 18 00	INMET
IGUATU	639044	IGUATU	-06 22 42	-39 17 38	ANA
IPUEIRINHA	540058	TAUÁ	-05 33 00	-40 08 00	SUDENE
IPUEIRINHAS	640007	AIUABA	-06 38 00	-40 17 00	DNOCS
ITAGUA	640033	CAMPOS SALES	-06 58 00	-40 20 00	FUNCEME

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
ITAGUÁ	640011	CAMPOS SALES	-06 58 00	-40 20 00	FUNCEME
JOSÉ DE ALENCAR	639004	IGUATU	-06 26 00	-39 09 00	DNOCS
JOSÉ DE ALENCAR	639061	IGUATU	-06 24 00	-39 10 00	FUNCEME
JUCÁS	639002	JUCÁS	-06 31 00	-39 31 00	FUNCEME
LAGOA DO JUÁ	540076	TAUÁ	-05 38 00	-40 14 00	SUDENE
LAGOA GRANDE - COCOGI	640035	PARAMBU	-06 19 00	-40 24 00	FUNCEME
LAGOINHA	540055	TAUÁ	-05 33 00	-40 08 00	SUDENE
LAVANDEIRA	540079	TAUÁ	-05 39 00	-40 13 00	SUDENE
MALHADA	639000	CARIÚS	-06 34 00	-39 32 00	INMET
MALHADA	639045	SABOEIRO	-06 38 47	-39 57 34	ANA
MANGA	540087	TAUÁ	-05 40 00	-40 12 00	SUDENE
MANGA DA REPRESA	540083	TAUÁ	-05 39 00	-40 13 00	SUDENE
MARACAJÁ	639020	IGUATU	-06 10 00	-39 05 00	DNOCS
MARREAS	640010	TAUÁ	-06 09 00	-40 29 00	DNOCS
MARREAS	640038	TAUÁ	-06 09 00	-40 24 00	FUNCEME
MARRUAS	539075	TAUÁ	-05 58 00	-39 54 00	FUNCEME
MARRUAS	639019	TAUÁ	-06 02 00	-39 58 00	DNOCS
MASSAPÊ	540074	TAUÁ	-05 37 00	-40 09 00	SUDENE
MASSAPÊ DA ZORRA	540086	TAUÁ	-05 40 00	-40 10 00	SUDENE
MASSAPÊ DO CACHORRO	540082	TAUÁ	-05 39 00	-40 13 00	SUDENE
MASSAPÊ DO VENTO	540089	TAUÁ	-05 41 00	-40 10 00	SUDENE
MASSAPÊ REDONDO	540078	TAUÁ	-05 38 00	-40 13 00	SUDENE
MEL	639062	JUCÁS	-06 23 00	-39 35 00	FUNCEME
MOQUEM DA BOA VISTA	540085	TAUÁ	-05 39 00	-40 12 00	SUDENE
MOQUEM FAZENDA	540080	TAUÁ	-05 39 00	-40 11 00	SUDENE

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
MULUNGU	540090	TAUÁ	-05 41 00	-40 12 00	SUDENE
MUNDO NOVO	540061	TAUÁ	-05 34 00	-40 10 00	SUDENE
MUQUEM	540102	QUIXADÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
MUQUEM (MICROBACIAS 1 E 2)	540104	QUIXADÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
MUQUEM (PARCELA 4)	540103	QUIXADÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
MUQUEM MICROBACIA	540106	QUIXADÁ	-05 38 00	-40 11 00	SUDENE
NOVA OLINDA	739035	NOVA OLINDA	-07 06 00	-39 41 00	FUNCEME
NOVO ASSIS	640036	PARAMBU	-06 04 00	-40 36 00	FUNCEME
ORÓS	638085	ORÓS	-06 15 00	-38 55 00	FUNCEME
PAJEU	740039	ARARIPE	-07 12 00	-40 12 00	FUNCEME
PALESTINA	639067	ORÓS	-06 19 00	-39 02 00	FUNCEME
PARAMBU	640015	PARAMBU	-06 13 00	-40 42 00	FUNCEME
PEDRA DO SINO	540063	TAUÁ	-05 34 00	-40 08 00	SUDENE
PIRANGI	540095	TAUÁ	-05 44 00	-40 11 00	SUDENE
POÇO COMPRIDO	639017	JUCÁS	-06 28 00	-39 44 00	SUDENE
POÇO DA ONÇA	640026	TAUÁ	-06 01 00	-40 26 00	DNOCS
POÇO DOS PAUS	639025	CARIÚS	-06 35 00	-39 29 00	DNOCS
POÇO GRANDE	639064	JUCÁS	-06 28 00	-39 41 00	FUNCEME
POTENGI	740009	POTENGI	-07 06 00	-40 01 00	FUNCEME
POTENJI (XIQUE- XIQUE)	740012	POTENGI	-07 07 00	-40 01 00	FUNCEME
QUINCOE	639040	ACOPIARA	-06 14 00	-39 25 00	DNOCS
QUIXARIU	640004	CAMPOS SALES	-06 49 00	-40 17 00	SUDENE
QUIXELÔ	639072	QUIXELÔ	-06 14 00	-39 11 00	FUNCEME
QUIXOA	639060	IGUATU	-06 26 00	-39 20 00	FUNCEME
RIACHO DA FOME	540093	TAUÁ	-05 43 00	-40 12 00	SUDENE
RIACHO DA PEDRA	540057	TAUÁ	-05 33 00	-40 10 00	SUDENE

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
RIACHO DAS VACAS	540062	TAUÁ	-05 34 00	-40 09 00	SUDENE
RIACHO VERMELHO	639059	IGUATU	-06 12 00	-39 19 00	FUNCEME
SABOEIRO	639033	SABOEIRO	-06 32 00	-39 54 00	FUNCEME
SABOEIRO	639037	SABOEIRO	-06 32 00	-39 54 00	SUDENE
SALITRE	740007	CAMPOS SALES	-07 17 00	-40 28 00	FUNCEME
SALITRE	740043	SALITRE	-07 17 00	-40 28 00	FUNCEME
SANTA TEREZA	540045	TAUÁ	-05 52 00	-40 35 00	FUNCEME
SANTANA DO CARIRI	739005	SANTANA DO CARIRI	-07 11 00	-39 44 00	FUNCEME
SANTO ANTÔNIO	540017	TAUÁ	-05 51 00	-40 21 00	DNOCS
SÃO BARTOLOMEU	639076	CARIÚS	-06 40 00	-39 30 00	FUNCEME
SÃO BENTO	540001	TAUÁ	-05 49 00	-40 23 00	DNOCS
SÃO GONÇALO	640013	TAUÁ	-06 01 00	-40 30 00	DNOCS
SÃO JOÃO DO TRISSI	540048	TAUÁ	-05 51 00	-40 27 00	FUNCEME
SÃO MARTINHO	640009	TAUÁ	-06 01 00	-40 08 00	SUDENE
SÃO SEBASTIÃO	639053	CARIÚS	-06 36 00	-39 38 00	FUNCEME
SÍTIO ALÍVIO	640022	TAUÁ	-06 01 00	-40 26 00	DNOCS
SÍTIO PATOS	639073	JUCÁS	-06 31 13	-39 38 18	ANA
SUASSURANA	639032	IGUATU	-06 42 00	-39 30 00	FUNCEME
TABOLEIRO DO MEIO	639022	ACOIPIARA	-06 11 00	-39 40 00	DNOCS
TANQUES	639047	ACOIPIARA	-06 06 00	-39 07 00	FUNCEME
TANQUINHO	540068	TAUÁ	-05 36 00	-40 12 00	SUDENE
TARRAFAS	639023	ASSARÉ	-06 41 00	-39 45 00	FUNCEME
TARRAFAS	639078	TARRAFAS	-06 41 00	-39 45 00	FUNCEME
TAUÁ	540051	TAUÁ	-05 58 00	-40 07 00	FUNCEME
TAUÁ	640002	TAUÁ	-06 01 00	-40 17 00	FUNCEME
TAUÁ	640016	TAUÁ	-06 01 00	-40 26 00	INMET
TAUÁ	640018	TAUÁ	-06 01 00	-40 25 00	SUDENE

Tabela 2.11 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável
TRUSSU	639005	ACOPIARA	-06 10 00	-39 47 00	DNOCS
TRUSSU	639050	ACOPIARA	-06 05 00	-39 44 00	FUNCEME
URUCUZINHO	639070	TARRAFAS	-06 43 00	-39 44 00	FUNCEME
VARÃO	540059	TAUÁ	-05 33 00	-40 08 00	SUDENE
VÁRZEA FORMOSA	540066	TAUÁ	-05 36 00	-40 11 00	SUDENE
VÁRZEA NOVA	640030	ANTONINA DO NORTE	-06 46 00	-40 03 00	FUNCEME
VERA CRUZ	539071	TAUÁ	-05 53 00	-39 57 00	FUNCEME
VILA ANTONICO	639068	QUIXELÔ	-06 15 00	-39 16 00	FUNCEME

Fonte: ANA, 2020

2.6. Regime Pluviométrico

O regime pluviométrico em nível mensal e anual na RH do Alto Jaguaribe será apresentado por meio de valores mínimos, médios e máximos em três postos representativos: Farias Brito (639029), para caracterizar o regime ao sul Região; ao norte o posto Tauá (640002); e Iguatu (639035), próximo ao exutório, ao leste da Região. Nas Tabelas 2.12 a 2.14 apresentam-se as médias, máximas e mínimas mensais de cada posto, enquanto que a distribuição das precipitações pode ser verificada nos hietogramas das Figuras 2.11 a 2.13 para cada posto pluviométrico.

Ao norte da RH do Alto Jaguaribe, a precipitação média anual dada pelo posto Tauá foi de cerca de 544 mm (Tabela 2.12), já no posto Farias Brito, selecionado para representar a região mais ao sul da Região Hidrográfica, há um aumento da precipitação média anual para cerca de 976 mm (Tabela 2.13). Já na região próxima ao exutório da RH do Alto Jaguaribe, representada pelo posto Iguatu, a média anual atinge cerca

de 1021 mm, (Tabela 2.14). Além das tabelas, observa-se nas Figuras 2.11 a 2.13 que os meses com a maior média pluviométrica, em todos os postos, são os meses de janeiro a abril. Na RH do Alto Jaguaribe, apesar das precipitações médias mensais não apresentarem valores “zero” observa-se ainda a variabilidade interanual das precipitações, com os meses de agosto a novembro apresentando seus menores valores.

Tabela 2.12 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Tauá (640002)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	274,1	237,1	347,7	345,5	134,4	120,2	61,1	43,2	50,5	38,0	83,9	287,9
Média	76,3	94,8	139,6	111,7	45,0	17,3	7,8	2,2	2,3	4,4	7,8	34,4
Mínima	0,0	0,0	26,6	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 2.11 - Hietograma da Estação Tauá (640002)

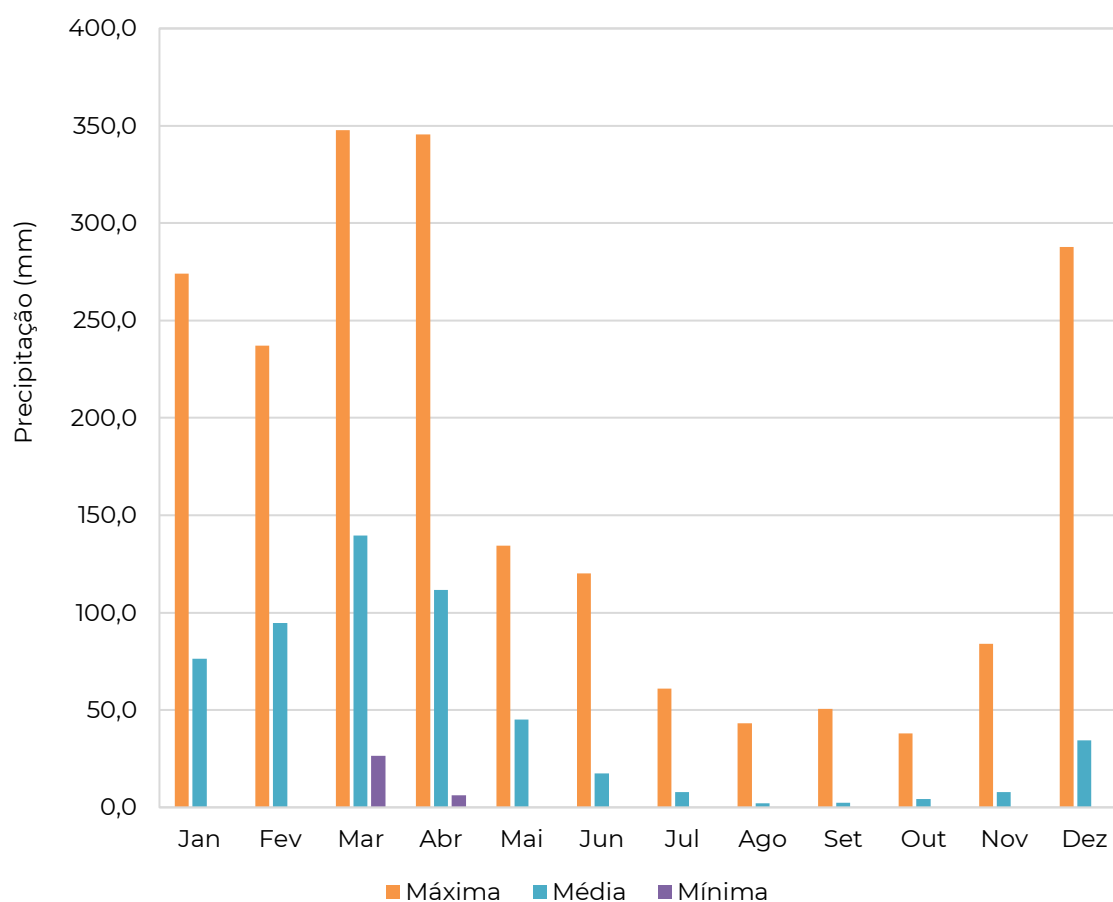


Tabela 2.13 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Farias Brito (639029)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	418,6	496,7	553,3	453,8	198,7	163,0	66,0	46,4	55,6	144,5	147,2	323,6
Média	146,1	186,0	252,6	172,1	61,8	23,0	7,7	2,0	6,9	16,2	28,1	74,3
Mínima	5,0	28,2	83,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 2.12 - Hietograma da Estação Farias Brito (639029)

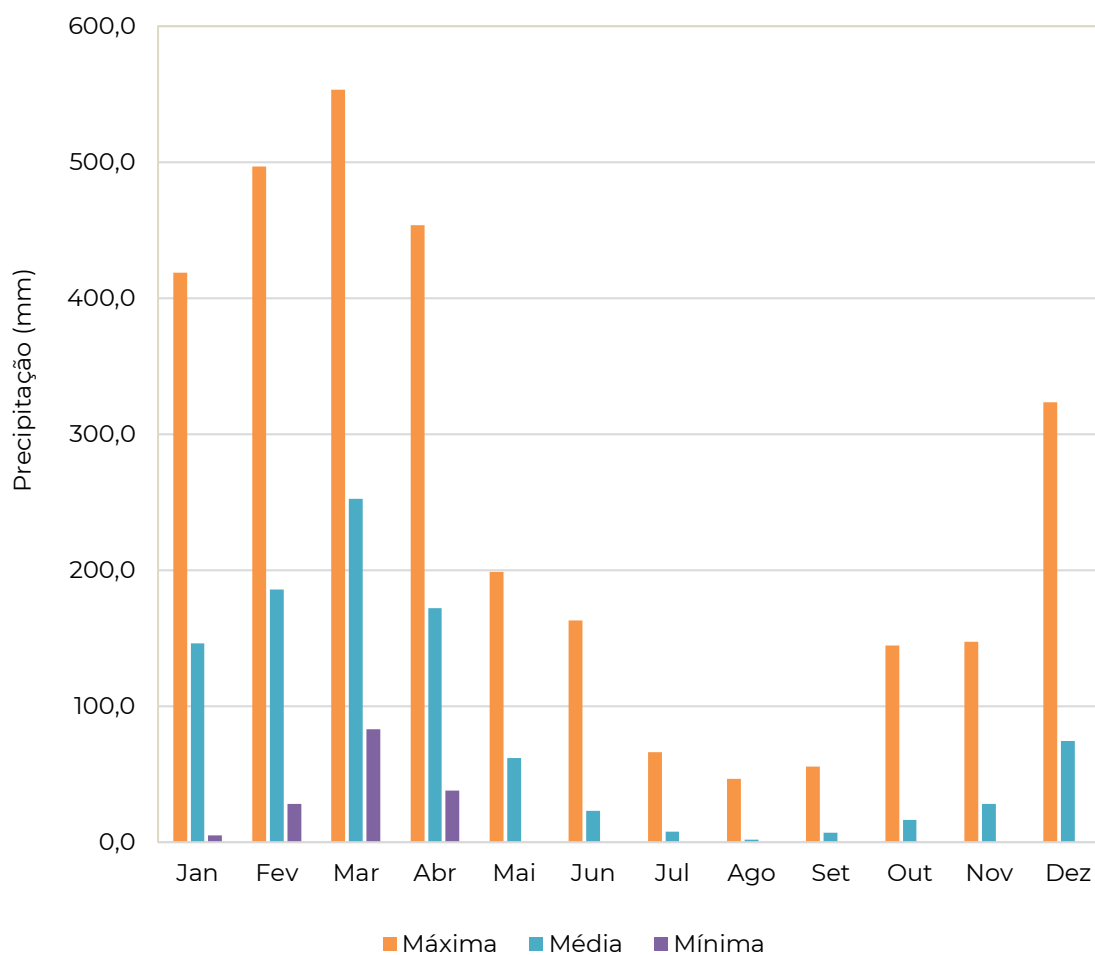
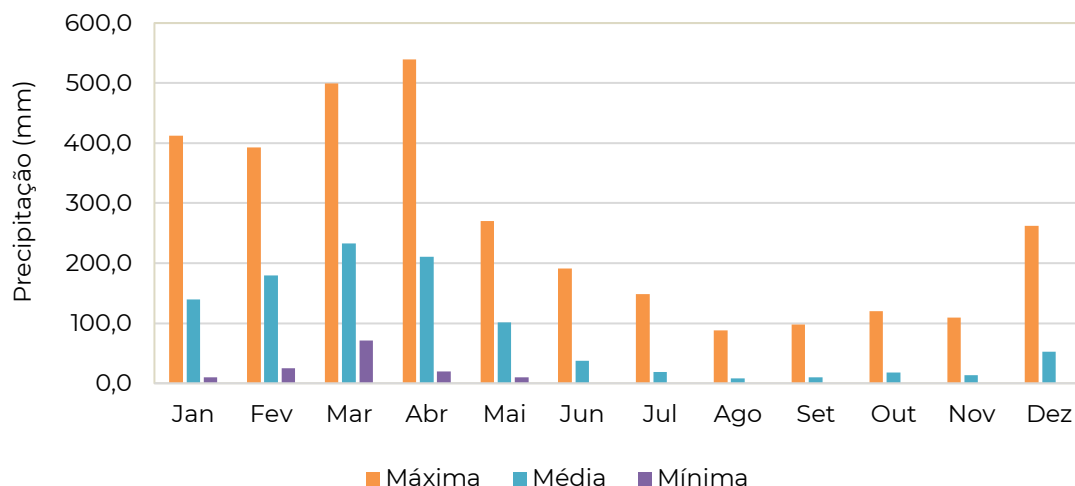


Tabela 2.14 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (MM) da Estação Iguatu (639035)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	412,0	393,0	499,0	539,0	270,5	191,5	148,1	88,0	97,6	120,0	109,0	262,0
Média	139,6	179,4	232,5	210,4	101,4	37,3	18,5	8,5	9,5	17,6	13,9	52,8
Mínima	10,0	25,0	71,0	20,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

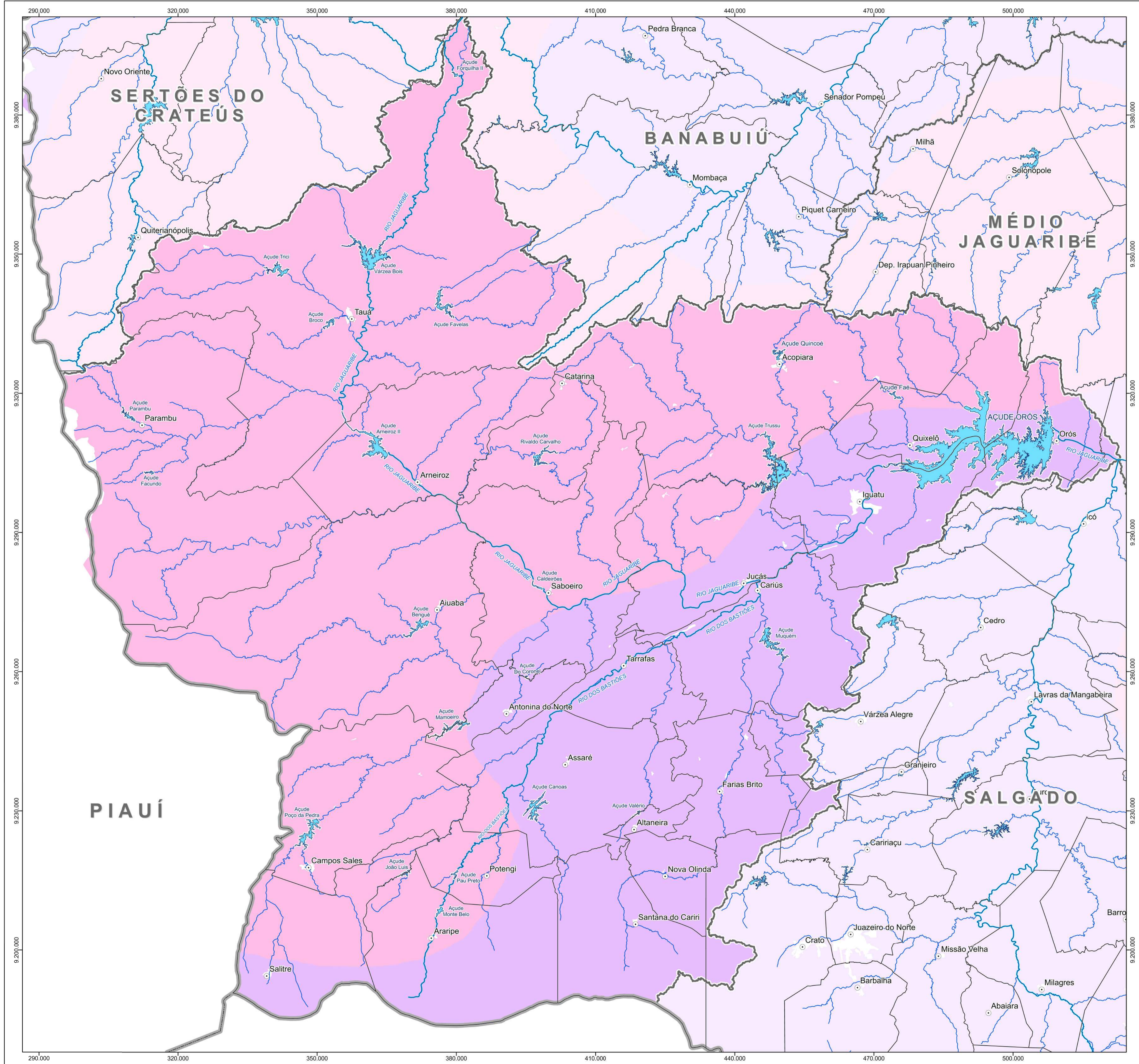
Figura 2.13 - Hietograma da Estação Iguatu (639035)

2.6.1. Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica

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

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

No Mapa de Pluviometria Média é apresentada a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas por interpolação, baseada na Ponderação do Inverso das Distâncias dos dados obtidos para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela FUNCEME (2016). Observa-se que na RH do Alto Jaguaribe as maiores precipitações médias (1.000 mm) ocorrem a sudeste da Região, próximo à RH do Salgado, onde se localiza a Chapada do Araripe, com clima mais ameno. Essa precipitação vai diminuindo, atingindo a menor precipitação média anual, de 600 mm, no sentido noroeste da Região. (MAPA DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA).

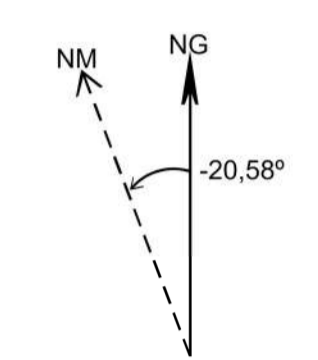


**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



PLUVIOMETRIA MÉDIA 1984-2016



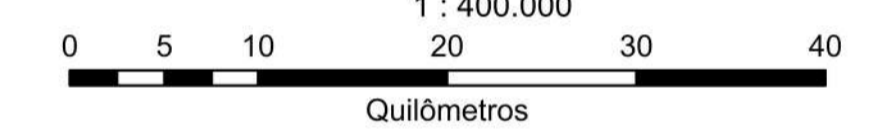
Declinação Magnética ao centro do mapa em maio de 2021
International Geomagnetic Reference Field - IGRF (1900 - 2024)

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA:
24-S
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022

2.6.2. Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica

O clima da região Nordeste do Brasil é caracterizado pelas variabilidades temporais e espaciais das precipitações pluviométricas, em particular na zona semiárida, que apresenta déficit hídrico em pelo menos 70% do ano (Marengo et al., 2011).

Essa variabilidade tem sido objeto de vários estudos sobre extremos de clima para investigar os mecanismos físicos responsáveis por essa variabilidade pluviométrica na área. Os resultados demonstraram que as anomalias pluviométricas possuem escala espacial muito maior do que a escala local, estando 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 se caracterizam pela ocorrência de dois períodos definidos, um mais longo, seco, alternando com um pluvial breve e irregular. A precipitação da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe caracteriza-se pela sazonalidade, principalmente, em função das oscilações da ZCIT, e concentrando-se em poucos meses, o que indica uma estação chuvosa definida, podendo-se dizer que, em termos gerais, inicia-se em janeiro e finaliza em abril.

No período de fevereiro a maio, outros sistemas atmosféricos também atuam no sentido de contribuir ou inibir as chuvas, são eles: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) e Frentes Frias. Já a ocorrência de chuva, quando ocorre no período de junho a agosto nesta Região Hidrográfica, pode estar relacionada ao sistema atmosférico denominado Ondas de Leste.

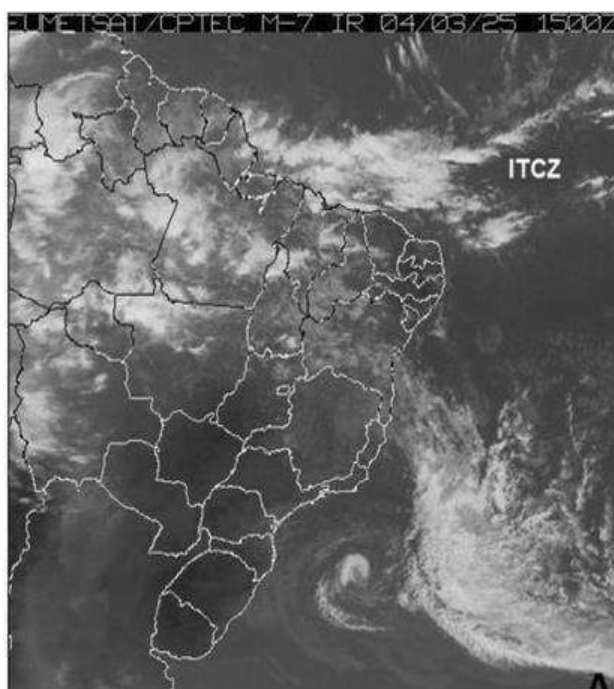
A seguir são apresentados, de forma sucinta, os principais fenômenos atmosféricos causadores de chuvas sobre o Nordeste brasileiro e, especificamente, sobre o estado do Ceará e a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, conforme FUNCEME (2021).

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 Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe. 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, em que há praticamente ausência de precipitação, 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 2.14). 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 2.14 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 03 de Março de 2004



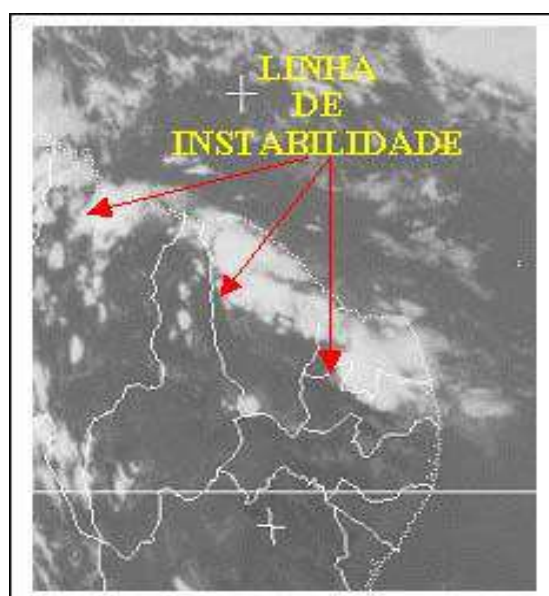
Fonte: CPTEC/INPE

Linha de Instabilidade (LI)

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

As LI são bandas de nuvens causadoras de chuva, organizadas em forma de linha, 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 2.15), sobretudo nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva no litoral norte do Ceará e a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente, há ausência de precipitação na RHAJ.

Figura 2.15 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB



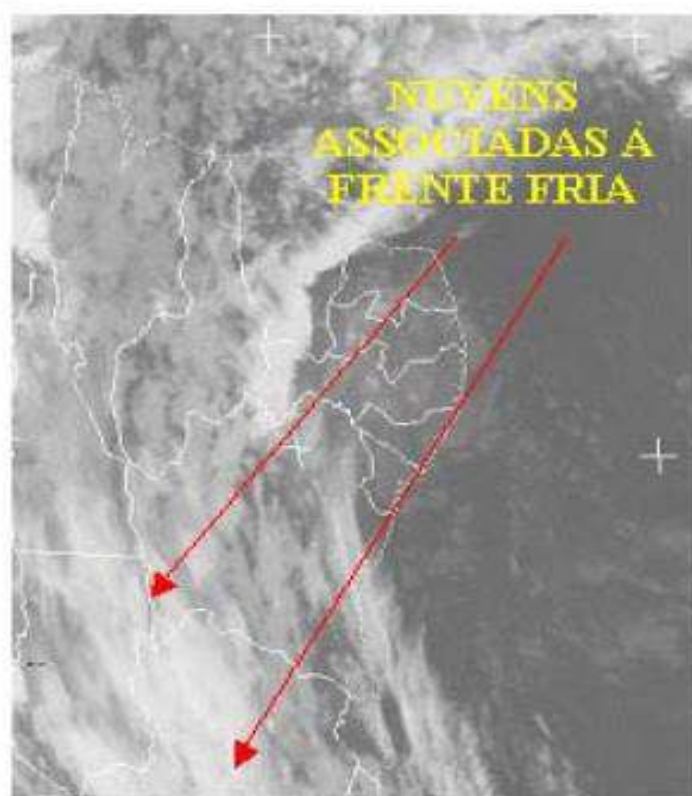
Fonte: FUNCEME

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 quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (Figura 2.16). A penetração desse sistema na RH do Alto Jaguaribe pode ocasionar esporadicamente precipitação, atingindo seu máximo nos meses de dezembro e janeiro.

Figura 2.16 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia



Fonte: FUNCEME.

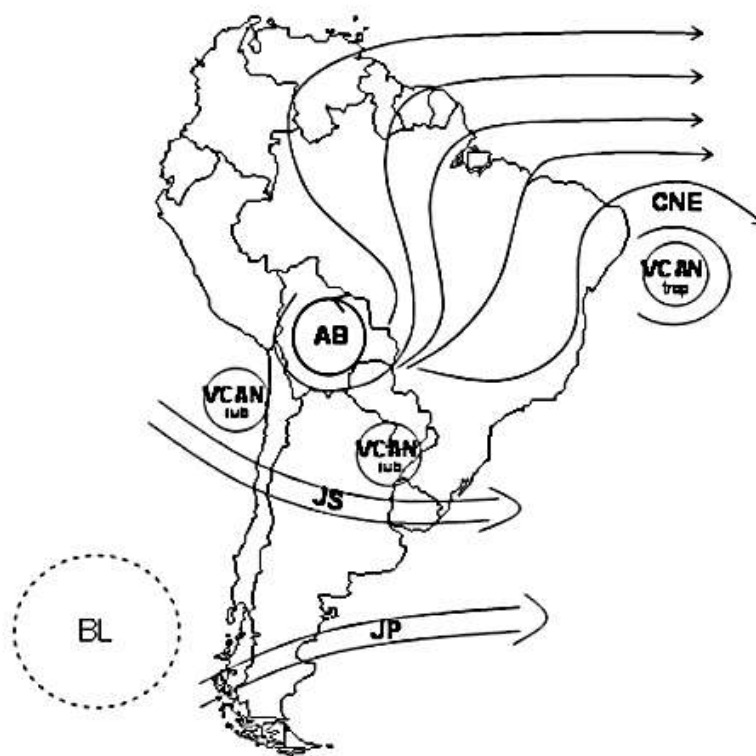
Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) que atingem a região Nordeste do Brasil, entre os meses de outubro e março, formam-se 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 2.17 e 2.18).

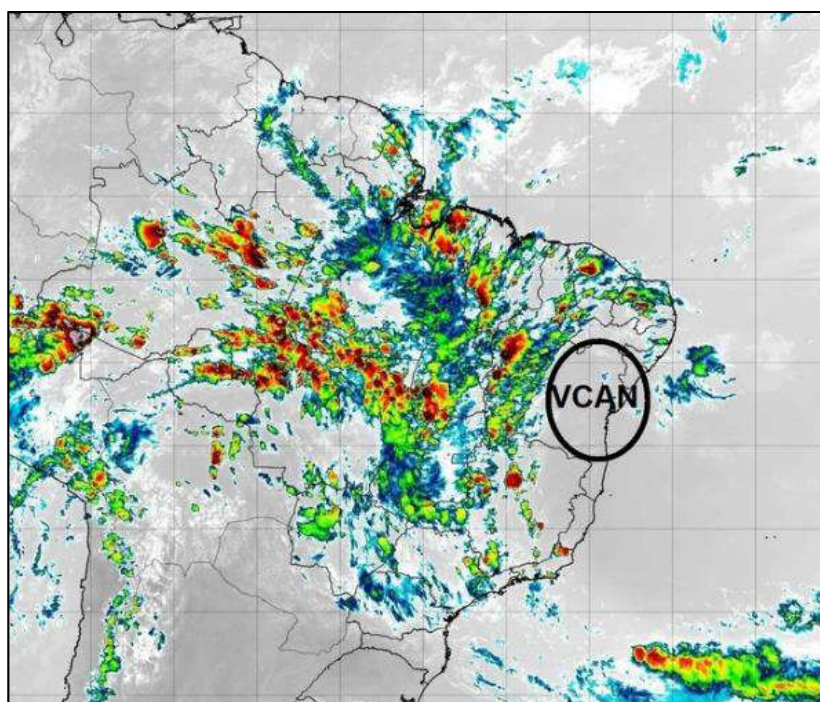
As estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe que, climatologicamente apresentam os máximos em março-abril, são influenciadas por vários sistemas meteorológicos, dentre eles o VCAS.

Figura 2.17 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)



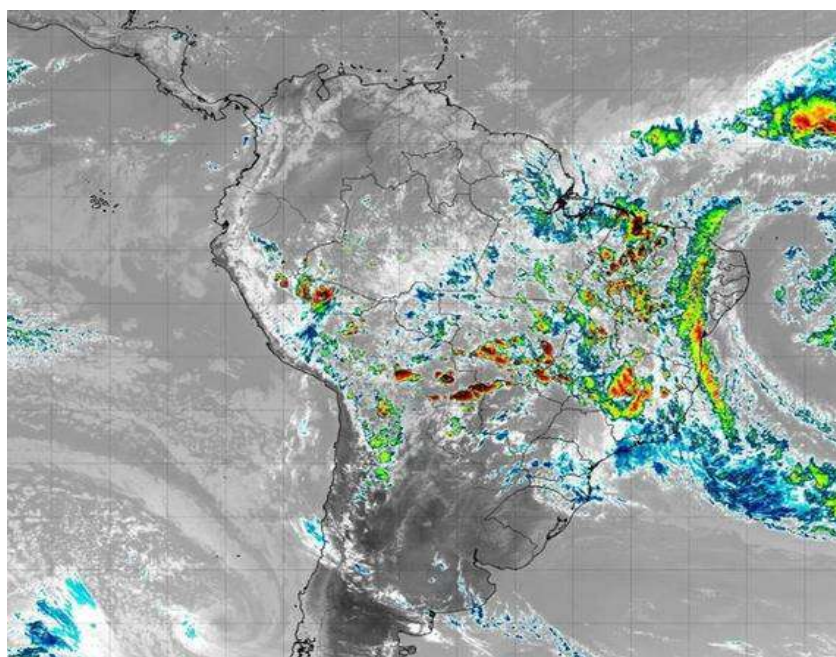
Fonte: Reboita et al, 2015.

Figura 2.18 - VCAN atuando sobre o Nordeste em 09 de janeiro de 2022 as 19:00



Fonte: DSA/CPTEC.

Figura 2.19 - VCAN causando tempo seco em áreas da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (No oeste da Bahia e Sul do Piauí observa-se nebulosidade associadas a borda do VCAN, 12 de janeiro de 2022 às 23:50 UTC)



Fonte: DSA/CPTEC.

2.7. Estações Fluviométricas

Conforme os dados do HidroWeb (ANA, 2020) existem um total de 40 estações fluviométricas dentro da RH do Alto Jaguaribe. Estas estações estão apresentadas na Tabela 2.15 e no Mapa de Postos Fluviométricos. Dentre estas estações, a maioria é operada pela COGERH (38%), 25% são operadas pelo DNOCS, 20% das estações são operadas pela SUDENE, 15% são operadas pelo CPRM, e apenas 3% operadas pela ANA, conforme a Figura 2.20.

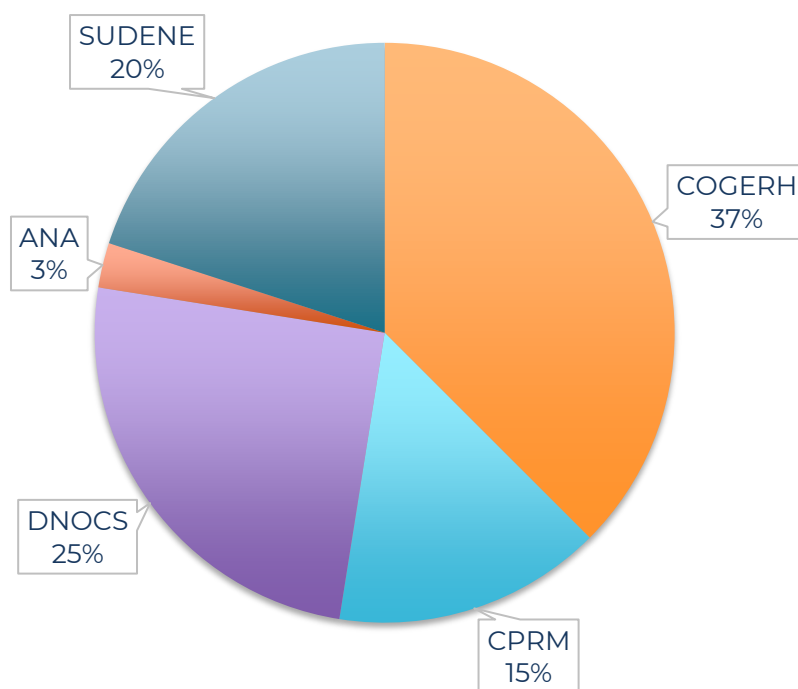
Tabela 2.15 - Postos fluviométricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Rio ou Riacho	Município	Latitude (decimais)	Longitude (decimais)	Responsável	Operadora
Açude Forquilha II	36008000	Riacho Carrapateira	Tauá	-5,5822	-40,0808	COGERH	COGERH
Açude Várzea do Boi	36010000	Riacho Carrapateira	Tauá	-5,9167	-40,3500	COGERH	COGERH
Açude Favelas	36015000	Rio Jaguaribe	Tauá	-6,0083	-40,1594	COGERH	COGERH
Açude Trici	36016000	Riacho Trici	Tauá	-5,9033	-40,4064	COGERH	COGERH
Açude Parambu	36017000	Riacho Puiu	Parambu	-6,2000	-40,7219	COGERH	COGERH
Arneiroz	36020000	Rio Jaguaribe	Arneiroz	-6,3239	-40,1606	ANA	CPRM
Arneiroz	36020001	Rio Jaguaribe	Arneiroz	-6,3333	-40,1500	DNOCS	DNOCS
Açude Benque	36028000	Rio Jaguaribe	Aiuaba	-6,5956	-40,1378	COGERH	COGERH
Açude Poço da Pedra	36030000	Riacho Conceição	Campos Sales	-6,9667	-40,3333	COGERH	COGERH
Açude do Coronel	36035000	Riacho Lajes	Antonina do Norte	-6,7042	-39,9508	COGERH	COGERH
Malhada	36045000	Riacho Conceição	Saboeiro	-6,6456	-39,9594	ANA	CPRM
Sítio Varjota	36050000	Rio Jaguaribe	Saboeiro	-6,5667	-39,8667	SUDENE	SUDENE
Sítio Patos	36070000	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5206	-39,6386	ANA	CPRM
Jucás	36080000	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5167	-39,5333	SUDENE	SUDENE
Açude Jucás I	36080001	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5333	-39,5333	SUDENE	SUDENE
Jucás I	36080002	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5167	-39,5333	DNOCS	DNOCS
Jucás II	36080003	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5167	-39,5333	DNOCS	DNOCS
São Mateus	36081000	Rio Jaguaribe	Jucás	-6,5167	-39,5333	DNOCS	DNOCS

Tabela 2.15 - Postos fluviométricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Rio ou Riacho	Município	Latitude (decimais)	Longitude (decimais)	Responsável	Operadora
Açude Latão	36100000	Rio Cariús	Nova Olinda	-7,1167	-39,7667	SUDENE	SUDENE
Açude Valério	36105000	Rio Jaguaribe	Altaneira	-6,9619	-39,7178	COGERH	COGERH
Sítio Conceição	36110000	Rio Cariús	Cariús	-6,5667	-39,5000	ANA	ANA
Açude Canoas	36115000	Riacho São Gonçalo	Assaré	-6,9225	-39,9808	COGERH	COGERH
Bastiões	36120000	Rio dos Bastiões	Cariús	-6,5667	-39,5167	SUDENE	SUDENE
Sítio Poço Dantas	36125000	Rio dos Bastiões	Cariús	-6,5583	-39,5092	ANA	CPRM
Poço dos Paus	36128000	Rio Cariús	Cariús	-6,5500	-39,5000	DNOCS	DNOCS
Cariús	36130000	Rio Cariús	Cariús	-6,6347	-39,4989	ANA	CPRM
Corredores	36140000	Rio Jaguaribe	Iguatu	-6,4667	-39,4333	SUDENE	SUDENE
Açude Muquém	36141000	Rio Jaguaribe	Cariús	-6,6542	-39,4808	COGERH	COGERH
Lagoa do Barro Alto	36150000	Riacho da Cruz	Iguatu	-6,4500	-39,3833	SUDENE	SUDENE
Iguatu	36160000	Rio Jaguaribe	Iguatu	-6,3728	-39,2925	ANA	CPRM
Iguatu	36160001	Rio Jaguaribe	Iguatu	-6,3667	-39,3000	DNOCS	DNOCS
Açude Quincoé	36170000	Riacho Quincoé	Acopiara	-6,0847	-39,4547	COGERH	COGERH
Açude Trussu	36172000	Rio Trussu	Iguatu	-6,3011	-39,4347	COGERH	COGERH
Suassurana	36180000	Rio Trussu	Acopiara	-6,3000	-39,4167	SUDENE	SUDENE
Suassurana	36180001	Rio Trussu	Acopiara	-6,3000	-39,4167	DNOCS	DNOCS
Açude Rivaldo de Carvalho	36184000	Rio Jaguaribe	Catarina	-6,2719	-39,9336	COGERH	COGERH
Orós - Tunel	36185000	Rio Jaguaribe	Orós	-6,2667	-38,9333	DNOCS	DNOCS
Açude Orós	36190000	Rio Jaguaribe	Orós	-6,2500	-38,9167	COGERH	COGERH
Açude Orós	36190500	Rio Jaguaribe	Orós	-6,2500	-38,9000	DNOCS	DNOCS
Açude Orós	36190501	Rio Jaguaribe	Missão Velha	-6,2500	-38,9000	DNOCS	DNOCS

Fonte: ANA (2020).

Figura 2.20 - Operadoras das estações fluviométricas na RHAJ

Para representar o regime de vazões da RH do Alto Jaguaribe foram selecionadas três estações fluviométricas operadas pela CPRM, monitorando o Rio Jaguaribe e o riacho Conceição:

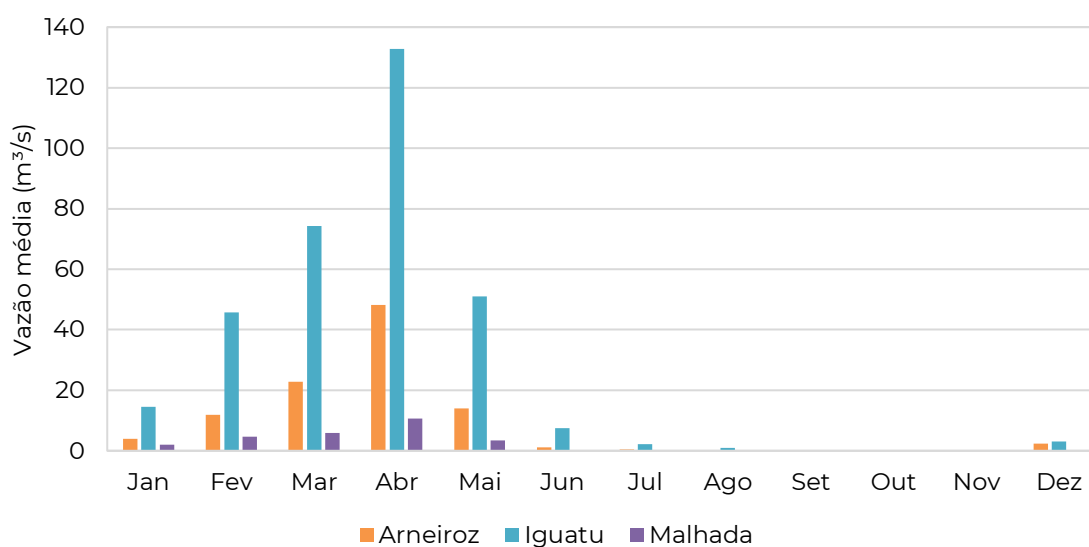
- Arneiroz (36020000);
- Malhada (36045000);
- Iguatu (36160000).

Na Tabela 2.16 apresentam-se as vazões médias obtidas no sistema HydroWeb (ANA, 2022). Observa-se que as vazões médias anuais variam de 3,3 m³/s (posto Malhada) a 27,7 m³/s (posto Iguatu), evidenciando a alta variabilidade das vazões na RH do Alto Jaguaribe, corroborada na Figura 2.21, que salienta que as maiores vazões médias ocorrem no primeiro semestre (período da estação chuvosa), entre os meses de fevereiro e maio, e as menores vazões médias são verificadas entre os meses de agosto e novembro, em todas as estações fluviométricas.

Tabela 2.16 - Estações fluviométricas selecionadas para representar as vazões médias mensais RH do Alto Jaguaribe (m³/s)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Arneiroz	3,961	11,946	22,856	48,263	14,083	1,135	0,379	0,249	0,220	0,310	0,304	2,403	8,84
Iguatu	14,529	45,718	74,332	132,814	51,005	7,447	2,223	0,928	0,120	0,107	0,081	3,013	27,69
Malhada	2,055	4,724	5,851	10,598	3,379	0,309	0,131	0,009	0,001	0,001	0,019	0,228	2,28

Fonte: ANA (2022)

Figura 2.21 - Vazões médias mensais nas estações fluviométricas da RH do Alto Jaguaribe (m³/s)

Fonte: ANA (2022)

2.8. Qualidade da água

A disponibilidade não é o único fator a se considerar na oferta de água. A qualidade assume papel de grande importância tendo em vista que limita o seu uso e impacta na escolha do melhor tipo de tratamento a ser realizado. Para conhecer o estado da arte da qualidade de suas águas, o Ceará possui uma Rede de Monitoramento da Qualidade da Água (RMQA) cujo objetivo é monitorar os principais corpos hídricos do Estado; diagnosticar os reservatórios, avaliando sua conformidade com a Resolução CONAMA n° 357/2005; subsidiar a obtenção de dados para elaboração de relatórios qualitativos periódicos; calcular os índices de qualidade de água; desenvolver estudos dentro de sua área de

abrangência; e fornecer informações solicitadas por órgãos, entidades e pela sociedade em geral.

Essa rede é monitorada pela COGERH e, para a RH do Alto Jaguaribe, existem 28 pontos de monitoramento, conforme apresentado na Tabela 2.17.

Tabela 2.17 - Pontos de monitoramento de qualidade de água realizada pela Cogeh na RH do Alto Jaguaribe

CORPO HÍDRICO	Ponto	Latitude	Longitude
Açude Trussu	TRU-06	9302764	451671
Açude Faé	FAE-01	9319025	475610
Açude Quincoé	QUI-01	9327419	449575
Açude Canoas	CAN-02	9232030	396242
Açude Do Coronel	DOC-01	9258826	394789
Açude Muquém	MUQ-01	9269147	446734
Açude Poço da Pedra	PÇP-01	9227724	350138
Açude Benguê	BEN-01	9270734	373880
Açude João Luís	JLU-01	9217209	369924
Açude Monte Belo	MBE-01	9209234	376584
Açude Pau Preto	PPE-01	9217124	380151
Açude Valério	VAL-01	9229748	419503
Açude Facundo	FAC-01	9302859	314561
Açude Parambu	PAR-01	9314175	310443
Açude Broco	BRC-01	9335886	353283
Açude Trici	TRC-01	9346033	343304
Açude Forquilha II	FO2-01	9388636	380125
Açude Várzea do Boi	VZB-01	9351184	360205
Açude Arneiroz II	ARN-02	9307385	364181
Açude Rivaldo de Carvalho	RVC-02	9306461	396841
Açude Favelas	FAV-01	9340943	376247
Canal Sistema Orós-Feiticeiro	OFE-01	9312264	511640
Canal Sistema Orós-Feiticeiro	OFE-02	9317439	512940
Rio Jaguaribe	JAG-08	9310696	508993
Rio Jaguaribe	JAG-09	9309802	510333
Açude Orós	ORO-12	9310600	508046
Açude Caldeirões	CAL-01	9277952	398320
Açude Mamoeiro	MAM-01	9249431	382216

Fonte: Dados fornecidos pela Cogeh.

O estado do Ceará possui, além da RMQA, outros pontos de monitoramento, no âmbito do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA, o qual tem como objetivo contribuir para a gestão sistemática dos recursos hídricos através da divulgação de dados sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil a toda a sociedade, estimular a padronização dos critérios e métodos de monitoramento de qualidade de água, contribuir para o fortalecimento

de um monitoramento sistemático e promover a implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA.

No Ceará, dois órgãos são responsáveis pela realização das atividades previstas pelo Qualiágua: a Semace e a Cogerh. Existem sete (07) pontos de monitoramento no âmbito deste programa para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, conforme consta na Tabela 2.18.

Tabela 2.18 - Pontos de monitoramento de qualidade do Programa Qualiágua na RH

CÓDIGO SEMACE	CÓDIGO HIDROWEB	MUNICÍPIO	CORPO HÍDRICO	LATITUDE	LONGITUDE
AJ-1		Tauá	Rio Trici	9346086	343513
AJ-2	36019900	Arneiroz	Rio Jaguaribe	9301206	371013
AJ-3	36049000	Saboeiro	Rio Jaguaribe	9273366	404230
AJ-4	36082000	Jucás	Rio Jaguaribe	9279015	442543
AJ-5	36171100	Iguatu	Rio Jaguaribe	9295604	467567
AJ-6		Iguatu	Rio Trussu	9301158	464067
AJ-7	36190300	Orós	Rio Jaguaribe	9310341	509659

Fonte: SEMACE (2020)

Além desses pontos monitorados, a CPRM mantém a Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, a qual coleta diferentes tipos de dados, dentre eles dados referentes a redes de monitoramento da qualidade das águas e de sedimentometria. Na RH do Alto Jaguaribe existem como pontos de coleta seis (06) estações com pontos de monitoramento da Região.

Tabela 2.19 - Ponto de monitoramento de qualidade de água na RH do Alto Jaguaribe

Estação	Código	Tipo	Rio/Município
Iguatu	639044	PFDQST	Rio Jaguaribe/ Iguatu
Malhada	639045	PFDQ	Riacho Conceição/Saboeiro
Sítio Patos	639073	PFDQT	Rio Jaguaribe/Jucás
Cariús	639094	PFDQT	Rio Cariús/Cariús
Santo Po	639095	PFDQT	Rio dos Bastiões/Cariús
Arneiroz	36020000	FDQ	Rio Jaguaribe/Arneiroz
Iguatu	639044	PFDQST	Rio Jaguaribe/ Iguatu

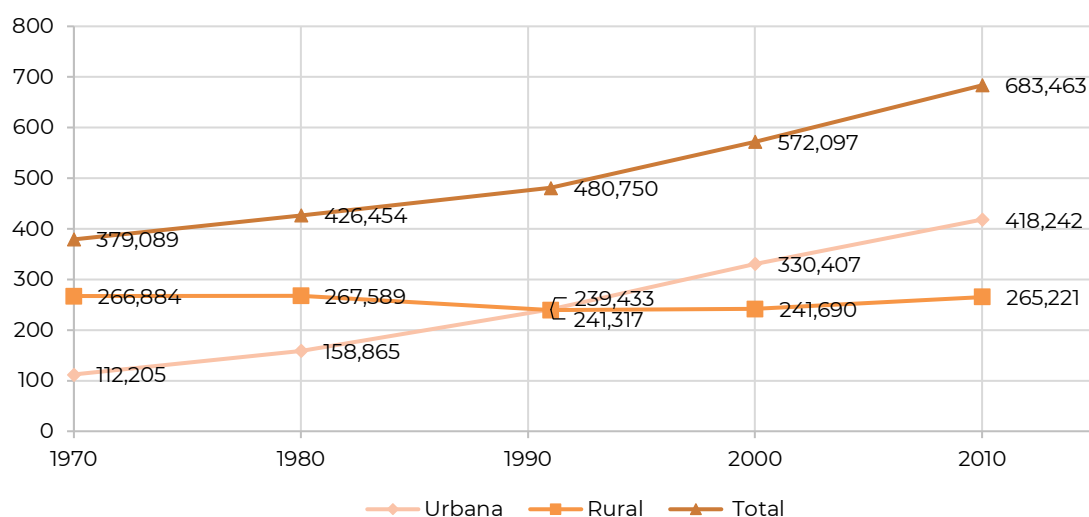
Fonte: ANA (2009). P - Pluviométrica; F- Fluviométrica; D - Medição de Descarga; Q - Qualidade De Água; T – Telemétrica; Co - Cota On Line; S- Sedimentométrica

2.9. Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

A Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe intercepta 27 municípios do Ceará, mas somente três destes não têm área expressiva dentro da RH, conforme apresentado na descrição da área, sendo eles: Icó, com 2,02% (37,65 Km²) do seu território na RH; Crato com 18,70% (212,70 Km²) e Várzea Alegre, com 18,80% (155,90 Km²).

As informações referentes às características socioeconômicas da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe serão trabalhadas de modo a tornar possível se obter um conhecimento geral sobre a área e possibilitando realizar análises comparativas entre os seus municípios componentes. Assim, serão apresentados dados 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 IDHM e IDH; dentre outros, além de indicadores sociais como educação e saúde.

Dados do Censo Demográfico mostram um processo de urbanização da RHAJ (Figura 2.22), semelhante ao que aconteceu nos grandes centros em desenvolvimento, ou seja, além do crescimento populacional verificado na área, observa-se, também, um aumento da taxa de urbanização. Desde a década de 1970, em termos gerais, há uma tendência para o aumento do contingente da população urbana e diminuição da população rural dos municípios, que em 1970 representava 74,6% da população da Região, passando para 42,56% em 2010.

Figura 2.22 - Dados de População - Censos de 1970 - 2010

Fonte: IBGE, 2019

Esta análise se consolida ao verificar o expressivo processo de urbanização para a maioria dos municípios na Tabela 2.20, onde se verificam valores da Taxa Média Geométrica de incremento anual da população residente para a grande maioria dos municípios, indicando o decréscimo da população rural. A exceção ocorre para Acopiara, Aiuaba e Catarina.

O município de Iguatu é o mais populoso, com cerca de 24% da população da Região Hidrográfica, seguido por Tauá (10,4%) e Acopiara (8,1%), esses três municípios contêm 42,57% da população, em 24,6% do seu território.

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 e Serviços, destacando-se para este último a Administração, Saúde e Educação Públicas e Seguridade Social, devido a relevância destes segmentos na economia municipal.

Tabela 2.20 - 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
Acopiara	25.228	25.932	51.160	54.687	1,27	0,40	0,82
Aiuaba	3.951	12.252	16.203	17.584	2,25	0,82	1,15
Altaneira	4.957	1.899	6.856	7.712	2,73	-0,01	1,89
Antonina do Norte	4.999	1.985	6.984	7.402	1,22	-0,47	0,71
Araripe	12.733	7.952	20.685	21.707	2,29	-1,72	0,54
Arneiroz	3.879	3.771	7.650	7.848	6,10	-3,51	0,15
Assaré	11.952	10.493	22.445	23.537	2,40	-0,87	0,72
Campos Sales	19.081	7.425	26.506	27.513	1,08	-1,26	0,36
Cariús	8.310	10.257	18.567	18.700	1,49	-0,94	0,07
Catarina	8.728	10.017	18.745	21.041	3,05	0,98	1,89
Farias Brito	8.871	10.136	19.007	19.330	0,16	-1,33	-0,66
Iguatu	74.627	21.868	96.495	103.633	1,81	-0,61	1,20
Jucás	14.150	9.657	23.807	24.949	1,78	-1,09	0,51
Nova Olinda	9.696	4.560	14.256	15.798	4,25	-2,18	1,67
Orós	16.023	5.366	21.389	21.342	0,14	-1,47	-0,29
Parambu	14.106	17.203	31.309	31.391	1,18	-1,37	-0,31
Potengi	5.714	4.562	10.276	11.165	3,67	-1,21	1,18
Quixelô	4.929	10.071	15.000	16.116	1,70	-1,26	-0,39
Saboeiro	8.455	7.297	15.752	15.757	0,81	-1,43	-0,30
Salitre	6.263	9.190	15.453	16.714	3,39	-0,26	1,05
Santana do Cariri	8.822	8.348	17.170	17.726	0,76	-0,38	0,19
Tarrafas	2.624	6.286	8.910	8.555	3,03	-1,44	-0,33
Tauá	32.259	23.457	55.716	59.259	1,90	-0,72	0,70

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

IPECE (2021) destaca que Aiuaba foi um dos municípios que, em 2019, reduziu a sua dependência do setor público em - 6,05 p.p., devido ao incremento de outras atividades produtivas no município.

Na análise dos municípios com menores PIB per capita em 2019, Catarina (R\$ 5.749,66) consta entre os dez, estando em 184º, ou seja, em penúltimo no ranking. Figura ainda entre os municípios com maior participação da administração pública no VAB municipal, o que demonstra a forte dependência, relativamente ao setor público, da economia local. (IPECE, 2021)

O município de Iguatu, no ano de 2019, foi um dos doze municípios com participação acima de 1% no PIB do Estado, destacando-se no setor de agropecuária.

Tabela 2.21 - Distribuição do PIB por setores

Municípios	PIB per capita	PIB (R\$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Acopiara	8.527,43	462.783,70	0,283	13,30	4,89	81,80
Aiuaba	7.438,27	129.418,39	0,079	16,81	2,68	80,50
Altaneira	7.703,87	58.441,56	0,036	7,47	3,72	88,81
Antonina do Norte	8.761,76	64.425,24	0,039	3,95	4,27	91,77
Araripe	7.875,07	170.101,55	0,010	11,90	3,78	84,32
Arneiroz	7.500,79	58.806,18	0,036	15,25	3,12	81,63
Assaré	8.396,48	196.620,39	0,120	10,89	3,39	85,72
Campos Sales	9.754,59	267.529,38	0,164	14,97	3,42	81,60
Cariús	7.731,54	144.572,05	0,088	20,18	3,41	76,41
Catarina	5.749,66	119.006,44	0,073	7,42	2,78	89,80
Farias Brito	9.689,49	188.460,61	0,115	22,44	2,92	74,64
Iguatu	16.562,40	1.697.612,87	1,038	9,70	8,29	82,01
Jucás	9.843,98	244.455,67	0,149	10,68	7,32	82,00
Nova Olinda	9.353,48	145.586,87	0,089	7,20	6,53	86,27
Orós	8.634,91	185.020,17	0,113	12,55	3,74	83,71
Parambu	7.617,58	240.113,77	0,147	12,06	3,15	84,79
Potengi	7.710,74	85.165,08	0,052	11,55	4,67	83,78
Quixelô	8.815,22	142.612,59	0,087	15,80	2,86	81,34
Saboeiro	8.137,32	128.724,32	0,079	18,76	2,60	78,64
Salitre	7.684,18	127.203,92	0,078	11,92	2,46	85,62
Santana do Cariri	7.588,62	134.318,62	0,082	13,80	3,30	82,90
Tarrafas	8.006,78	68.794,29	0,042	13,06	3,57	83,37
Tauá	11.245,42	661.894,36	0,405	10,20	6,42	83,38

Fonte: IPECE, 2019

Tendo em vista que o Produto Interno Bruto (PIB) per capita considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) também deve ser observado. O IDH, obtido a partir da média do IDH-Municipal (IDHM) divulgado pela ONU, através de seu Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), compreende três dimensões: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1 e, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

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, obtido a partir do PIB per capita, ajustado ao poder de paridade de compra e com retornos marginais decrescentes à renda a partir de um determinado patamar de referência.

Os valores de IDH são apresentados na Tabela 2.22 para os municípios, com dados do censo de 2010.

Tabela 2.22 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Acopiara	0,60	144	0,52	145	0,72	175	0,56	76
Aiuaba	0,57	177	0,47	177	0,75	137	0,52	164
Altaneira	0,60	128	0,52	149	0,77	55	0,55	114
Antonina do Norte	0,60	136	0,51	155	0,77	61	0,55	106
Araripe	0,56	180	0,46	180	0,76	109	0,52	168
Arneiroz	0,62	77	0,56	68	0,74	153	0,57	70
Assaré	0,60	134	0,48	171	0,78	23	0,57	55
Campos Sales	0,63	49	0,56	81	0,77	68	0,58	38
Cariús	0,60	141	0,52	141	0,75	132	0,55	117
Catarina	0,62	78	0,56	73	0,76	82	0,55	100
Farias Brito	0,63	44	0,61	27	0,77	56	0,54	122
Iguatu	0,68	10	0,60	31	0,81	6	0,64	6
Jucás	0,60	140	0,51	151	0,77	63	0,54	126
Nova Olinda	0,63	59	0,55	83	0,78	26	0,57	66
Orós	0,64	40	0,56	77	0,79	11	0,58	42
Parambu	0,57	176	0,46	179	0,76	83	0,53	154
Potengi	0,56	182	0,44	183	0,76	107	0,53	145
Quixelô	0,59	151	0,52	139	0,73	173	0,55	111
Saboeiro	0,58	171	0,50	164	0,72	183	0,53	139
Salitre	0,54	184	0,43	184	0,73	166	0,50	181
Santana do Cariri	0,61	94	0,56	78	0,78	32	0,53	148
Tarrafas	0,58	170	0,48	172	0,75	133	0,53	144
Tauá	0,63	46	0,56	71	0,77	58	0,59	36

Dentre os municípios da RHAJ, 12 apresentam valores de IDHM inferior a 0,599, representando um Baixo Desenvolvimento, são eles: Salitre, Potengi, Araripe, Aiuaba, Parambu, Saboeiro, Tarrafas, Quixelô, Acopiara Cariús, Jucás e Antonina do Norte, um reflexo principalmente da componente Educação,

seguido da Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando no intervalo de 0,600 a 0,699, considerado Médio Desenvolvimento.

Na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe destaca-se a indústria de transformação, conforme a Tabela 2.23. A maioria das empresas se localizam nos municípios de Iguatu e Tauá.

Tabela 2.23 - Quantidade de Empresas Industriais

Municípios	Empresas Industriais				
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	Total
Acopiara	1	4	106	-	111
Aiuaba	1	1	18	2	22
Altaneira	-	-	13	-	13
Antonina do Norte	1	1	18	1	21
Araripe	-	2	32	-	34
Arneiroz	3	-	15	-	18
Assaré	4	1	62	-	67
Campos Sales	1	-	58	-	59
Cariús	-	-	22	1	23
Catarina	2	-	13	-	15
Farias Brito	1	1	49	-	51
Iguatu	3	27	586	9	625
Jucás	1	-	58	1	60
Nova Olinda	2	1	49	12	64
Orós	-	-	45	2	47
Parambu	16	5	45	2	68
Potengi	-	-	23	-	23
Quixelô	-	2	31	-	33
Saboeiro	-	-	16	1	17
Salitre	-	-	45	-	45
Santana do Cariri	-	1	18	3	22
Tarrafas	-	1	7	-	8
Tauá	10	20	191	-	221

Fonte: Secretaria da Fazenda (Sefaz, 2021)

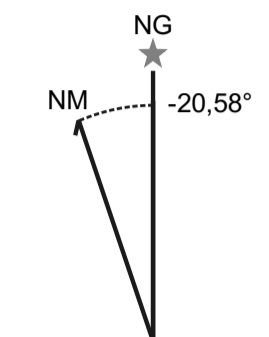
Na área da RHAJ existem 21 solicitações de pedidos de outorga para Produção Independente de Energia, utilizando como fonte a radiação solar, localizadas em Tauá. Em Iguatu tem-se uma usina termoelétrica para Produção Independente de Energia usando óleo diesel, conforme o Mapa das Fontes Alternativas de Energia.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



**FONTES DE ENERGIA
ALTERNATIVA**



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

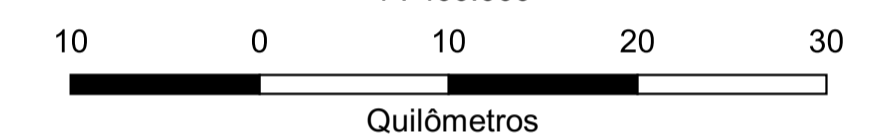
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

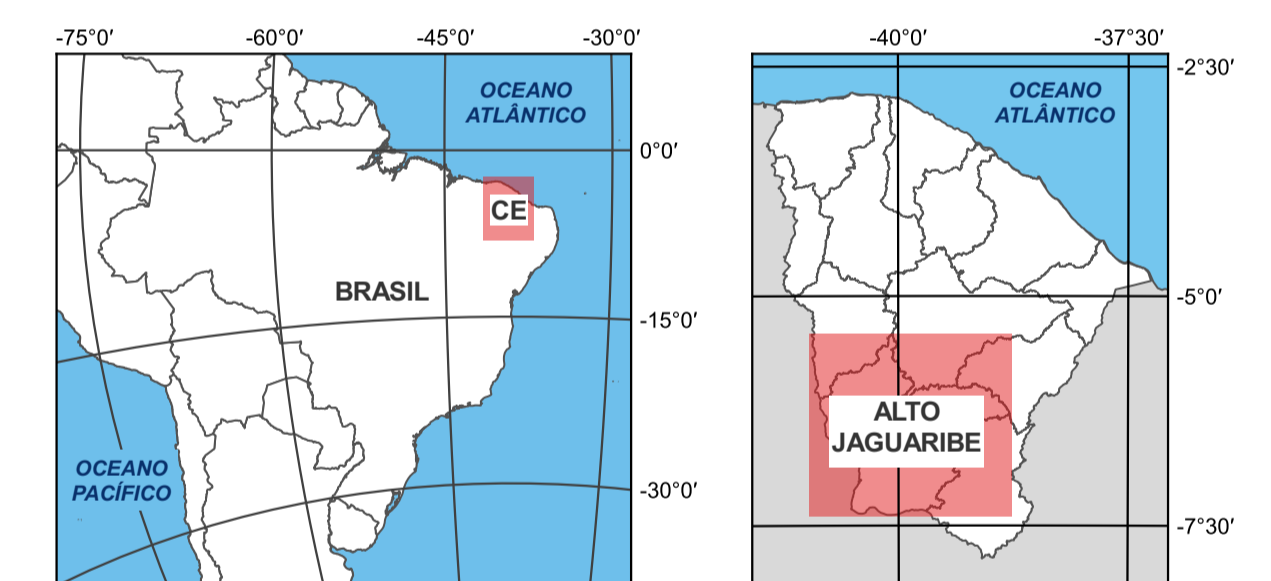
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

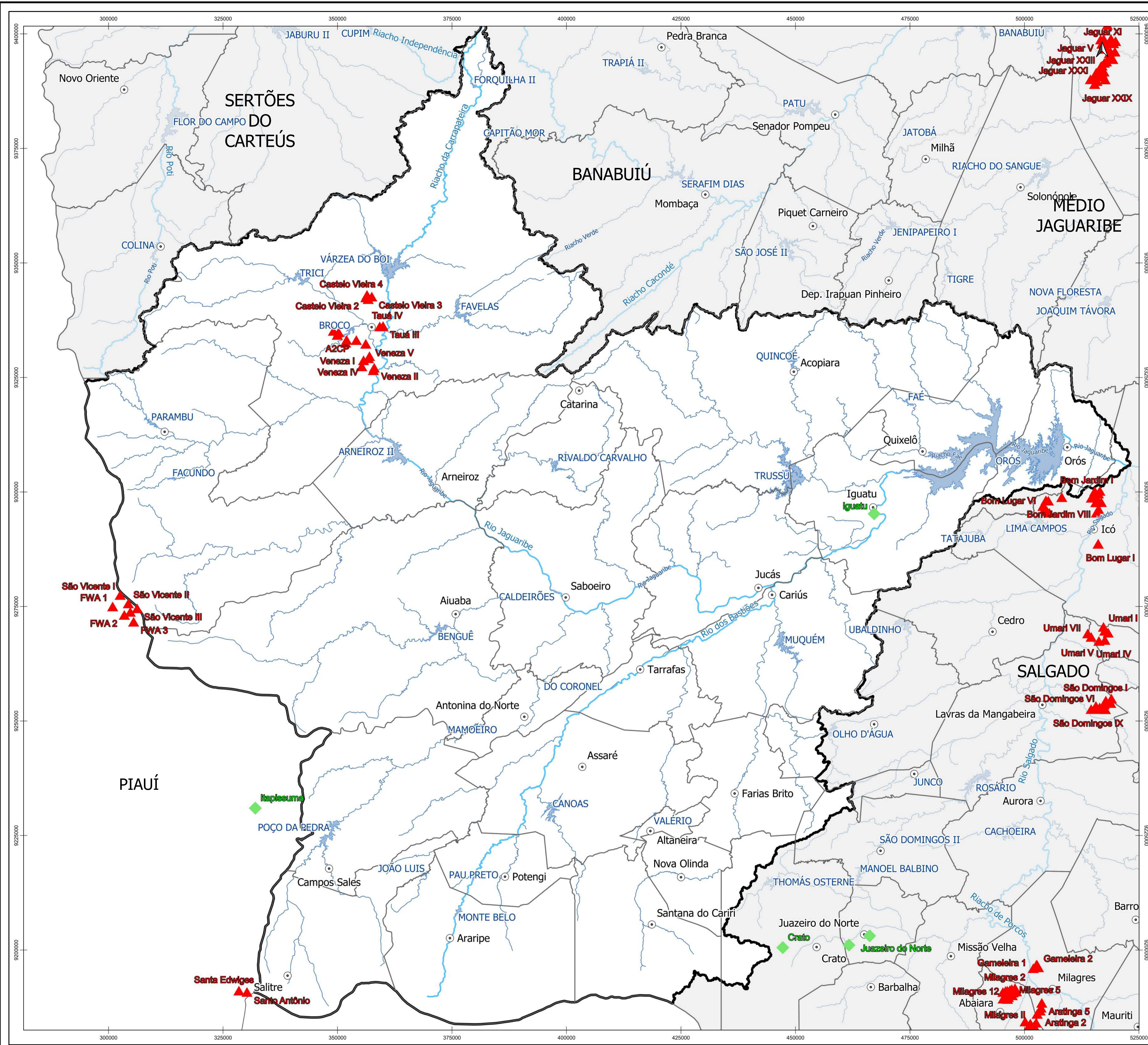
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Regiões Hidrográficas do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2021)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Reservatórios Monitorados (Cogerh, 2020)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Usina Fotovoltaica (Sigel, Aneel, 2021)
- Usinas Termoelétrica (Sigel, Aneel, 2021)

ELABORAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



No que diz respeito à agricultura, as principais culturas permanentes produzidas na Região Hidrográfica foram, para o ano de 2020, a banana, o mamão e a manga, em uma área plantada de aproximadamente 950 hectares. Destaque para a produção de banana em Iguatu, representando mais de 50% da produção da RHAJ.

As culturas temporárias em destaque na Região são o milho, o feijão, a mandioca e a fava. Em uma área de mais de 156.000 hectares, para essas culturas. Salitre foi o maior produtor de feijão, seguido por Araripe. (Tabela 2.24)

Tabela 2.24 - Quantidade produzida Lavouras temporárias e permanentes - 2020 (Toneladas)

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes						
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano - 2020						
	Banana (cacho)	Mamão	Manga	Milho (em grão)	Feijão (em grão)	Mandioca	Fava (em grão)
Acopiara	270	1	150	10.080	160	2.694	2
Aiuaba	135	6	-	8.100	382	1.440	182
Altaneira	35	-	20	2.040	199	47	24
Antonina do Norte	35	-	-	1.109	-	48	19
Araripe	11	10	-	6.720	49.058	451	138
Arneiroz	-	-	8	2.022	65	454	-
Assaré	126	3	-	15.600	130	883	704
Campos Sales	55	5	10	10.250	448	425	1.100
Cariús	4.020	-	81	6.000	126	436	36
Catarina	25	-	-	3.926	30	856	15
Farias Brito	858	-	-	10.070	421	903	680
Iguatu	15.750	1	183	13.860	679	1.466	7
Jucás	1.629	-	23	6.039	165	488	30
Nova Olinda	15	-	-	4.760	445	371	145
Orós	82	-	13	2.145	118	215	4
Parambu	17	154	35	8.668	900	2.175	-
Potengi	12	2	8	5.550	90	225	192
Quixelô	95	-	15	4.604	21	344	-
Saboeiro	15	-	-	5.905	-	215	18
Salitre	5	6	-	4.158	72.619	568	50
Santana do Cariri	330	4	28	3.537	1.571	96	95
Tarrafas	23	1	49	3.410	90	97	267
Tauá	33	-	85	16.724	110	2.196	-
TOTAL	23.576	193	708	155.277	127.827	17.093	3.708

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2020

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 a Tabela 2.25.

Tabela 2.25 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura

Município	Lenha (m ³)	Madeira em tora (m ³)	Carvão vegetal (t)	Pequi (t)
Acopiara	45.000	6.000	102	-
Aiuaba	50.000	640	35	-
Altaneira	10.000	90	10	-
Antonina do Norte	8.000	35	11	-
Araripe	24.000	-	27	-
Arneiroz	14.000	-	10	-
Assaré	32.500	630	12	-
Campos Sales	14.500	-	11	-
Cariús	4.200	4.525	124	-
Catarina	10.120	1.050	1	-
Farias Brito	27.500	390	69	-
Iguatu	23.500	1.090	115	-
Jucás	15.500	950	7	-
Nova Olinda	15.500	-	15	100
Orós	5.885	-	12	-
Parambu	59.470	500	19	-
Potengi	8.400	-	305	-
Quixelô	2.500	250	20	-
Saboeiro	11.500	17.000	5	-
Salitre	26.400	-	5	-
Santana do Cariri	25.000	-	83	98
Tarrafas	7.800	60	6	-
Tauá	55.150	950	4	-
TOTAL	496.425	34.160	1.008	198

A estrutura fundiária nos municípios da Região Hidrográfica (Tabela 2.26) reflete a realidade vigente no país, onde ocorrem grandes distorções quanto à distribuição e ao seu uso da terra. Especialmente no Nordeste, observa-se um grande número de minifúndios contrastando com poucos imóveis de grandes dimensões de terras. O número de minifúndios, pequenas propriedades e os imóveis rurais não classificados perfazem um total de mais de 95% da estrutura fundiária.

As informações quantitativas do efetivo de rebanhos, do tipo e da produção animal na Região são mostradas na Tabela 2.27, destacando-se, em 2020, a

produção de galináceos em Acopiara e de ovinos em Tauá.

Tabela 2.26 - Número de imóveis rurais e área ocupada - 2005

Município	Dados do Imóvel	Propriedade			Minifúndio	Não classificado	TOTAL
		Grande	Média	Pequena			
Acopiara	Área (ha)	10.378	39.023	60.467	23.755	14	133.637
	Quantidade	14	159	814	1.297	44	2.328
Aiuaba	Área (ha)	12.643	33.091	64.274	21.491	170	131.668
	Quantidade	7	62	392	548	29	1.038
Antonina do Norte	Área (ha)	2.127	4.970	7.316	1.818	-	16.230
	Quantidade	2	14	78	85	8	187
Araripe	Área (ha)	5.132	22.018	24.170	14.937	12	66.268
	Quantidade	3	48	213	667	19	950
Arneiroz	Área (ha)	4.214	22.601	24.317	11.328	-	62.459
	Quantidade	2	42	153	255	6	458
Assaré	Área (ha)	2.017	15.153	22.159	10.834	10	50.172
	Quantidade	2	45	241	487	33	808
Campos Sales	Área (ha)	22.262	6.657	18.967	16.835	190	64.911
	Quantidade	2	16	155	687	114	974
Cariús	Área (ha)	4.850	17.743	22.781	10.080	46	55.500
	Quantidade	4	74	305	661	24	1.068
Catarina	Área (ha)	-	5.310	13.570	14.559	-	33.439
	Quantidade	-	10	87	367	5	469
Farias Brito	Área (ha)	1.829	5.740	13.629	16.145	56	37.399
	Quantidade	2	19	173	1.125	88	1.407
Iguatu	Área (ha)	5.194	14.875	23.527	20.172	43	63.810
	Quantidade	3	58	332	1.456	48	1.897
Jucás	Área (ha)	1.387	13.454	21.453	8.839	-	45.134
	Quantidade	2	50	306	515	44	917
Nova Olinda	Área (ha)	-	4.382	7.440	7.864	17	19.703
	Quantidade	-	9	82	523	13	627
Orós	Área (ha)	685	5.401	6.798	4.233	-	17.117
	Quantidade	1	23	91	281	27	423
Parambu	Área (ha)	62.966	48.048	89.159	45.145	114	245.431
	Quantidade	19	76	556	1.203	42	1.896
Potengi	Área (ha)	-	3.283	10.196	6.081	-	19.561
	Quantidade	-	6	100	292	6	404
Quixelô	Área (ha)	1.749	4.854	11.672	9.587	-	27.862
	Quantidade	1	19	160	690	17	887
Saboeiro	Área (ha)	-	17.966	39.326	21.879	3	79.174
	Quantidade	-	31	237	559	13	840
Salitre	Área (ha)	-	6.745	9.822	7.035	-	23.602
	Quantidade	-	14	76	287	49	426
Santana do Cariri	Área (ha)	6.906	10.760	17.749	11.306	18	46.739
	Quantidade	5	28	171	616	8	828
Tarrafas	Área (ha)	1.009	2.644	10.315	6.846	106	20.920
	Quantidade	1	11	123	313	14	462
Tauá	Área (ha)	24.274	78.698	156.883	62.610	210	322.676
	Quantidade	10	135	1.005	1.756	174	3.080

Fonte: Instituto Nacional de Colonização Agrária, 2005

Tabela 2.27 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho - Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)

Município	Tipo de rebanho (ano 2020)						
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos
Acopiara	59.039	-	3.327	15.000	8.596	32.117	1.622.484
Aiuaba	13.700	-	950	4.530	50.060	63.600	41.830
Altaneira	3.512	-	120	1.600	415	520	17.500
Antonina do Norte	3.900	-	70	320	1.600	5.000	7.200
Araripe	16.530	-	700	2.700	2.200	5.700	58.500
Arneiroz	10.545	-	406	3.702	28.567	38.125	18.681
Assaré	24.300	-	1.250	5.500	4.000	16.000	63.000
Campos Sales	11.025	-	480	4.800	11.300	42.000	68.000
Cariús	21.573	-	420	4.500	1.450	4.800	87.000
Catarina	9.464	-	1.111	6.072	12.141	41.857	18.616
Farias Brito	17.490	-	610	4.200	3.000	4.500	65.000
Iguatu	60.000	-	1.505	8.000	4.000	14.000	460.000
Jucás	31.000	-	630	5.100	2.200	6.000	40.500
Nova Olinda	10.530	-	310	2.750	1.680	2.800	40.200
Orós	18.937	-	750	4.853	4.063	9.405	48.344
Parambu	23.476	-	1.071	16.511	26.747	54.546	89.038
Potengi	10.620	-	190	1.990	2.050	7.500	61.120
Quixelô	28.000	-	500	4.000	640	7.900	45.700
Saboeiro	15.476	-	730	2.600	12.350	25.300	26.000
Salitre	10.575	-	630	1.980	4.100	15.000	76.000
Santana do Cariri	12.080	13	430	2.000	1.850	3.000	116.000
Tarrafas	7.375	-	260	1.800	425	1.800	33.250
Tauá	47.160	12	2.185	21.273	77.745	152.536	166.250
TOTAL	466.307	25	18.635	125.781	261.179	554.006	3.270.213

Fonte: IBGE- Pesquisa da Pecuária Municipal, 2020

A aquicultura na RHAJ ocorre em nove dos seus municípios, com destaque, no ano de 2020, para a criação de camarão, especialmente em Quixelô e Iguatu, conforme a Tabela 2.28.

Tabela 2.28 - Produção da aquicultura, por tipo de produto - 2020 (Toneladas)

Município	Tambaqui (Kg)	Tilápia (Kg)	Alevinos (Milheiros)	Camarão (Kg)
Arneiroz
Campos Sales	-	800	-	-
Cariús	-	-	-	41.600
Farias Brito	1.600	9.900	-	-
Iguatu	-	-	-	90.000
Jucás	-	300	-	-
Orós	-	13.000	13.000	2.640
Quixelô	-	-	-	297.000
Tauá

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal

Outra informação importante que também caracteriza a socioeconomia refere-se à infraestrutura hídrica, água e esgoto. Segundo dados dos

prestadores que responderam o SNIS (2020), a parcela da população urbana efetivamente atendida por rede de abastecimento de água em relação à população urbana residente varia na Região de 49,21% em Santana do Cariri a 100,0% para Aiuaba e Jucás, no ano de referência de 2020 (Tabela 2.29)

Já os dados referentes à 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, deixou de ser repassado para o SNIS por sete municípios. Entre os municípios da região destaca-se Quixelô, por apresentar maior percentual da população atendida. Em Iguatu e Jucás, embora baixos, os números mostram mais de 50% da população atendida, enquanto os demais apresentam índices extremamente baixos.

Tabela 2.29 - 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)
Acopiara	99,61*	66,20	13,55
Aiuaba	100,00*	100,00	-
Altaneira	99,35	73,22	10,78
Antonina do Norte	99,34	84,26	52,26
Araripe	94,65	52,43	-
Arneiroz	99,59	64,80	-
Assaré	99,87	71,02	-
Campos Sales	98,68	54,60	11,78
Cariús	91,97	47,59	-
Catarina	98,31	78,82	24,19
Farias Brito	99,70	61,31	-
Iguatu	99,73*	95,91	20,28
Jucás	93,31*	100,0	56,90
Nova Olinda	99,16	75,66	-
Orós	99,98	72,67	-
Parambu	100,0	67,73	-
Potengi	99,97	71,68	-
Quixelô	91,85*	95,08	74,16
Saboeiro	98,93	47,18	2,41
Salitre	87,70	75,07	8,19
Santana do Cariri	98,81	49,21	-
Tarrafas	98,38	87,05	6,65
Tauá	99,41	75,24	10,91

Fonte: CAGECE, 2021; SNIS, 2020; *SDA 2019

Entre os anos de 2009 e 2020 foram desenvolvidas ações pela Superintendência de Obras Hidráulicas – Sohidra voltadas para o saneamento básico, como a instalação de dessalinizadores, a construção de chafarizes e sistemas de injeção de água na rede de distribuição em 17 dos municípios da Região, sendo eles: Acopiara, Aiuaba, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Campos Sales, Cariús, Farias Brito, Iguatu, Jucás, Orós, Parambu, Quixelô, Saboeiro, Salitre e Tauá.

No âmbito do Programa Água para Todos, o Programa Água Doce, criado pelo Ministério do Meio Ambiente, também trouxe benefícios por meio de Sistemas de Dessalinização Instalados para sete dos municípios, com respectivos números de famílias beneficiadas: Acopiara - 309 famílias; Aiuaba - 58; Arneiroz - 166; Catarina - 24; Saboeiro - 226; Salitre - 248; e Tauá - 1.155 famílias.

A construção de cisternas com recursos de diversas fontes do governo federal, sob a coordenação da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) e da Articulação do Semiárido (ASA), beneficiou comunidades de todos os municípios componentes da RHAJ, totalizando 36.436 cisternas (23.669 pela SDA e 12.767 pela ASA), sendo destas cisternas, 60 de reuso, além de 231 barragens subterrâneas. (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020)

Quanto à construção de sistemas de abastecimento de água e de chafarizes, no âmbito do Programa Água para Todos, com outros recursos de diversas fontes federais, foi possibilitada a construção desses sistemas de abastecimento em 24 dos municípios da RHAJ, incluindo ainda o município de Icó, e a construção de chafarizes, com mais de 5.200 famílias beneficiadas. (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020).

O Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR, buscando a universalização do acesso à água de qualidade, a fim de possibilitar a melhoria da qualidade de vida da população rural, por meio da prestação dos serviços de manutenção em saneamento básico, de forma autogerida

e sustentável, possibilitou o acesso a água para 303 localidades, distribuídas em todos os municípios integrantes da RHAJ, incluindo Icó.

O Pacto para o Saneamento (2020) mostra que estão sendo trabalhados pelos municípios os Planos Regionais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e, também, os Consórcios Públicos de Manejo de Resíduos Sólidos. O Plano Regional do Sertão Centro Sul abrange os seguintes municípios: Acopiara, que faz parte do Consórcio de Desenvolvimento do Sertão Central Sul; Cariús, Catarina, Iguatu, Jucás, Quixelô, integrantes do Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Alto Jaguaribe; Icó, Orós, Tarrafas, integrantes do Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Sertão Centro Sul I.

Para o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Região do Cariri, tem-se os seguintes municípios e respectivos consórcios aos quais fazem parte: Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Campos Sales, Potengi, Salitre (Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Cariri Oeste); Saboeiro (Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Alto Jaguaribe); Altaneira, Farias Brito, Nova Olinda, Santana do Cariri (Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada para Aterro de Resíduos Sólidos – Unidade Crato). Além disso, para o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Sertão dos Inhamuns, tem-se: Aiuaba, Arneiroz, Parambu e Tauá (Consórcio de Manejo de Resíduos Sólidos da Região do Sertão de Inhamuns).

Além dessas informações, o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.30 para os municípios integrantes da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe. O IMA é considerado uma importante ferramenta de identificação dos municípios que potencialmente podem ser mais afetados pelas intempéries climáticas e pela falta de recursos hídricos adequados para atender as 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 2.30 - Índice Municipal de Alerta

Município	IMA 2021	Ranking IMA 2021 no Estado
Acopiara	0,672	93
Aiuaba	0,699	67
Altaneira	0,743	32
Antonina do Norte	0,682	79
Araripe	0,752	30
Arneiroz	0,736	38
Assaré	0,826	5
Campos Sales	0,537	170
Cariús	0,729	44
Catarina	0,616	137
Farias Brito	0,575	159
Iguatu	0,591	153
Jucás	0,690	75
Nova Olinda	0,747	31
Orós	0,773	17
Parambu	0,666	98
Potengi	0,656	105
Quixelô	0,697	69
Saboeiro	0,816	8
Salitre	0,702	63
Santana do Cariri	0,719	49
Tarrafas	0,784	15
Tauá	0,672	93

Fonte: IPECE, 2022

Segundo as classes de IMA para 2021, verifica-se um total de dois municípios com Baixa Vulnerabilidade (IMA menor que 0,5797), são eles: Cariús e Iguatu; quatro municípios com Média Vulnerabilidade (valores entre 0,5797 e 0,6657): Jucás, Farias Brito, Quixelô e Potengi; onze municípios com Média-Alta Vulnerabilidade (valores entre 0,6657 e 0,7517): Acopiara, Araripe, Novo Oriente, Saboeiro, Aiuaba, Santana do Cariri, Tarrafas, Catarina, Assaré, Antonina do Norte e Orós; e cinco municípios com Alta Vulnerabilidade (IMA maior que 0,7517), Arneiroz, Parambu, Tauá, Salitre e Campos Sales.

3 DEMANDA ATUAL



ADUTORA ARNEIROZ II - TAUÁ

O conhecimento sobre os usos dos recursos hídricos e das relações que estabelecem entre si no território é fundamental para o alcance da segurança hídrica. O conhecimento da demanda é componente chave para o planejamento e para o gerenciamento das águas ao evitar os riscos de não atendimento das necessidades das populações e dos ecossistemas associados, bem como para o desenvolvimento das atividades econômicas da sociedade.

3.1 Demanda hídrica outorgada

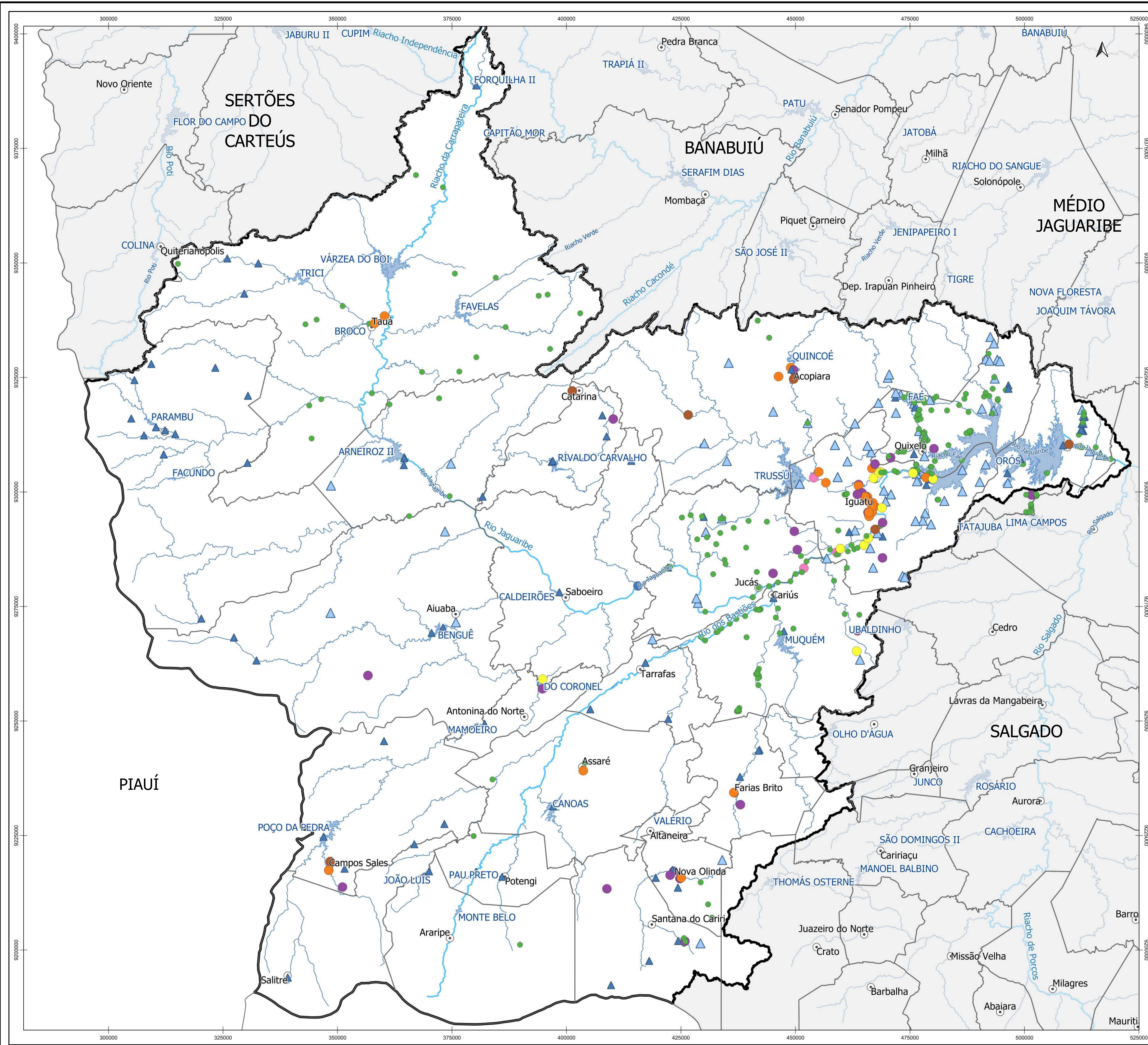
As outorgas de direito de uso utilizadas nesta análise foram retiradas da base de dados de outorgas disponíveis online no site da COGERH/SRH e referem-se às outorgas em vigência no mês de maio de 2022 nos seguintes usos: abastecimento humano, aquicultura, dessedentação animal, diluição de efluentes, industrial, irrigação, serviço e comércio e demais usos.

A vazão total outorgada na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe de 2016 a 2022 é de 931,63 L/s, destacando como principais usos o abastecimento humano e a irrigação que consomem 430,27 L/s e 299,28 L/s desse total, respectivamente (Tabela 3.1 e Figura 3.2). Essa vazão é registrada em 471 outorgas que possuem vigência em 2021 (Mapa Outorgas Vigentes) e foram concedidas entre os anos de 2016 e 2022. Desse total, 34,61% tornaram-se vigentes no ano de 2021.

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

Tabela 3.1 - Vazão outorgada vigente (L/s) na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe por tipo de uso

Tipo de uso	Vazão Outorgada (L/s)	Percentual (%)
Abastecimento humano	430,27	46,18
Água mineral e água potável de mesa	0,04	0,00
Aquicultura	42,97	4,61
Demais usos	0,81	0,09
Dessedentação animal	0,00	0,00
Diluição de efluentes	120,19	12,90
Industrial	5,72	0,61
Irrigação	299,28	32,12
Serviço e comércio	32,34	3,47
Total	931,63	100,00



**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

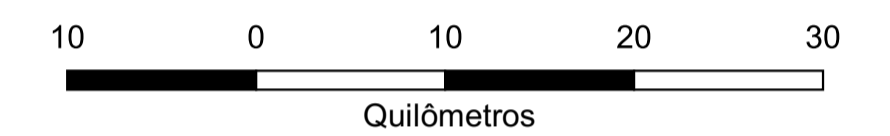
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

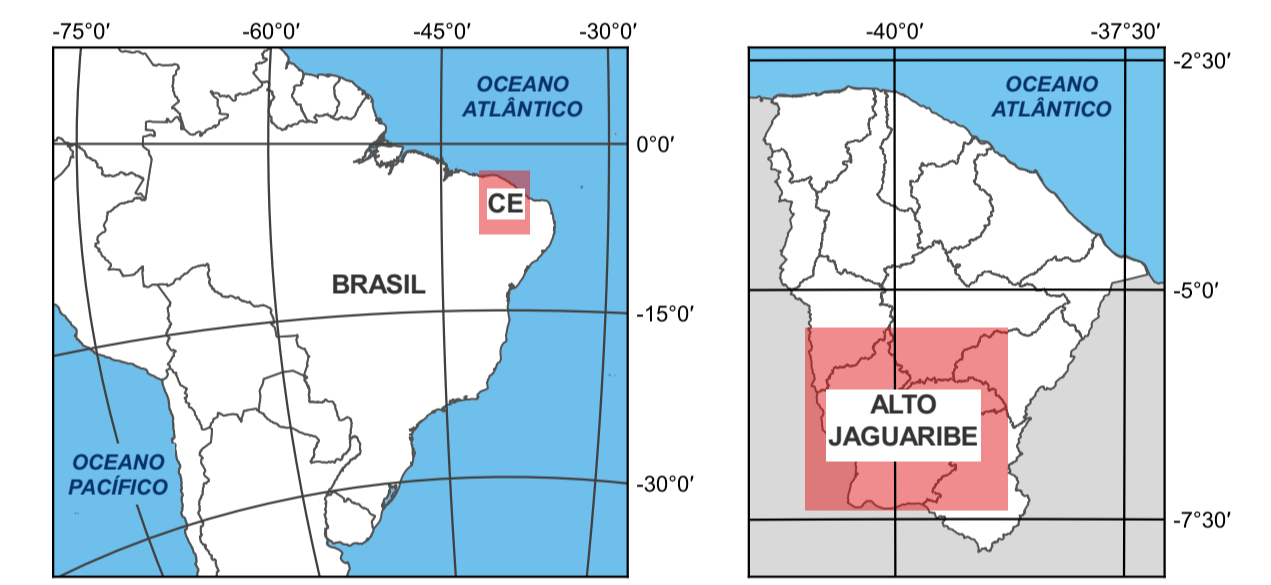
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Regiões Hidrográficas do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2021)
- ▭ Limites Municipais (Ipece, 2021)
- ▭ Limite Estadual (Ipece, 2021)
- ~ Rios Principais (ANA, 2016)

OUTORGA ALTO JAGUARIBE (COGERH, 2020)

- ▲ ABASTECIMENTO HUMANO
- ÁGUA MINERAL E ÁGUA POTÁVEL DE MESA
- AQUICULTURA
- DEMAIS USOS
- ▲ DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAL
- DILUIÇÃO DE EFLUENTES
- INDUSTRIAL
- SERVIÇO E COMERCIO
- IRRIGAÇÃO

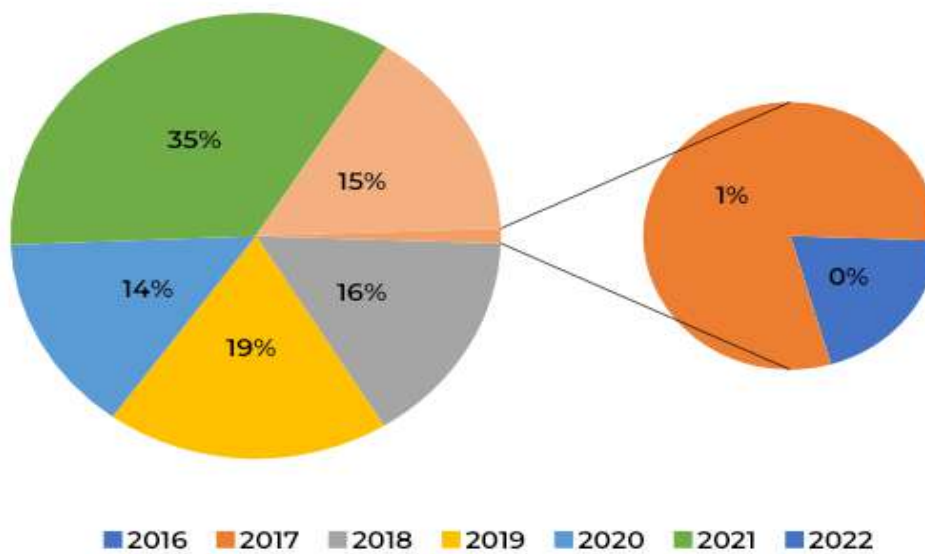
ELABORAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022

A Figura 3.1 apresenta em termos percentuais o ano de início de vigência das outorgas na RHAJ. Com exceção do abastecimento humano, as outorgas foram iniciadas em 2018. De acordo com a Figura 3.1, em 2016 houve o menor número de outorgas vigentes.

Figura 3.1 - Ano de início de vigência das outorgas em percentual



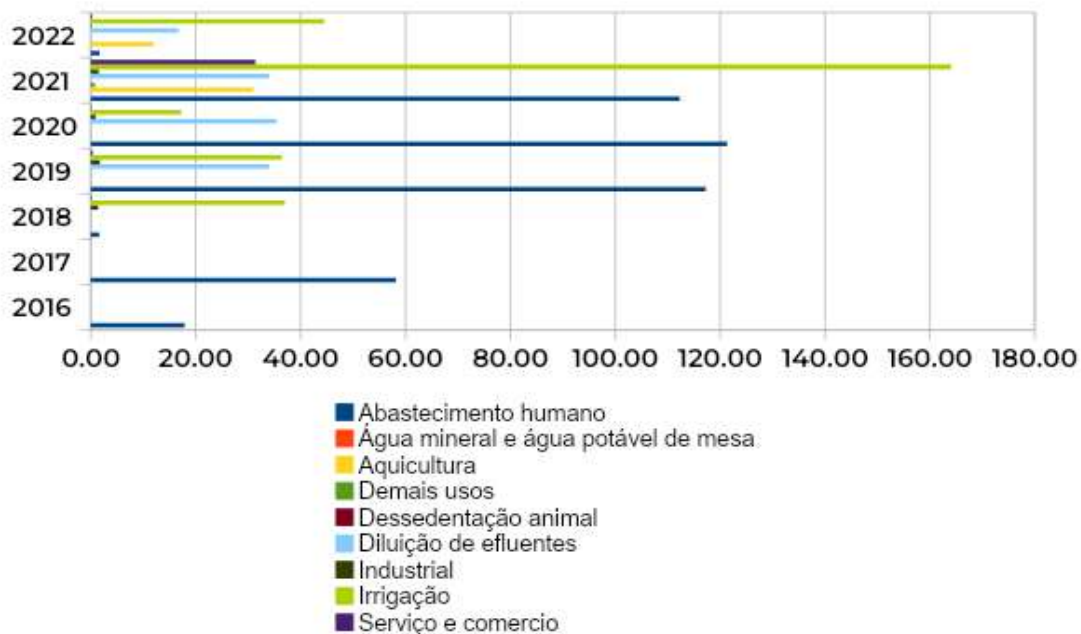
As maiores demandas do abastecimento humano tiveram vigência inicial nos anos de 2019 (117,26 L/s) e 2020 (121,33 L/s). A irrigação possui seus maiores volumes outorgados iniciando em 2021 (164,04 L/s) e 2022 (44,52 L/s), conforme observa-se na Figura 3.2.

Vale ressaltar que o Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 manifesta a vigência mínima de dez (10) anos para a concessão de outorga de direito de uso no estado (CEARÁ, 2020). A vigência máxima é expressa pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e corresponde a trinta e cinco (35) anos (BRASIL, 1997).

Também se observa na Figura 3.2 que as vazões outorgadas demandadas para a diluição de efluentes tiveram vigência inicial nos anos de 2019 (34,01 L/s), mas a maior outorga foi em 2020 (35,40 L/s). Para

a aquicultura, a maior vazão foi registrada em 2021 (30,97 L/s). Já o uso industrial registrou sua maior demanda em 2020 (1,74 L/s), enquanto o maior uso do setor de comércio e serviços se deu em 2021 (31,39 L/s).

Figura 3.2 - Vazão outorgada segundo o ano de vigência anual



O atendimento das vazões outorgadas tem sido realizado por açudes monitorados, não monitorados, água subterrânea, canais, lagos ou lagoas e rios ou riachos.

O abastecimento humano tem recebido água principalmente de fonte subterrânea e do açude Arneiroz II (construído sobre o leito do rio Jaguaribe no município de Arneiroz). A irrigação, por sua vez, possui vazões significativas de outorgas para usar a água subterrânea. Ela também tem sido atendida, em menor escala, por açudes não monitorados, rio ou riacho.

O uso industrial está concentrado no açude Gameleira (Região Hidrográfica do Curu) e águas subterrâneas. A aquicultura tem suas outorgas concedidas para usar as águas de açudes não monitorados e água subterrânea. Já a diluição de efluentes tem sido realizada apenas em rios e riachos (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Outorgas vigentes (L/s) por tipo de uso e manancial

Manancial	Abastecimento humano	Água mineral e água potável de mesa	Aquicultura	Demais usos	Dessedentação de animal	Diluição de efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e comércio	Total
Açude Angicos	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
Açude Arneiroz II	107,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,29
Açude Benguê	13,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,93
Açude Canoas	27,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,74
Açude Do Coronel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Açude Faé	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,57
Açude Figueiredo	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41
Açude Forquilha	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
Açude Mamoeiro	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14
Açude Muquém	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,64
Açude não monitorado	51,79	0,00	5,33	0,00	1,20	0,00	0,00	22,99	30,87	112,17
Açude Orós	45,91	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	46,02
Açude Pau Preto	28,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,64
Açude Rivaldo de Carvalho	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
Açude Tatajuba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,09
Água subterrânea	149,06	0,04	37,65	0,00	0,91	0,00	5,64	248,16	1,38	442,84
Canal orós feiticeiro	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	2,48	0,00	2,53
Canal orós Lima Campos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,27	0,00	2,27
Lago ou lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Rio ou riacho	0,00	0,00	0,00	0,81	0,11	120,19	0,00	22,54	0,00	143,66
Total	430,27	0,04	42,97	0,81	2,36	120,19	5,72	299,28	32,34	933,99

Observa-se que, em termos de vazão, as águas subterrâneas (442,84 L/s) possuem o maior número, seguidos pelos rios ou riacho (143,66 L/s) e pelo açude não monitorado (112,17 L/s). Os reservatórios que concentram menor atendimento na Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe são o açude do Coronel, o açude Tatajuba e o açude Angicos.

A Figura 3.3 e a Tabela 3.3 expõem os tipos de requerentes das outorgas. A RHAJ possui 386 outorgas vigentes e 269 delas estão vinculadas a pessoas físicas, enquanto que 43 delas são de pessoas jurídicas. As pessoas físicas têm requerido água principalmente para a irrigação e as pessoas jurídicas para uso industrial e serviço e comércio.

Figura 3.3 - Tipos de requerentes das outorgas

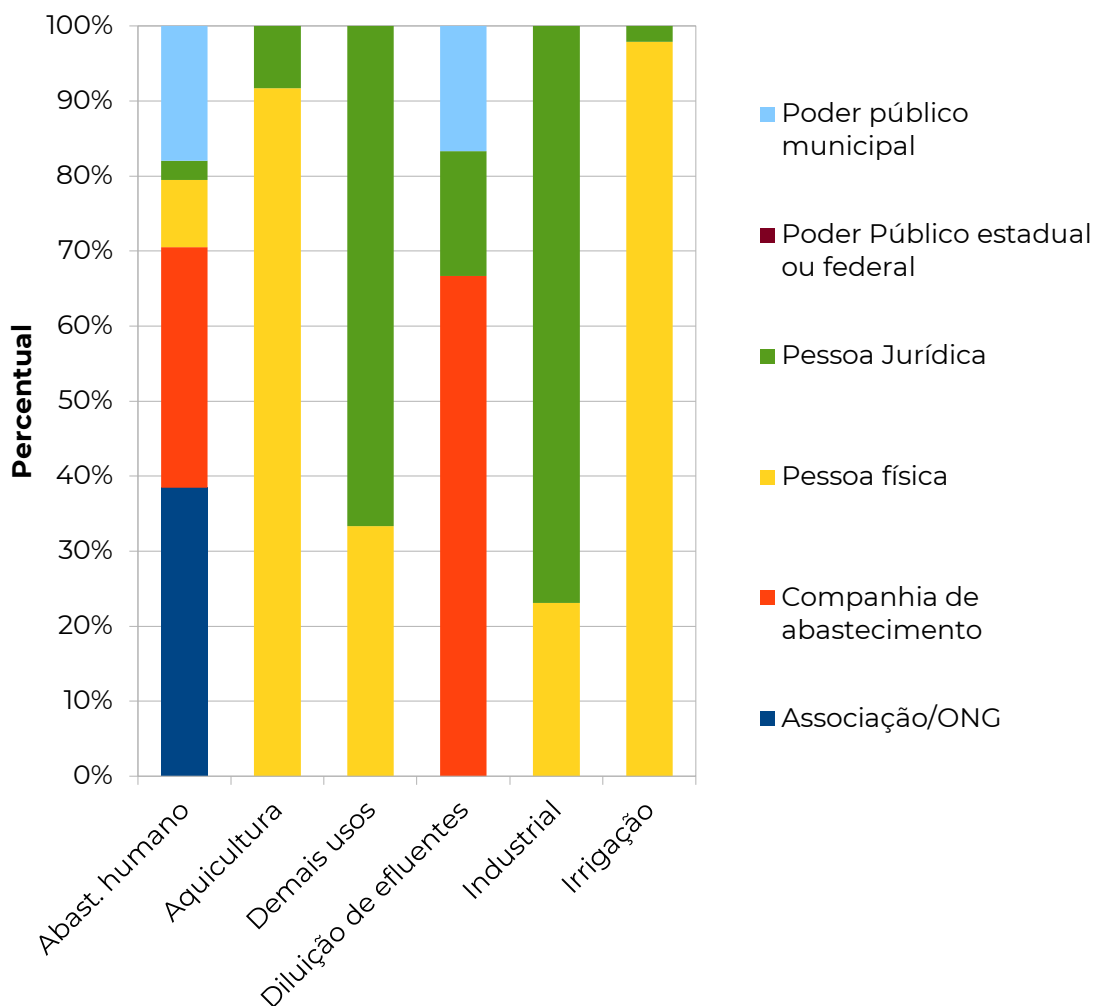


Tabela 3.3 - Outorgas por tipo de uso e requerentes

Tipo de uso	Associação/ ONG	Companhia de abastecimento	Pessoa física	Pessoa Jurídica	Poder Público estadual ou federal	Poder público municipal
Abastecimento humano	30	25	7	2	0	14
Água mineral e potável	0	0	0	0	0	0
Aquicultura	0	0	11	1	0	0
Demais usos	0	0	1	2	0	0
Dessedentação animal	0	0	0	0	0	0
Diluição de efluentes	0	4	0	1	0	1
Industrial	0	0	6	20	0	0
Irrigação	0	0	234	5	0	0
Serviço e comércio	0	0	10	12	0	0

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) tem solicitado outorgas para fins de abastecimento humano e diluição de efluentes. As outorgas para abastecimento humano solicitadas pela CAGECE correspondem, na RHAJ, a 6,48% do total de outorgas, a 32,05% das outorgas para abastecimento humano e a 86,21% das outorgas requeridas pela companhia.

Na RHAJ há seis (6) outorgas referentes a diluição de efluentes. Quatro dessas foram concedidas à CAGECE, uma ao Poder Público municipal e uma para uma pessoa jurídica.

A maioria das pessoas físicas, 86,99%, têm requerido água para irrigação. Tal valor corresponde a 97,91% das solicitações para irrigação. As pessoas jurídicas correspondem ao restante de requerentes para este tipo de uso, com 2,09% das outorgas.

A maior parte das pessoas jurídicas, 46,51%, possui outorga de água para uso industrial. Outro percentual significativo entre as outorgas concedidas a pessoas jurídicas diz respeito ao uso para serviço e comércio, totalizando 27,91% das solicitações desses usuários.

Estação de tratamento de água do SAAE de Jucás – Fonte: Alcides da Silva Duarte (31 de maio de 2022)



3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA

Em geral, os dados de outorga não correspondem necessariamente à demanda hídrica real na RHAJ. Desse modo, é recomendável analisar fontes de dados secundários com o fito de se identificar a existência de demandas reprimidas na região.

Para tanto, foi feito uso do sistema Uso Consuntivo de Águas no Brasil (1931-2030)¹, um estudo com estimativas de demandas de usos consuntivos da água para todos os municípios brasileiros. As demandas foram estimadas para as seguintes categorias: abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoeletricidade e irrigação. O manual realizou ainda a estimativa da evaporação líquida de reservatórios artificiais, visto que as altas taxas de evaporação no semiárido nordestino representam grande parte da perda dos reservatórios.

¹ O acesso ao sistema pode ser realizado pelo link: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmFhMjA4NmQtY2Y4Yy00OWE4LTkyNzEtOTk2MTY4MTQzMtIiwiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>

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 RHAJ em 2020 foi estimada em 1862 L/s para vazão de retirada, 994 L/s para a vazão de consumo efetivo e 867 L/s para a vazão de retorno aos corpos hídricos. A ANA apresenta ainda a evolução da demanda desde 1995. A Tabela 3.4 e a Figura 3.4 apresentam a evolução da demanda na região, considerando as vazões de retirada, consumo e retorno.

A Tabela 3.5, Tabela 3.6 e a Figura 3.5 apresentam a estratificação das demandas por tipo de uso para os anos de 1995, 2017 e 2020. Observa-se na Tabela 3.5, a diminuição da vazão de retirada para a irrigação (de 2151,19 para 342,47 L/s), reflexo da redução das áreas irrigadas devido à seca de 2012-2021.

Tabela 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Ano	Vazão de Retirada (L/s)	Vazão de Consumo (L/s)	Vazão de Retorno (L/s)
1995	3219	2081	1138
2017	1979	1058	922
2020	1862	994	867

Fonte: Sistema da ANA do Uso Consuntivo de Águas no Brasil (1931-2030).

Figura 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

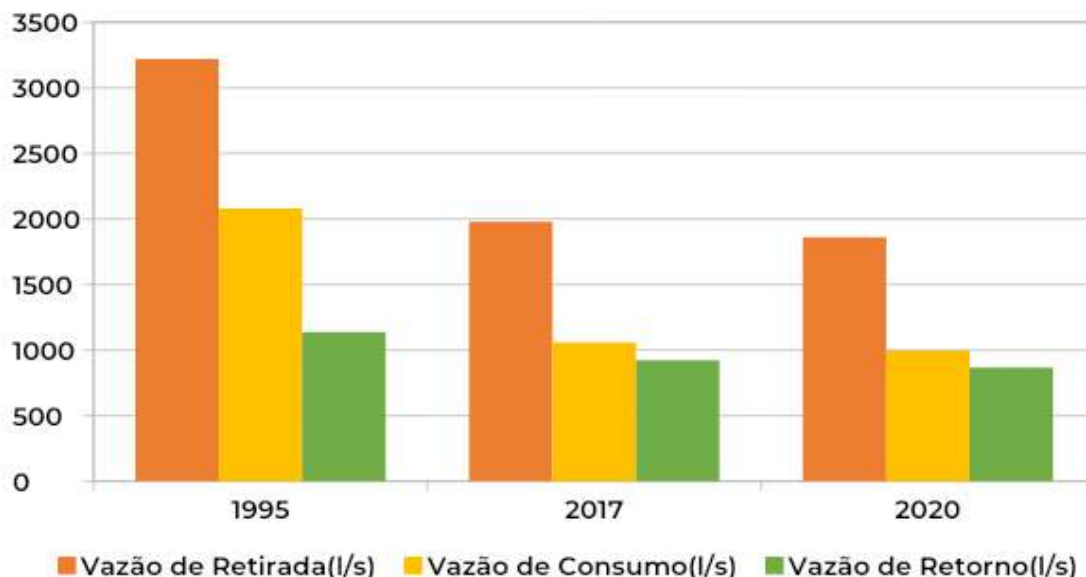


Figura 3.5 - Evolução das vazões calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe por tipo de uso

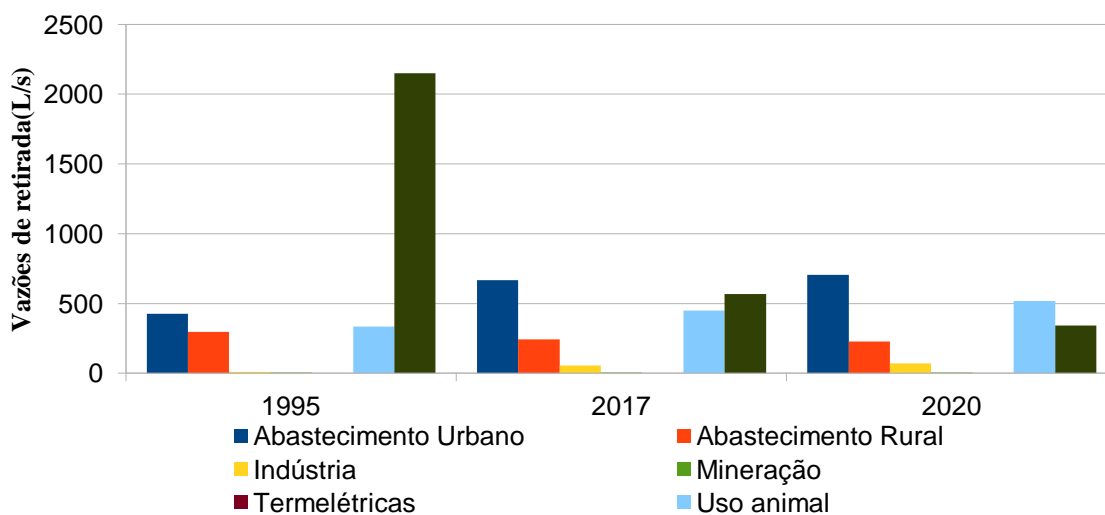


Tabela 3.5 - Evolução das vazões de retirada e de consumo calculadas pela ANA para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Usos	Vazão de retirada			Vazão de consumo		
	1995	2017	2020	1995	2017	2020
Abastecimento Urbano	425,11	665,72	705,74	85,04	133,15	141,14
Abastecimento Rural	297,31	241,03	227,69	237,85	192,81	182,15
Indústria	9,78	54,33	68,89	6,04	12,01	15,2
Mineração	1,29	1,66	1,25	0,5	0,8	0,58
Uso animal	334,75	449,32	515,53	243,34	330,43	379,67
Irrigação	2.151,19	567,14	342,47	1.508,60	388,41	275,42

Fonte: Sistema da ANA do Uso Consuntivo de Águas no Brasil (1931-2030).

3.3 Demanda instalada

A outorga, ao conferir direito de uso, torna-se o instrumento por excelência para o controle da entrada e saída de usuários de água em um hidrossistema. Contudo, a avaliação da demanda instalada é útil para sinalizar a severidade da escassez hídrica. A avaliação da demanda instalada foi realizada para os três principais usos da Região Hidrográfica: abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal.

3.3.1 Abastecimento humano

A demanda para o abastecimento humano foi obtida através do produto da população residente pelo consumo per capita para os 13 municípios da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, são eles: Acopiara, Aiuaba, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Campos Sales, Cariús, Farias Brito, Iguatu, Jucás, Nova Olinda, Orós, Parambu, Potengi, Quixelô, Saboeiro, Salitre, Santana do Cariri, Tauá e Várzea Alegre.

Os dados de população atual utilizados para o cálculo foram obtidos do censo de 2010 do IBGE (Capítulo 2). Foram aplicadas as seguintes hipóteses para a definição da população atual da RHAJ:

- A população total dos municípios é dada pela soma da população urbana com a rural;
- Para a população urbana é considerada a população recenseada das sedes municipais e distritais localizadas dentro da RH;
- A população rural disponível nos censos demográficos é empregada proporcionalmente à área total do município dentro da RHAJ.

Os consumos per capita utilizados são os mesmos aplicados pela COGERH para o dimensionamento dos sistemas adutores do Projeto Malha D'Água, elaborado em 2019, são esses:

- população urbana residente inferior a 1.000 habitantes – C = 100 L/hab.dia;
- população urbana residente entre 1.000 a 5.000 habitantes – C = 120 L/hab.dia;
- população urbana residente maior ou igual a 5.000 e menor que 50.000 habitantes – C = 150 L/hab.dia;
- população rural – C = 70 L/hab.dia.

Os valores de população residente de cada município, urbana e rural, e as respectivas demandas de água para cada município estão dispostos na Tabela 3.7.

A Figura 3.6 apresenta graficamente os valores de demanda hídrica da população residente para os diferentes municípios da RHAJ. Os municípios de maiores demandas são Iguatu (95 L/s), Acopiara (58 L/s), Tauá (59 L/s) e Várzea Alegre (39 L/s).

Observando a população residente rural e urbana, tem-se uma demanda para o abastecimento humano de 590 L/s. Observamos que Iguatu, Tauá, Acopiara, Várzea Alegre e Parambu são responsáveis por 49% da demanda total (Figura 3.6).

Figura 3.6 - Demanda hídrica para a população residente na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe para abastecimento humano (L/s)

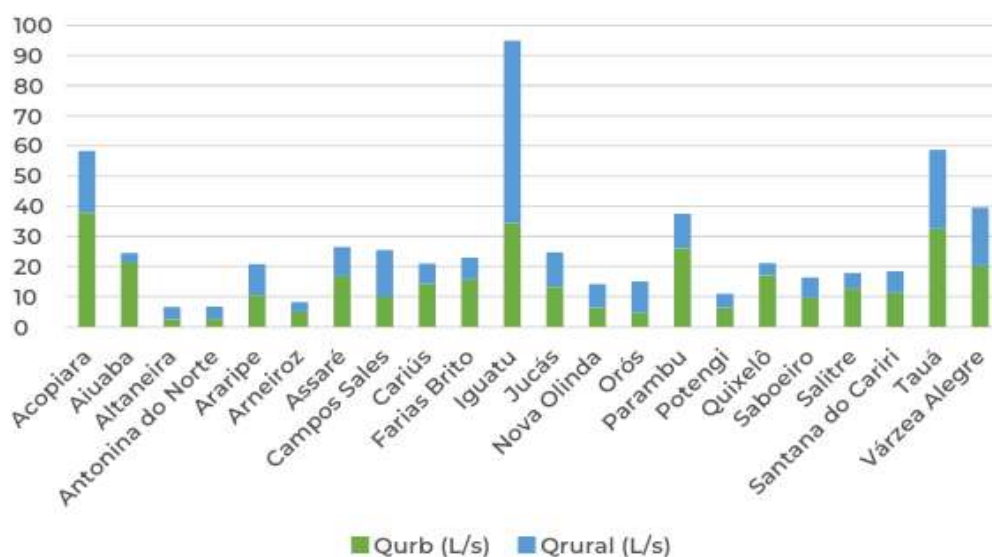


Figura 3.7 - Percentual da demanda para o abastecimento humano dos municípios da RHAJ

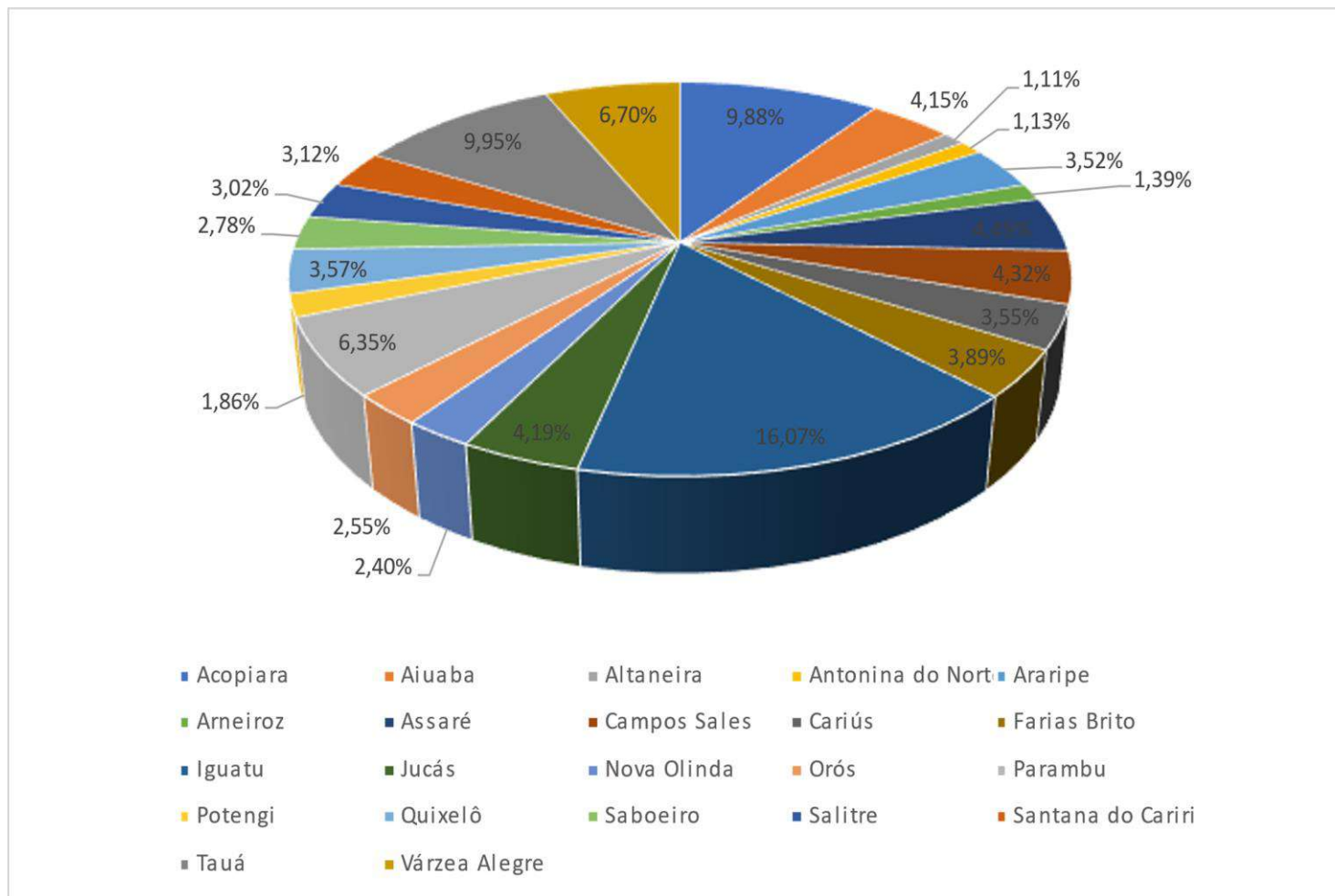


Tabela 3.6 - Demanda instalada para a população residente por município na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Municípios	Distritos	População residente	População urbana	População rural	Qurb (L/s)	Qrural (L/s)	Q (L/s)
Acopiara	Acopiara	26.535	6.070	20.465	11	17	27
	Barra do Ingá	2.415	2.133	282	3	0	3
	Ebron	1.227	1.103	124	2	0	2
	Isidoro	1.971	1.534	437	2	0	2
	Quincoê	1.322	1.212	110	2	0	2
	Santa Felícia	5.223	4.227	996	6	1	7
	Santo Antônio	3.295	2.854	441	4	0	4
	São Paulinho	2.818	1.756	1.062	2	1	3
	Solidão	1.073	933	140	1	0	1
Aiuaba	Trussu	5.281	4.110	1.171	6	1	7
	Aiuaba	9.931	6.858	3.073	12	2	14
Altaneira	Barra	6.272	5.394	878	9	1	10
	Altaneira	6.160	1.535	4.625	2	4	6
Antonina do Norte	São Romão	696	364	332	0	0	1
	Antonina do Norte	6.281	1.466	4.815	2	4	6
Araripe	Taboleiro	703	519	184	1	0	1
	Alagoinha	2.035	841	1.194	1	1	2
	Araripe	11.026	4.165	6.861	6	6	11
	Brejinho	2.510	806	1.704	1	1	2
	Pajeú	3.181	1.385	1.796	2	1	3
Arneiroz	Riacho Grande	1.933	755	1.178	1	1	2
	Arneiroz	4.772	1.768	3.004	2	2	5
	Cachoeira de Fora	1.575	1.179	396	2	0	2
Assaré	Planalto	1.303	824	479	1	0	1
	Amaro	3.079	2.256	823	3	1	4
	Aratama	2.667	1.806	861	3	1	3
Campos Sales	Assaré	16.699	6.431	10.268	11	8	19
	Barão de Aquiraz	671	300	371	0	0	1
	Campos Sales	18.501	1.811	16.690	3	14	16
	Carmelópolis	3.293	2.687	606	4	0	4
	Itaguá	2.092	1.684	408	2	0	3
	Monte Castelo	509	96	413	0	0	0
	Quixariú	1.440	847	593	1	0	1

Tabela 3.6 - Demanda instalada para a população residente por município na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Continuação)

Municípios	Distritos	População residente	População urbana	População rural	Qurb (L/s)	Qrural (L/s)	Q (L/s)
Cariús	Bela Vista	1.266	1.020	246	1	0	2
	Caipu	3.930	2.773	1.157	4	1	5
	Cariús	8.160	2.860	5.300	4	4	8
	São Bartolomeu	1.676	1.232	444	2	0	2
	São Sebastião	3.535	2.372	1.163	3	1	4
Farias Brito	Cariutaba	2.416	867	1.549	1	1	2
	Farias Brito	11.364	6.015	5.349	10	4	15
	Nova Betânia	1.797	861	936	1	1	2
	Quincuncá	3.430	2.393	1.037	3	1	4
Iguatu	Barreiras	1.945	680	1.265	1	1	2
	Barro Alto	3.611	2.844	767	4	1	5
	Baú	1.045	801	244	1	0	1
	Gadelha	3.739	2.335	1.404	3	1	4
	Iguatu	74.584	7.087	67.497	12	55	67
	José de Alencar	7.682	5.523	2.159	10	2	11
	Riacho Vermelho	1.638	1.385	253	2	0	2
	Suassurana	2.251	1.213	1.038	2	1	3
	Baixio da Donana	1.070	679	391	1	0	1
Jucás	Canafístula	1.915	1.671	244	2	0	3
	Jucás	12.417	3.227	9.190	4	7	12
	Mel	2.603	1.629	974	2	1	3
	Poço Grande	1.326	1.102	224	2	0	2
	São Pedro do Norte	4.476	1.349	3.127	2	3	4
	Nova Olinda	12.413	3.319	9.094	5	7	12
Nova Olinda	Triunfo	1.843	1.241	602	2	0	2
	Orós	11.618	972	10.646	1	9	10
	Palestina	3.348	1.715	1.633	2	1	4
Orós	Santarém	1.593	925	668	1	1	2
	Cococi	3.434	3.427	7	5	0	5
	Gavião	1.459	1.140	319	2	0	2
Parambu	Miranda	1.480	1.255	225	2	0	2
	Monte Sion	2.442	1.272	1.170	2	1	3
	Novo Assis	2.825	2.552	273	4	0	4
	Oiticica	1.470	1.276	194	2	0	2
	Parambu	18.199	6.281	11.918	11	10	21

Tabela 3.6 - Demanda instalada para a população residente por município na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Continuação)

Municípios	Distritos	População residente	População urbana	População rural	Qurb (L/s)	Qrural (L/s)	Q (L/s)
Potengi	Barreiros	1.654	1.420	234	2	0	2
	Potengi	8.622	3.142	5.480	4	4	9
Quixelô	Antonico	2.267	1.105	1.162	2	1	2
	Quixelô	12.733	8.966	3.767	16	3	19
Saboeiro	Barrinha	1.036	520	516	1	0	1
	Felipe	772	438	334	1	0	1
	Flamengo	2.473	1.193	1.280	2	1	3
	Malhada	1.078	796	282	1	0	1
	Saboeiro	9.007	3.534	5.473	5	4	9
	São José	1.386	816	570	1	0	1
Salitre	Caldeirão	2.241	2.017	224	3	0	3
	Lagoa dos Crioulos	4.115	3.699	416	5	0	5
	Salitre	9.097	3.474	5.623	5	5	9
Santana do Cariri	Anjinhos	1.026	841	185	1	0	1
	Araporanga	3.821	2.673	1.148	4	1	5
	Brejo Grande	785	260	525	0	0	1
	Dom Leme	2.462	1.061	1.401	1	1	3
	Inhumas	702	242	460	0	0	1
	Pontal da Santa Cruz	2.541	2.200	341	3	0	3
	Santana do Cariri	5.833	1.071	4.762	1	4	5
Tauá	Barra Nova	2.480	2.460	20	3	0	3
	Carrapateiras	2.834	2.196	638	3	1	4
	Inhamuns	3.542	3.055	487	4	0	5
	Marrecas	4.544	4.251	293	6	0	6
	Marruás	3.924	3.375	549	5	0	5
	Santa Tereza	3.354	1.385	1.969	2	2	4
	Tauá	31.546	3.363	28.183	5	23	28
	Trici	3.492	3.372	120	5	0	5
Várzea Alegre	Calabaça	1.762	1.679	83	2	0	2
	Canindezinho	2.108	1.872	236	3	0	3
	Ibicatu	1.992	1.770	222	2	0	3
	Naraniú	3.377	2.765	612	4	0	4
	Riacho Verde	2.510	1.832	678	3	1	3
	Várzea Alegre	26.685	4.620	22.065	6,42	17,88	24,29
Total	-	546.290	226.465	319.825	331	259	590

3.3.2 Irrigação

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

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

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

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

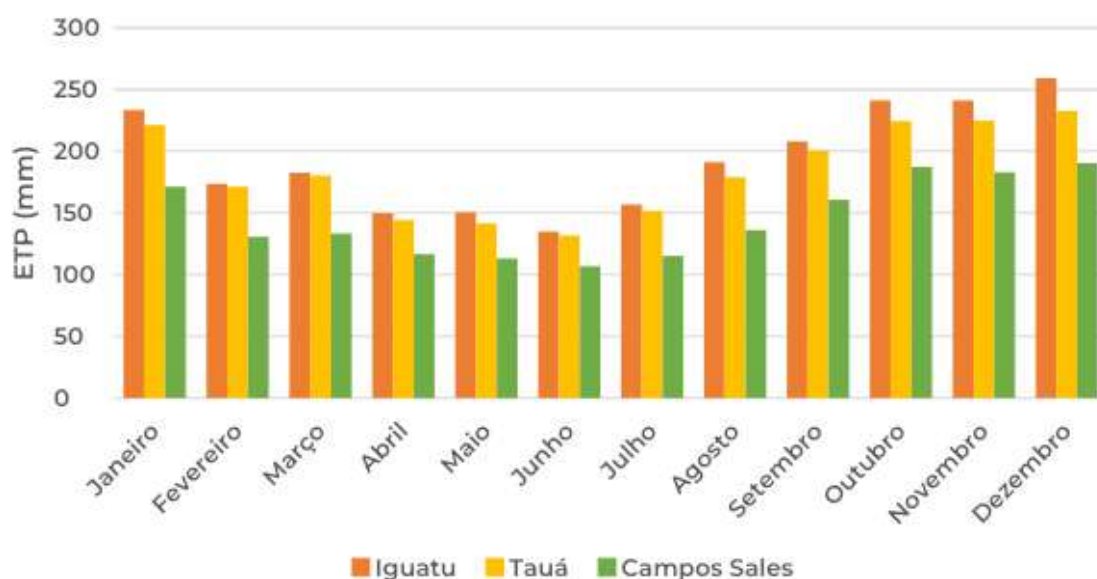
A ETP foi obtida das Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010) considerando as estações de Iguatu, Tauá e Campos Sales. Ao longo do ano observa-se que os meses de outubro, novembro e dezembro possuem as maiores ETP (Figura 3.8), sendo a média anual de 174,18mm.

A eficiência de aplicação é um indicador de perdas e das quantidades 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 3.7.

O coeficiente de cultura (Kc) 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).

Figura 3.8 - ETP mensal para a estação meteorológica de Iguatu, Tauá e Campos Sales



Fonte: INMET (<https://portal.inmet.gov.br/normais>).

Tabela 3.7 - 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, microaspersão)	0,9
Outros métodos de irrigação e/ou molhação	0,6

Os Kc's médios por tipo de cultura foram retirados de Gondim et al (2018) para a banana, castanha de caju, coco-da-baía, feijão fradinho e milho (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 - Kc's calculados

Cultura	Kc médio	Fonte
Banana	1,10	Gondim et al (2018)
Caju	0,55	Gondim et al (2018)
Coco	1,00	Gondim et al (2018)
Feijão	0,98	Gondim et al (2018)
Milho	0,89	Gondim et al (2018)
Maracujá	0,88	De Souza et al (2009)

3.3.2.1 Dados do Mapeamento da FUNCEME

A RHAJ possui um total de 3.816,26 ha de área irrigada conforme o Relatório de Áreas Irrigadas da Funceme (FUNCEME, 2021).

O MAPA DE ÁREAS IRRIGADAS expõe o mapeamento espacial dessas áreas. Nesse mapeamento foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento aplicadas a imagens geradas pelo satélite LANDSAT, sensor OLI (Operational Land Imager), resolução espacial de 30 (trinta) metros, bandas 4, 5 e 6, e pelo satélite SENTINEL 2, sensor MSI (Multi Spectral Instrument) bandas 2, 3 e 4, resolução espacial de 10 metros. (FUNCEME 2021).

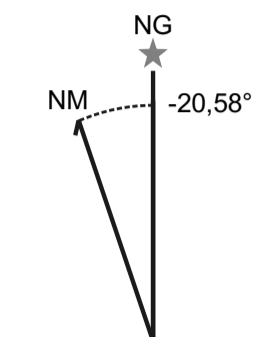
Utilizando essa área total obtém-se uma demanda hídrica da irrigação de 2.529,30 L/s considerando o $Kc=0,90$ (média) e a eficiência de 0,9. Observa-se que a demanda calculada é aproximadamente oito vezes maior que a vazão outorgada vigente desse uso (299,3 L/s) disponível na Tabela 3.1.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



ÁREAS IRRIGADAS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

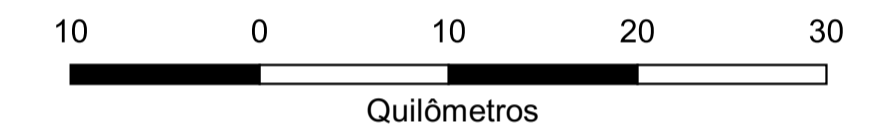
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



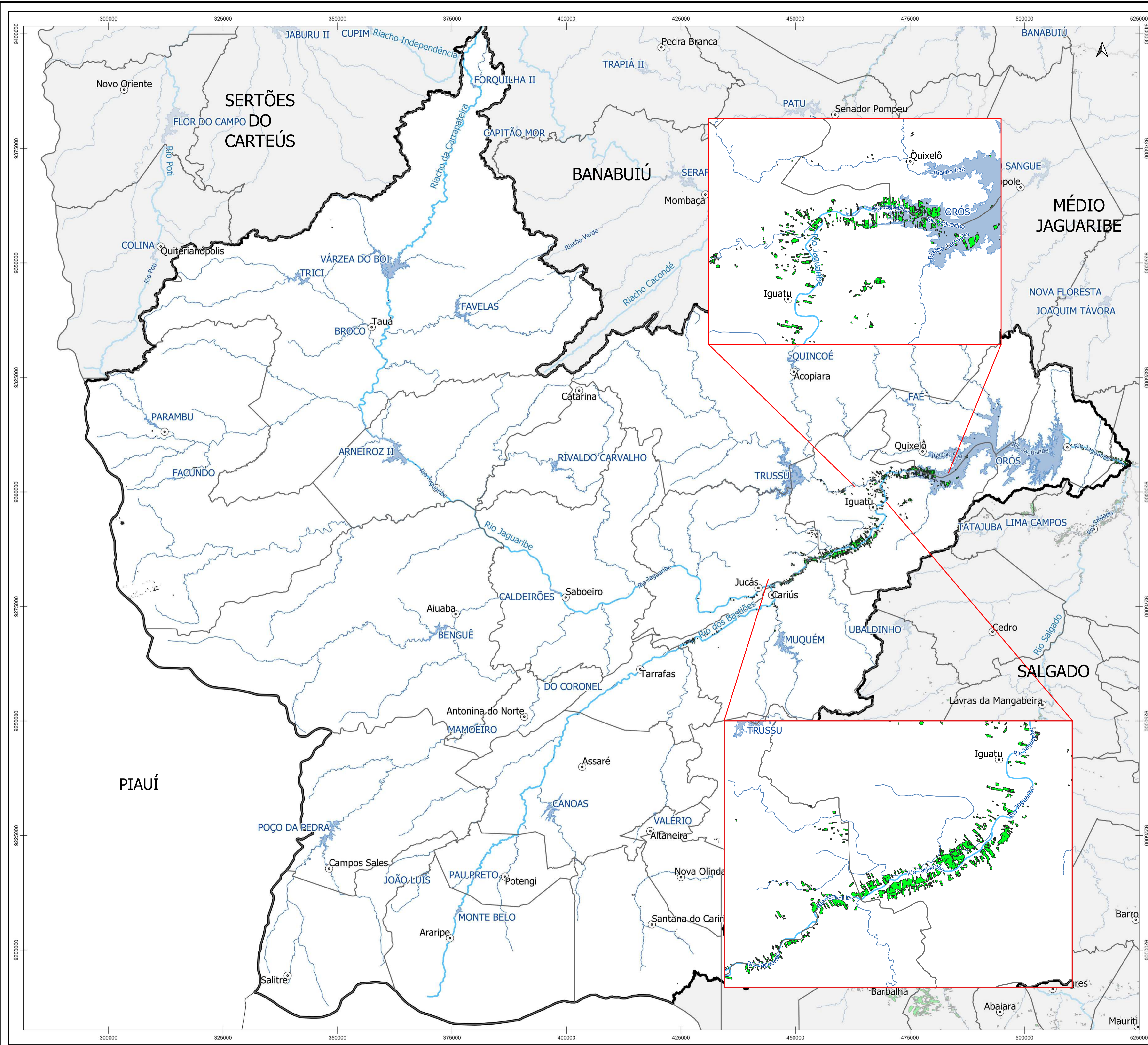
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Regiões Hidrográficas do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2021)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Áreas Irrigadas (Funceme, 2020)

ELABORAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



3.3.2.2 *Dados do Censo Agropecuário*

A RHAJ possui demanda hídrica irrigada de 1.143,79 L/s (Tabela 3.9), tendo como base as áreas irrigadas do Censo Agropecuário (2017). Os municípios com maiores demandas são: Iguatu (506,13 L/s) e Cariús (285,24 L/s). Os municípios de Antonina do Norte, Araripe e Saboeiro não possuem dados de demanda hídrica e, portanto, não constam na Tabela 3.9.

A estimativa das áreas foi realizada multiplicando as áreas obtidas do Censo Agropecuário (2017) pela proporção de área do município dentro da RHAJ (Capítulo 2). Com isso, as áreas irrigadas permanente e temporária ajustadas corresponderam a 952,94 ha e 841,56 ha, respectivamente (Tabela 3.10).

As principais culturas temporárias são feijão fradinho e milho em grão. Essas culturas consomem água durante 6 meses do ano. Por outro lado, as lavouras permanentes consomem durante os 12 meses do ano e correspondem aos cultivos de caju (fruto e castanha), banana, maracujá e coco da baía (Tabela 3.11).

Os métodos de irrigação mais utilizados na RHAJ são microaspersão e aspersão convencional.

Tabela 3.9 - Demanda hídrica da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Municípios	Demanda (L/s)		
	Permanente	Temporária	Total
Acopiara	0,00	16,22	16,22
Aiuaba	3,04	3,25	6,29
Altaneira	0,00	0,49	0,49
Arneiroz	5,67	3,25	8,92
Assaré	2,03	6,55	8,58
Campos Sales	1,82	1,47	3,30
Cariús	221,98	63,26	285,24
Catarina	3,24	0,33	3,57
Farias Brito	41,93	18,80	60,73
Iguatu	432,02	74,11	506,13
Jucás	84,76	18,44	103,20
Nova Olinda	0,00	1,11	1,11
Orós	0,00	3,13	3,13
Parambu	8,51	47,69	56,19
Potengi	0,00	1,47	1,47
Quixelô	0,00	19,91	19,91
Salitre	0,00	4,92	4,92
Santana do Cariri	3,62	2,93	6,55
Tarrafas	0,91	8,48	9,39
Tauá	14,09	16,59	30,68
Várzea Alegre	0,00	7,76	7,76
Total	823,61	320,17	1.143,79

Tabela 3.10 - Áreas cultivadas ajustadas

Municípios	Área Permanente (ha)	Área permanente ajustada(ha)	Área Temporária (ha)	Área temporária ajustada (ha)	Porcentagem de área na RH
Acopiara	0	0,00	33	33,00	100,00
Aiuaba	5	5,00	6	6,00	100,00
Altaneira	0	0,00	1	1,00	100,00
Antonina do Norte	0	0,00	0	0,00	100,00
Araripe	0	0,00	0	0,00	100,00
Arneiroz	7	7,00	9	9,00	100,00
Assaré	5	5,00	20	20,00	100,00
Campos Sales	3	3,00	3	3,00	100,00
Cariús	274	274,00	193	193,00	100,00
Catarina	4	4,00	1	1,00	100,00
Farias Brito	46	46,00	51	51,00	100,00
Iguatu	474	474,00	201	201,00	100,00
Jucás	93	93,00	50	50,00	100,00
Nova Olinda	2	2,00	3	3,00	100,00
Orós	0	0,00	12	9,56	79,69
Parambu	14	14,00	97	97,00	100,00
Potengi	0	0,00	3	3,00	100,00
Quixelô	0	0,00	54	54,00	100,00
Saboeiro	0	0,00	0	0,00	100,00
Salitre	0	0,00	10	10,00	100,00
Santana do Cariri	9	7,94	9	7,94	88,22
Tarrafas	1	1,00	23	23,00	100,00
Tauá	17	17,00	45	45,00	100,00
Várzea Alegre	0	0,00	112	21,06	18,80
Total		952,94		841,56	

Tabela 3.11 - Áreas cultivadas, tipo de aplicação e principais culturas

Município	Áreas irrigadas			Tipo de irrigação			Cultura temporária		Cultura Permanente	
	Áreas lavouras Permanentes/ Horticultura/ Florestas (ha)	Áreas Lavouras temporárias (ha)	Área total irrigada (ha)	Principal Método de irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc
Acopiara	0,00	33,00	33,00	Molhação	29,49	0,60	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Aiuaba	5,00	6,00	11,00	Molhação	51,02	0,60	Feijão fradinho em grão	0,98	Caju (fruto)	0,55
Altaneira	0,00	1,00	1,00	Molhação	68,75	0,60	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Arneiroz	7,00	9,00	16,00	Microaspersão	28,57	0,90	Feijão fradinho em grão	0,98	Banana	1,10
Assaré	5,00	20,00	25,00	Microaspersão	45,90	0,90	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55
Campos Sales	3,00	3,00	6,00	Molhação	58,33	0,60	Milho em grão	0,89	Caju (fruto)	0,55
Cariús	274,00	193,00	467,00	Microaspersão	44,59	0,90	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Catarina	4,00	1,00	5,00	Gotejamento	13,64	0,90	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Farias Brito	46,00	51,00	97,00	Aspersão convencional	52,34	0,80	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Iguatu	474,00	201,00	675,00	Aspersão convencional	44,88	0,80	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Jucás	93,00	50,00	143,00	Aspersão convencional	65,61	0,80	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Nova Olinda	2,00	3,00	5,00	Aspersão convencional	45,71	0,80	Milho em grão	0,89	Maracujá	
Orós	0,00	12,00	12,00	Microaspersão	51,98	0,90	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Parambu	14,00	97,00	111,00	Molhação	65,41	0,60	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55
Potengi	0,00	3,00	3,00	Molhação	35,29	0,60	Milho em grão	0,89	----	0,00
Quixelô	0,00	54,00	54,00	Aspersão convencional	42,32	0,80	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Salitre	0,00	10,00	10,00	Molhação	80,00	0,60	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55
Santana do Cariri	9,00	9,00	18,00	Aspersão convencional	63,64	0,80	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55
Tarrafas	1,00	23,00	24,00	Aspersão convencional	50,00	0,80	Milho em grão	0,89	Banana	1,10
Tauá	17,00	45,00	62,00	Aspersão convencional	49,56	0,80	Milho em grão	0,89	Coco-da-baía	1,00
Várzea Alegre	0,00	112,00	112,00	Aspersão convencional	69,86	0,80	Milho em grão	0,89	Caju (fruto)	0,55

3.3.3 Dessedentação Animal

Para o cálculo da demanda instalada para dessedentação animal 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 na Produção da Pecuária Municipal - PPM (PPM, 2019). O consumo hídrico por cabeça/dia por tipo de rebanho foi retirado do Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2017) e pode ser observado na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Consumo específico por cabeça (L/cab.dia⁻¹)

Rebanho	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)
Bovino(corte)	50
Bubalino	50
Equino	40
Suíno	18,7
Caprinos	10
Ovinos	10
Galináceos	0,27
Codornas	0,18

As Tabela 3.13, Tabela 3.14 e Tabela 3.15 apresentam os dados de demanda instalada para dessedentação de bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muares, caprinos, ovinos, suínos e galináceos por município da RHAJ. O maior rebanho na região hidrográfica é de galináceos, com cerca de 3.352.946 cabeças, seguido por caprinos ou ovinos com cerca de 817.943 cabeças e de bovinos com cerca de 473.465 cabeças. A maior demanda é voltada para atender a dessedentação de rebanhos bovinos, com 274 L/s.

A Tabela 3.16 e a Figura 3.9 apresentam um resumo da demanda instalada para dessedentação animal por município. De acordo com a Tabela 3.9, a demanda instalada para dessedentação animal de toda a região equivale a 415,82 L/s. Observa-se que o município de Tauá contém a maior demanda (60,09 L/s), seguido por Acopiara (48,74 L/s), Iguatu (40,67 L/s) e Parambu (27,34 L/s). Os menores volumes demandados de água para dessedentação na região advêm dos municípios de Altaneira (2,60 L/s), Antonina do Norte (3,15 L/s) e Várzea Alegre (3,75 L/s).

Figura 3.9 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho em L/s

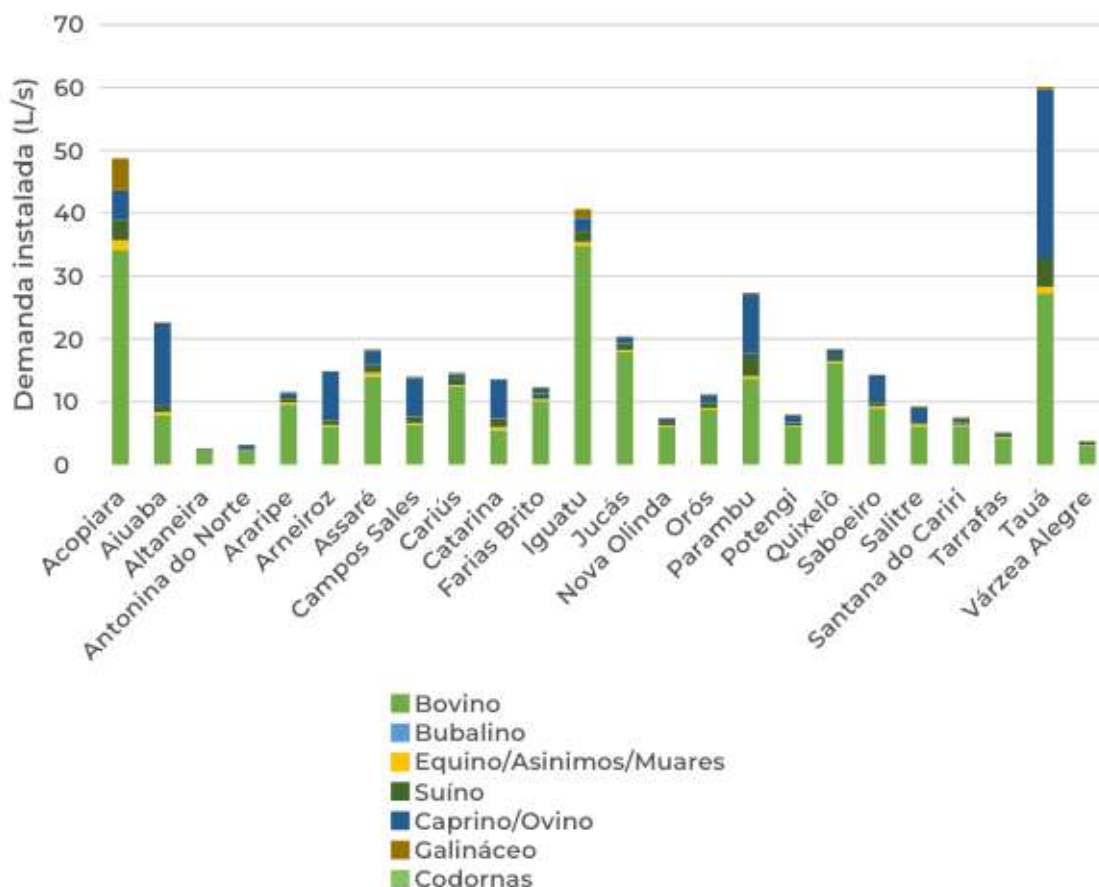


Tabela 3.13 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos e bubalinos para a Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Município	% Área	Bovinos(corte)			Bubalino		
		Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)	Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)
Acopiara	100,00	59.039	50	34,17	0	50	0,00
Aiuaba	100,00	13.700	50	7,93	0	50	0,00
Altaneira	100,00	3.512	50	2,03	0	50	0,00
Antonina do Norte	100,00	3.900	50	2,26	0	50	0,00
Araripe	100,00	16.530	50	9,57	0	50	0,00
Arneiroz	100,00	10.545	50	6,10	0	50	0,00
Assaré	100,00	24.300	50	14,06	0	50	0,00
Campos Sales	100,00	11.025	50	6,38	0	50	0,00
Cariús	100,00	21.573	50	12,48	0	50	0,00
Catarina	100,00	9.464	50	5,48	0	50	0,00
Farias Brito	100,00	17.490	50	10,12	0	50	0,00
Iguatu	100,00	60.000	50	34,72	0	50	0,00
Jucás	100,00	31.000	50	17,94	0	50	0,00
Nova Olinda	100,00	10.530	50	6,09	0	50	0,00
Orós	79,69	15.092	50	8,73	0	50	0,00
Parambu	100,00	23.476	50	13,59	0	50	0,00
Potengi	100,00	10.620	50	6,15	0	50	0,00
Quixelô	100,00	28.000	50	16,20	0	50	0,00
Saboeiro	100,00	15.476	50	8,96	0	50	0,00
Salitre	100,00	10.575	50	6,12	0	50	0,00
Santana do Cariri	88,22	10.656	50	6,17	11	50	0,01
Tarrafas	100,00	7.375	50	4,27	0	50	0,00
Tauá	100,00	47.160	50	27,29	12	50	0,01
Várzea Alegre	18,80	5.214	50	3,02	0	50	0,00
Total		473.465	50	274,00	33	50	0,02

Tabela 3.14 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares e caprinos/ovinos Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Município	% Área	Equino/Asininos/Muares			Caprino/Ovino		
		Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)	Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)
Acopiara	100,00	3.327	40	1,54	40.713	10	4,71
Aiuaba	100,00	950	40	0,44	113.660	10	13,16
Altaneira	100,00	120	40	0,06	935	10	0,11
Antonina do Norte	100,00	70	40	0,03	6.600	10	0,76
Araripe	100,00	700	40	0,32	7.900	10	0,91
Arneiroz	100,00	406	40	0,19	66.692	10	7,72
Assaré	100,00	1.250	40	0,58	20.000	10	2,31
Campos Sales	100,00	480	40	0,22	53.300	10	6,17
Cariús	100,00	420	40	0,19	6.250	10	0,72
Catarina	100,00	1.111	40	0,51	53.998	10	6,25
Farias Brito	100,00	610	40	0,28	7.500	10	0,87
Iguatu	100,00	1.505	40	0,70	18.000	10	2,08
Jucás	100,00	630	40	0,29	8.200	10	0,95
Nova Olinda	100,00	310	40	0,14	4.480	10	0,52
Orós	79,69	598	40	0,28	10.733	10	1,24
Parambu	100,00	1.071	40	0,50	81.293	10	9,41
Potengi	100,00	190	40	0,09	9.550	10	1,11
Quixelô	100,00	500	40	0,23	8.540	10	0,99
Saboeiro	100,00	730	40	0,34	37.650	10	4,36
Salitre	100,00	630	40	0,29	19.100	10	2,21
Santana do Cariri	88,22	379	40	0,18	4.278	10	0,50
Tarrafas	100,00	260	40	0,12	2.225	10	0,26
Tauá	100,00	2.185	40	1,01	230.281	10	26,65
Várzea Alegre	18,80	188	40	0,09	1.457	10	0,17
Total		19.002	40	8,80	817.943	10	94,67

Tabela 3.15 - Demanda instalada para dessedentação de suínos e galináceos Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Município	% Área	Suíno			Galináceo			Codornas		
		Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)	Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)	Nº de cabeças	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)	Consumo total (L/s)
Acopiara	100,00	15.000	18,7	3,25	1622484	0,27	5,07	0	0,18	0,000
Aiuaba	100,00	4.530	18,7	0,98	41830	0,27	0,13	100	0,18	0,000
Altaneira	100,00	1.600	18,7	0,35	17500	0,27	0,05	0	0,18	0,000
Antonina do Norte	100,00	320	18,7	0,07	7200	0,27	0,02	0	0,18	0,000
Araripe	100,00	2.700	18,7	0,58	58500	0,27	0,18	850	0,18	0,002
Arneiroz	100,00	3.702	18,7	0,80	18681	0,27	0,06	0	0,18	0,000
Assaré	100,00	5.500	18,7	1,19	63000	0,27	0,20	0	0,18	0,000
Campos Sales	100,00	4.800	18,7	1,04	68000	0,27	0,21	1700	0,18	0,004
Cariús	100,00	4.500	18,7	0,97	87000	0,27	0,27	0	0,18	0,000
Catarina	100,00	6.072	18,7	1,31	18616	0,27	0,06	0	0,18	0,000
Farias Brito	100,00	4.200	18,7	0,91	65000	0,27	0,20	301	0,18	0,001
Iguatu	100,00	8.000	18,7	1,73	460000	0,27	1,44	0	0,18	0,000
Jucás	100,00	5.100	18,7	1,10	40500	0,27	0,13	0	0,18	0,000
Nova Olinda	100,00	2.750	18,7	0,60	40200	0,27	0,13	220	0,18	0,000
Orós	79,69	3.868	18,7	0,84	38527	0,27	0,12	0	0,18	0,000
Parambu	100,00	16.511	18,7	3,57	89038	0,27	0,28	0	0,18	0,000
Potengi	100,00	1.990	18,7	0,43	61120	0,27	0,19	280	0,18	0,001
Quixelô	100,00	4.000	18,7	0,87	45700	0,27	0,14	0	0,18	0,000
Saboeiro	100,00	2.600	18,7	0,56	26000	0,27	0,08	0	0,18	0,000
Salitre	100,00	1.980	18,7	0,43	76000	0,27	0,24	0	0,18	0,000
Santana do Cariri	88,22	1.764	18,7	0,38	102330	0,27	0,32	970	0,18	0,002
Tarrafas	100,00	1.800	18,7	0,39	33250	0,27	0,10	0	0,18	0,000
Tauá	100,00	21.273	18,7	4,60	166250	0,27	0,52	0	0,18	0,000
Várzea Alegre	18,80	1.893	18,7	0,41	20681	0,27	0,06	0	0,18	0,000
Total		128.661	18,7	27,85	3352946	0,27	10,48	6479	0,18	0,01

Tabela 3.16 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Município	Bovino	Bubalino	Equino/Asinimos/Muare	Suíno	Caprino/Ovino	Galináceo	Codornas	Total
Acopiara	34,17	0,00	1,54	3,25	4,71	5,07	0,000	48,74
Aiuaba	7,93	0,00	0,44	0,98	13,16	0,13	0,000	22,63
Altaneira	2,03	0,00	0,06	0,35	0,11	0,05	0,000	2,60
Antonina do Norte	2,26	0,00	0,03	0,07	0,76	0,02	0,000	3,15
Araripe	9,57	0,00	0,32	0,58	0,91	0,18	0,002	11,57
Arneiroz	6,10	0,00	0,19	0,80	7,72	0,06	0,000	14,87
Assaré	14,06	0,00	0,58	1,19	2,31	0,20	0,000	18,34
Campos Sales	6,38	0,00	0,22	1,04	6,17	0,21	0,004	14,03
Cariús	12,48	0,00	0,19	0,97	0,72	0,27	0,000	14,65
Catarina	5,48	0,00	0,51	1,31	6,25	0,06	0,000	13,61
Farias Brito	10,12	0,00	0,28	0,91	0,87	0,20	0,001	12,38
Iguatu	34,72	0,00	0,70	1,73	2,08	1,44	0,000	40,67
Jucás	17,94	0,00	0,29	1,10	0,95	0,13	0,000	20,41
Nova Olinda	6,09	0,00	0,14	0,60	0,52	0,13	0,000	7,48
Orós	8,73	0,00	0,28	0,84	1,24	0,12	0,000	11,21
Parambu	13,59	0,00	0,50	3,57	9,41	0,28	0,000	27,34
Potengi	6,15	0,00	0,09	0,43	1,11	0,19	0,001	7,96
Quixelô	16,20	0,00	0,23	0,87	0,99	0,14	0,000	18,43
Saboeiro	8,96	0,00	0,34	0,56	4,36	0,08	0,000	14,30
Salitre	6,12	0,00	0,29	0,43	2,21	0,24	0,000	9,29
Santana do Cariri	6,17	0,01	0,18	0,38	0,50	0,32	0,002	7,55
Tarrafas	4,27	0,00	0,12	0,39	0,26	0,10	0,000	5,14
Tauá	27,29	0,01	1,01	4,60	26,65	0,52	0,000	60,09
Várzea Alegre	3,02	0,00	0,09	0,41	0,17	0,06	0,000	3,75
Total	274,00	0,02	8,80	27,85	94,67	10,48	0,01	415,82

3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados

Foram apresentadas neste capítulo as demandas hídricas calculadas por diversas metodologias. Tal medida foi necessária visto as especificidades da região e a atual condição de escassez hídrica presente no estado do Ceará desde 2012, a qual pode representar uma demanda reprimida, especialmente no que se refere à irrigação. A Tabela 3.17 apresenta um resumo das demandas estimadas neste capítulo.

Tabela 3.17 - Resumo da demanda instalada (L/s) na RH do Alto Jaguaribe

Tipo de uso	Dados das Outorgas	Usos Consuntivos (ANA, 2020)	Demanda Instalada	
			I*	II**
Abastecimento humano	430,27	323,29	590	590
Aquicultura	42,97			
Demais usos	0,81			
Dessedentação de animal	0,00	379,67	415,82	415,82
Diluição de efluentes	120,19			
Industrial	5,72	15,20		
Irrigação	299,28	275,42	1.143,79	2.529,30
Serviço e comércio	32,34	0,58		

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

*II – Demanda da Irrigação calculada com dados da Funceme (2021).

4 OFERTA HÍDRICA



Açude Pau Preto. Autor Cássio Sales

Neste capítulo são abordados os aspectos quantitativos e qualitativos relacionados à oferta hídrica superficial e subterrânea.

4.1 Aspectos Quantitativos

4.1.1 Águas superficiais

O aproveitamento das águas superficiais no estado do Ceará está quase sempre condicionado à existência de infraestruturas de armazenamento, os açudes. Sem esses reservatórios, a maior parte do

volume hídrico afluyente no período úmido seria perdido, já que o regime de vazões dos rios cearenses possui alta variabilidade, com um pico de vazões no primeiro semestre, decaindo rapidamente à vazão de valor próximo a zero no período seco, revelando o caráter intermitente da hidrologia local.

A avaliação da oferta hídrica superficial será realizada por meio das vazões afluentes e dos indicadores hidrológicos (precipitação média e escoamento superficial).

4.1.1.1 *Estimativa das vazões afluentes*

As vazões afluentes aos reservatórios da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe foram estimadas no âmbito do Projeto de Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos (PROJETO ALOCAR, 2021a). Este projeto é desenvolvido no âmbito do programa Cientista-Chefe em Recursos Hídricos- Ciência e Inovação em Políticas Públicas. Ele é executado pela UFC e Cogerh por meio de termo de concessão com a Funcap.

A estimativa das vazões afluentes foi realizada, no âmbito do projeto Alocar, adotando uma estratégia de regionalização devido à maioria dos reservatórios não possuir informações fluviométricas consistentes. 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 que possuem dados considerou-se os seguintes fatores:

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

Para a regionalização, foi aplicado o modelo chuva-vazão SMAP (LOPES, BRAGA E CONEJO, 1981) e obtidas as séries mensais de aflúências produzidas nas bacias incrementais dos reservatórios, considerando o período 1910-2019.

A aflúência total a cada reservatório foi computada como a soma da aflúência produzida na bacia incremental do reservatório com os vertimentos dos reservatórios imediatamente a montante (ver Figura 2.1). Por hipótese, a vazão regularizada é totalmente consumida ao longo do trecho de jusante, não alcançando o reservatório subsequente. Ressalta-se que o efeito da pequena açudagem é considerado de maneira implícita dentro da própria modelagem, durante a calibração dos parâmetros.

As características das vazões afluentes dos 24 reservatórios da RHAJ são apresentadas na Tabela 4.1 e na Tabela 4.2 para uma garantia de 90% e 95%, respectivamente. Observa-se na Tabela 4.1 que o reservatório Orós possui uma vazão afluente de 824,03 hm³/ano, sendo a maior valor para a bacia. Desse total, 38,24% é proveniente dos vertimentos de montante, 22,99% é evaporado e 38,78% é regularizado.

Tabela 4.1 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da BHAJ para uma garantia de 90%

Reservatório	Área da bacia (Km ²)	Área não controlada (Km ²)	Vazões afluentes médias		Coeficiente de Variação (CV)	Vazão afluente específica (m ³ /s/Km ²)	Vazão afluente específica (l/s ⁻¹ Km ²)	Regularizado	Vertiment	Evaporad
			hm ³ /ano	m ³ /s						
Arneiroz II	5.494,33	2.810,75	212,72	6,75	1,90	0,00123	1,227685	19,62%	66,62%	13,76%
Benguê	933,66	933,66	24,78	0,79	1,43	0,00084	0,841731	27,70%	57,19%	15,11%
Broco	83,26	83,26	2,83	0,09	1,52	0,00108	1,07658	14,71%	21,34%	63,95%
Caldeirões	9.334,85	3.533,38	333,99	10,59	1,81	0,00113	1,134542	2,69%	96,75%	0,56%
Canoas	550,35	550,35	21,80	0,69	1,34	0,00126	1,256123	42,02%	21,72%	36,25%
Do Coronel	26,61	26,61	1,16	0,04	1,15	0,00138	1,377973	30,04%	26,15%	43,81%
Facundo	16,59	16,59	0,58	0,02	2,27	0,00111	1,110926	2,44%	41,95%	55,61%
Faé	310,92	310,92	16,99	0,54	1,26	0,00173	1,732666	30,92%	35,37%	33,71%
Favelas	664,53	664,53	24,19	0,77	1,78	0,00115	1,154449	18,51%	46,70%	34,79%
Forquilha II	45,12	45,12	1,58	0,05	1,53	0,00111	1,110792	12,28%	30,58%	57,14%
João Luís	104,52	104,52	0,80	0,03	2,32	0,00024	0,241362	14,10%	29,19%	56,71%
Mamoeiro	1.660,71	741,11	32,83	1,04	1,35	0,00063	0,626775	26,69%	57,07%	16,24%
Monte Belo	308,52	308,52	3,10	0,10	1,98	0,00032	0,318889	11,68%	53,14%	35,18%
Muquém	298,92	298,92	32,63	1,03	1,12	0,00346	3,461881	41,49%	35,01%	23,50%
Orós	24.960,92	9.440,96	824,03	26,13	1,64	0,00105	1,046831	38,78%	38,24%	22,99%
Parambu	114,95	114,95	4,45	0,14	1,85	0,00123	1,226626	11,21%	43,28%	45,52%
Pau Preto	501,61	193,09	3,44	0,11	2,82	0,00022	0,217698	4,94%	72,76%	22,30%
Poço da Pedra	919,60	919,60	6,83	0,22	1,93	0,00024	0,235496	11,91%	12,83%	75,26%
Quincoé	166,84	166,84	8,23	0,26	1,33	0,00157	1,565134	26,18%	56,67%	17,15%
Rivaldo de Carvalho	307,14	307,14	11,34	0,36	1,74	0,00117	1,17039	19,08%	40,90%	40,02%
Trici	554,56	554,56	21,43	0,68	1,61	0,00123	1,225358	10,98%	66,00%	23,02%
Trussu	1.570,64	1.570,64	104,79	3,32	1,07	0,00212	2,115622	53,54%	20,73%	25,73%
Valério	60,33	60,33	1,72	0,05	1,28	0,00090	0,903396	28,38%	43,68%	27,94%
Várzea do Boi	1.249,69	1.204,57	48,79	1,55	1,52	0,00124	1,237898	13,39%	50,27%	36,35%

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

Fonte: Projeto Alocar (2021a).

Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da BHAJ para uma garantia de 95%

Reservatório	Área da bacia (Km ²)	Área não controlada (Km ²)	Vazões afluentes médias		Coeficiente de Variação (CV)	Vazão afluente específica (m ³ /s/Km ²)	Vazão afluente específica (l/s ⁻¹ Km ²)	Regularizado	Vertiment	Evaporad
			hm ³ /ano	m ³ /s						
Arneiroz II	5.494,33	2.810,75	214,78	6,81	1,89	0,00124	1,239597	14,88%	69,82%	15,30%
Benguê	933,66	933,66	24,78	0,79	1,43	0,00084	0,841731	22,30%	61,05%	16,65%
Broco	83,26	83,26	2,83	0,09	1,52	0,00108	1,07658	9,45%	22,12%	68,42%
Caldeirões	9.334,85	3.533,38	342,52	10,86	1,78	0,00116	1,1635	1,82%	97,60%	0,58%
Canoas	550,35	550,35	21,80	0,69	1,34	0,00126	1,256123	33,76%	24,01%	42,23%
Do Coronel	26,61	26,61	1,16	0,04	1,15	0,00138	1,377973	22,82%	28,42%	48,75%
Facundo	16,59	16,59	0,58	0,02	2,27	0,00111	1,110926	0,51%	42,32%	57,17%
Faé	310,92	310,92	16,99	0,54	1,26	0,00173	1,732666	23,72%	38,39%	37,89%
Favelas	664,53	664,53	24,19	0,77	1,78	0,00115	1,154449	12,49%	49,04%	38,48%
Forquilha II	45,12	45,12	1,58	0,05	1,53	0,00111	1,110792	8,08%	31,53%	60,39%
João Luís	104,52	104,52	0,80	0,03	2,32	0,00024	0,241362	6,14%	30,88%	62,98%
Mamoeiro	1.660,71	741,11	32,85	1,04	1,35	0,00063	0,627301	21,58%	60,52%	17,91%
Monte Belo	308,52	308,52	3,10	0,10	1,98	0,00032	0,318889	5,21%	57,01%	37,77%
Muquém	298,92	298,92	32,63	1,03	1,12	0,00346	3,461881	33,17%	39,95%	26,87%
Orós	24.960,92	9.440,96	846,40	26,84	1,62	0,00108	1,075244	31,56%	42,31%	26,13%
Parambu	114,95	114,95	4,45	0,14	1,85	0,00123	1,226626	6,81%	44,63%	48,56%
Pau Preto	501,61	193,09	3,56	0,11	2,74	0,00023	0,225318	2,50%	74,17%	23,33%
Poço da Pedra	919,60	919,60	6,83	0,22	1,93	0,00024	0,235496	7,82%	13,24%	78,94%
Quincoé	166,84	166,84	8,23	0,26	1,33	0,00157	1,565134	20,31%	60,65%	19,04%
Rivaldo de Carvalho	307,14	307,14	11,34	0,36	1,74	0,00117	1,17039	13,53%	43,12%	43,35%
Trici	554,56	554,56	21,43	0,68	1,61	0,00123	1,225358	6,70%	68,15%	25,15%
Trussu	1.570,64	1.570,64	104,79	3,32	1,07	0,00212	2,115622	43,60%	26,35%	30,05%
Valério	60,33	60,33	1,72	0,05	1,28	0,00090	0,903396	21,27%	47,25%	31,48%
Várzea do Boi	1.249,69	1.204,57	48,80	1,55	1,52	0,00124	1,238279	8,13%	52,19%	39,68%

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

Fonte: Projeto Alocar (2021a).

4.1.1.2 Indicadores hidrológicos

Os indicadores hidrológicos vinculados à oferta hídrica estão apresentados na Tabela 4.3, são eles: precipitação média, deflúvio médio e coeficiente de escoamento. Esses indicadores foram obtidos do Projeto Alocar (2021a) e foram estimados tomando como base as características fisiográficas das áreas controladas pelos reservatórios.

Tabela 4.3 - Indicadores hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Reservatório	Precipitação Média (mm)	Deflúvio Médio (mm)	Coefficiente de Escoamento (%)
Arneiroz II	649,12	56,88	8,76%
Benguê	662,96	26,54	4,00%
Broco	616,05	33,95	5,51%
Caldeirões	672,44	53,01	7,88%
Canoas	778,16	39,61	5,09%
Do Coronel	703,30	43,46	6,18%
Facundo	676,50	35,03	5,18%
Faé	775,74	54,64	7,04%
Favelas	687,95	36,41	5,29%
Forquilha II	628,93	35,03	5,57%
João Luís	680,28	7,61	1,12%
Mamoeiro	661,28	43,11	6,52%
Monte Belo	704,00	10,06	1,43%
Muquém	837,91	109,17	13,03%
Orós	783,18	43,93	5,61%
Parambu	668,06	38,68	5,79%
Pau Preto	689,14	9,28	1,35%
Poço da Pedra	664,44	7,43	1,12%
Quincoé	758,17	49,36	6,51%
Rivaldo de Carvalho	714,42	36,91	5,17%
Trici	642,72	38,64	6,01%
Trussu	756,42	66,72	8,82%
Valério	827,91	28,49	3,44%
Várzea do Boi	643,39	40,10	6,23%

Fonte: Projeto Alocar (2021a).

A precipitação média sobre a área de influência dos reservatórios variou de 616,05 mm (Broco) a 837,91 mm (Muquém). 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 a RH do Alto Jaguaribe se situa entre 1,12% e 13,03%.

O deflúvio médio corresponde ao volume médio de água que passa em determinado tempo na seção transversal de um curso d'água. Os

maiores deflúvios foram registrados para os reservatórios Muquém, Trussu e Arneiroz II.

4.1.2 Águas subterrâneas

Esta seção apresenta os aspectos quantitativos para a RHAJ e para as Bacias Sedimentares da Região do Iguatu.

4.1.2.1 Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

A RHAJ possui 3.471 poços, representando 10,91% do total de poços do estado do Ceará cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (Siagas). A maioria das captações é realizada em poços tubulares (87,84%) conforme exposto na Tabela 4.4.

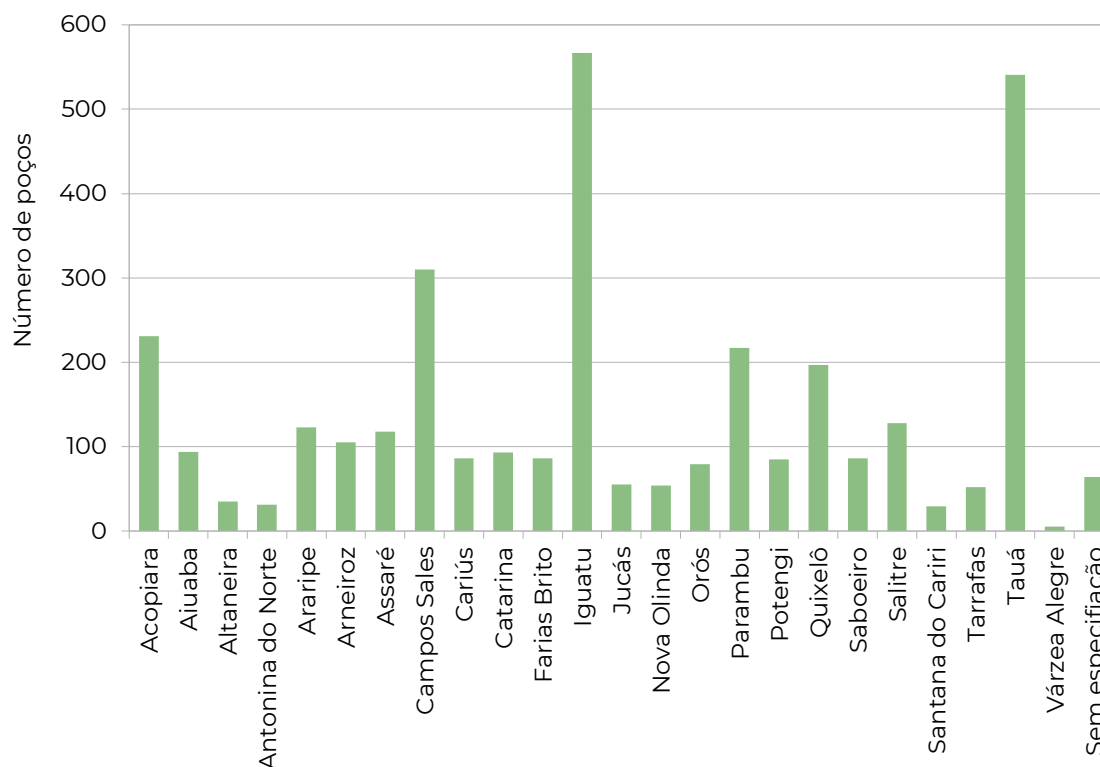
Segundo Silveira (2020), a construção de poços tubulares profundos é a medida emergencial mais adotada pela sociedade civil, Poder Público e usuários de água em geral. Assim, desde 1988, a Superintendência de Obras hidráulicas – SOHIDRA, vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos, é responsável pela construção de poços profundos no estado, atendendo a todos os critérios técnicos, sendo precedido da construção os estudos de prospecção geofísica.

Tabela 4.4 - Tipos de poços

Tipos de poços/ Bacias	Quantidade	Percentual (%)
Poço tubular	3049	87,84
Poço Ponteira	2	0,06
Poço Amazonas	403	11,61
Fonte natural	16	0,46
Sem especificação	1	0,03

Fonte: SIAGAS.

Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia, conforme pode ser observado na Figura 4.1. O município de Iguatu detém 16,34% dos poços, seguido por Tauá (15,59% dos poços) e Campos Sales (8,93% dos poços).

Figura 4.1 - Número de poços por município da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Fonte: SIAGAS.

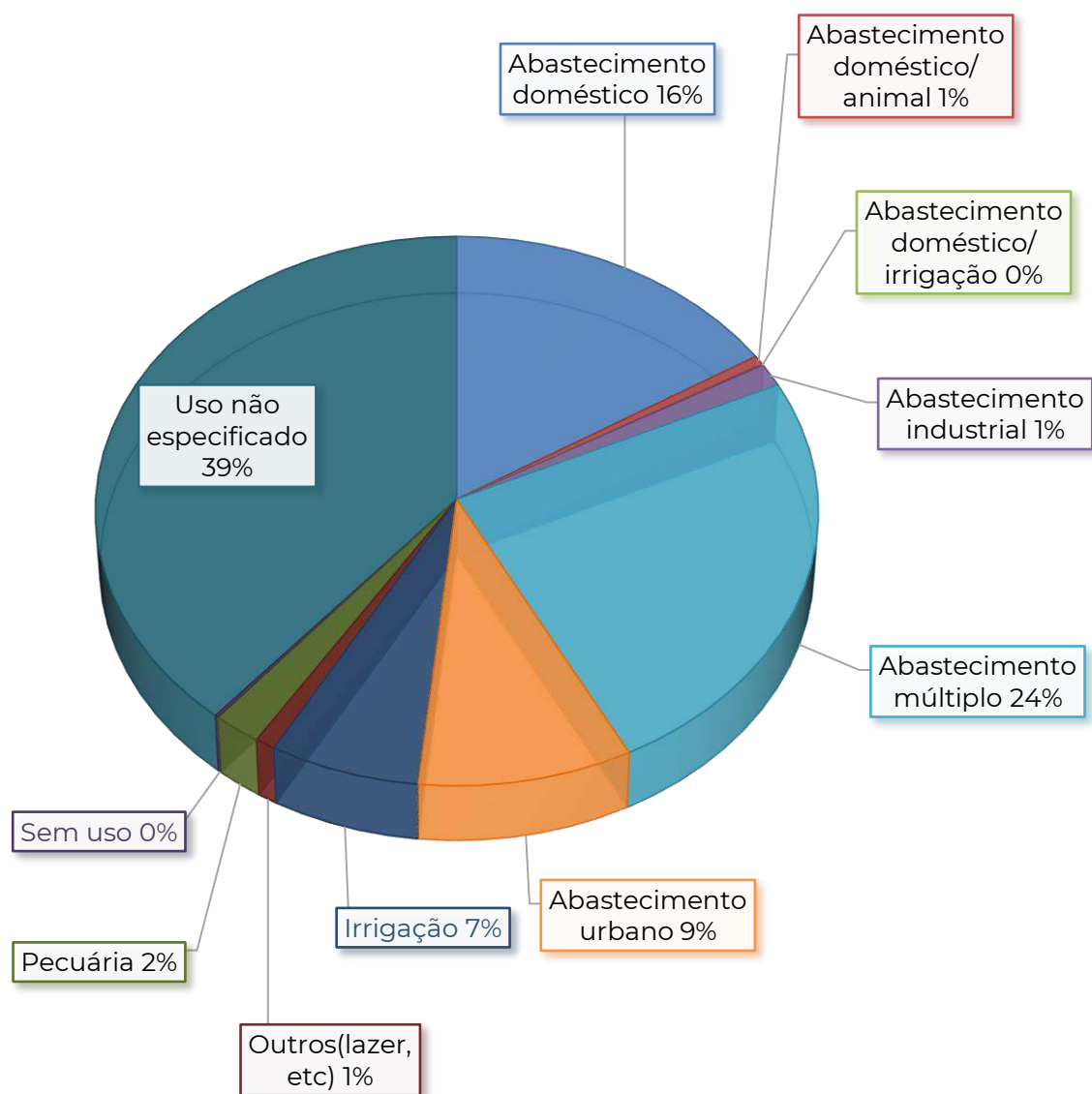
A Figura 4.2 expõe o tipo de uso das águas subterrâneas. O principal uso é o abastecimento múltiplo (847 poços) e o abastecimento doméstico (557 poços). Observa-se que em 1347 poços (39% dos poços) não foi especificado o tipo de uso.

Também existem registros no SIAGAS de poços sem usos, sendo eles: poços fechados, não utilizáveis, obstruídos, parados, abandonados, secos ou não instalados. Na RHAJ foram cadastrados 5 poços que aparecem como sem utilização no mesmo sistema.

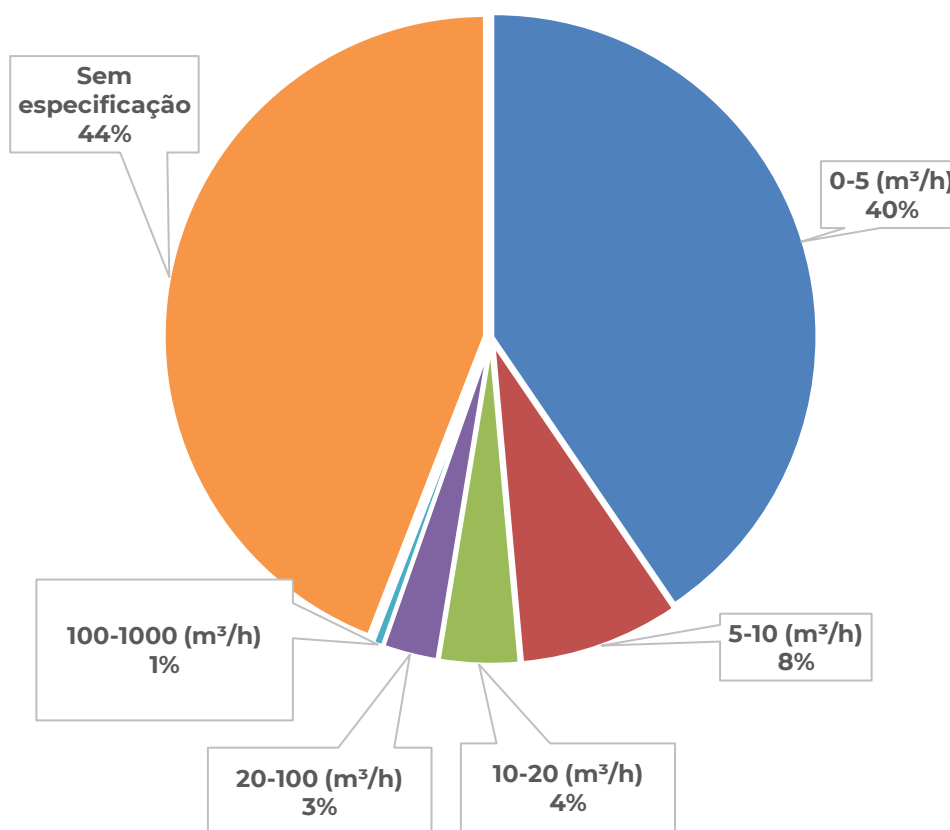
Outro fator importante a se observar é a eficiência dos poços, que está associada principalmente às vazões específicas e às profundidades necessárias para que haja vazão disponível para captação. As vazões estabilizadas nesses poços estão apresentadas na Figura 4.3. O intervalo de 0 a 5 m³/h concentra o maior número de poços (1405),

seguido pelo intervalo de 5 a 10 m³/h com poços correspondendo a poços com produtividade baixa ou muito baixa. Observa-se que 44% dos poços não possuem especificação de vazão.

Figura 4.2 - Tipos de usos das águas subterrâneas



Fonte: SIAGAS.

Figura 4.3 - Vazões estabilizadas dos poços (m³/hora)

4.1.2.2 Bacias sedimentares da Região do Iguatu

Os dados utilizados, nesta seção, são oriundos do cadastro de poços do estudo de Avaliação Hidrogeológica Qualiquantitativa das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu – BSRIs (COGERH, 2018). Essas bacias são compostas por 4 (quatro) pequenas sub-bacias que ocupam os municípios de Icó, Iguatu, Jucás, Orós e Quixelô. Contudo, nesse documento é desconsiderada as informações pertinentes ao município de Icó, pois este não possui área representativa na RHAJ (Ver capítulo 2).

Considerando os municípios supracitados tem-se 827 pontos de água nas BSRLs dos quais 73% concentram-se em Iguatu indicando o maior uso de água subterrânea neste município. Estes pontos estão localizados em aquíferos aluvionares, fissurais e sedimentares (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Poços de água por tipo de aquífero

Municípios	Poços	Tipo de Aquífero		
		Aluvionar	Fissural	Sedimentar
Jucás	41	32	4	5
Iguatu	606	455	16	135
Orós	28	2	5	21
Quixelô	152	56	8	88
Total	827	545	33	249

Observa-se a predominância de poços com até 80 metros de profundidade. A Tabela 4.6 expõe a profundidade dos poços por município, onde a profundidade mínima está geralmente correlacionada àqueles construídos com trado manual ou escavados (cacimbas e amazonas).

É importante salientar que, apenas, 236 poços possuem dados de vazão. O município de Iguatu apresenta a maior variação de vazão com um valor mínimo de 0,15 m³/h e o máximo de 80 m³/h (Tabela 4.7), razão direta do número de poços com diferentes profundidades e captando diferentes unidades aquíferas. Neste município, os maiores valores estão correlacionados aos poços que captam no Aquífero Aluvionar, a exemplo das baterias de poços do SAAE, que possuem profundidades de até 30 metros.

Tabela 4.6 – Profundidade dos poços, em metros, por município

Municípios	Profundidade (m)		
	Mínimo	Máximo	Média
Jucás	3,00	104	19
Iguatu	1,54	150	23
Orós	3,00	90	46
Quixelô	3,00	150	50

Tabela 4.7 – Vazões dos poços por município

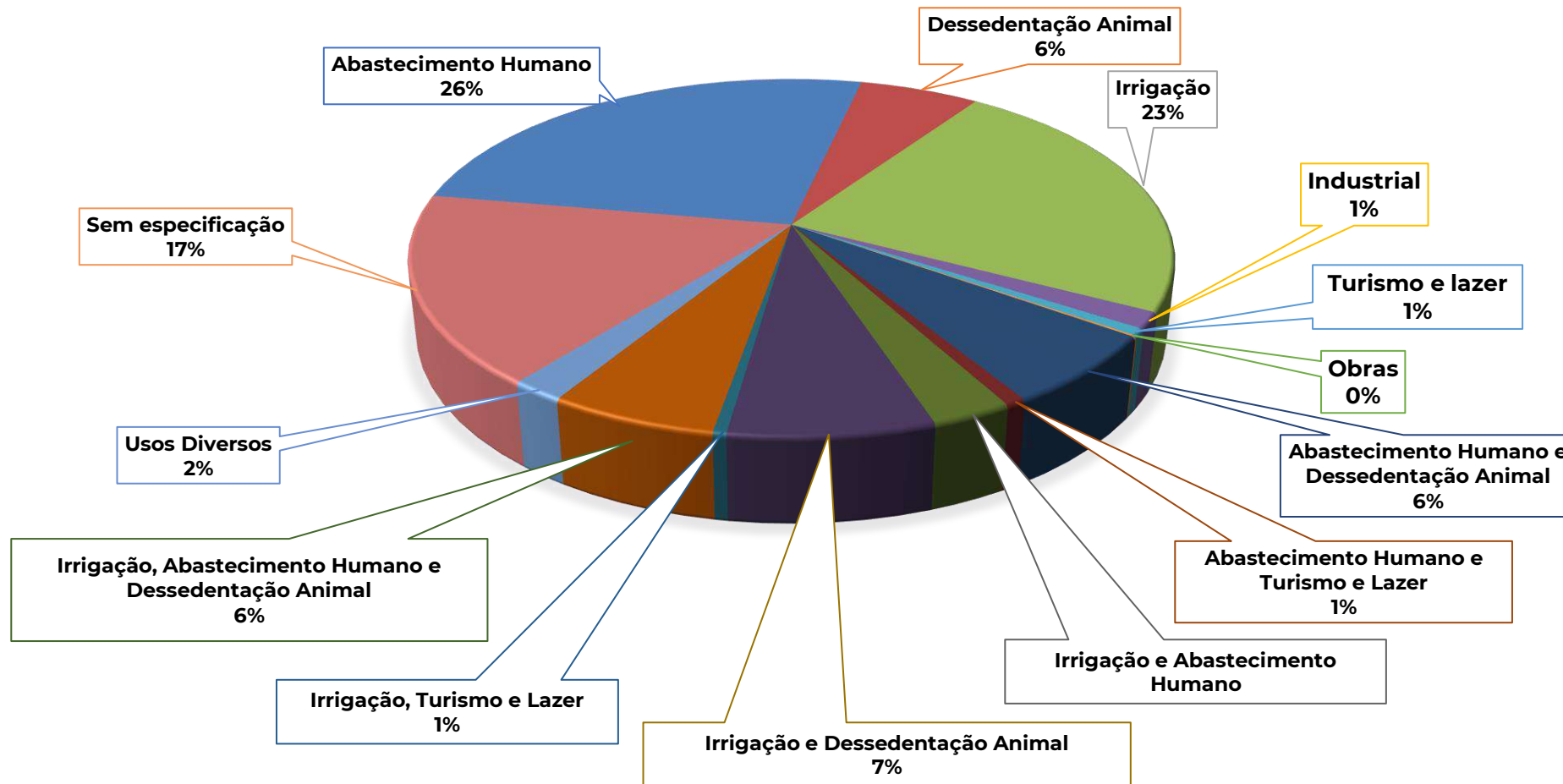
Municípios	Pontos de água com dados de vazão	Vazão (m ³ /h)	
		Mínimo	Máximo
Jucás	5	1,50	14,00
Iguatu	144	0,15	80,00
Orós	14	0,50	20,00
Quixelô	73	0,50	40,00

Os principais usos identificados nesses poços é o abastecimento humano e a irrigação. O primeiro utiliza água de 213 poços (25,8%) e o segundo retira água de 191 poços (23,1%). Destaca-se que 141 poços (17%) não possuem especificação sobre o tipo de uso (Figura 4.4).



Monitoramento de Poços - Iguatu - Abril de 2021

Figura 4.4 – Tipos de usos dos poços das Bacias Sedimentares do Iguatu



4.2 Aspectos Qualitativos

4.2.1 Águas superficiais

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

Os serviços de análises da qualidade incluem análises físico-químicas, bacteriológicas, de nutrientes e hidrobiológicas das amostras de água, abrangendo os seguintes parâmetros: cloretos, cor aparente, 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, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), *Escherichia Coli* e contagem/identificação de fitoplâncton. As coletas em campo são realizadas 0,3m da superfície da água dos açudes geridos pela COGERH e, em geral, as análises são realizadas em campanhas trimestrais.

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

Tabela 4.8 - Estados de trofia

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, afetada por atividades 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.

Os dados de estados tróficos utilizados neste capítulo foram obtidos do Portal Hidrológico do Ceará para período de 2008 a maio de 2022 (Tabela 4.9). Na RHAJ foram realizadas 198 medições de qualidade de água neste período, destas 58% apontaram para o estado eutrófico, 16% para o estado mesotrófico seguido de 15% e 12% que expõem os estados hipereutrófico e oligotrófico, respectivamente. O reservatório Arneiroz II apresentou o maior número de medições em estado hipereutrófico (19). No estado mesotrófico e eutrófico destaca-se os reservatórios Canoas (28 medições) e Orós (22 medições). Enquanto o reservatório Valério apresentou-se como o reservatório com o maior número de medições no estado oligotrófico (27 medições).

Tabela 4.9 - Frequência absoluta dos estados tróficos dos reservatórios da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe registrados no período de 2008 a maio de 2022

Reservatórios	Oligotrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Hipereutrófico	Número de monitoramento	Percentual
Arneiroz II	0	5	27	19	50	25,25%
Benguê	2	10	24	14	50	25,25%
Broco	1	3	18	7	29	14,65%
Caldeirões	1	6	16	7	30	15,15%
Canoas	0	9	28	12	49	24,75%
Do Coronel	2	13	19	12	46	23,23%
Facundo	0	20	4	3	27	13,64%
Faé	7	4	16	3	30	15,15%
Favelas	2	4	7	10	23	11,62%
Forquilha II*	5	1	1	0	7	3,54%
João Luís	1	9	16	5	31	15,66%
Mamoeiro	6	15	12	1	31	15,66%
Muquém	25	11	5	1	42	21,21%
Orós	5	22	24	2	53	26,77%
Parambu	0	7	22	8	37	18,69%
Pau Preto	7	10	15	4	36	18,18%
Poço da Pedra	2	9	21	14	46	23,23%
Quincoé	5	12	14	7	38	19,19%

Tabela 4.9 - Frequência absoluta dos estados tróficos dos reservatórios da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe registrados no período de 2008 a maio de 2022

Reservatórios	Oligotrófico	Eutrófico	Mesotrófico	Hipereutrófico	Número de monitoramento	Percentual
Rivaldo de Carvalho	1	12	15	18	46	23,23%
Trici	5	11	17	10	43	21,72%
Trussu	11	20	14	5	50	25,25%
Valério	27	10	8	4	49	24,75%
Várzea do Boi	9	6	4	5	24	12,12%
Total	23	115	31	29	198	100,00%

Fonte: Portal Hidrológico do Ceará – Sistema de Qualidade de Água: Estado Trófico. Acesso: <http://www.hidro.ce.gov.br/hidro-ce-zend/acude/eutrofizacao>

*O reservatório Forquilha II não expõe dados de 2020 a maio de 2022.

4.2.2 Águas subterrâneas

Esta seção faz uma descrição sobre a qualidade da água da RHAJ e para as Bacias Sedimentares da Região do Iguatu (BSRIs).

4.2.2.1 Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas para a RHAJ foram utilizados os dados disponíveis no portal da COGERH (<http://i3geo.cogerh.com.br/i3geo/ogc/download.php#>) considerando a variável Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e, aplicando a classificação disponível no “Manual de Dessalinização da Água” (Silveira et al, 2015), apresentada na Tabela 4.10.

A Tabela 4.11 apresenta os valores médios de STD para os municípios da RHAJ. Foram registrados 416 poços com medições de STD. Desse total, 57% apresentou ‘águas doces’, 42% indicaram “águas ligeiramente salobras” e 1% exporam “água moderadamente salobra”. Ressalta-se que a base de dados não possui informações para os municípios de Aiuaba, Altaneira, Arneiroz, Santana do Cariri e Tauá.

Tabela 4.10 - Classificação dos Sólidos Totais Dissolvidos

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

Fonte: Silveira et al, 2015.

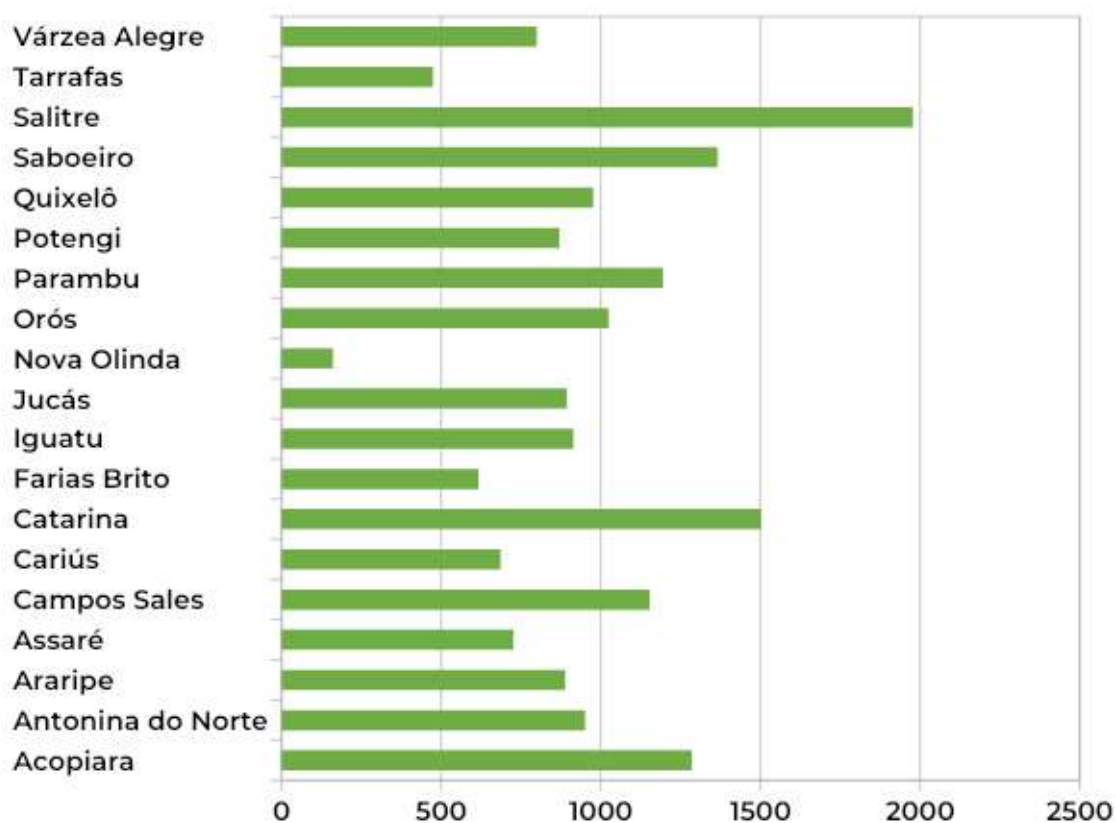
Na Figura 4.5 e na Tabela 4.11 é possível observar que todos os municípios possuem poços com águas doces podendo destacar: Campos Sales (60% dos poços), Quixelô (60%), Assaré (52%) e Parambu (50%). Além disso, a RHAJ apresenta apenas 3 poços com águas moderadamente salobras. Estes estão localizados no município de Salitre.

Tabela 4.11 - Classificação dos poços, por município, quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos

Município	STD Médio	Águas doces	Águas ligeiramente salobras	Águas moderadamente salobras
Acopiara	1.284,58	16	26	0
Antonina do Norte	950,65	5	1	0
Araripe	888,56	16	6	0
Assaré	726,12	22	3	0
Campos Sales	1.153,04	25	29	0
Cariús	685,83	3	0	0
Catarina	1.501,99	6	23	0
Farias Brito	617,25	18	0	0
Iguatu	913,92	12	8	0
Jucás	893,19	11	4	0
Nova Olinda	160,94	3	0	0
Orós	1.024,39	17	8	0
Parambu	1.194,44	21	21	0
Potengi	870,23	8	5	0
Quixelô	975,75	25	11	0
Saboeiro	1.365,71	9	10	0
Salitre	1.977,06	9	18	3
Tarrafas	474,20	8	0	0
Várzea Alegre	798,90	5	1	0
Total		239	174	3

Fonte: Rede Estadual de Monitoramento – Cogeh. Acesso: <http://i3geo.cogerh.com.br/i3geo/ogc/download.php#>

Figura 4.5 - STD médios por município da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe



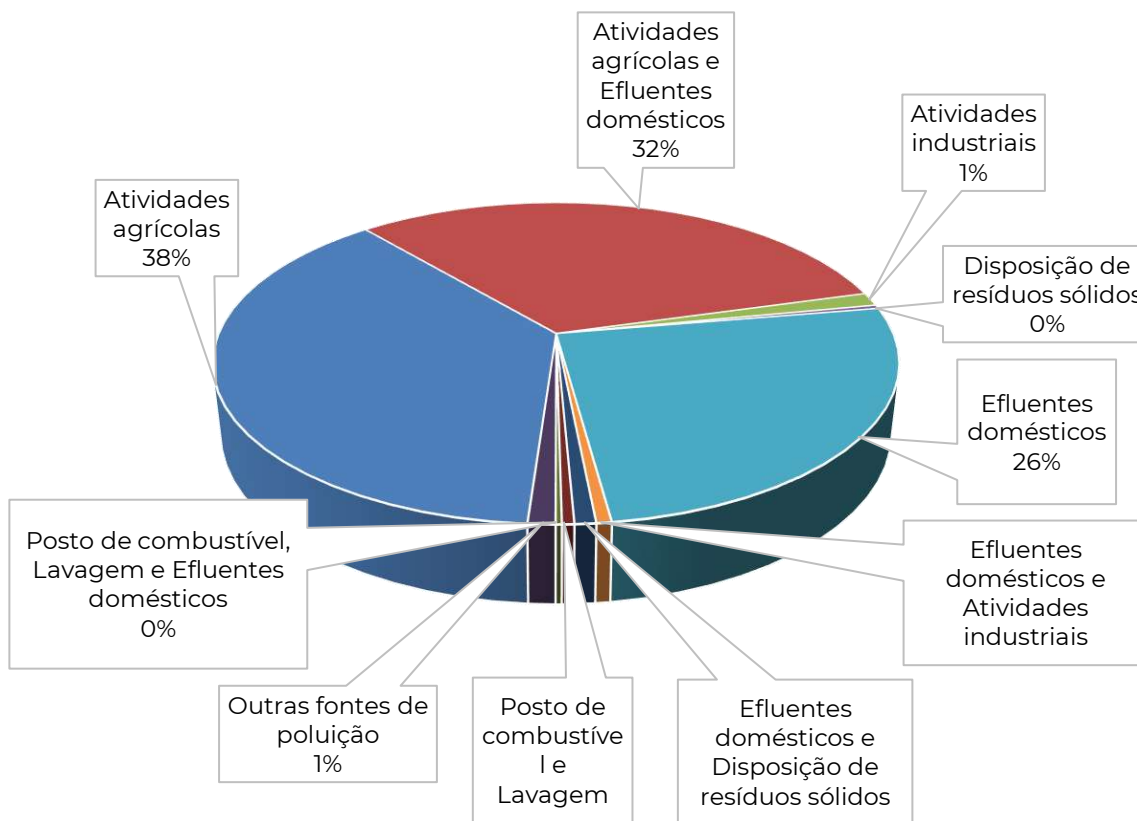
Fonte: Rede Estadual de Monitoramento – Cogerh. Acesso: <http://i3geo.cogerh.com.br/i3geo/ogc/download.php#>

4.2.2.2 Bacias Sedimentares da Região do Iguatu

Nesta seção é apresentado as informações sobre a cor, o odor, os sólidos totais dissolvidos (STD) e as fontes de poluição para os 827 poços das BSRIs de acordo com o cadastro de poços do estudo de Avaliação Hidrogeológica Qualiquantitativa das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu – BSRIs (COGERH, 2018).

Os poços dessas bacias possuem águas doces (737 pontos) e ligeiramente salobras (89 pontos), enquanto um deles não possui especificação quanto ao STD. As principais fontes de poluição são as atividades agrícolas (38% dos poços), as atividades agrícolas e efluentes (31,8 %) e os efluentes domésticos (25, 5%) conforme observa-se na Figura 4.6.

Figura 4.6 – Fontes de poluição dos poços das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu



A cor da água resulta da existência de substâncias em solução. Observa-se na Tabela 4.12 dois tipos de cores: límpida (644 poços) e turva (182 poços). Em relação ao odor, o ideal é que a água seja inodora, contudo, registra-se 160 poços com águas que apresentam algum odor. Este é resultante de fatores naturais (algas, vegetação em decomposição, bactérias, etc.) ou artificiais (esgotos domésticos e industriais).

Tabela 4.12 - Classificação dos poços das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu quanto à cor e odor

Municípios	Cor			Odor		
	Límpida	Turva	Sem especificação	Com odor	Inodora	Sem especificação
Jucás	29	12	0	8	33	0
Iguatu	463	142	1	115	490	1
Orós	25	3	0	5	23	0
Quixelô	127	25	0	32	120	0
Total	644	182	1	160	666	1

5 BALANÇO HÍDRICO

Com a finalidade de se avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas atuais em face das grandes demandas, apresenta-se neste capítulo um balanço hídrico concentrado para a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe. 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 disponibilidade hídrica é representada pela vazão regularizada com garantia de 90% que, em frequência, significa que em 9 de cada 10 anos é possível retirar a vazão de 16.912,58 L/s no caso da RHAJ. O Orós responde por 65% desse valor destacando-se como o principal reservatório da região em termos de disponibilidade hídrica. (Tabela 5.1). Na sequência observa-se o Trussu que acumula 11% dessa vazão.

O Orós é o reservatório que demanda maior atividade da Gerência Regional de Iguatu (GR), "pois ele é muito estratégico não apenas para esta bacia, como para o Ceará, pois pereniza o vale para além das localidades de competência da gerência do Alto Jaguaribe. A reunião de alocação dele é um momento à parte, diferentemente dos açudes. O Orós requer, pelos seus hidrossistemas, maiores cuidados. Pereniza um trecho do Rio Jaguaribe para captação em outras cidades no Médio Jaguaribe, manda água para o sistema Orós-Feiticeiro e para o Orós-Lima Campos (perenizando o trecho do perímetro irrigado em Pedregulho)", segundo o Grupo focal realizado no dia 22/07/2022 com o Núcleo de Operação da GR de Iguatu.

Tabela 5.1 - Vazão Regularizada com garantia de 90% para a RHAJ

Reservatórios	Vazão Regularizada (L/s)
Arneiroz II	1.439,79
Benguê	236,13
Broco	14,29
Caldeirões	301,13
Canoas	315,36
Do Coronel	11,96
Facundo	0,49
Faé	180,80
Favelas	154,95
Forquilha II	6,69
João Luís	3,89
Mamoeiro	302,04
Monte Belo	12,51
Muquém	466,20
Orós	11.016,20
Parambu	17,24
Pau Preto	5,86
Poço da Pedra	28,04
Quincoé	73,98
Rivaldo de Carvalho	74,59
Trici	80,90
Trussu	1.928,33
Valério	16,74
Várzea do Boi	224,47
Total	16.912,58

A Tabela 5.2 expõe um comparativo entre a demanda instalada na região e a vazão regularizada. Observa-se a ocorrência de superávit nas três situações. Contudo, ressalta-se que nas bases 2 e 3 constam, apenas, os valores de demanda do abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação.

Conforme o Grupo focal realizado no dia 22/07/2022 com o Núcleo de Operação da GR de Iguatu,

“a bacia, em números, tem potencial de armazenamento para atender todas as demandas, mas o nosso principal reservatório está no final da bacia, a alguns km da região do Médio Jaguaribe; e a demanda está toda antes desse reservatório. Quando fazemos a alocação do Orós, nós fazemos para outras sub-bacias. O Lima Campos atende a bacia do Salgado, o Rio atende o Médio e o Orós-Feiticeiro atende o Médio também. A porção da bacia com melhor

situação hídrica é a Centro-sul, que pode ter bons acúmulos e consegue atender a demanda. O mesmo não acontece com a sub-região dos Inhamuns (Tauá, Parambu, Catarina, Arneiroz), embora tenhamos lá o Arneiroz II; nesta região o uso humano é atendido, mas os demais não são. Vemos algumas obras de infraestrutura tentando distribuir melhor esta água, ainda visando o abastecimento humano. Na sub-região do Cariri-Oeste (Campos Sales, Araripe, Potengi, Assaré) vemos a mesma situação dos Inhamuns, mas a demanda é pouca. Na região do Cariri-Oeste e dos Inhamuns a demanda não é tão grande. Temos água suficiente na bacia, mas distribuída de forma irregular, que pode não atender adequadamente todas as demandas”.

Tabela 5.2 - Comparativo entre a demanda instalada e a vazão regularizada

Base de Dados	Demanda Hídrica (L/s)	Balanço (Q90 - Demanda) em L/s	Situação
Usos Consuntivos (ANA, 2020)	994,16	15.918,42	Superávit
Censo Demográfico (2010), Censo Agropecuário (2017) e Produção Pecuária Municipal (2019)	2.149,61	14.762,97	Superávit
Censo Demográfico (2010), Censo Funceme (2020) e Produção Pecuária Municipal (2019)	3.535,12	13.377,46	Superávit

6 EVENTOS EXTREMOS DE SECA E DE CHEIA



Açude João Luiz (Araripe) – Foto: Cássio Sales

Eventos hidrológicos de secas e cheias provocam impactos tanto naturais como sociais, especialmente nos locais onde vivem as populações mais vulneráveis. Segundo Marengo (2009) estes eventos representam, em termos meteorológicos ou climatológicos, grandes desvios de um estado climático moderado

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 à dificuldade de estabelecer o seu início e o seu fim e das 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.

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

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

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

políticas públicas desenvolvidas e implementadas para lidar com este evento extremo.

No caso brasileiro, o clima semiárido, marcado por baixos índices pluviométricos anuais e estiagens frequentes, compõe o cenário nordestino. Nele a natureza projetada na imagem da "caatinga ressequida, na indefectível carcaça de um boi e nos retirantes, magros, com seus poucos pertences entrouxados e equilibrados sobre a cabeça" (CASTRO, 1992, p. 59), foi protagonista durante muitos anos dos discursos de autoridades e intelectuais. A seca como fenômeno climático extremo é subsumida por sua significação simbólica, marcada pela tragédia com expressivo conteúdo social e político. A seca, capturada pelo poder dominante, era algo "imprevisível", sendo a busca por socorro exterior a única forma de "combatê-la" (BURSZTYN, 2008).

Segundo Neves (2007), a seca (ou a escassez de chuvas) passou a ser considerada como um problema social no Ceará desde 1877, quando Fortaleza foi o cenário de "retirantes maltrapilhos [acampados] nas praças e ruas" (p. 82), exigindo a intervenção das autoridades locais e suas famosas "frentes de emergência" ou "Campos de Concentração", dentre outros.

Foi no século XX, contudo, que o Governo passa a intervir de forma mais planejada no Nordeste, ainda que submissa ao poderio das elites rurais (marcada pelo patrimonialismo e clientelismo), merecendo destaque a criação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Banco do Nordeste, dentre outros (BURSZTYN, 2008). Ao longo dessa evolução, o Ceará se destaca na condução de políticas públicas, as quais consideram que a escassez hídrica nesse espaço territorial está associada à semiaridez do clima e à variabilidade climática a ele associada, demandando ações de planejamento, monitoramento e intervenção.



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

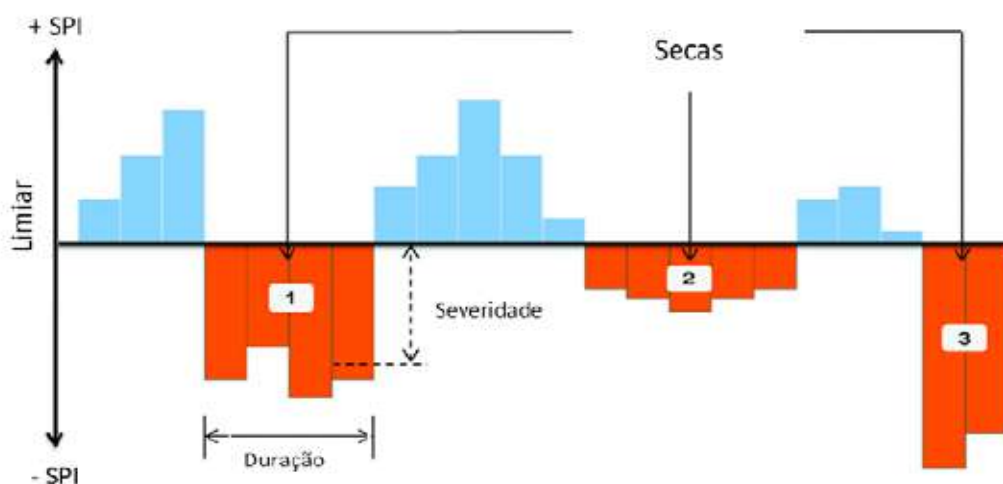
Para a análise da base de dados relativos aos eventos extremos de seca, o presente documento pautou-se numa série de precipitações de 1911 a 2018, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Essa avaliação foi realizada através do uso do Índice de Precipitação Padronizado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

Rosa (2011) aponta que os índices de seca surgem da necessidade de existência de uma medida normalizada que proporcione comparar as secas entre regiões com diferentes características climáticas, bem como para a comparação de eventos de seca que numa dada região ou localidade ocorreram em momentos históricos diferentes. Isso permite, portanto, identificar o começo de uma seca e o seu término, avaliando ainda a sua evolução em termos de severidade.

O SPI12 é utilizado para caracterizar as secas em relação à duração e à severidade. A duração é determinada pelo período em que o valor do SPI fica abaixo do limiar até o momento em que ele retorna acima do mesmo (Figura 6.1). Para esse cálculo soma-se todos os anos em que o SPI permaneceu abaixo do limiar. A severidade das secas é obtida através da soma dos valores de SPI abaixo do limiar durante este evento. O SPI igual a zero foi utilizado como limiar conforme indicado por Shiau (2006). A vantagem da escolha desse limiar é a capacidade de evitar a divisão de pequenas secas dentro de uma seca mais longa.

$$S = - \sum_{i=1}^D SPI_i \quad (2)$$

Figura 6.1 - Ilustração da duração e severidade da seca



Fonte: Pontes Filho et al, 2020.

A Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe apresentou um total de 23 eventos de seca no período de 1911 a 2018 conforme dados obtidos do Projeto Alocar. O intervalo entre uma seca e outra foi de 4,7 anos. A duração média de uma seca nesta bacia é de 2,43 anos com um coeficiente de variação de 0,71. A severidade máxima das secas foi de 7,53 com média de 1,85 e coeficiente de variação de 0,97 (Tabela 6.1).

A Figura 6.2 mostra a dispersão da gravidade da seca e a sua duração. Destaca-se três eventos: seca de 1951-1955 (duração de 5 anos e severidade de 5,247); seca de 1957-1961 (duração de 5 anos e severidade de 3,04); e, seca de 2012-2018 (duração de 7 anos e severidade de 7,535). A duração e severidade dos eventos ocorridos na bacia estão expostos na Tabela 6.2.

Tabela 6.1 - Estatística descritiva dos eventos de seca no período de 1911 a 2018

Características	Estatísticas
Números de eventos de seca	23
Intervalo entre os eventos de seca (anos)	4,7
Duração máxima (anos)	7
Duração média (anos)	2,43
Coeficiente de variação da duração	0,71
Severidade máxima	7,53
Severidade média	1,85
Coeficiente de variação da severidade	0,97

Fonte: Souza Filho (2021)

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 $S \geq s$.

Figura 6.2 - Dispersão da duração e severidade das secas registradas por região hidrográfica. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012

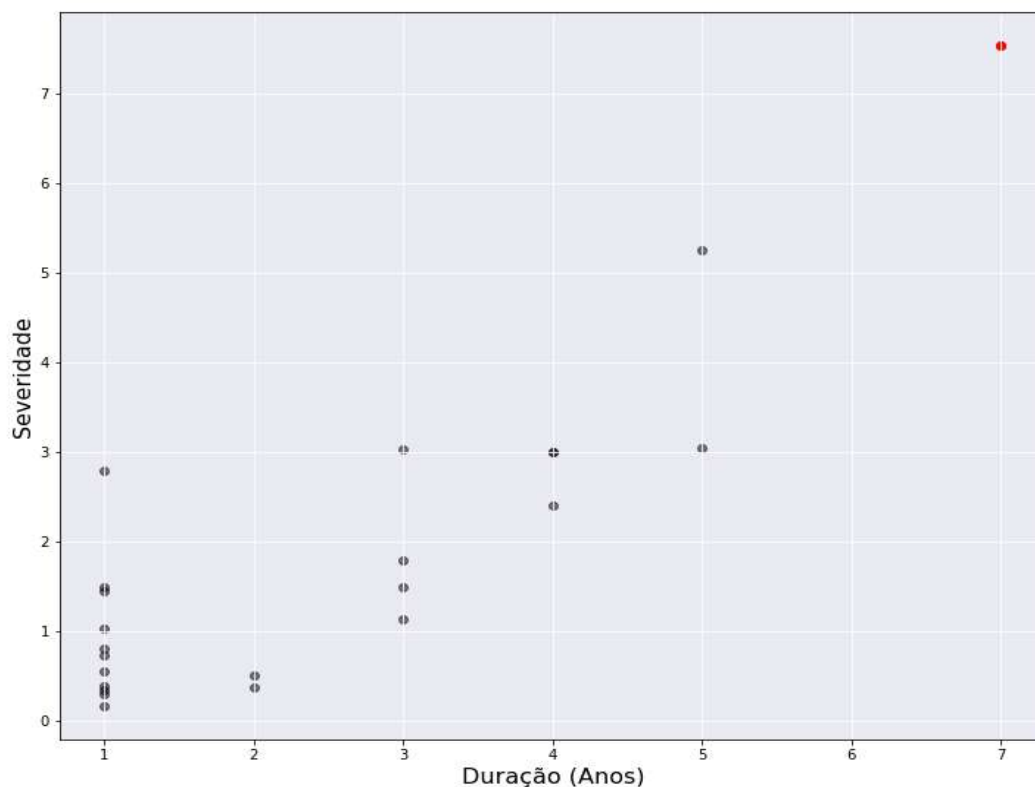


Tabela 6.2 - Duração e severidade dos eventos de seca

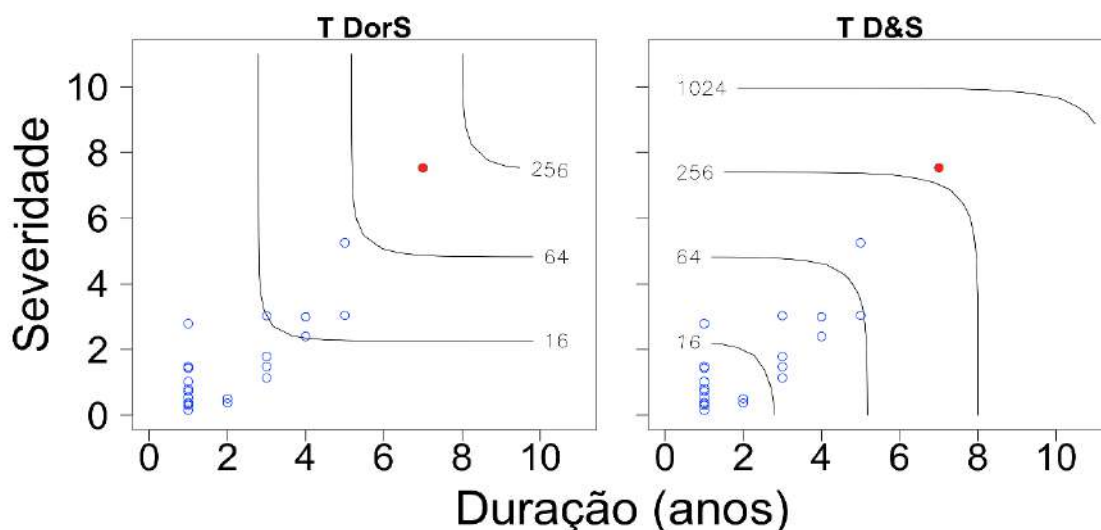
Ano inicial	Ano final	Duração (anos)	Severidade
1911	1911	1	0,727
1915	1915	1	1,486
1919	1919	1	2,783
1927	1928	2	0,368
1930	1933	4	2,402
1936	1938	3	1,785
1941	1944	4	2,992
1948	1949	2	0,507
1951	1955	5	5,247
1957	1961	5	3,040
1966	1966	1	0,337
1970	1970	1	1,018
1972	1972	1	0,802
1976	1976	1	0,153
1979	1979	1	0,386
1981	1983	3	3,024
1987	1987	1	0,287
1990	1993	4	2,997
1998	1998	1	1,436
2001	2003	3	1,482
2005	2007	3	1,134
2010	2010	1	0,540
2012	2018	7	7,535

Fonte: Souza Filho (2021).

A Figura 6.3 aponta os períodos de retornos de secas para os casos “e” e “ou”. Analisando o período de retorno alternado entre duração e severidade (TDorS) percebe-se que apenas a seca de 2012-2018 demoraria em média 150,42 anos para voltar a ocorrer. Cinco (05) eventos obtiveram períodos de retorno entre 16 e 64 anos e os outros eventos apontaram períodos de retorno abaixo de 16 anos.

Em relação ao período de retorno “e” (TD&S), dois (2) eventos de seca (2012-2018 e 1951-1955) ocorreriam no período maior que 64 anos. Dessa análise percebe-se que os eventos de seca conjunta com grande duração e severidade tendem a apresentar um maior período de retorno.

Figura 6.3 – Período de retorno bivariado das secas. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012



6.2 Eventos extremos de cheia

A maior parte dos eventos extremos está associada à dinâmica climática, dentre os quais destacam-se: ressaca de maré, tempestades, secas, inundações, chuvas fortes ou em variações climáticas de longo prazo (MARTINS; FERREIRA, 2012).

No Ceará, os eventos extremos relacionam-se principalmente às irregularidades pluviométricas, ora devido à escassez, ora aos acúmulos superiores de chuva, os quais geralmente provocam desastres com impactos tanto naturais como sociais, especialmente nos locais onde vivem as populações mais vulneráveis.



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

No Nordeste, o que determina as chuvas são os movimentos atmosféricos que favorecem ou inibem os processos de formação de nuvens precipitantes sobre a região. Dentre os fatores globais que mais diretamente controlam a circulação atmosférica na Região cita-se as temperaturas da

superfície do mar sobre os oceanos Atlântico Tropical e Pacífico Equatorial. Em função da combinação das condições dos oceanos Atlântico e Pacífico, ocorre grande variabilidade interanual dos totais pluviométricos resultando na alternância de anos de seca e de cheias.

O principal sistema produtor de chuvas no Ceará é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual atua, principalmente, entre os meses de fevereiro a maio, estabelecendo a quadra chuvosa. Este sistema realiza um deslocamento sazonal entre os hemisférios norte e sul, de modo que em anos normais, ele migra de sua posição mais setentrional (em torno de 14°N), durante agosto-setembro, para sua posição mais ao sul (em torno de 2°S), entre março-abril.

Outros sistemas também podem atuar no Estado, além da ZCIT provocando a precipitação da estação chuvosa, são eles: o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), entre janeiro e fevereiro, na pré-estação; as Linhas de Instabilidade, entre fevereiro e março; os Complexos Convectivos de Mesoescala; os Distúrbios Ondulatórios de Leste, produzindo chuvas de pós-estação. (Olímpo e Zanella, 2015)

Conforme CGEE (2012), eventos naturais intensos podem ser perigosos quando inexisterem meios para enfrentá-los adequadamente, quer seja através de ações que possam gerenciar os riscos advindos, quer seja condições político-institucionais, socioeconômicas e culturais existentes.

A densidade de drenagem (Dd) da RHAJ apresenta o valor de 10,27 km/km², o que indica que é excepcionalmente bem drenada, o que pode ser atribuído ao comportamento das rochas, predominantes cristalinas, que possibilitam uma maior dificuldade de permeabilização da água e conseqüentemente o escoamento superficial. No entanto, a densidade hidrográfica (Dh) é baixa (0,69 canais/km²), ou seja, menos de 1 canal por Km².

Em geral valores baixos de densidade hidrográfica também estão diretamente ligados ao comportamento das rochas, no entanto isso acontece para regiões sedimentares, caracterizadas por uma infiltração elevada, diferente da realidade encontrada na RHAJ.

Embora as condições litológicas e pedológicas da área favoreçam a grande quantidade de canais devido à baixa permeabilidade das rochas e do regolito, tem-se na área as características influenciando em uma desfavorável recarga dos canais e, assim, na diminuição da capacidade do sistema hidrográfico para gerar novos canais (LIMA et. al, 2016)

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 (Cruciani et al., 2002). O conhecimento das precipitações máximas subsidia ações no campo da engenharia de recursos hídricos, especialmente no dimensionamento de obras hidráulicas, tais como barragens, canais, bueiros e vertedores. (COELHO FILHO; MELO; ARAÚJO, 2017).

Essas informações são primordiais para reduzir a variabilidade temporal da vazão dos rios por meio da sua regularização, através da construção de reservatórios de acumulação de água. Assim, nos períodos chuvosos, reservatórios poderão produzir o amortecimento das ondas de cheia, proporcionando uma proteção para as áreas situadas a jusante do barramento.

Outro fator importante é a pouca importância que tem sido dada às obras de drenagem nas áreas urbanizadas, áreas aonde a impermeabilização e a

ocupação desordenada do território têm sido observadas, especialmente nas planícies de inundação, talvez por causa de mais eventos extremos de secas que de cheias na Região. Desta forma, a reduzida capacidade de infiltração aliada à urbanização irregular ou sem planejamento, torna, em situação de eventos extremos, as enxurradas frequentes nas cidades, estando muitas vezes associadas a alagamentos.

Em termos gerais as cheias urbanas 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.

Além da ocupação de forma irregular e dos sistemas de drenagem urbana ineficientes, outros fatores favorecem esses eventos, tais como o desmatamento e o sobrepastoreio, que contribuem para o aumento da impermeabilização do solo e o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos, assoreando-os; as práticas agrícolas inadequadas; os sistemas de drenagem urbana ineficientes; a falta de conhecimento técnico adequado para elaboração dos projetos e de educação adequada, dentre outros.

No que diz respeito 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, consequência 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, 33 na RHAJ, caracterizadas como desastre. Em 2004, segundo Xavier (2004) a atividade das frentes frias foi muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Estado do Ceará, tendo sido considerado um ano atípico. As áreas da RHAJ vulneráveis à inundação podem ser visualizadas no Mapa a seguir.

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

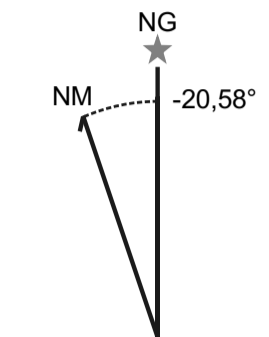
Condições sinóticas favoráveis à chuva no ano de 2009. Isto é, anomalias causadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se manteve na sua posição mais ao sul, e as Ondas de Leste ou Distúrbios Ondulatórios de Leste (OL/DOL) que incrementaram o cenário, garantiram a umidade para a região.

Os registros aconteceram para 15 dos seus municípios, com 18 (dezoito) ocorrências em 2004, em Acopiara (01), Araripe (01), Arneiroz (02), Campos Sales (01), Cariús (01), Farias Brito (01), Iguatu (02), Parambu (02), Quixelô (01), Salitre (02), Santana do Cariri (01), Tarrafas (01) e Tauá (02); 07 (sete) eventos em 2008, em Cariús, Iguatu, Orós, Parambu, Quixelô, Saboeiro, e Tauá, e 8 (oito) em 2009, em Acopiara, Cariús, Farias Brito, Iguatu, Orós, Quixelô, Saboeiro e Tauá. (CEPED, 2013).

**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



ÁREAS SUSCETÍVEIS 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)

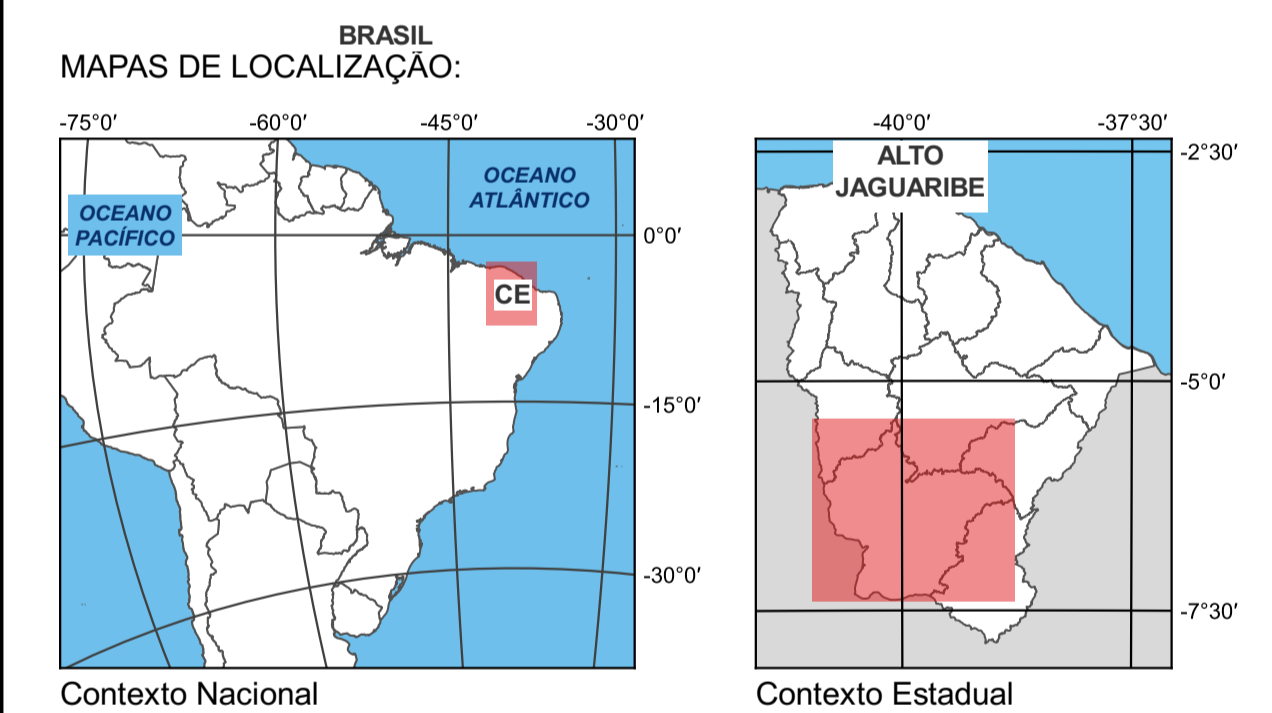
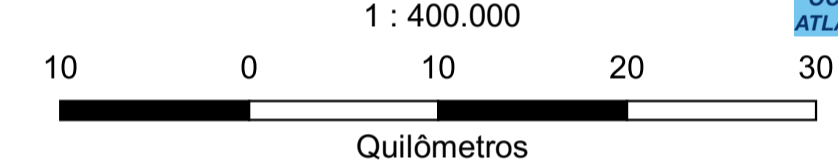
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



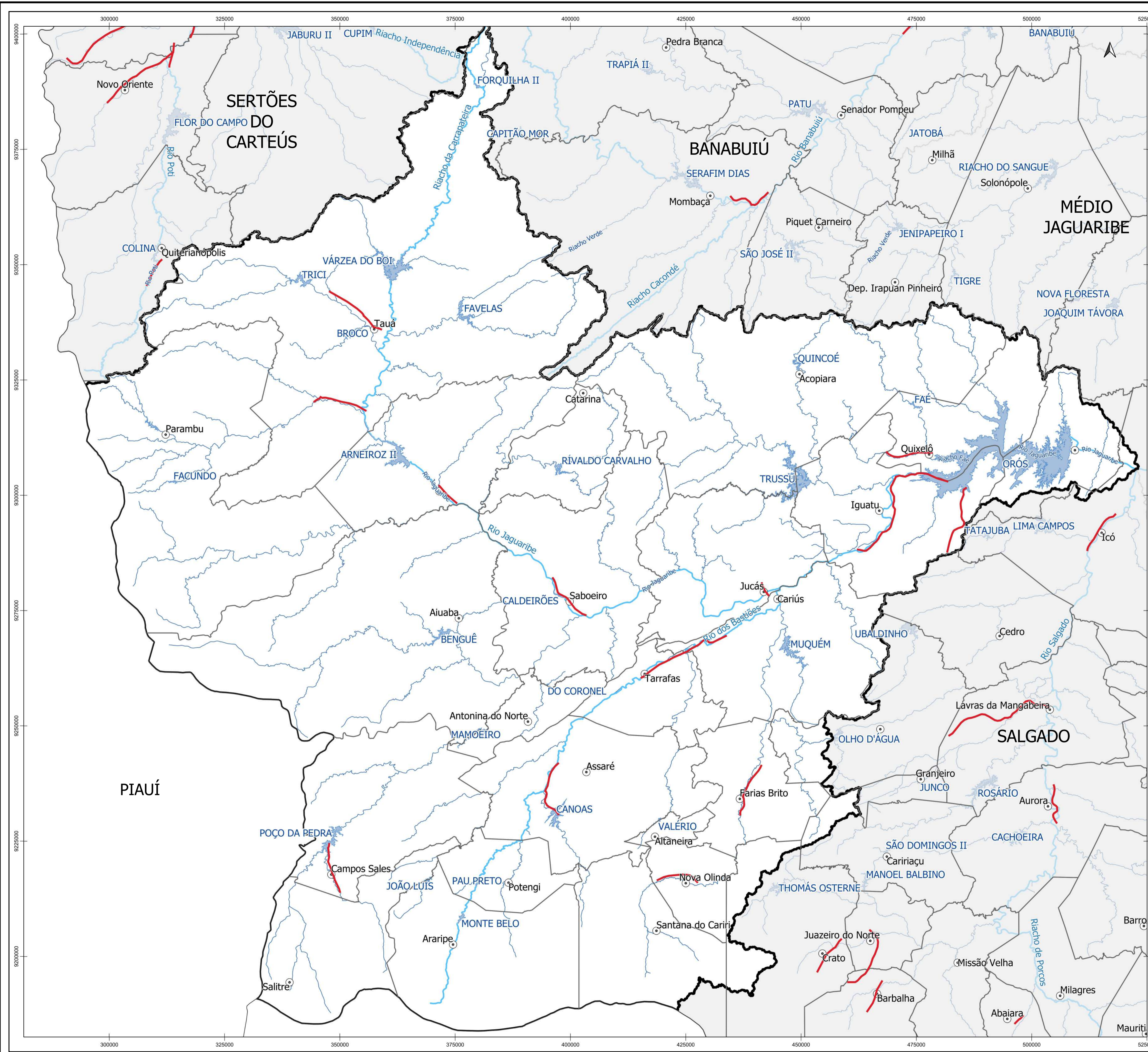
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Regiões Hidrográficas do Alto Jaguaribe (Cogerh, 2021)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Regiões Hidrográficas
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Áreas Suscetíveis a Inundação (Ana, 2022)

ELABORAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



7 ASPECTOS AMBIENTAIS



Encontro dos rios Salgado e Jaguaribe – Fonte: Gerência Regional do Alto Jaguaribe (março de 2021)

Fatores endógenos e exógenos, pertencentes à dinâmica natural ou geodinâmica materializam-se na forma de tensores naturais os quais, juntamente como os fatores socioeconômicos, provenientes das ações e artificializações impostas pelas sociedades nas atividades produtivas promovem, muitas vezes, a degradação do meio físico.

Desta forma, pode-se dizer que a degradação ambiental tem sua consequência maior pelo uso indisciplinado dos recursos naturais, decorrente das formas de uso e ocupação da terra, sejam eles renováveis

ou não renováveis. Ações indiscriminadas concorrem para tornar recursos renováveis em não renováveis, provocando o estiolamento de solos, em função do grau irreversível dos impactos ambientais, diante da capacidade de suporte dos geoambientes (NASCIMENTO et al., 2004), com evidências claras de processos de desertificação já instalados na RH do Alto Jaguaribe.

Embora se constate a existência da dinâmica das paisagens por variáveis climato-hidrológicas, a aceleração dos processos degradacionais tem assumido proporções relevantes, o que, conforme Martins (2017), vem acentuando o declínio da paisagem original com números significativos de indicadores de degradação.

As razões para isto não estão assentadas somente na pouca distribuição geobotânica deste grupo, mas também no avanço da degradação ambiental, sobretudo por conta da agropecuária mal manejada. De resto, ocorre um mosaico complexo de uso e cobertura, onde sobressaem as pastagens em manejo para bovinos e caprinos, vegetação campestre e ocupações em áreas campestres.

Tanto as pastagens quanto as vegetações campestres tornam-se monoespecíficas pela baixa diversidade fitossociológica de espécimes vegetacionais, concorrendo para simplificação biológica, perda de habitats da fauna, tornando os ecossistemas empobrecidos e pouco diversos. Isso favorece o desequilíbrio biológico, quando o descontrole de pragas nas lavouras e na pecuária podem ser mais que ocasionais, assim como aumentam os processos erosivos e de solifluxão.

Embora este tipo vegetacional não esteja nas Áreas Fortemente Degradadas e mais Susceptíveis à Desertificação, conforme Ceará (2009), isto não torna a situação mais cômoda. Pelo contrário, a RHAJ passa por sérios problemas de avanços de degradação ambiental afetando espaços areolares, alhures e algures, de modo que sejam cumulativos e que possam

passar a integrar as áreas mais problemáticas ao avanço da desertificação, como que uma grande ulceração dos domínios paisagísticos.

O poder erosivo por intemperismo mecânico no semiárido é notável e digno de registro. As rochas, sujeitas aos efeitos da desagregação granular ou a esfoliação térmica, disponibilizam detritos rochosos que se somam aos sedimentos finos que compõem os horizontes superficiais das condições pedológicas. Neste contexto, o papel entre solo x planta é fundamental, porém as caatingas apresentam pouca capacidade protetora do splash ao escoamento difuso e ao escoamento em lençol, quando comparada às ações protetoras das florestas ombrófilas, como as registradas na Ibiapaba e no Araripe.

Uma vez desagregados, os sedimentos são mobilizados e escoados para os cursos d'água, culminando no entulhamento dos fundos de vales. Isto pode agravar as enchentes durante os períodos de chuvas, com sérias implicações estabelecidas nos leitos fluviais, nas cidades instaladas nessas áreas e no sistema de lavouras de vazante (SOUZA et, 2005; NASCIMENTO et al., 2005; NASCIMENTO, 2014).

E assim, com ação de desmatamento e uso inadequado da terra, o entulhamento dos canais fluviais e dos corpos hídricos passa a ser a regra. Por isso, fala-se que a morfodinâmica das superfícies arrasadas das depressões semiáridas tem implicações importantes na dinâmica do fluxo hidrológico.

A ocupação humana inadequada que se traduz nos processos de degradação em diferentes níveis e até mesmo em condições irreversíveis (Nascimento, 2005), o que na RHAJ ocorre principalmente devido a problemas ligados à exploração de recursos naturais de baixo valor agregado, que envolvem técnicas rudimentares e pífios rendimentos socioeconômicos. Dentre eles: retirada da cobertura vegetal, agropecuária, extrativismo vegetal e mineral (sobretudo rocha britada e agregados para

construção civil), incorporação de terras, queimadas, contaminação de águas, citando-se os principais problemas regionais.

Desta forma, a mineração, as queimadas e os desmatamentos, usualmente, atrelados ao manejo da terra com técnicas rudimentares, e sem apoio agrícola e agrário pertinentes aos produtores agropecuários regionais estão na “raiz do problema”.

Martins (2017) aponta a extração vegetal como uma atividade diretamente ligada aos desmatamentos e ao avanço da desertificação na RHAJ, visto que entre os meses de agosto e dezembro a extração de lenha é apontada como a principal fonte de renda das famílias rurais.



Nessa área, a agricultura de sequeiro representa uma parcela significativa da atividade econômica. Segundo Funceme (2014) a forte pressão das populações sobre a base dos recursos naturais com a utilização de técnicas agrícolas rudimentares tem contribuído para a aceleração das ações erosivas em relevos que são fortemente dissecados na área.

A manutenção dos recursos naturais renováveis é bastante impactada pela cobertura vegetal, a qual funciona como um manto protetor dos recursos naturais, o que faz com que a sua distribuição e densidade definam o estado de conservação do ambiente. (BELTRAME, 1994)

Segundo Reis et al. (2011), a região possui uma grande área degradada devido a retirada da vegetação nativa para a expansão das pastagens, especialmente para a criação de caprinos; para o uso da lenha na produção de carvão e pelo mau uso da terra pelos agricultores devido às técnicas rudimentares.

Com a degradação da cobertura vegetal, os demais recursos naturais são afetados. Evidencia-se essa situação nessa RH, onde existem várias áreas em processo de desertificação, como o Núcleo de Desertificação dos Sertões dos Inhamuns, abrangendo os municípios de Tauá, Aiuaba e Arneiroz, não obstante se verifique também essa situação em outros municípios como Cariús, Assaré e Iguatu. MAPA DE ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS.

Na RH predominam os sertões das depressões intermontanas e interplanálticas semiáridas, com balanço hídrico deficitário e Índice de Aridez/IA (precipitação/evapotranspiração), entre 0,21 – 0,50, o que, conforme Filho et al. (1994), faz com que essas terras no semiárido, em geral, apresentem mais limitações do que potencialidades, tais como: deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; susceptibilidade à erosão; e impedimentos à mecanização.

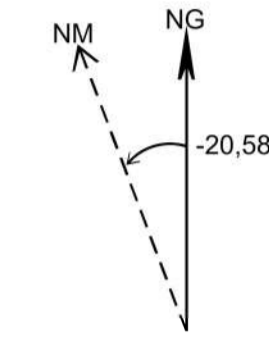
A poluição dos recursos hídricos na RHAJ, não diferente de outras áreas do estado, está relacionada, principalmente, aos seguintes vetores: esgotos domésticos e águas urbanas de escoamento superficial, águas servidas das atividades agropecuárias – incluindo-se a irrigação, efluentes industriais, deficiência ou inexistência da coleta sistemática do lixo e sua disposição adequada.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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)

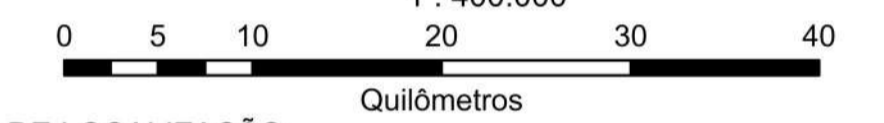
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

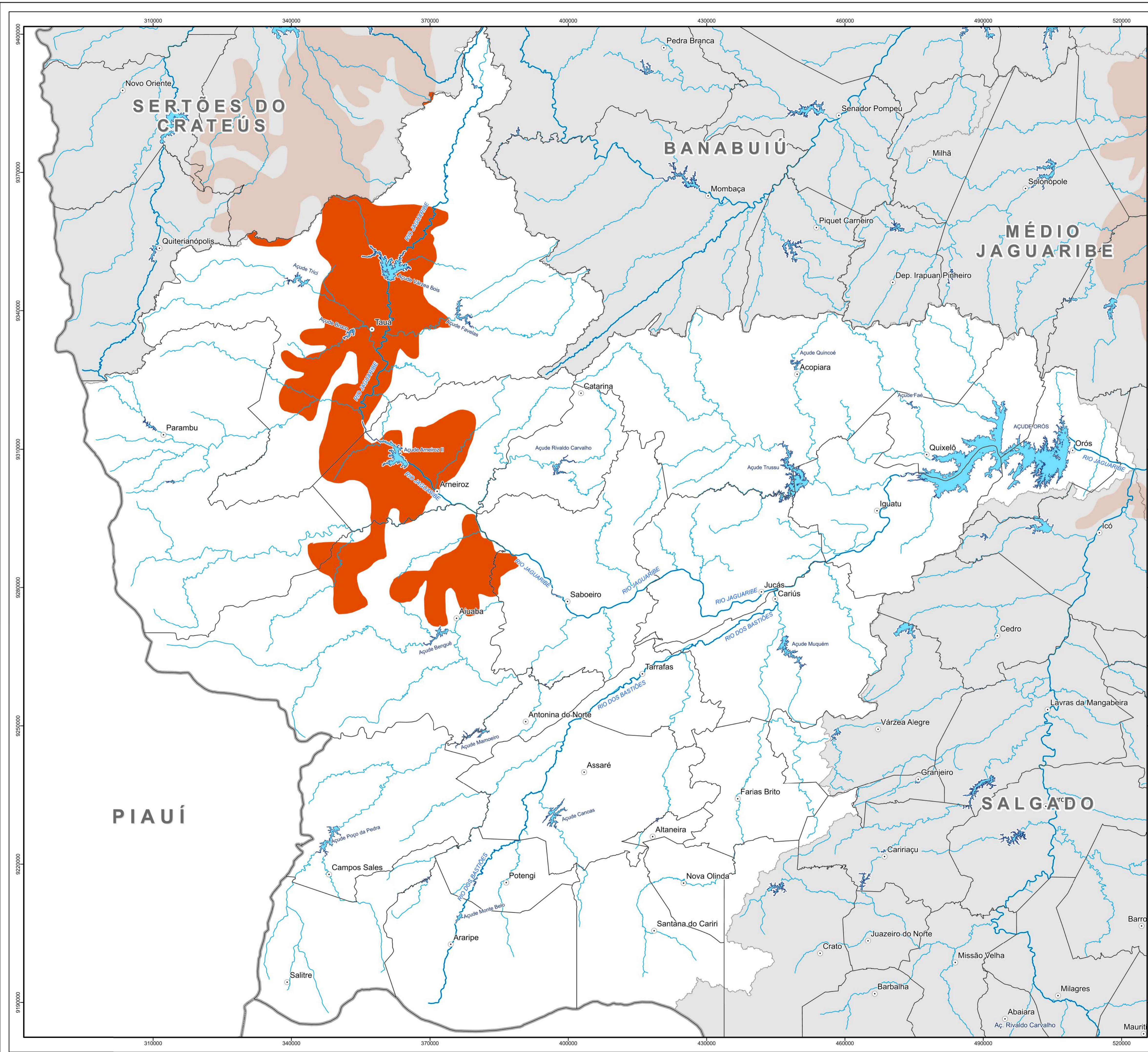
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



Além disso, a mineração, a extração ilegal e contrabando de fósseis ocorrem na região. A mineração, mesmo que licenciada, é considerada atividade de alto impacto ambiental. Conforme dados da ANM (2022) existem diversos processos minerários em diferentes fases na região (MAPA DE PROCESSOS MINERÁRIOS). A tabela 7.1 obtida no SIGMINE em setembro de 2022 expõe as diferentes fases desses processos.

Tabela 7.1 – Fases dos processos minerários, substâncias extraídas e seus usos

FASE	SUBSTÂNCIA	USO
Apto para Disponibilidade	Argila	Cerâmica vermelha
	Areia	Construção civil
	Calcário	Corretivo de solo
	Calcário	Fabricação de cimento
	Minério de cobre	Indústria
	Terras raras	
	Quartzito	Revestimento
Autorização de Pesquisa	Granito	Brita
	Areia	Construção civil
	Saibro	
	Calcário	Corretivo de solo
	Água mineral	Engarrafamento
	Água potável de mesa	
	Calcário	Fabricação de cal
	Calcário	Fabricação de cimento
	Calcário calcítico	
	Fosfato	Fertilizantes
	Água marinha	Gema
	Ametista	
	Areia	Industrial
	Arenito	
	Argila	
	Calcário	
	Caulim	
	Feldspato	
	Grafita	
	Ilmenita	
	Magnesita	
	Minério de cobre	
	Minério de ferro	
	Minério de manganês	
	Minério de níquel	
	Minério de ouro	
	Minério de platina	
	Minério de tântalo	
	Minério de vanádio	
	Quartzito	
	Quartzo	
Terras raras	Industrial	
Quartzo	Pedra de coleção	
Granito	Pedra de talhe	
Basalto	Revestimento	
Calcário		
Gabro		

**Tabela 7.2 – Fases dos processos minerários, substâncias extraídas e seus usos
(Continuação)**

FASE	SUBSTÂNCIA	USO
Autorização de Pesquisa	Gnaisse	Revestimento
	Granito	
	Mármore	
	Quartzito	
Concessão de Lavra	Calcita	Industrial
	Tufo vulcânico	Não informado
	Argila	
	Calcário	
	Gipsita	
	Laterita	
	Magnesita	
	Mármore	
Tufo		
Direito de Requerer a Lavra	Quartzito	Revestimento
	Areia	Construção civil
	Mármore	Revestimento
Disponibilidade	Granito	Brita
	Argila	Cerâmica vermelha
	Areia	Construção civil
	Saibro	
	Água mineral	Engarrafamento
	Calcário	Fabricação de cal
	Fosfato	Fertilizantes
	Água marinha	Gema
	Argila	Industrial
	Barita	
	Gipsita	
	Minério de cobre	
	Minério de ferro	
	Minério de manganês	
	Minério de níquel	
	Minério de ouro	
Quartzito	Revestimento	
Licenciamento	Gnaisse	Brita
	Granito	
	Migmatito	
	Argila	Cerâmica vermelha
	Areia	Construção civil
	Argila	
	Saibro	
Calcário dolomítico	Corretivo de solo	
Requerimento de Lavra	Calcário	Fabricação de cal
	Argila	Fabricação de cimento
	Calcário	
	Argila	Industrial
	Barita	
	Calcário	
	Conglomerado	
	Gipsita	
	Magnesita	
	Minério de ouro	
	Quartzito	
	Argila	Não informado
	Calcário	
Calcário industrial		
Ouro		

**Tabela 7.3 – Fases dos processos minerários, substâncias extraídas e seus usos
(Continuação)**

FASE	SUBSTÂNCIA	USO
Requerimento de Lavra	Calcário	Revestimento
	Quartzito	
Requerimento de Lavra Garimpeira	Quartzo	Artesanato mineral
	Água marinha	Gema
	Quartzo	
	Água marinha	Industrial
Requerimento de Licenciamento	Granito	Brita
	Argila	Cerâmica vermelha
	Areia	Construção civil
	Argila	
Requerimento de Pesquisa	Granito	Pedra de talhe
	Calcário	Brita
	Areia	Construção civil
	Saibro	
	Calcário	Fabricação de cal
	Calcário	Fabricação de cimento
	Esmeralda	Gema
Feldspato	Industrial	
Requerimento de Pesquisa	Grafita	Industrial
	Grafita	
	Minério de cobre	
	Minério de ferro	
	Minério de lítio	
	Minério de ouro	
	Minério de platina	
	Quartzito	
	Quartzo	Pedra de coleção
	Granito	Revestimento
Quartzito		
Requerimento de Registro de Extração	Areia	Construção civil

Os processos de extração mineral devem ser acompanhados e deve haver a fiscalização pelos órgãos competentes, tendo em vista que podem vir a ser mais um fator de impacto negativo ao ambiente e ainda à saúde das populações próximas ao local da mineração.

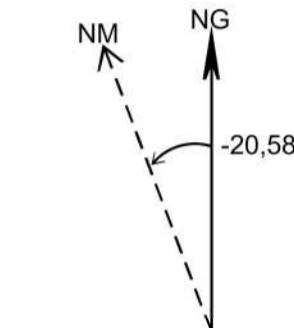
Na Região também existem espaços territoriais de características naturais relevantes os quais estão legalmente protegidos, são as Unidades de Conservação (UCs). Esta proteção visa garantir amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas, assegurando a preservação do patrimônio biológico, geológico e evolutivo de uma determinada área. (ICMBIO, 2016).

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



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)

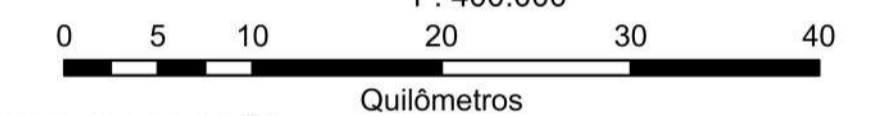
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

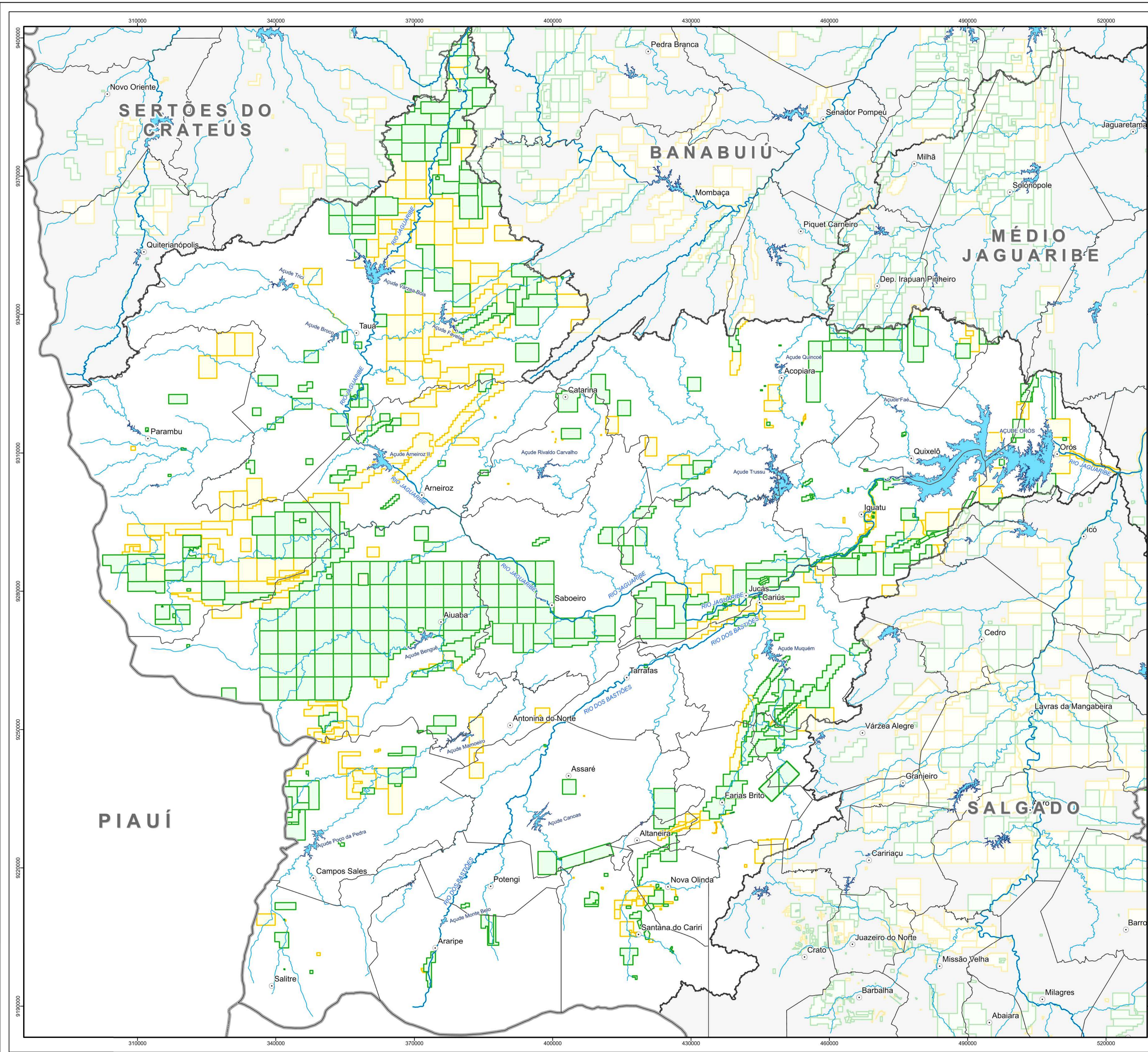
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Julho - 2022



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, se garante 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.



Unidade de Conservação em Aiuaba – Fonte: Gerência Regional do Alto Jaguaribe

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 deve possuir um Plano de Manejo, elaborado nos primeiros cinco anos de sua instalação, para nortear as ações a serem desenvolvidas na Unidade.

A Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe possui como Unidades de Conservação (UCs) (Tabela 7.2, MAPA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO) duas Áreas de Proteção Ambiental (APAs), em uma delas, a da Chapada do Araripe, apenas o município de Santana do Cariri faz parte da APA, bem como o que ocorre na Floresta Nacional do Araripe (SEMA, 2021). Também podemos encontrar:

- 01 (uma) Área de Relevante Interesse Ecológico, das Águas Emendadas dos Inhamuns (2014);
- 04 (quatro) Reservas Particular do Patrimônio Natural (RPPN), a Azedos (1991), Buritis Águas Naturais (2021), Fazenda Olho d'Água do Urucu (2021), Sítio São Pedro (2019);
- 01 (um) Monumento Natural (MONA), Monumento Natural Sítio Cana Brava (2006);
- Estação Ecológica de Aiuaba, criada no ano de 2001.



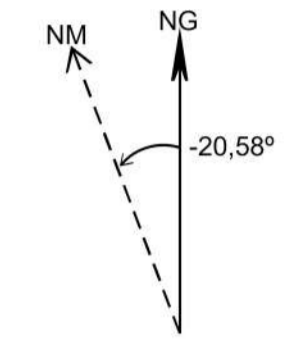
Unidade de Conservação em Aiuaba – Fonte: Gerência Regional do Alto Jaguaribe

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALTO JAGUARIBE



UNIDADE 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)

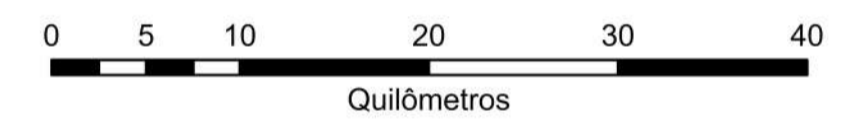
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 400.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:

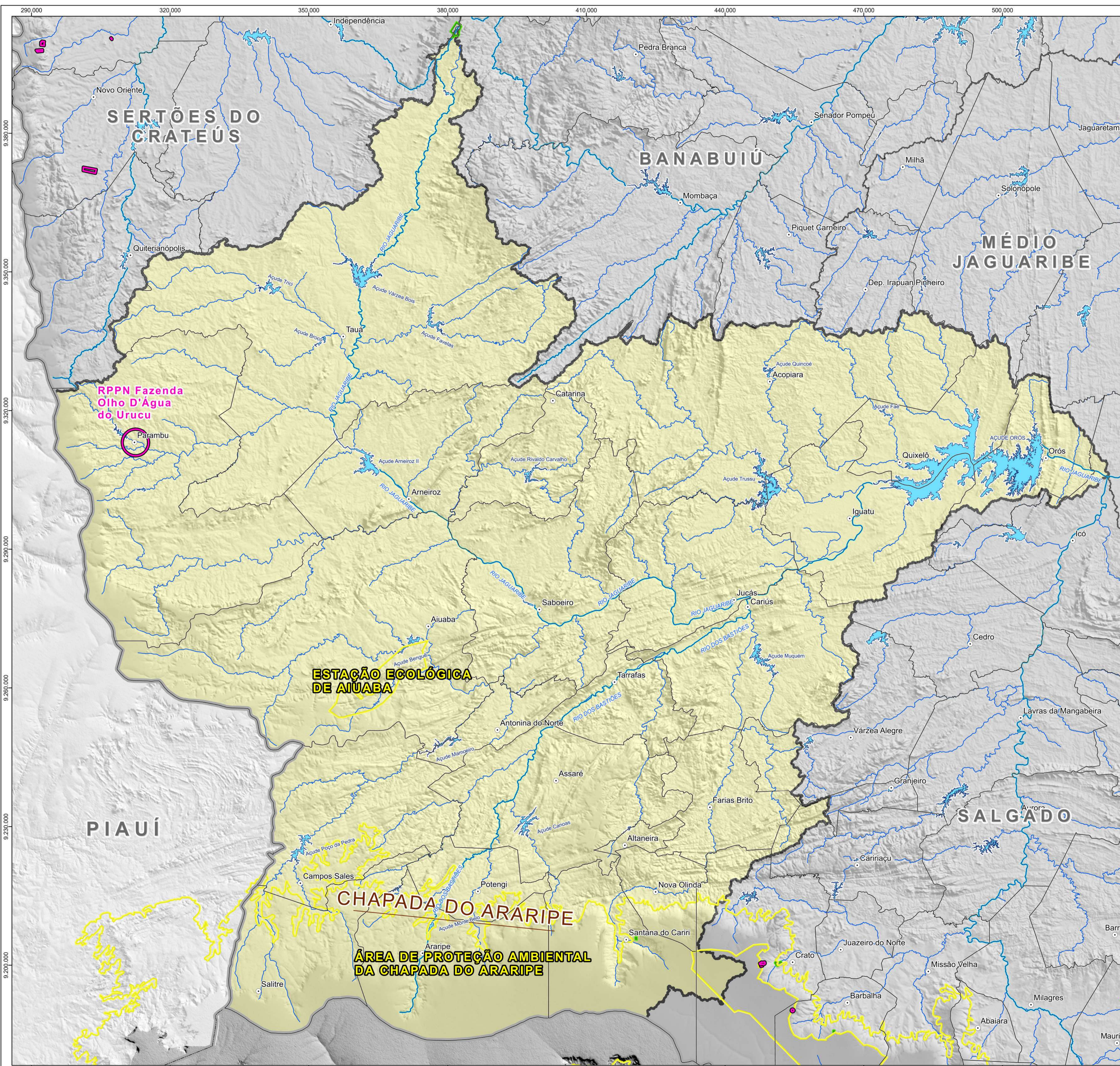


Tabela 7.2 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Unidades de Conservação			
Nome	Município na UC	Ecossistema	Área (ha)
ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE - APP			
APA da Lagoa da Bastiana	Iguatu	Caatinga	131,00
APA da Chapada do Araripe	Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Missão Velha, Penaforte, Porteiras, *Santana do Cariri	Carrasco, mata úmida, mata seca e caatinga arbórea	972.605,18*
FLORESTA NACIONAL			
Flona do Araripe	Barbalha, Crato, Jardim, Missão Velha, *Santana do Cariri.	Carrasco e mata úmida	38.919,47*
* Somente o município de Santana do Cariri, no Alto Jaguaribe, o restante dos municípios pertence a RH do Salgado			
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO - ARIE			
ARIE das Águas Emendadas dos Inhamuns	Tauá, Independência e Pedra Branca	Caatinga	407,03
MONUMENTO NATURAL - MONA			
Monumento Natural Sítio Cana Brava	Santana do Cariri	Caatinga	17,80
ESTAÇÃO ECOLÓGICA - ESEC			
ESEC de Aiuaba	Aiuaba	Caatinga	11.525,34
RESERVAS PARTICULARES DE PATRIMÔNIO NATURAL -RPPN			
RPPN Azedos	Santana do Cariri	sem info	8,97
RPPN Buritis Águas Naturais	Santana do Cariri	sem info	10,00
RPPN Fazenda Olho d'Água do Urucu	Parambu	sem info	2.610,00
RPPN Sítio São Pedro	Saboeiro e Antonina do Norte	sem info	8,84

Fonte: SEMA, 2021

Além dessas UCs existentes, existe indicação de área de interesse para a criação da UC Serra do Franco, nos municípios de Quixelô e Orós; Serra entre Parambu/Aiuaba, compreendendo áreas dos municípios de Parambu e Aiuaba.

Na edição 2020/2021, a Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe teve dois dos seus municípios contemplados com o Selo Verde: Saboeiro e Tauá. Esse selo é um distintivo pelo qual o Governo do Estado identifica, a cada dois anos, se os municípios inscritos no processo de premiação desenvolveram ações protetivas do meio ambiente com melhores resultados possíveis na salvaguarda ambiental, atendendo critérios preestabelecidos de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, proporcionando melhor qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

O Selo Verde analisa os municípios inscritos no processo quanto ao Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), o qual leva em conta questões relacionadas à Política Municipal de Meio Ambiente, Saneamento Ambiental e Saúde Pública, Biodiversidade e Mudanças Climáticas.

O ISA varia de 0 a 100, onde os maiores valores correspondem a melhores situações ambientais. Saboeiro e Tauá classificaram-se na categoria C, o que corresponde a valores de ISA entre 50 e 70.

As reuniões dos comitês têm discutido e proposto algumas ações ambientais tais como o Troféu Anteu, a distribuição de mudas para reflorestamento das áreas dos rios pelos ribeirinhos, e apresentações sobre a mineração. Além disso, o município de Iguatu tem trabalhado a Festa Anual das Árvores, com a finalidade de promover o conhecimento das árvores nativas do Ceará, sensibilizando a população quanto a sua importância, bem como para disseminar a cultura do plantio, reflorestamento e conservação do meio ambiente. Além disso, tem-se buscado recompor as matas ciliares do rio Jaguaribe, trabalhando-se, inicialmente, uma área piloto em Iguatu, no âmbito do projeto Cílios do Jaguaribe, há também o projeto de revitalização do Rio da Onça (Jaguaribe), dentre outros.

7.1 A Degradação do Rio Jaguaribe

O Rio Jaguaribe é o principal rio da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe e vem ao longo de séculos, desde a colonização do território cearense, sendo impactado pela ação das populações que se estabeleceram ao longo de suas margens e de seus afluentes (Instituto Rio Jaguaribe, 2017).

A ocupação da região a partir do século XVII foi dada inicialmente pela atividade de pecuária, em seguida pela agricultura e logo mais, vieram os estabelecimentos humanos. As ocupações iniciaram desde as

nascentes, localizada na serra da Joaninha, no município de Tauá, até a sua foz, nos municípios de Aracati e Fortim (VERAS, 2010). Nos últimos anos, outra contribuição para aceleração da degradação do Rio Jaguaribe se deve as atividades de extração mineral, como areia e argila, importantes matérias primas para a construção civil (Instituto Rio Jaguaribe, 2017). Veras (2010) destaca ainda os impactos gerados pela falta de saneamento básico na maioria dos municípios da região.

Pantalena e Maia (2014) destacam *“que as margens do rio Jaguaribe, desde o início da colonização do estado do Ceará, foram o centro de muitas atividades sociais e econômicas”*. Neste trabalho, os autores apontam que os diferentes ciclos econômicos induziram impactos relevantes na região, designadamente:

- a) Pecuária e agricultura: desmatamento da mata natural (caatinga), degeneração da cobertura vegetal e dos recursos hídricos, erosão e assoreamento dos cursos d'água;
- b) Mineração: extração mineral desordenada, poluição do manancial hídrico e produção de resíduos poluentes e fumaça;
- c) Turismo: Degradação da vegetação e da paisagem natural, poluição dos recursos hídricos e produção de resíduos sólidos;
- d) Produção de energia: Desmatamento, alterações paisagísticas, geotécnicas, morfológicas e no transporte de sedimentos eólicos, poluição do solo e dos recursos hídricos;
- e) Aquicultura: desmatamento, erosão e assoreamento das áreas de estuário, alterações físico-químicas do substrato e do fluxo de marés.

Conforme descrito no Projeto Cílios do Jaguaribe, *“o assoreamento dos nossos mananciais hídricos naturais e construídos têm sido empiricamente percebidos”*. Citam-se ainda que trabalhos de batimetria em reservatórios como Orós e Trussu, demonstram a intensidade dos efeitos causados em sua maior parte pelo assoreamento relacionado à retirada das matas ciliares do Rio Jaguaribe e de afluentes, além das

atividades produtivas historicamente desenvolvidas às suas margens (Instituto Rio Jaguaribe, 2017).

O Instituto Rio Jaguaribe (2017) aponta que os impactos previsíveis e já detectados transformam e sufocam um importante manancial hídrico de todo o território cearense. Todos esses processos ao longo dos anos, fizeram com que uma parcela significativa da vegetação ciliar/ripária fosse destruída e o pouco remanescente necessita de rápida intervenção para preservar e recuperar a região. Dentre estes problemas destacados pelo Projeto Cílios do Jaguaribe, estão:

- Subtração da cobertura vegetal natural da APP;
- Assoreamento dos cursos e dos espelhos de lagoas e reservatórios;
- Modificação da paisagem natural e do curso do Rio Jaguaribe;
- Ocupações irregulares sobre áreas impróprias a habitação humana;
- Ocorrência de incêndios sobre o leito seco e margens do rio e seu alastramento por conta da deposição de materiais comburentes;
- Inundação de áreas urbanas;
- Poluição de águas superficiais e subterrâneas pela deposição de resíduos sólidos e efluentes de esgotos;
- Perda de áreas agricultáveis por erosão de solos;
- Extração irregular de materiais como areia e argila.

8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL

Capacitação Técnica sistema Orós-Feiticeiro (13/04/2011) – Foto: Gerência Regional de Iguatu



Este capítulo observa de forma panorâmica o arranjo institucional estruturado a partir de atores sociais - indivíduos, grupos e instituições - visando a idealização e implementação de uma política pública voltada para os recursos hídricos. Estão expostos os principais marcos político-institucionais nacionais e cearenses que proporcionaram o nascimento e desenvolvimento dessas políticas. Além disso, é observado, de forma mais específica, o formato político-institucional formulado para lidar com as águas e seus usos na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe.

8.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos é fruto de um contexto político e social que a antecede. Seu percurso formativo é atravessado por disputas entre Governo Federal e empresas estrangeiras pelo domínio do setor elétrico, pela influência de princípios liberais que pautam os principais marcos jurídicos do país e pela centralidade de ideias desenvolvimentistas que priorizam a industrialização como condição fundamental para superação do subdesenvolvimento. Nos primeiros anos da República não havia uma regulação específica para os usos dos recursos hídricos, na verdade, estes estavam condicionados à posse da terra (MACEDO, 2010). Somente na década de 1930 o país desfruta do seu primeiro marco legal para a gestão de recursos hídricos no Brasil. Trata-se do Código das Águas (1934), que buscava obter maior controle sobre as águas nacionais, delimitando as águas públicas, comuns e privadas, entretanto, havia ainda um grande enfoque em fazer o incentivo ao uso industrial das águas.

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

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

É sob os ventos da redemocratização do país que a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) nasce e passa a figurar como o principal marco legal da gestão de recursos hídricos no âmbito federal. Sua promulgação se deu por meio da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Lei das Águas. Essa norma também criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A PNRH tem entre seus principais fundamentos: A consolidação da 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 desta lei possibilitou um grande avanço no modelo nacional de gerenciamento de recursos hídricos. A água, agora, é caracterizada como um bem comum público e limitado, dotado de valor econômico e voltada para múltiplos usos, que, quando escassa, deve ser prioritariamente voltada para o consumo humano. Dessa forma, passou-se a ter maior atenção à questão do uso consciente da água e do desenvolvimento sustentável.

Com a criação do SINGREH, o Governo Federal abre mão de parte do seu poder de decisão, visando uma forma de gestão dos recursos hídricos de modelo mais democrático, com a participação não apenas de representantes das unidades da federação, como também

de usuários e sociedade civil organizada, por meio dos comitês e dos conselhos.

A Lei das Águas também prevê os instrumentos de gestão que fazem parte do PNRH, são eles: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

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

A regulação das águas no país na década de 1990 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.

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

8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos

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

O modelo cearense de gestão de recursos hídricos foi elaborado ainda no começo da década de 90, sendo implementado por meio da Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992, ou seja, antes mesmo da elaboração da Política Nacional. Assim, o estado do Ceará e de São Paulo foram vanguardistas no gerenciamento de recursos hídricos, implementando, formalmente, suas políticas para este setor ainda no início da década de 90.

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

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

Os marcadores políticos e institucionais que, inicialmente, pavimentam o caminho para a implementação da política estadual de recursos hídricos nos anos 1990, aparecem a partir da década de 1970 com a construção e operação do Sistema Hidráulico - Açudes Pacoti, Riachão e Gavião – e a criação de uma estrutura institucional – Superintendência de Obras Hidráulicas do Estado do Ceará (SOEC-1971), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE-1972) e Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME - 1972) – que depois sofrerá adequações para montagem do arranjo institucional implantado no final dos anos 1980.

Em 1983 dois marcadores aparecem no cenário cearense: a criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH) - através da Lei n.º 10.840- e a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos. As formações iniciais do referido Conselho não possibilitaram 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 segundo marco, mais conhecido como Plano Zero, foi resultado de um esforço do Governo do Ceará após um período de seca (1979-1983). Foi criado um grupo de trabalho com representantes de instituições que atuam na área de recursos hídricos, a fim de elaborar estratégias de ação conjuntas que fossem duradouras, a curto, médio e longo prazo.

É seguramente a partir de 1987, já no Governo Tasso Jereissati, que o Governo do Estado do Ceará dá 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 na reestruturação do sistema de gestão de água no Ceará foi a elaboração do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH, realizado entre janeiro de 1988 a fevereiro de 1991. O Plano apresentou como resultado a Política Estadual de Recursos Hídricos, que foi instituída através da Lei n.º 11.996, de 24 de julho de 1992 e instituiu o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH. Sistema composto pelo Conselho de Recursos Hídricos do Ceará; pelo órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, a SRH-CE; pelos Comitês de Bacia Hidrográficas; pela instituição de gerenciamento de recursos hídricos, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); e pelas instituições setoriais que realizem atividades relacionadas aos recursos hídricos e estejam envolvidas com a gestão do clima e dos recursos hídricos. O SIGERH deve pautar-se pelos seguintes princípios:

- a) A gestão dos Recursos Hídricos deve ser estabelecida e aperfeiçoada de forma organizada mediante a institucionalização de um Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos;
- b) O Conselho de Recursos Hídricos fará, anualmente, em consonância com as Instituições Federais, um plano de operação de reservatórios;
- c) A gestão dos Recursos Hídricos tomará como base a Bacia Hidrográfica e incentivará a participação dos Municípios e dos usuários de água de cada Bacia;
- d) O Plano Estadual de Recursos Hídricos deve ser revisto e atualizado com uma periodicidade mínima de quatro anos.

Na década de 1990, o arranjo institucional ganha novos atores sociais 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 inaugurou um outro formato de gestão alinhado ao modelo gerencial, cujos atores que lhe dão vida conectam experimentação, articulação e vivência para forjar o modelo cearense, tornando-a o centro de articulação da implementação da política estadual de recursos hídricos. Este modelo, criado localmente, é marcado por uma dupla singularidade (formato jurídico e interlocução com a sociedade) que, aqui no estado, encontrou solo fértil para o seu desenvolvimento em função da existência de um tripé articulado: universidade, consultorias locais do setor de recursos hídricos e setor público. A COGERH, para implementar tal política, movimenta uma gama de atores com interesses conflitantes e profissionais com formação multidisciplinar que, em arenas públicas, debatem os usos de águas e suas prioridades, definem as liberações de águas dos açudes monitorados com base em cenário de alocação, estabelecem acordos e publicizam conflitos alocativos do estado (AQUINO, 2019).

Trata-se da alocação negociada de água, uma invenção local de caráter participativo e deliberativo, gestada pela COGERH na região do Jaguaribe em 1994, cuja metodologia, que tem passado por aprimoramentos, foi sendo difundida para as demais regiões hidrográficas do estado. Embora não seja legalmente reconhecida como instrumento de gestão, a alocação negociada de água goza de longa legitimidade social cuja credibilidade decorre das respostas apresentadas fruto da mobilização de sistemas de conhecimentos - ciência hidrológica-, operação técnica e participação social.

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

Em relação aos instrumentos de gestão, destacam-se no modelo cearense os planos de recursos hídricos, que a partir de 2021 terão todas as regiões hidrográficas contempladas, sendo que em alguns casos será feita uma atualização, como na Região Hidrográfica do Curu, e em outros será feita a elaboração do primeiro plano, como na Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba.

Outro instrumento de gestão é a cobrança pelo uso da água bruta que está implementada em todo o território cearense, inclusive o estado foi pioneiro na implementação deste instrumento, cuja definição de tarifa é feita a partir de estudos técnicos e a arrecadação é centralizada pela COGERH – modelo que difere do que tem sido implementado em outros entes da federação- para custear as despesas ou ações de gerenciamento. O modelo cearense aplica o princípio do subsídio cruzado para corrigir distorções entre valores arrecadados por região hidrográfica e gera receita própria que lhe garante autonomia em relação ao tesouro do estado para execução das suas atividades. A cobrança pelo uso da água bruta não deve ser concebida como um imposto. Ela é definida como “um instrumento financeiro utilizado para recuperar os custos de operação, administração e manutenção das infraestruturas” (SILVA, 2015, p. 52).

A outorga também integra a lista de instrumentos de gestão e figura como alocação de água de longo prazo implantada no início dos anos 1990. Trata-se de um ato descritivo do estado - uma autorização de uso- presente em todas as regiões hidrográficas do Ceará. Mas não goza de universalização, nos territórios nem todos os usuários são outorgados. Registra-se 5.423 outorgas de uso vigentes –cadastro de outorga- e 17.921 usuários de águas - cadastro de usuários - espalhados pelas regiões hidrográficas do estado (Diagnóstico dos recursos hídricos do Ceará do Projeto Ceará 2050).

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

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

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

Importante 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 sofre alterações ao longo do tempo, tanto em função de mudanças frutos da reforma pública do estado e

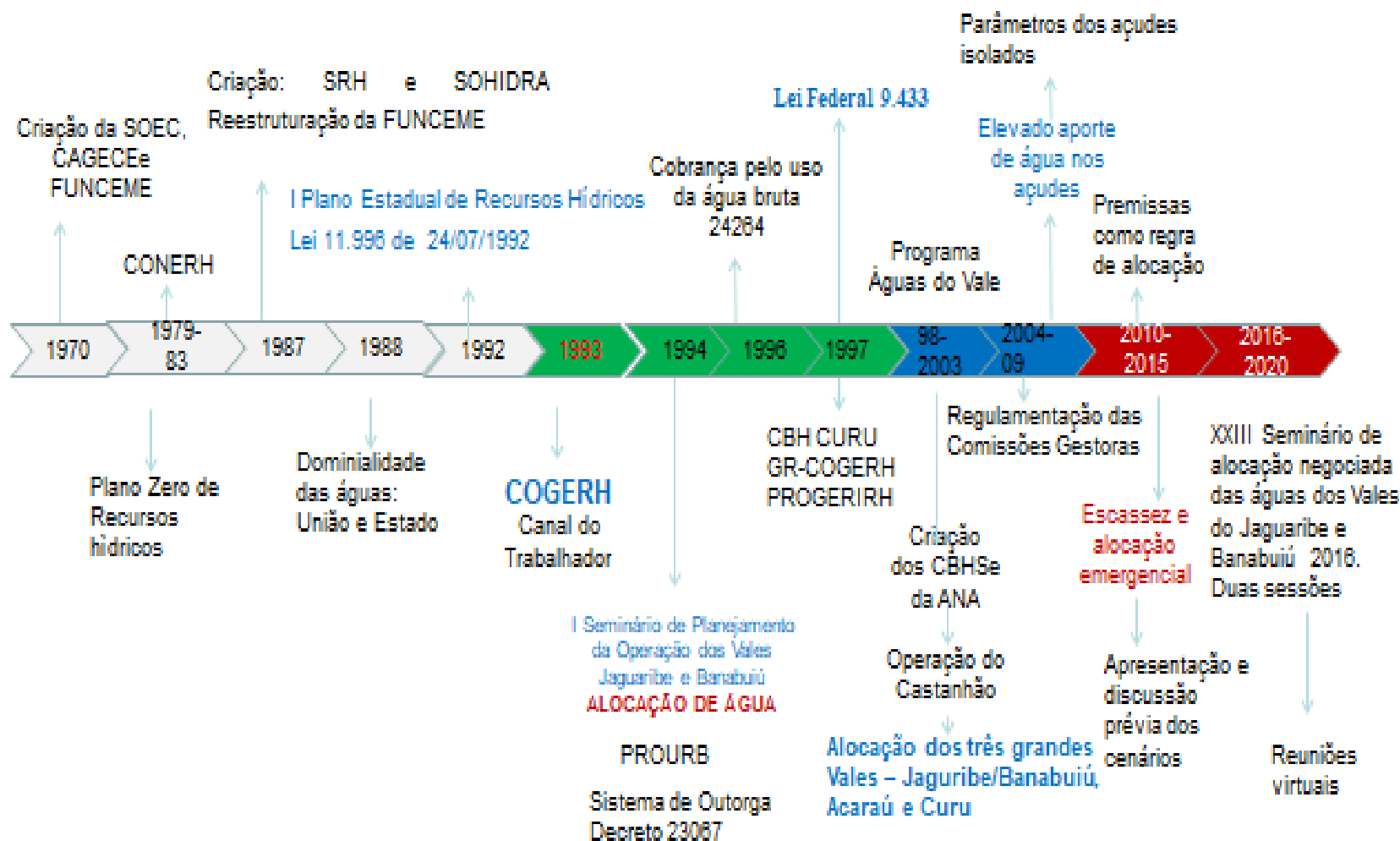
da necessidade de ampliação de entes colegiados participativos para a execução da política. Tal modelo ao ser implantado na década de 1990 toma não apenas a bacia hidrográfica como unidade de planejamento conforme preconiza a legislação de recursos hídricos. Ela traz e reconhece como campo de atuação outras escalas –vales perenizados, açudes, trechos de rios, canais- que se distinguem pelas relações sociais que engendram e os usos das águas, muitas vezes conflitantes, que comportam, oportunizando uma gestão que considera a complexidade hídrica, ambiental e social que existem nas regiões hidrográficas. Entretanto, o gerenciamento precisa passar por processos de avaliação e aprimoramento frequentes a fim de prover melhor gestão dos recursos hídricos.

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

A formação de Comitês de Bacias Hidrográfica no Ceará teve início nos anos 1990 como instâncias de descentralização, mobilização, participação e promoção social com áreas de atuação locais. Um locus privilegiado onde as decisões devem ser discutidas e deliberadas de forma participativa, envolvendo os usuários de água, representantes da sociedade civil e representantes das três esferas do poder público. O primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica foi o da Região Hidrográfica do Curu em 1997. Atualmente todas as Regiões Hidrográficas possuem comitê de bacia.

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

Figura 8.1 - Principais marcos políticos-institucionais da Política Cearense de Recursos Hídricos



Fonte: Aquino, 2020

Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará

Ano	Marco	Questões relevantes
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 do estado	Projeto e construção do Açude Jaburu I, através da Comissão Especial (1979 /82)
1983	Criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - CONERH	Lei n.º 10.840, de 10 de outubro de 1983.
1983	Plano Diretor de Recursos Hídricos	Considerado o Plano Zero de Recursos Hídricos, coordenado pela CODETEC /SEPLAN (1983 /84)
1987	Criação da SRH – Lei estadual n° 11.306	Criada para avaliar a infraestrutura existente, planejar e executar a política estadual de recursos hídricos
1987	Criação da SOHIDRA	Lei n° 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

**Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará
(Continuação)**

Ano	Marco	Questões relevantes
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 Adutoras Regionais	Adutoras contidas no PLANERH
1992	Lei Estadual Nº 11.996	Instituiu a política estadual de recursos hídricos e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH no Ceará antes da lei Federal de 1997. Período marcado pela discussão sobre a criação ou não de órgão gestor específico
1993	Seca	Os reservatórios da região metropolitana não conseguem mais atender a demanda local por água
1993	Canal do Trabalhador	Construção em 90 dias sob responsabilidade da CAGECE para viabilizar a transferência de água para Fortaleza a partir dos açudes Orós e Banabuiú.
1993	Criação da COGERH – Lei estadual 12.217/93	Órgão de administração indireta do estado regida pela lei das sociedades anônimas
1994	1º 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 houve uma definição padrão da nomenclatura dessas comissões em função da preferência da equipe técnica da COGERH. Recebeu as seguintes denominações: comissão de usuários, conselhos gestores de sistemas hídricos, comissão de operação, comissão de acompanhamento da operação, grupo gestor de açude.
1994	1º seminário da bacia do Curu	31 instituições
1994	Início da implantação da outorga	Decreto 23.067

**Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará
(Continuação)**

Ano	Marco	Questões relevantes
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 dos Vale do Curu	85 instituições, 154 representantes Criada Comissão dos Usuários de Água do Vale do Curu
1996	Implantação da Cobrança – Decreto nº 24.264	Setores de saneamento e indústria Valores faturados pela CAGECE que repassava 50% do arrecadado para a COGERH referente a ETA gavião 1 fatura em dezembro de 1996.
1997	CBH Curu	Formação do 1º comitê de bacia do estado e 2º do país, com 60 membros
1997	Instalação das primeiras Gerências Regionais da COGERH	Gerência 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.
2000	Agência Nacional de Água- ANA	Lei federal 9.984
2000	Gerência Regional	GR Serra da Ibiapaba e dos Sertões de Crateús
2001	Gerência Regional	GR Sobral
2002	Instalação CBH Banabuiú	Ampliação da rede de atores sociais
1995	1º Seminário dos Usuários das Águas dos Vale do Curu	85 instituições, 154 representantes Criada Comissão dos Usuários de Água do Vale do Curu
1996	Implantação da Cobrança – Decreto nº 24.264	Setores de saneamento e indústria Valores faturados pela CAGECE que repassava 50% do arrecadado para a COGERH referente a ETA gavião 1 fatura em dezembro de 1996.
1997	CBH Curu	Formação do 1º comitê de bacia do estado e 2º do país, com 60 membros

Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará (Continuação)

Ano	Marco	Questões relevantes
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.
2000	Agência Nacional de Água- ANA	Lei federal 9.984
2000	Gerência Regional	GR Serra da Ibiapaba e dos Sertões de Crateús
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.
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
2006	Instalação CBH Coreaú	Ampliação da rede de atores sociais
2007	Resolução CONERH N° 002	Regulamenta as Comissões Gestoras, que ficam a cargo dos CBHs
2009	Período de cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2009	Eixão	Inauguração do trecho II Começa no Açude Curral Velho e estende-se ao longo de 45,9 km, até a Serra do Félix;
2009	Eixão	Inauguração do trecho III compreende 66,3 km de extensão e está localizado entre a Serra do Félix e o Açude Pacajus

**Quadro 8.1 Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará
(Continuação)**

Ano	Marco	Questões relevantes
2010	Lei Estadual 14.844	Revoga a lei 11.996/92 Levantar informações sobre o que difere da lei anterior
2011	Seminário de Integração entre as Comissões Serra e Sertão, no dia 18 de maio de 2011	Subdivisão 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
2014	Eixão	Inauguração do trecho V, que interliga o Açude Gavião ao Complexo Industrial do Porto do Pecém, com 55 km de extensão
2015	Criação do Comitê Integrado de Combate à Seca Grupo de Segurança Hídrica	Formação de uma câmara técnica para tratar das questões de recursos hídricos que desencadeou a constituição do Grupo de segurança hídrica
2016 -2017	Encargo Hídrico Emergencial	Decreto nº32.044/2016 Decreto nº32.159(24/02/2017) Decreto nº32.305(11/08/2017)
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	
2019	Fonte Estadual de Recursos Hídricos	Criado pela Lei 16852 (20/03/2019) Regulamentado pelo Decreto 33175 (02/08/2019)
2020	Novo marco regulatório da bacia do Parnaíba	A Região hidrográfica da Serra da Ibiapaba 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.

Fonte: Adaptado de Aquino 2019.

8.3. Comitê da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Esta seção aborda os aspectos institucionais e os instrumentos de gestão aplicados na RHAJ. Os dados foram obtidos através da análise das atas das reuniões ordinárias e extraordinárias do Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe realizadas no período de 25 de fevereiro de 2010 (25ª Reunião Ordinária) a 07 de dezembro de 2021 (72ª Reunião Ordinária); das informações obtidas nos grupos focais realizados em 11 de julho de 2022 e 22 de julho de 2022, tendo sido este realizado com técnicos e analistas do Núcleo de Operação e aquele com técnicos e analistas do Núcleo de Gestão Participativa da Gerência Regional de Iguatu da COGERH; dados elaborados pela Gerência de Iguatu e dados secundários acerca da gestão de recursos hídricos na região do Alto Jaguaribe.

8.3.1 CSBHAI: História, definição, deliberações e atuação

Os comitês de bacia se configuram como espaços propícios para a deliberação e implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, assim como para a execução de uma forma de gestão participativa, característica dessas políticas estaduais e nacional de recursos hídricos, proporcionando aos diversos usuários das águas um poder de participação na formulação das ações e políticas relacionadas à Bacia Hidrográfica na qual estão situados.

De acordo com Nascimento e Uchôa (2016), o Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe teve como pontapé inicial de sua formação o I Seminário dos Usuários de Água dos Vales Perenizados, realizado no município de Jaguaribe em 1994, que buscou realizar uma discussão sobre a gestão das águas e a redefinição do modelo de gestão destas no vale perenizado do Rio Jaguaribe e Rio Banabuiú.

A partir desse seminário, a COGERH formou uma comissão com usuários dos vales do Jaguaribe e Banabuiú, a Comissão dos Vales, que

inicialmente tratava acerca da operação dos reservatórios Banabuiú e Orós. Posteriormente foi feita uma divisão da bacia do Rio Jaguaribe em cinco regiões, sendo elas: Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Salgado e Banabuiú. Cada uma destas sub-bacias teria sua própria comissão de usuários, com representantes de diversos setores. No caso da comissão de usuários para a região do Alto Jaguaribe houve uma concentração da localização dos representantes, estando concentrados somente nos municípios de Icó, Iguatu, Orós e Quixelô.



Capacitação Técnica ao Sistema Hídrico Canoas em Assaré CE. Dias 23 e 24 de Novembro de 2007

Em 1995, foi realizada a Reunião das Entidades de Usuários das Águas das Bacias do Jaguaribe, que objetivou dar apoio na estruturação das organizações de usuários de água nas sub-bacias. No caso do Alto Jaguaribe esta reunião contou com 48 representantes de diversos setores.

No ano de 1996 houve um diagnóstico institucional nos 19 municípios que compunham o vale do Rio Jaguaribe e do Banabuiú para identificar instituições que tivessem interesse nos recursos hídricos e para realizar uma divulgação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH).

Na região do Alto Jaguaribe houveram estes encontros nos municípios de Icó, Iguatu, Orós e Quixelô. Inicialmente o que se buscava era apoiar no desenvolvimento da alocação negociada de águas, entretanto, a partir da formação do primeiro comitê de bacia hidrográfica do Ceará, o CBH do Curu, em 1997, os trabalhos foram direcionados a realizar a formação dos comitês das sub-bacias do Jaguaribe.

Em 1998 ocorreu uma reunião no município de Iguatu, com a participação de 21 instituições deste mesmo município, além de Icó, Orós e Quixelô, que tinha como objetivo realizar planos de operação para os açudes Lima Campos, localizado em Icó; do açude Trussu, localizado em Iguatu; e do açude Orós, localizado na cidade de mesmo nome. Além disso, a reunião também buscou integrar a sociedade civil da sub-bacia na gestão dos recursos hídricos; divulgar as políticas de recursos hídricos; e elaborar um plano de intervenção para a formação do CSBH. Como resultado desta reunião, primeiramente, houve a criação da Comissão de Usuários da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe, a qual deliberou não somente acerca da formação do comitê de sub-bacia, como também da operação dos açudes da região.

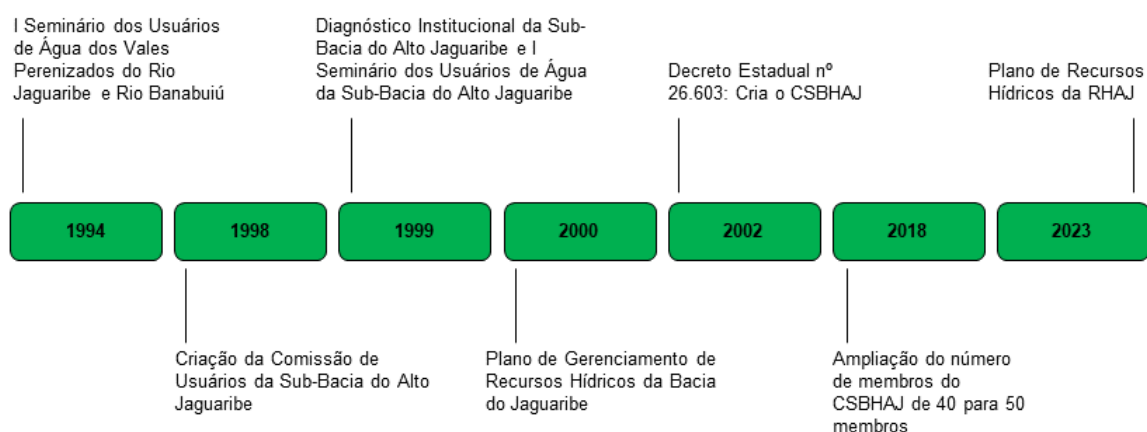
No ano seguinte ocorreu a realização de um diagnóstico institucional em todos os municípios localizados na sub-bacia do Alto Jaguaribe que buscou conhecer e fazer contato com as instituições e identificar problemas hídricos da região. Ainda em 1999 houve o I Seminário dos Usuários de Água da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe, que tentou aglomerar os 24 municípios da região para discutir sobre a política de águas e os papéis da COGERH e do CSBH na gestão dos recursos hídricos.

A partir desse seminário na sub-bacia, esta, por conta de sua grande extensão e grande número de municípios, foi dividida em três sub-regiões, sendo elas: Cariri-Oeste, que compreenderia aos municípios de Altaneira, Araripe, Campos Sales, Farias Brito, Nova Olinda, Potengi, Salitre, Santana do Cariri e Tarrafas; Inhamuns, onde estariam os municípios de Aiuaba, Antonina do Norte, Arneiroz, Assaré, Parambu, Saboeiro e Tauá; e Centro-Sul, correspondendo aos municípios de Acopiara, Cariús, Catarina, Icó, Iguatu, Jucás, Orós e Quixelô.

Em cada uma destas regiões foi realizado um encontro para tratar sobre os recursos hídricos, que buscou deliberar sobre a gestão dos recursos hídricos, a formação do comitê e preparar o II Seminário dos Usuários de Água.

O II Seminário dos Usuários de Água da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe foi realizado em dezembro de 2000 e buscou iniciar a formalização do comitê e definir sua instalação. Dezesete municípios da sub-bacia foram representados no seminário, contando com setores de usuários, sociedade civil, e poderes públicos municipais, estadual e Federal. A partir deste seminário foi organizado o congresso para a constituição do CSBHAI, no ano de 2001, o credenciamento para este evento e um grupo de estudos para elaborar o regimento interno do comitê.

Em 2001 houve o Congresso de Constituição do CSBHAI. Neste, houve a aprovação do regimento interno e os primeiros membros do colegiado foram eleitos (neste momento com um total de 40 membros). No ano seguinte, em 2002, foi publicado o Decreto Estadual nº 26.603, que criava o Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe. No mesmo ano, no mês de junho, houve a reunião de instalação do comitê da sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe e a posse de seus membros; já a instalação da Gerência Regional da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe ocorreu em outubro do mesmo ano, sendo sediada em Iguatu.

Figura 8.2. Principais marcos político-institucionais da RHAJ

A legislação estadual sobre os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) no estado do Ceará é regulamentada pelo Decreto Estadual 32.470, de 22 de dezembro de 2017. O CSBHAJ, assim como os demais CBHs estaduais, segundo seu regimento interno e o referido decreto, é um ente regional de gerenciamento de recursos hídricos. Os comitês têm função consultiva e deliberativa, com área de atuação nas bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas que estejam sob sua jurisdição. Estão entre suas principais atribuições:

- I. incentivo à deliberação sobre questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação com entidades interessadas;
- II. propor a elaboração e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;
- III. arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados. Caso os conflitos não sejam resolvidos nessa primeira instância, passam para a instância superior, ou seja, o CONERH. Em casos extremos, os conflitos podem ser encaminhados ao Ministério Público;

IV. acompanhar a implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V. construir comissões específicas e câmaras técnicas definindo, no ato de criação, sua composição, atribuições e duração;

VI. constituir e homologar Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos.

O Estado do Ceará divide-se em 12 regiões hidrográficas, todas elas possuindo um Comitê de Bacia Hidrográfica, conforme está disposto no quadro 8.2 a seguir.

Quadro 8.2 - Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Ceará

Região Hidrográfica	Ano de instalação	Nº de membros	Nº de Municípios que compõem a RH
Curu	1997	50	15
Baixo Jaguaribe	1999	46	9
Médio Jaguaribe	1999	30	13
Alto Jaguaribe	2002	50*	24
Banabuiú	2002	48	12
Salgado	2002	50	23
Metropolitanas	2003	58	31
Acaraú	2004	40	27
Coreaú	2006	30	21
Litoral	2006	40	11
Serra da Ibiapaba	2011	30	10
Sertão de Crateús	2011	30	9

*Atualizado de 40 para 50 membros na 18ª Reunião Extraordinária do CSBHAJ em 30/05/18.

Fonte: COGERH, 2013.

A composição dos CBHs se dá de forma a buscar, assim como na legislação nacional sobre recursos hídricos, uma maior participação dos usuários das águas no espaço de deliberação das decisões e ações de gestão que ocorrem sob jurisdição de uma bacia em questão. O CSBHAJ inicialmente era composto por 40 (quarenta) membros e atualmente tem 50 (cinquenta) membros, que têm plenos poderes de representação dos órgãos e entidades de origem. O aumento no número de membros se deu por solicitação do comitê e entre os motivos para isto seria uma sub-representação da sub-bacia do Alto Jaguaribe nas reuniões dos vales do Jaguaribe e Banabuiú frente às regiões do Médio e Baixo Jaguaribe, que possuíam maior número de membros. A distribuição dos membros no colegiado é feita em quatro setores, de acordo com os seguintes percentuais de participação:

- I. 30% (15 representantes) para entidades dos usuários de águas da bacia;
- II. 30% (15 representantes) para sociedade civil organizada com atuação na Bacia Hidrográfica do Litoral;
- III. 20 % (10 representantes) para órgãos estaduais e federais com investimentos ou competência na área da bacia;
- IV. 20% (10 representantes) para os Poderes Públicos municipais localizados na região da bacia.

Cada representante tem um suplente, que terá poder de voto quando o titular estiver ausente. Além disso, é preciso destacar que as representações municipais devem ser indicadas pelo chefe do Poder Executivo municipal, ou seja, o prefeito, ou pelo chefe do Poder Legislativo municipal, ou seja, o presidente da Câmara Municipal. Também é importante ter o entendimento por usuários de águas como: indivíduos, grupos, entidades públicas e privadas e coletividades que utilizam recursos hídricos como insumo em

processo produtivo ou para consumo, como receptor de resíduos ou como meio de suporte de atividades de produção e consumo (CEARÁ, 2018).

Entre os representantes existem os membros natos dos CBH, sendo eles órgãos estaduais ou federais encarregados da gestão de recursos hídricos, sendo observadas as seguintes naturezas: um representante do órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos do Ceará, ou seja, a Secretaria dos Recursos Hídricos, e um representante do órgão federal responsável pela operação dos açudes de domínio da União no Estado do Ceará, ou seja, o DNOCS.

Segundo informações obtidas no grupo focal realizado com o Núcleo de Gestão Participativa, há uma boa relação do CSBHAJ com o DNOCS e a SRH, visto que seus representantes no colegiado participam frequentemente das reuniões.

As instituições empossadas nas quatro categorias do CSBHAJ, para o mandato de 2019-2023, de acordo com atualização em outubro de 2022, são apresentadas no Quadro 8.3.

Quadro 8.3 - Instituições representantes de usuários do mandato 2019-2023 do CSBHAJ

Instituição	Município
Associação de Produtores Rurais da Serra do Valério e Região (APROSVAR)	Altaneira
Associação Comunitária Hídrica dos Agricultores do Sítio Riacho Grande	Araripe
Associação Comunitária do Sítio Papagaio	Salitre
Associação dos Pescadores de Arneiroz (ARNEPEIXE)	Arneiroz
Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR UNBAJ)	Acopiara
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jucás	Jucás
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Quixelô	Quixelô
Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)	Acopiara

Quadro 8.4 - Instituições representantes da Sociedade Civil do mandato 2019-2023 do CSBHAJ

Instituição	Município
Associação Comunitária do Sítio Catolé de São Sebastião	Cariús
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Orós	Orós
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Tauá	Tauá
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Potengi	Potengi
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Campos Sales	Campos Sales
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Parambu	Parambu
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Assaré	Assaré
Igreja Católica de Quixelô - Paróquia Bom Jesus Piedoso	Quixelô
Câmara dos Dirigentes Lojistas de Orós	Orós
Associação de Moradores do Sítio Jurema	Jucás
Associação de Moradores e Agricultores do Cardoso II	Iguatu
Associação dos Idosos de Santa Edwiges	Iguatu

É preciso salientar que, mesmo havendo apenas dez representantes municipais no CSBHAJ, fazem parte da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe 24 (vinte e quatro) municípios, sendo eles: Acopiara, Aiuaba, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Cariús, Campos Sales, Catarina, Farias Brito, Icó, Iguatu, Jucás, Nova Olinda, Orós, Parambu, Potengi, Quixelô, Saboeiro, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas e Tauá.

Quadro 8.5 - Instituições representantes do Poder Público Municipal do mandato 2019-2023 do CSBHAJ

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Jucás	Jucás
Prefeitura Municipal de Cariús	Cariús
Prefeitura Municipal de Salitre	Salitre
Prefeitura Municipal de Catarina	Catarina
Câmara Municipal de Antonina do Norte	Antonina do Norte

Quadro 8.6 - Instituições representantes do Poder Público Estadual e Federal do mandato 2019-2023 do CSBHAJ

Instituição	Município
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)	Icó
Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH)	Fortaleza
16ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 16)	Iguatu
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	Aiuaba
Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)	Crato
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)	Iguatu

Um problema frequentemente levado em pauta nas deliberações do colegiado é acerca das dificuldades de alguns representantes para estarem presentes nas reuniões. Isto se dá por conta do grande tamanho da região hidrográfica, o que dificulta o deslocamento dos membros de uma cidade para outra.

As reuniões ocorrem em diferentes cidades, mas há uma concentração no município de Iguatu. Em diversas reuniões alguns membros sugerem que haja descentralização delas. A gerência regional tenta superar a dificuldade logística para a participação de alguns membros que moram em localidades longínquas arcando com o pagamento de transporte para o local da reunião ou utilizando veículos da gerência. Isso se dá não somente para as reuniões próprias do CSBHAJ, mas também para aquelas que ocorrem nas outras sub-bacias do Rio Jaguaribe. Além disso, a secretaria executiva do comitê observa as faltas dos membros, entram em contato e fazem mobilizações para que fiquem atentos com o número de faltas.

De acordo com o Decreto 32.470 de 2017 e o Regimento Interno do CSBHAJ, o comitê é organizado da seguinte forma: uma Plenária, uma Diretoria e uma Secretaria Executiva. O mandato dos membros da Plenária tem duração de quatro anos, com possibilidade de reeleição. As atribuições da Plenária estão dispostas no Art. 19 do Regimento Interno; são elas:

- Aprovar em última instância as deliberações do comitê;
- Estabelecer as políticas e diretrizes gerais do comitê, bem como promover a viabilização de planos, programas e projetos que visem o fortalecimento do comitê;
- Aprovar a aplicação de recursos;
- Apreciar a prestação de contas do comitê;
- Aprovar o relatório semestral de situação hídrica da Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe;
- Aprovar o regimento interno e suas alterações necessitando de, no mínimo, $\frac{2}{3}$ (dois terços) do total de membros e de convocação com antecedência mínima de 30 (trinta dias);
- Aprovar a substituição de membros;
- Aprovar os instrumentos, as normas e os procedimentos para o exercício de suas competências;
- Aprovar o plano anual de trabalho do comitê e seu orçamento.

A Diretoria do CBH é composta por um presidente, um vice-presidente, um secretário e um secretário-adjunto, eleitos dentre os membros do CSBHAJ, em reunião extraordinária, pela maioria simples de seus membros. Ela possui mandato de dois anos, sendo possível uma recondução por igual período. O presidente tem entre suas competências: representar o CSBHAJ judicial e extrajudicialmente; presidir as reuniões da plenária; convocar reuniões ordinárias e extraordinárias; votar como membro do CSBHAJ e exercer o voto de qualidade; manter o CSBHAJ informado sobre as discussões que ocorrem no CONERH; entre outras. É válido destacar, também, que os cargos de presidente e de vice-presidente somente poderão ser exercidos por membros do comitê que pertençam aos setores de usuários, da sociedade civil ou do Poder Público municipal, conforme a Lei Estadual nº 14.844 de 2010.

O vice-presidente deve auxiliar o presidente nas tarefas a este atribuídas e substituí-lo em sua ausência. Quando um representante do Poder Público estadual ocupa o cargo de secretário e há vacância do cargo de presidente ou vice-presidente, ocorre uma eleição para este a ocupação deste último.

Já o secretário e tem entre suas atribuições: organizar e coordenar os trabalhos da secretaria; representar o comitê por designação do presidente; secretariar as reuniões do comitê, lavrando as atas e lendo-as nas reuniões; assessorar o presidente e o vice-presidente; exercer outros encargos que lhe forem atribuídos pelo comitê em reuniões; comunicar a entidade, cujo representante não comparecer à reunião do comitê; autorizar, juntamente com o presidente, despesas administrativas no âmbito do comitê.

A secretaria executiva dos CBHs é representada pela Gerência Regional da COGERH da região hidrográfica em que está localizado. No caso do CSBHAJ, a Gerência Regional de Iguatu exerce esse papel. De acordo com informações retiradas do grupo focal com o Núcleo de Gestão Participativa, a rotina de atividades deste núcleo é preenchida com a mobilização social para os eventos realizados pela gerência e pelo comitê. São realizadas uma série de atividades antes, durante e depois dos eventos. Primordialmente é preciso fazer a mobilização, elaboração de convites, contato com os participantes e organizar a logística. Durante os eventos é preciso realizar os registros documentais e fotográficos, arquivar relatórios e acompanhar *feedbacks* para os eventos seguintes.

Uma dificuldade exposta pelo Núcleo de Gestão é a própria característica da região de ter grande extensão e a localização no interior do estado, longe da capital. Alguns membros do comitê têm dificuldade de acesso à internet e dificuldade de entrar em contato. Em alguns momentos há membros que não valorizam devidamente a

participação e o poder deliberativo do comitê, buscando resolver conflitos rapidamente em instâncias superiores, como o Ministério Público. Além disso, também foi destacado no grupo focal que muitos membros não têm conhecimento acerca do regimento interno do próprio CSBHAJ. Assim, uma problemática observada pela gerência com relação ao colegiado está na baixa valorização da possibilidade de participação na resolução de problemas relacionados aos recursos hídricos e no desconhecimento acerca da legislação do próprio comitê.

De acordo com respostas obtidas com técnicos e analistas do Núcleo de Operação da Gerência Regional de Iguatu, um desafio para o gerenciamento dos recursos hídricos na região são os pequenos reservatórios particulares, que frequentemente são colocados em pauta nas reuniões do comitê por causarem problemas. Ademais, foi destacado que o papel da gerência e da COGERH adquiriu maior visibilidade a partir do período de escassez hídrica iniciado em 2012. Contudo, foi novamente pontuada a questão das grandes distâncias para muitas localidades, como a distância entre a gerência, em Iguatu, e Parambu e Tauá. Nas localidades mais longínquas a COGERH é menos conhecida.

De acordo com a análise das atas das reuniões ordinárias e extraordinárias, as principais deliberações realizadas pela Plenária do CSBHAJ são:

- Denúncias acerca de conflitos pelos usos de águas;
- Denúncias por questões ambientais;
- Denúncias por invasões de áreas de reservatórios;
- Denúncias por questões institucionais;
- Denúncias por qualidade e quantidade de água;
- Alocação e acompanhamento das águas dos reservatórios isolados e de poços na região;

- Informações sobre a situação hídrica dos municípios e comunidades da região hidrográfica;
- Realização de capacitações;
- Relatos de eventos que estejam relacionados aos recursos hídricos.

8.3.2. Comissões, Câmaras e Grupos de Trabalho



As Comissões Gestoras são entidades auxiliares dos Comitês de Bacias Hidrográficas na gestão dos recursos hídricos. Estas comissões funcionam como organismos locais de gerenciamento e são criadas e mantidas pelos comitês para atuarem em sua área de abrangência.

A formalização das Comissões Gestoras foi feita por meio de resolução do CONERH em 2007, tendo validade tanto para reservatórios estaduais como federais. Entre as tarefas das Comissões Gestoras estão: apoiar à gestão dos sistemas hídricos e do seu entorno; promoção, junto com o CBH e os órgãos gestores de recursos hídricos, da Assembleia de Alocação, buscando realizar a alocação negociada de água; apoiar órgãos gestores de recursos hídricos na atualização do cadastro dos

usuários da bacia em que está inserida e no monitoramento das decisões tomadas na alocação negociada de água.

Antes mesmo da divisão da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe em sub-bacias, da criação dos CBHs das sub-bacias do Jaguaribe e de suas comissões gestoras, havia na região, desde 1994, formas de gestão dos recursos hídricos da região que buscavam obter a participação de usuários das águas de reservatórios locais. Primordialmente isso se deu com o I Seminário dos Usuários de Água dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú, sendo posteriormente formada a Comissão dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú, que discutia a operação dos açudes Banabuiú e Orós, estando este hoje localizado na região do Alto Jaguaribe. Em 1997 houve a reunião na sub-bacia do Alto Jaguaribe que visava preparar os planos de operação dos açudes Lima Campos, Trussu e Orós, envolvendo os usuários locais. Com esta reunião houve a criação da comissão de usuários da sub-bacia do Alto Jaguaribe. Assim, é possível observar que durante o processo histórico de desenvolvimento da gestão participativa dos recursos hídricos, que culminou com a criação do CSBHAJ, a operação de açudes isolados localizados na sub-bacia também foi discutida por usuários locais, assemelhando-se às atividades que são feitas pelas comissões gestoras, sem necessariamente ser uma.

Na região há 24 (vinte e quatro) reservatórios monitorados pela COGERH. São eles: Arneiroz II, Benguê, Broco, Caldeirões, Canoas, Do Coronel, Facundo, Faé, Favelas, Forquilha II, João Luís, Mamoeiro, Monte Belo, Muquém, Orós, Parambu, Pau Preto, Poço da Pedra, Quincoé, Rivaldo de Carvalho, Trici, Trussu, Valério e Várzea do Boi. Destes, o que demanda maior trabalho, segundo o Núcleo de Operação, é o açude Orós, por ser o mais importante da região. Os debates acerca dos reservatórios Orós e Trussu são os mais intensos, por conta dos conflitos por usos, como demandas para abastecimento

humano, irrigação e aquicultura. Ainda mais, durante o processo de formalização da Comissões Gestoras, as que mais tiveram dificuldade de serem realizadas foram as dos açudes Bengué e Trussu. Neste último por ser um açude federal e sua formalização depender do DNOCS. No período de formalização do Trussu, em 2015, houve um conflito de uso sobre suas águas, com pedidos de anulação da alocação.

As Comissões Gestoras de açudes instaladas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 8.7 - Comissões Gestoras instaladas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Sistema Hídrico	Município	Domínio	Ano de Formação
Arneiroz II	Arneiroz	Estadual	2010
Bengué	Aiuaba	Estadual	2015
Canoas	Assaré	Estadual	2009
Faé	Quixelô	Estadual	2011
Muquém	Cariús	Estadual	2010
Trussu	Iguatu	Federal	2015

Além das seis comissões gestoras já formalizadas, segundo informações do Núcleo de Gestão Participativa, as CGs dos açudes Mamoeiro e Trici também serão formalizadas, sendo a daquele iniciada do zero e a deste renovada, por ser um açude federal. Ainda mais, no caso do Trici, houve dificuldade para a formalização por não haver público suficiente, mas a gerência irá realizar a formalização novamente.

As instituições-membro dos atuais mandatos de cada uma das seis comissões gestoras formalizadas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe estão listadas nos Quadros 8.8 a 8.13.

Quadro 8.8 – Instituições membros do mandato 2018-2022 da Comissão Gestora do Arneiroz II

Instituição	Município	Setor
Associação do Sítio Poço da Vaca	Saboeiro	Usuário
Associação dos Produtores de Mel de Saboeiro (APROMEL)	Saboeiro	Usuário
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jucás	Jucás	Usuário
Associação de Pescadores de Arneiroz	Arneiroz	Usuário
Irrigante do Sítio Amparo	Arneiroz	Usuário
Agrovila – Arneiroz	Arneiroz	Usuário
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Jucás	Jucás	Sociedade Civil
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Arneiroz	Arneiroz	Sociedade Civil
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Tauá	Tauá	Sociedade Civil
Associação do Sítio Barra	Saboeiro	Sociedade Civil
Associação do Sítio Boqueirão	Arneiroz	Sociedade Civil
SINTSEPANSA	Saboeiro	Sociedade Civil
Prefeitura Municipal de Jucás	Jucás	Poder Público
Prefeitura Municipal de Catarina	Catarina	Poder Público
Prefeitura Municipal de Arneiroz	Arneiroz	Poder Público

Quadro 8.9 – Membros do mandato 2020-2024 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Bengué

Instituição	Município	Setor
Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Aiuaba	Usuário
Usuário do São Nicolau de Baio	Aiuaba	Usuário
Usuária do Sítio Cachoeirinha	Aiuaba	Usuário
Usuário do Sítio Alecrim	Aiuaba	Usuário
Associação Comunitária do Sítio Porteiras	Aiuaba	Sociedade Civil
Associação Comunitária de São Nicolau	Aiuaba	Sociedade Civil
Associação dos Criadores de Aiuaba	Aiuaba	Sociedade Civil
Associação Comunitária do Sítio Porteiras	Aiuaba	Sociedade Civil
Câmara Municipal de Aiuaba	Aiuaba	Poder Público
Prefeitura Municipal de Aiuaba	Aiuaba	Poder Público

Quadro 8.10 - Membros do mandato 2022-2026 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Canoas

Instituição	Município	Setor
Associação dos Fruticultores de Catolé de São Sebastião	Cariús	Usuário
Irrigantes do Sítio Tinguizado	Cariús	Usuário
Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará	Assaré	Usuário
Irrigante do Sítio Apodi	Assaré	Usuário
Irrigante do Sítio São Miguel	Assaré	Usuário
Usuário do Sítio Função	Assaré	Usuário

Quadro 8.10 - Membros do mandato 2022-2026 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Canoas (Continuação)

Instituição	Município	Setor
Associação dos Pequenos Produtores do Sítio Timbaúba	Tarrafas	Usuário
Associação dos Produtores do Sítio Caiçara	Tarrafas	Usuário
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Assaré	Assaré	Sociedade Civil
Sindicato dos Trabalhadores da Agricultura Familiar de Assaré	Assaré	Sociedade Civil
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Cariús	Cariús	Sociedade Civil
ONG Motor Verde Cultural	Assaré	Sociedade Civil
Conselho Comunitário de Segurança de Assaré	Assaré	Sociedade Civil
Associação Comunitária de Catolé de São Sebastião	Cariús	Sociedade Civil
Associação Comunitária de Infincado	Assaré	Sociedade Civil
Associação Comunitária Andreza do Sítio Amaro	Assaré	Sociedade Civil
Câmara Municipal de Tarrafas	Tarrafas	Poder Público
Prefeitura Municipal de Assaré	Assaré	Poder Público
Câmara Municipal de Assaré	Assaré	Poder Público
Prefeitura Municipal de Tarrafas	Tarrafas	Poder Público

Quadro 8.11 - Membros do mandato 2020-2024 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Faé

Instituição	Município	Setor
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Quixelô	Quixelô	Usuário
Associação Nossa Senhora das Graças	Quixelô	Usuário
Usuário do Sítio Carnaubinha do Faé	Quixelô	Usuário
Usuário do Sítio Alto	Quixelô	Usuário
Instituto Cultural Econômico de Quixelô	Quixelô	Sociedade Civil
Igreja Católica de Quixelô	Quixelô	Sociedade Civil
Associação do Sítio Tapuio	Quixelô	Sociedade Civil
Associação de Moradores e Agricultores de Angico II e Santa Maria	Quixelô	Sociedade Civil
Prefeitura Municipal de Quixelô	Quixelô	Poder Público
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)	Quixelô	Poder Público

Quadro 8.12 - Membros do mandato 2018-2022 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Muquém

Instituição	Município	Setor
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jucás	Jucás	Usuário
Companhia de Água e Esgoto do Ceará - Cariús	Cariús	Usuário
Associação Socio-Comunitária da Agrovila do Açude Muquém	Cariús	Usuário
Colônia de Pescadores Z-52	Cariús	Usuário
Associação de Muquém I e II	Cariús	Usuário
Associação do Sítio Mamoeiro	Cariús	Usuário
Associação dos Aquicultores de Muquém	Cariús	Usuário
Irrigante do Sítio Cardoso III	Cariús	Usuário
Irrigante do Sítio Conceição	Cariús	Usuário
Irrigante do Sítio Canabrava	Cariús	Usuário
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Jucás	Jucás	Sociedade Civil
Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Iguatu	Iguatu	Sociedade Civil
Federação das Associações do Município de Cariús	Cariús	Sociedade Civil
Associação dos Apicultores de Cariús	Cariús	Sociedade Civil
Associação do Sítio Jurema	Jucás	Sociedade Civil
Associação Comunitária do Sítio Canafistula	Santana do Cariri	Sociedade Civil
Associação Comunitária de Barra de Bravas	Cariús	Sociedade Civil
Associação Comunitária do Barro Alto	Iguatu	Sociedade Civil
Associação Comunitária do Sítio Amapá	Iguatu	Sociedade Civil
Prefeitura Municipal de Jucás	Jucás	Poder Público
Prefeitura Municipal de Cariús	Cariús	Poder Público
Câmara Municipal de Cariús	Cariús	Poder Público
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)	Cariús	Poder Público
Secretaria da Fazenda	-	Poder Público

Quadro 8.13 - Membros do mandato 2019-2023 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Trussu

Instituição	Município	Setor
Companhia de Água e Esgoto do Ceará	Acopiara	Usuário
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iguatu	Iguatu	Usuário
Usuário do Sítio Barra I	Iguatu	Usuário
Usuário do Sítio Varzinha	Iguatu	Usuário
Colônia de Pescadores Z-41	Iguatu	Usuário
Associação dos Produtores do Sítio Gameleira	Iguatu	Usuário

Quadro 8.13 - Membros do mandato 2019-2023 da Comissão Gestora do Sistema Hídrico Trussu (Continuação)

Instituição	Município	Setor
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural	Iguatu	Sociedade Civil
Sindicato dos Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais de Iguatu	Iguatu	Sociedade Civil
Federação das Entidades Comunitárias de Iguatu	Iguatu	Sociedade Civil
Sindicato Rural de Iguatu	Iguatu	Sociedade Civil
Instituto Elo Amigo	Iguatu	Sociedade Civil
Igreja Católica de Quixelô	Quixelô	Sociedade Civil
Prefeitura Municipal de Iguatu	Iguatu	Poder Público
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)	Iguatu	Poder Público
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas	Icó	Poder Público

Atualmente, o CSBHAJ possui somente a Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos, voltada para a atualização do plano da região. Anteriormente foram formados grupos de trabalhos e grupos de estudos, mas não Câmaras Técnicas, segundo informações obtidas no grupo focal com o Núcleo de Gestão Participativa. Ainda mais, não foi destacada nenhuma comissão específica ativa em 2022 pelo Núcleo.

Quadro 8.14 - Comissões Específicas do CSBHAJ

Nome da comissão	Nº de membros	Situação
Comissão de Meio Ambiente	-	INATIVA
Comissão de Eventos Críticos	7	INATIVA
Comissão de Estudo do Plano de Bacia	6	INATIVA

8.3.3. Instrumentos de Gestão

O Plano Estadual de Recursos Hídricos, em seu Artigo 5º cita os instrumentos de gestão para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. São eles:

1. A outorga do direito de uso de recursos hídricos e de execução de obras e/ou serviços de interferência hídrica;
2. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

3. Os planos de recursos hídricos;
4. o Fundo Estadual de Recursos Hídricos;
5. o Sistema de Informações de Recursos Hídricos;
6. o enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes;
7. a fiscalização de recursos hídricos.

Na RHAJ estão implantados a outorga, o plano de recursos hídricos, a cobrança e a fiscalização. O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe foi elaborado no ano de 2000, ainda antes da existência do CSBHAJ e da Gerência de Iguatu, e considerou toda a bacia do Rio Jaguaribe.

A outorga é regulamentada pelo Decreto Estadual 33.559 de 29 de abril de 2020. De acordo com respostas obtidas no grupo focal com o Núcleo de Gestão Participativa, a outorga “apareceu há pouco na região, está em uma fase muito inicial”, mas a gerência tem realizado oficinas explicativas visando informar sobre o instrumento para instituições da região. Anteriormente a solicitação de outorgas era repassada primeiramente para o Núcleo de Operação, mas hoje quem recebe primeiro é o Núcleo de Gestão. Um atual aumento da demanda da outorga está ocorrendo por conta da exigência da Secretaria do Desenvolvimento Agrário para que os produtores que busquem empréstimo através do Programa de Irrigação na Minha Propriedade (PIMP) possuam outorga de uso.

Com a implementação da plataforma Outorga Online, que possibilita a solicitação deste instrumento por meio do site da COGERH, houve uma facilitação para os usuários. Hoje, ao solicitar a outorga, o usuário pode

recebê-la no mesmo dia, enquanto anteriormente isso poderia demorar até um ano para ser realizado. Com o Outorga Online, o solicitante pode fazer o pedido de outorga na sua própria casa. O trabalho em conjunto do instrumento de outorga e de fiscalização é importante para poder enquadrar todos os usuários. E qualquer uso que a gerência tenha conhecimento é feita a fiscalização e, então, solicitada a outorga.

Um dos analistas do Núcleo de Operação destacou a relação que há entre o maior conhecimento sobre a COGERH e sobre a alocação com um maior entendimento acerca da outorga. Segundo respondeu no grupo focal: “[...] em outras regiões, onde as políticas públicas são menores, vemos maior resistência pela outorga.”. Muitas das outorgas que chegam na gerência são através de programas e políticas do estado ou municípios, além daqueles pedidos por usuários que passam a ter melhor conhecimento sobre o processo de alocação negociada. Há, também, aqueles que são fiscalizados ou que se envolvem em conflito, que passam a ser observados pela COGERH e fazem a solicitação de suas outorgas.

Um benefício para a implementação da outorga na bacia ocorreu com o Decreto Estadual nº 32.470 de 2017, que passou a exigir que aqueles que fazem parte do segmento de usuários dos comitês de bacias hidrográficas sejam outorgados. Além disso, no período de seca, visando a garantia de água, os usuários buscaram realizar a outorga. Ademais, alguns bancos de financiamento, como o Banco do Nordeste do Brasil, e programas de crédito para produtores também passaram a solicitar a outorga para fornecer seus financiamentos.

Ainda acerca da outorga, um dos analistas do Núcleo Técnico, crê que não há necessidade de empenhar muito trabalho humano, por parte da gerência, para colocar em prática este instrumento de gestão, posto

que este foi aprimorado tecnologicamente. Com isso, seria possível focar em atividades como planejamentos e aplicação de um plano de ação na região.

Importante para o instrumento de outorga, o cadastro de usuários é realizado na região. O último realizado foi para o sistema Orós-Feiticeiro. Alguns outros reservatórios têm cadastro de usuário que já datam de 10 anos atrás, com necessidade de serem atualizados. Entretanto, o que deixa o trabalho da gerência mais confortável quanto a isso é que, devido ao período de seca, a demanda diminuiu bastante. Em algumas regiões foram feitas visitas para observar como estava a oferta para os usuários, sem necessariamente fazer a renovação de cadastros. Todavia, houve a necessidade de fazer a atualização dos cadastros na região do açude Canoas, pois os números antigos não correspondiam mais a realidade. A Gerência de Iguatu, em alguns casos, atua de forma emergencial para atualizar os cadastros e obter informações mais precisas sobre a realidade.

O primeiro Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe foi feito em 2000, ainda não considerando apenas a Sub-Bacia do Alto Jaguaribe, mas toda a Bacia do Jaguaribe. No decorrer dos anos o CSBHAI criou comissões para realizar estudos sobre o plano de bacia, a fim de informar melhor os membros do colegiado sobre este importante instrumento de gestão.

A cobrança dos recursos hídricos é atualmente regulamentada pelo Decreto Estadual 33.920 de 03 de março de 2021 e sua implementação não encontra muitas resistências na região. Contudo, é possível observar maiores resistências relacionadas à cobrança das águas para

pequenos produtores e para pequenas quantidades de água, como foi possível observar nas atas de algumas reuniões do CSBHAJ. A cobrança ocorreu de mãos dadas com a outorga, visto que quanto maior o número de outorgas, mais cobranças são feitas. Embora a cobrança seja uma das principais ferramentas de sustentação financeira da COGERH, ela é obtida principalmente das companhias de abastecimento de água e de saneamento, como CAGECE e SISAR.

A fiscalização dos recursos hídricos é regulamentada pelo Decreto 32.861 de 1º de novembro de 2018 e é atribuição do Órgão Gestor da PERH, ou seja, a SRH. Entretanto, a COGERH também atua na fiscalização, principalmente como suporte e intermediador entre os denunciante e a SRH. Na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, a Gerência de Iguatu busca primeiramente realizar um diálogo amigável e educacional com o infrator e, caso o problema permaneça ocorrendo, o problema é comunicado à SRH e, quando preciso, o Batalhão de Polícia Militar Ambiental também atua em conjunto com a COGERH e SRH. Além disso, há uma melhoria no processo de fiscalização hoje em dia devido aos investimentos da COGERH em tecnologias que deem suporte no momento de ir a campo realizar uma fiscalização, como o uso de drones e imagens de satélite.

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

9 ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA

O presente capítulo aborda sobre a alocação de água, os conflitos ligados aos recursos hídricos e as estratégias e ações de gestão de seca na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe. A alocação de água corresponde à distribuição de um recurso escasso entre múltiplos usuários em função da disponibilidade hídrica. Essa distribuição é realizada em longo prazo, por meio da outorga de direito de uso, e em curto prazo, por meio da alocação negociada de água. Este capítulo discute sobre o mecanismo de curto prazo, considerando que a outorga já foi discutida no capítulo que trata sobre os instrumentos de gestão.

As informações deste capítulo foram obtidas através da análise das atas das reuniões do Comitê de Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe e das comissões gestoras dos açudes locais, do grupo focal realizado com funcionários da Gerência Regional da COGERH de Pentecoste e das informações obtidas na audiência pública realizada em 1º de dezembro de 2021 com representantes de instituições envolvidas com os recursos hídricos da região.

9.1 Alocação negociada de água

A alocação negociada da água é um processo de divisão de um bem comum entre diferentes agentes que, geralmente, têm interesses conflitantes (SOUZA FILHO, 2021, p. 3/Projeto Alocar, 2021d). Ela ocorre em dois níveis: o primeiro nível está situado nos açudes e sistemas hídricos isolados. Nesses casos foram formadas as comissões gestoras ou comissões de operação (ou comissões de usuários de água, ou ainda conselhos gestores de sistemas hídricos); o segundo nível corresponde aos vales perenizados (quando se tem um conjunto de açudes e

sistemas hídricos que se integram e perenizam o vale de um rio intermitente, tendo repercussão regional), como nos casos dos vales do Rio Curu, do Rio Acaraú e do Rio Jaguaribe e Banabuiú. Nestes casos ocorre uma reunião de alocação de maior porte, os seminários de planejamento da operação. Para a operação do Vale do Rio Jaguaribe e Banabuiú, o CSBHAJ dispõe, além de sua representação enquanto colegiado nos seminários, também de uma comissão de acompanhamento da operação do Vale, a qual representa a RHAJ para fazer a observação da operação do sistema integrado de reservatórios da região do Rio Jaguaribe. Essa comissão tem grande importância principalmente no período de maior escassez hídrica, acompanhando o cumprimento das premissas e das vazões operadas. Atualmente, esta comissão possui dez membros (Quadro 9.1), que são escolhidos nas reuniões do CSBHAJ.

Quadro 9.1 - Composição da Comissão de Acompanhamento dos Açudes dos Vales Jaguaribe e Banabuiú do CSBHAJ²

Instituição	Município
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará	Iguatu
Associação Comunitária do Sítio Catolé de São Sebastião	Cariús
Prefeitura Municipal de Catarina	Catarina
Associação de Moradores do Sítio Jurema	Jucás
Câmara de Dirigentes Lojistas	Orós
Prefeitura Municipal de Quixelô	Quixelô
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas	Icó
Igreja Católica Paróquia Bom Jesus Piedoso	Quixelô
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Orós	Orós
Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Tauá	Tauá

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

² De acordo com a atualização ocorrida em 22 de novembro de 2021.

político-institucional e participativo no gerenciamento de recursos hídricos, o que já era proposto a partir das ideias expressas na Política Estadual de Recursos Hídricos de 1992. O processo da alocação, então, propõe uma decisão sociopolítica (SOUZA FILHO, 2021, p. 6/Projeto Alocar, 2021d) para a resolução dos conflitos relacionados à utilização das águas e não mais uma decisão meramente tecnicista.

A alocação negociada busca lidar, de maneira mais participativa, com a distribuição dos recursos hídricos, suas complexidades e seus conflitos. Para isso, ela aparece como solução baseada na deliberação pública sobre o uso desses recursos em interlocução com os comitês de bacias, para os vales perenizados, e, também, com as comissões gestoras (além do comitê de bacia), quando existentes, para os açudes isolados. A plenária do CBH debate acerca dos cenários ou faixas de vazão para os açudes isolados, a partir dos dados que são fornecidos pela gerência regional, e as comissões gestoras determinam qual será a vazão liberada, dentro desses cenários ou faixas pré-estabelecidos. Na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, a deliberação acontece nos dois níveis, ou seja, tanto por meio do CSBHAIJ como das comissões gestoras ou comissões de usuários, onde estas são existentes. Ainda mais, a diretoria do comitê participa da reunião de definição de premissas na COGERH.

Entretanto, nem sempre é possível realizar o debate em todas as instâncias tradicionalmente estabelecidas, visto que, em situações de escassez hídrica, além da não operação de alguns reservatórios, alguns apresentam somente uma possibilidade de cenário, tendo em vista a prioridade para o abastecimento humano e dessedentação animal, conforme estabelecido pela legislação. Contudo, quando um

reservatório não tem condições de ter reunião de alocação, a gerência regional realiza uma reunião informativa.

O ritual da alocação ocorre durante todo o ano, com concentração das atividades entre os meses de março e novembro (Projeto Alocar, 2021a). Nas proximidades do mês de junho, período das reuniões de alocação, essas atividades são intensificadas, principalmente as “destinadas à preparação da operação dos açudes que abriga as reuniões para definição das diretrizes e para construção dos cenários” (Projeto Alocar, 2021a). Esse ritual ocorre de forma adaptada a cada bacia hidrográfica, gerência regional e comitê, mas, em linhas gerais, ocorrem as seguintes atividades: o levantamento de dados; reuniões ampliadas com a diretoria, logística; mobilização dos atores (CBH, usuários e órgãos); reuniões da gerência regional; e a interlocução com o CBH, comissões e/ou câmaras técnicas. Contudo, em alguns casos, como quando o açude se encontra em níveis muito baixos, não há alocação, já que não há água; além de casos em que há conflitos alocativos que vão para instâncias além do nível das comissões gestoras.

A alocação negociada de águas é palco principal para efetivar a participação social no processo de gestão dos recursos hídricos na região do Alto Jaguaribe. Entretanto, conforme observado nas atas das reuniões do CSBHAI, há algumas dificuldades que ocorrem não somente nas reuniões de alocação dos açudes isolados, como nas demais, quando são expostos conflitos e outros problemas que demandem um consenso da plenária do comitê para que sejam solucionados. Em algumas reuniões foi possível observar queixas por parte de membros do comitê acerca da tentativa de solução de alguns dos problemas.

O comitê de bacia hidrográfica, como espaço de participação que visa deliberar e solucionar problemas e conflitos sobre os recursos hídricos da

região, precisa fornecer aos seus membros uma metodologia para as reuniões que possibilite uma efetiva participação no momento dos encontros, a fim de gerar resultados efetivos.

Entre as contestações levantadas pelos membros do comitê nas reuniões, tem-se o problema da falta de informações por parte do colegiado acerca da realidade de um dado reservatório ou região, por mais que a COGERH disponibilize informações e estudos para a realização da alocação. Assim, o consenso acerca das vazões para um reservatório ou região se torna mais difícil. A logística da realização da reunião em si também é um fator que gera dificuldades, visto que RHAJ possui grande extensão, dificultando o deslocamento dos membros, ainda mais quando há falta de recursos financeiros para a realização deste deslocamento. A questão da grande extensão da região é expressada nas reuniões; as realidades da subregião dos Inhamuns, Centro-Sul e Cariri-Oeste apresentam diferenças entre si. Ademais, também ocorreram situações em que os membros pautaram influências políticas e econômicas, a partir de atores políticos e empresas que dificultaram o processo da reunião e o poder de decisão do colegiado.

Conforme Jacobi e Barbi (2007), a lógica sociotécnica prevalece no estilo de gestão dos recursos hídricos com os comitês de bacia hidrográfica; influenciam nas decisões questões que não são apenas técnicas, mas também políticas, econômicas e culturais, o que complexifica o processo de deliberação, mas ao mesmo tempo o enriquece, quando o objetivo comum é a boa gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, a integração dos fatores influenciadores e a possibilidade de plena deliberação por parte da maioria dos ajuda no desenvolvimento e formalização da alocação negociada que ainda não é tida como instrumento de gestão (AQUINO, 2018).

A Gerência Regional de Iguatu, por meio do Núcleo de Gestão Participativa, realiza ações para melhorar a logística das reuniões, a fim

de que haja uma presença da maior quantidade possível de membros, com a mobilização, elaboração de convites, contato com os membros, organização do local de realização da reunião, alimentação, deslocamento e estrutura tecnológica. Todavia, ainda há problemas de difícil resolução, como o deslocamento, haja vista a distância entre os municípios e os locais de realização das reuniões; o interesse de alguns membros em participar efetivamente; e dificuldade de contato com aqueles membros moradores de regiões mais distantes. Por conta disto há usualmente o pedido de membros do CSBHAJ para que as reuniões sejam realizadas de forma descentralizada.

9.2 Vazões alocadas

As vazões observadas neste tópico correspondem àquelas deliberadas entre os anos de 2013 e 2021. O CSBHAJ tem entre suas atribuições realizar a deliberação sobre as faixas de vazão que serão determinadas a operar, de acordo com os cenários que a equipe técnica da COGERH apresenta. Todavia, em algumas situações somente uma possibilidade de cenário é apresentada. Isto pode se dar por conta de problemas no reservatório, como o baixo volume hídrico e a necessidade de suprir os usos prioritários dispostos na legislação. Além disso, quando não há possibilidade de estabelecer cenários para alocar as águas de um reservatório, o CSBH decide a vazão que irá operar, não passando esta decisão para a comissão gestora ou comissão de usuário do reservatório em questão.

A Tabela 9.1 mostra as vazões aprovadas nas reuniões de alocação negociada e as vazões realizadas para os principais reservatórios Arneiroz II, Benguê, Canoas, Mamoeiro, Muquém, Orós e Trussu entre 2013 e 2021, segundo dados obtidos com o Núcleo de Operação da Gerência Regional de Iguatu.

Tabela 9.1 - Vazões aprovadas e realizadas nos principais açudes estratégicos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (2013-2021)

Ano	Açude/Barragem	Vazão Aprovada (L/s)	Vazão Realizada (L/s)
2013	Arneiroz II	950	871
	Benguê	80	24
	Canoas	250	205
	Mamoeiro	-	-
	Muquém	480	403
	Orós	8500	6100
	Trussu	600	615
2014	Arneiroz II	570	324
	Benguê	25	28
	Canoas	50	50
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	540	511
	Orós	7000	5520
	Trussu	850	670
2015	Arneiroz II	30 (somente para a sede de Arneiroz)	30 (somente para a sede de Arneiroz)
	Benguê	26	6,1
	Canoas	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	350	350
	Orós	4000	3967
	Trussu	800/400	659/390
2016	Arneiroz II	550	304
	Benguê	41	40,6
	Canoas	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	280	240
	Orós	11500	10650
	Trussu	200	200
2017	Arneiroz II	300	300
	Benguê	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)
	Canoas	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	100	101
	Orós	3000	2850
	Trussu	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)

Tabela 9.1 - Vazões aprovadas e realizadas nos principais açudes estratégicos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (2013-2021)

Ano	Açude/Barragem	Vazão Aprovada (L/s)	Vazão Realizada (L/s)
2018	Arneiroz II	30 (somente para a sede de Arneiroz)	30 (somente para a sede de Arneiroz)
	Benguê	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)
	Canoas	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	200	100
	Orós	2500	2550
	Trussu	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)
2018.2	Benguê	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)
	Mamoeiro	69	69
2019	Arneiroz II	30 (somente para a sede de Arneiroz)	30 (somente para a sede de Arneiroz)
	Benguê	Sem liberação (somente 16 L/s para a sede de Aiuaba)	Sem liberação (somente 16 L/s para a sede de Aiuaba)
	Canoas	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)	Sem liberação (somente abastecimento da sede de Assaré)
	Mamoeiro	50	50
	Muquém	200	110
	Orós	2500	2276
	Trussu	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)	Sem liberação (300 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)
2020	Arneiroz II	350	341
	Benguê	50	50
	Canoas	150	96
	Mamoeiro	50	50
	Muquém	300	178
	Orós	3500	3329
	Trussu	Sem liberação (200 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)	Sem liberação (200 L/s somente para as sedes de Iguatu e Acopiara)
2021	Arneiroz II	400	332,09
	Benguê	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)	Sem liberação (somente 15 L/s para a sede de Aiuaba)
	Canoas	150	80,11
	Mamoeiro	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte	Somente abastecimento da sede de Antonina do Norte
	Muquém	380	230,6
	Orós	3750	3312
	Trussu	150	148

AÇUDE BROCO (TAUÁ) – Foto: Cássio Sales



A RHAJ possui 24 reservatórios monitorados, entretanto, a Tabela 9.1 expõe os sete em que ocorre o processo de alocação. Destes reservatórios, atualmente, todos possuem comissão gestora ou comissão de operação formalizada, exceto o açude Mamoeiro, onde a renovação da comissão atualmente está em desenvolvimento.

Entre os reservatórios da região, o de maior importância é o Orós, visto que atende não somente ao Alto Jaguaribe, mas realiza transferência de água também para as demais regiões do Vale do Jaguaribe. Contudo, mesmo tendo a sub-bacia do Alto Jaguaribe potencial de armazenamento para atender todas as demandas, segundo um dos analistas do Núcleo de Operação, nem todas as regiões conseguem atender os usos diversos, já que o Orós está localizado no final da sub-bacia, próximo da região do Médio Jaguaribe.

O Trussu é, conforme o Núcleo de Operação da gerência regional, o segundo reservatório mais trabalhoso, ainda mais devido às suas margens bem desenvolvidas com agricultura.

A sub-região do Alto Jaguaribe com melhor condição hídrica é a Centro-Sul, que consegue dispor de bons acúmulos. Porém, a região dos Inhamuns não possui a mesma característica; mesmo atendendo o uso humano, os demais não são atendidos, mesmo que tenham demandas menores. Dessa forma, a região possui armazenamento de água, mas esta não é distribuída de forma regular.

As diferenças entre as vazões aprovadas e realizadas pode se dar por diversos motivos, ainda mais visto que o intervalo de tempo analisado foi marcado por um grande período de escassez hídrica, o que pode fazer com que as vazões aprovadas nas reuniões de alocação fossem posteriormente alteradas, usualmente com a consulta do comitê de bacia ou comissão gestora. Em algumas situações, a partir da análise das atas das reuniões do CSBHAJ, conflitos que ocorriam a partir dos resultados da alocação também podiam influenciar para que houvesse uma posterior alteração das vazões. Ainda mais, pedidos das instituições responsáveis pelo abastecimento humano e saneamento básico, como CAGECE e SISAR, também faziam observações sobre a necessidade de alteração das vazões para que pudesse ser feito o atendimento de localidades.

No período de estiagem, principalmente, os problemas se intensificam, visto que em alguns momentos as vazões e os cenários discutidos são alvos de discordâncias, seja por parte do CSBHAJ, das comissões gestoras, de usuários ou do Poder Público. Isso é possível observar principalmente para o Orós, que possui demandas para irrigação e faz parte dos açudes do Vale do Jaguaribe e Banabuiú, tendo esta região

passado por grandes conflitos no período de escassez por conta das transferências de águas para a Região Metropolitana de Fortaleza.

Ademais, é possível observar com base na Tabela 9.1, que muitos reservatórios da região operam visando somente abastecer sedes municipais, ainda sem possibilidade de atender outros usos. Exemplo disso é o açude Benguê, que desde 2017 opera somente para o atendimento da sede de Aiuaba, onde está localizado.

9.3 Conflitos pelo uso da água

A partir da análise das informações presentes nas atas das reuniões do CSBHAJ, na realização dos grupos focais com a Gerência de Iguatu e nas respostas dos questionários, foi possível observar quais conflitos estiveram e estão presentes na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe. Identificou-se conflitos de diversos tipos, como relacionados ao acesso à água, à quantidade de água, à qualidade de água e institucionais. Dentro destes tipos, os principais observados foram: institucionais propriamente ditos; conflitos acerca da liberação de águas; conflitos relacionados à agricultura; ao desmatamento; à construção de barramentos nos reservatórios; e à poluição por resíduos sólidos.

A partir da observação das atas foi possível notar que os conflitos mais recorrentes foram aqueles relacionados às questões institucionais. Uma denúncia corriqueira nas reuniões do CSBHAJ é acerca da ausência de órgãos e instituições, principalmente IBAMA, DNOCS e SEMACE, na resolução de problemas colocados pela plenária, como fiscalizações e ações de reparos em reservatórios federais. Além disso, há descontentamento também com relação a gestores municipais quanto à pouca participação destes para a resolução de problemas em alguns municípios.

Também foi possível observar insatisfações com a própria gerência e com a COGERH por conta das burocracias para a obtenção de outorgas, os parâmetros e cenários disponibilizados para alocação, a concentração de

membros do comitê da região Centro-Sul e a questão da transferência de águas, principalmente no episódio da transferência de água da região do Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza. Ainda acerca dos conflitos institucionais, entraram em pauta nas reuniões denúncias sobre uma possível falta de representação da região do Alto Jaguaribe frente ao Médio e Baixo Jaguaribe nas reuniões de alocação do vale; tendo isto resultado no aumento do número de membros do CSBHAJ de 40 para 50 representantes. Eram recorrentes, também, denúncias acerca de possíveis influências políticas nas decisões de ações referentes à gestão dos recursos hídricos locais, como a vazão aprovada para reservatórios ou a construção de poços durante o período de escassez.

Quanto aos conflitos relacionados ao acesso à água, os principais estão relacionados à construção de cercas nos açudes Arneiroz II, Canoas e no Rio Jaguaribe.

Quando se trata de conflitos relacionados à quantidade de água, observa-se um grande número de conflitos relacionados à liberação de águas das fontes hídricas. Esses conflitos se dão principalmente a partir de discordâncias sobre a quantidade de água liberada ou não por determinado açude e a quantidade de água que determinada localidade está recebendo ou não. Em muitos casos, havia denúncia da liberação de água do açude Orós para os sistemas Orós-Feiticeiro e Orós-Lima Campos. No período de escassez esses conflitos foram impulsionados pela necessidade de muitas localidades a jusante dos reservatórios terem ficado sem abastecimento. Ademais, é preciso destacar as situações conflituosas que ocorrem devido aos pequenos açudes, não monitorados pela COGERH, em que não há consenso sobre quem poderia usufruir das águas, necessitando, assim, de intervenções por parte da companhia para a resolução do conflito.

Outros conflitos relacionados à quantidade de água bastante presentes na região são os acerca da construção de obras barrando os reservatórios. Este problema ocorre de forma bem distribuída nos açudes e rios da região, mas principalmente no Rio Jaguaribe; em algumas das denúncias, mineradoras estavam envolvidas nos barramentos. Ainda acerca dos conflitos sobre a quantidade de água, existem aqueles ocasionados pela captação ao longo dos reservatórios, os quais não tiveram grande número de denúncias por parte do colegiado do comitê, mas, quando ocorriam, concentravam-se em captações indevidas nos canais Orós-Feiticeiro e Orós-Lima Campos.

Os conflitos relacionados à qualidade das águas são numerosos na região, principalmente os que ocorrem devido à agricultura, ao desmatamento, ao descarte de resíduos sólidos e à aquicultura. Os conflitos que envolvem a agricultura ocorrem de forma bem distribuída nos reservatórios da RHAJ, mas concentram-se principalmente no açude Orós, visto que este contribui para a perenização do vale e fornece vazões significativas para a irrigação, e ao longo dos canais Orós-Feiticeiro e Orós-Lima Campos.

Segundo informações obtidas no grupo focal com o Núcleo de Operação, os maiores conflitos ocorridos no açude Orós estão relacionados à irrigação e à aquicultura (os conflitos relacionados à aquicultura, desde 2018, estão amenizados, pois foi tomada como premissa a não utilização das águas do Orós para a perenização da aquicultura). Assim sendo, os conflitos ligados à agricultura ocorrem principalmente devido à indevida utilização da água para a irrigação, quando esta deveria estar atendendo os usos prioritários, à utilização de agrotóxicos e de métodos de irrigação pouco eficientes que gastam grande quantidade de água.

Já acerca dos conflitos gerados devido ao desmatamento, as denúncias concentram-se principalmente nas localidades do Rio Jaguaribe, principalmente sua nascente, no município de Tauá, que diversas vezes foi colocada em pauta por conta de sua degradação. Denúncias de queimadas em trechos do Rio Jaguaribe também foram colocadas em pauta.

Quanto aos resíduos sólidos, os lixões dos municípios da região foram diversas vezes denunciados por conta da poluição que estavam ocasionando nos reservatórios. A destinação inadequada dos lixos das cidades foi motivo de conflitos diversas vezes no CSBHAJ, sendo o problema levado para as instâncias municipais.

Foi possível também observar que a aquicultura ocasionava conflitos repetidamente na localidade do açude Arneiroz II, principalmente por conta da salga do camarão e da pesca predatória. Por último, conflitos envolvendo mineração também estão presentes na região e ocorrem principalmente no Rio Jaguaribe, onde uma mineradora foi constantemente denunciada na plenária do CSBHAJ por estar fazendo retirada de areia e aterrando o rio. Como tentativa de resolução deste conflito, foi enviado contato para a SEMACE a fim de que esta notificasse a mineradora.

9.4 Estratégias de gestão de seca

O período de estiagem que se iniciou no começo dos anos 2010 causou grande impacto no Ceará irradiando esses impactos para a sociedade e economia. Por conta da situação de seca, a COGERH e suas gerências regionais tiveram que adotar estratégias a fim de amenizar o impacto da escassez sobre as regiões. Com base na análise das atas e nos grupos focais realizados com a Gerência de Iguatu serão destacadas as medidas realizadas para lidar com a seca.

Segundo os núcleos de Gestão Participativa e de Operação, o período de seca demandou grandes aprendizados que estão sendo aplicados ainda hoje, com incessantes buscas por alternativas que possibilitassem o

atendimento das comunidades. Durante este período, houve uma diminuição da oferta e o aumento de conflitos entre usuários das mesmas categorias de uso. Normalmente, quando há boa oferta hídrica, os conflitos ocorrem entre usuários de diferentes categorias de uso.

O horizonte de tempo da simulação dos cenários de alocação foi ampliado, passando de dois para quatro anos, ou até o açude secar, com aproximadamente seis anos. Quando haviam conflitos e os colegiados não eram convencidos por meio da alocação, o Ministério Público era acionado para que os usos prioritários pudessem ser atendidos.

AÇÕES DE FISCALIZAÇÃO, PIRACEMA (AÇUDE JOÃO LUIS)



As fiscalizações foram de grande importância para o enfrentamento da seca. Os usuários e a população denunciavam os usos irregulares, o que ajudava na gestão das águas. Era observado se os usuários estavam seguindo devidamente as premissas e o que foi acordado nas reuniões de alocação. Durante essas fiscalizações, caso necessário, a SRH e o Batalhão de Polícia Militar Ambiental podiam atuar em conjunto com a COGERH para que um infrator seguisse devidamente os acordos.

A Gerência de Iguatu trabalhou com premissas para a realização das alocações dos açudes. Algumas premissas eram debatidas no colegiado e outras precisavam ser colocadas com maior restrição. Ao serem apresentados os cenários de alocação, estavam em conjunto as premissas que norteariam a operação. Ainda hoje, tem sido comum a inclusão de premissas para a alocação. Ainda mais, o gerente regional realizava frequentes reuniões com o Grupo de Contingência de Seca.

No período houveram conflitos sobre a transferência de água do Orós para o Vale do Jaguaribe. Alguns usuários eram contra esta transferência. Era questionado o que seria feito quanto às pessoas de Quixelô e os piscicultores da região, que dependiam do Orós. Como forma de solucionar a situação, o Governo do Estado atuou de forma mais direta sobre a questão.

Seguindo uma linha do tempo, iniciada em 2012, tem-se, segundo a análise das atas das reuniões do CSBHAI, algumas das ações realizadas e demandas defendidas no âmbito da plenária do comitê e em demais instâncias. Em 2012 foram solicitadas perfurações de poços para o abastecimento de Altaneira. No mesmo ano, as comunidades de Santa Cruz, em Pedra Branca, e Distrito Bom Jesus, em Tauá, estavam sendo abastecidas por carro-pipa. Ainda mais, os açudes Arneiroz II, Canoas, Faé e Muquém tiveram redução nos seus volumes. No caso do Faé, este deixou de liberar água para o abastecimento do município de Quixelô.

Em 2013, Acopiara, Antonina do Norte, Jucás, Parambu, Quixelô, Salitre e Tauá entraram em situação crítica de abastecimento. Entre as demandas que surgiram por conta do contexto estava o pedido de construção de um açude no município de Salitre.

Ainda em 2013, carros-pipa contratados pela Defesa Civil do Ceará realizaram o fornecimento de água tratada dos SAAE ou da CAGECE, realizando a averiguação da qualidade da água. Ainda mais, algo bastante solicitado no

período foi a construção de adutoras, o que ocorreu fortemente em muitas regiões do estado. Em reunião do CSBHAIJ foi solicitada a construção de adutora no açude Muquém para abastecer Jucás e Cariús, e no açude Trussu para abastecer a sede de Acopiara.

No mesmo ano foi adotada uma premissa que guiou a alocação de 2013: Os açudes com volume inferior a 50% na data da alocação foram considerados com reserva insatisfatória e, portanto, foi recomendada vazão Q90+. Durante a elaboração dos parâmetros foram considerados a otimização do uso da água, o abastecimento humano de centros urbanos, a acumulação atual, a vazão aprovada em 2011 (ano com recarga normal dos açudes), a ordenação de prioridades das demandas (abastecimento humano e dessedentação animal) e considerado aporte zero até o fim do ano de 2013. Ainda mais, neste ano houve falta d'água nos municípios de Araripe, Assaré, Campos Sales, Potengi e Salitre.

Em 2014, o CSBHAIJ solicitou reuniões com o Comitê de Secas em Jucás, além de ter solicitado trabalhos ambientais nas escolas municipais para que ocorresse uma sensibilização sobre o uso racional de água. Ainda no mesmo ano, a adutora para atender os municípios de Jucás e Cariús foi aprovada, a partir do açude Muquém. Além disso, uma medida tomada pelo Governo Estadual foi distribuir kits de irrigação para os irrigantes.

A COGERH, então, buscou realizar trabalhos educativos com foco na racionalização do uso de água e, também, na fiscalização dos plantios de arroz irrigados na localidade de Vila Cajazeiras. A fiscalização se mostra, de fato, como um instrumento de gestão essencial para o enfrentamento da seca na região.

No ano de 2015, o açude Canoas liberou água somente mediante demanda da CAGECE para que os poços que abastecem a sede de Tarrafas fossem abastecidos. Neste ano, o açude Benguê não realizou liberação para que o abastecimento de Aiuaba não ficasse

comprometido. Além disso, as reuniões com o Comitê Integrado de Convivência com a Seca seguiam para tomar medidas para lidar com a situação. As perfurações de poços seguiam ocorrendo e sendo bastante demandadas na região. Ao todo, entre 2015 e 2020, segundo a SRH, foram perfurados 1023 poços, sendo 371 secos; além de 245 chafarizes instalados e sete dessalinizadores.

Em 2016 foi feita uma hierarquização, por parte do Governo do Estado, das sedes urbanas conforme o risco de crise hídrica de cada uma. A hierarquização ficou da seguinte forma:

- 1º Grupo: Quixelô;
- 2º Grupo: Campos Sales e Salitre;
- 3º Grupo: Altaneira, Araripe e Icó;
- 4º Grupo: Parambu, Potengi e Saboeiro.

Além destas sedes urbanas, também foram hierarquizados distritos: Antonico (Quixelô), São Pedro (Jucás), Calabaço (Acopiara), Baixio do Moço (Salitre), Santo Antônio (Acopiara) e Flamengo (Saboeiro).

Foram também definidas premissas gerais na alocação:

- Ações de garantia do abastecimento humano nas sedes e comunidades rurais; dos pequenos irrigantes, sem redução de oferta (exceto para quem utiliza o método de inundação) até 5ha na perenização do rio;
- Os usos instalados após a alocação de 2015 não poderiam utilizar água do rio e do eixão;
- Não serão permitidas áreas irrigadas por inundação e carcinicultura;
- Intensificação da fiscalização do uso de água.

Em 2017 foram perfurados cinco poços no trecho perenizado do açude Arneiroz II pela COGERH, como forma de compensação ao fechamento

da válvula do reservatório. Além disso, houve também a construção de barragens no Rio Jaguaribe. Ainda mais, somente no município de Tauá foram construídas 83 barragens subterrâneas e 45 poços profundos. No ano seguinte foi realizado o racionamento de água em Parambu e uma audiência pública na Câmara Municipal de Iguatu para tratar sobre a crise hídrica local.

No ano de 2020 foram adotadas premissas para garantir a eficiência da operação do segundo semestre de 2020. Foram elas:

- Não serão permitidas captações nos leitos fluviais para o enchimento de barreiros, tanques ou buracos;
- Não serão permitidas irrigações por métodos superficiais (inundação, sulcos, faixas), independente da cultura;
- O descumprimento das premissas estará sujeito à fiscalização de recursos hídricos.

Como dito pelos técnicos da Gerência de Iguatu, muitas premissas ainda são adotadas atualmente, mesmo com a amenização da situação de escassez hídrica, isto pois ainda há regiões, como a dos Inhamuns, e alguns reservatórios da região, como é o caso do Benguê, em situação delicada. Todavia, muitas das medidas que foram tomadas pelo Governo Estadual, pela COGERH e pela Gerência Regional, podem auxiliar na gestão dos recursos hídricos durante o período de melhor acúmulo hídrico.

10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS



Inspeção da barragem Canoas – Foto: Gerência Regional de Iguatu

A oferta de água está diretamente associada à segurança das infraestruturas hídricas que a viabilizam, dentre as quais se destacam as adutoras, canais e barragens. A manutenção dessas estruturas é fundamental na medida em que estão submetidas a riscos de naturezas diversas - hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos, eletromecânicos e operacionais, dentre outros - que demandam ações pautadas, sobretudo, na gestão de riscos.

Vários acidentes com barragens foram registrados no Brasil nas últimas décadas. O ano de 2015 foi marcado pelo maior acidente com barragem já registrado no país em termos de impactos socioeconômicos – o da barragem do Fundão em Mariana - MG. Não é um caso isolado. Somente em 2004 estima-se que mais de 300 barragens de diversos tamanhos e tipos tenham se rompido em todo o país; a maioria por incapacidade de suportar os eventos extremos ocorridos naquele ano (MENESCAL, 2004).

Nesse contexto, foi sancionada a Lei Federal nº 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Tal norma, atualizada pela Lei nº 14.066/2020, visa garantir a observância de padrões de segurança das barragens brasileiras e, conseqüentemente, reduzir os riscos de acidentes.

No âmbito da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH é classificada como ‘empreendedora’ de 89 barragens. Entre as monitoradas pela COGERH, as barragens expostas na Tabela 10.1 fazem parte da RHAJ e, por possuírem empreendedor estadual, estão contempladas pelo Relatório Anual de Segurança de Barragens (RASB, 2021).

O setor de Segurança de Barragens está inserido na Diretoria de Operações – DIOPE e conta com o apoio de dez Gerências Regionais. A Gerência de Segurança e Infraestrutura (GESIN) é composta pelo Núcleo de Segurança de Barragens e está sob sua responsabilidade a execução do Programa de Gestão de Segurança de Barragens, que apresenta três eixos: Monitoramento, Manutenção e Gestão de Riscos.

Tabela 10.1 - Barragens da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe contempladas no RASB 2021

Nome da barragem	Tipo de barragem
Arneiroz II	Terra
Benguê	Terra
Broco	Terra
Caldeirões	Alvenaria de Pedra
Canoas	Concreto
Do coronel	Terra
Faé	Terra
João Luís	Terra
Mamoeiro	Concreto
Muquém	Terra
Parambu	Terra
Pau Preto	Terra
Rivaldo de Carvalho	Concreto
Valério	Terra

Fonte: COGERH (2022)

O RASB apresenta as ações desenvolvidas pela GESIN e Gerências Regionais dentro do Programa de Gestão de Segurança de Barragens, e tem por objetivo divulgar informações técnicas sobre o estado de conservação das barragens sob responsabilidade da companhia, além de apresentar à sociedade um panorama da evolução da segurança destas estruturas. As informações constantes neste Capítulo são as contidas no RASB 2021 (COGERH, 2021).

10.1 A gestão da segurança de barragens pela Cogeh

O RASB 2021 apresenta a análise das Inspeções de Segurança Regulares (ISR) realizadas nas barragens, classificando-as quanto ao nível de perigo e prioridade de recuperação.

A priorização das ações de recuperação e reabilitação das estruturas é estabelecida por meio de uma metodologia que classifica, com base em uma ponderação estatística, os casos críticos para os quais serão estabelecidas metas para resolução dos problemas associados às principais anomalias.

Para tal, são realizadas Inspeções de Segurança Regular (ISR) em todas as barragens monitoradas pelo Estado, com aplicação de checklists classificando suas anomalias quanto à situação, magnitude e nível de perigo. A etapa seguinte é a alimentação do Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção – SIPOM, para a análise e validação destes dados pela GESIN.

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

As inspeções avaliam as condições físicas das barragens e têm como finalidade identificar a anomalia, localização, evolução, responsabilidade pela correção e sua gravidade para segurança da estrutura. Essas inspeções são realizadas em dois ciclos de visualização das estruturas, sendo o primeiro nos meses de dezembro e janeiro e a segundo em junho e julho, correspondente aos períodos antes e depois da quadra chuvosa.

No ano de 2021 foram realizadas 276 inspeções regulares no estado do Ceará. O segundo ciclo de inspeções realizado nas 89 barragens estaduais identificou 1885 anomalias, que associam a Situação Atual (ST), em relação ao item inspecionado, a Magnitude (MG), que atribui a responsabilidade pela correção da anomalia e o Nível de Perigo (NP), que quantifica o nível de perigo causado pela anomalia. Assim, 1156 tiveram magnitude Grande, 286 Média, 228 Pequena e 215 Insignificante.

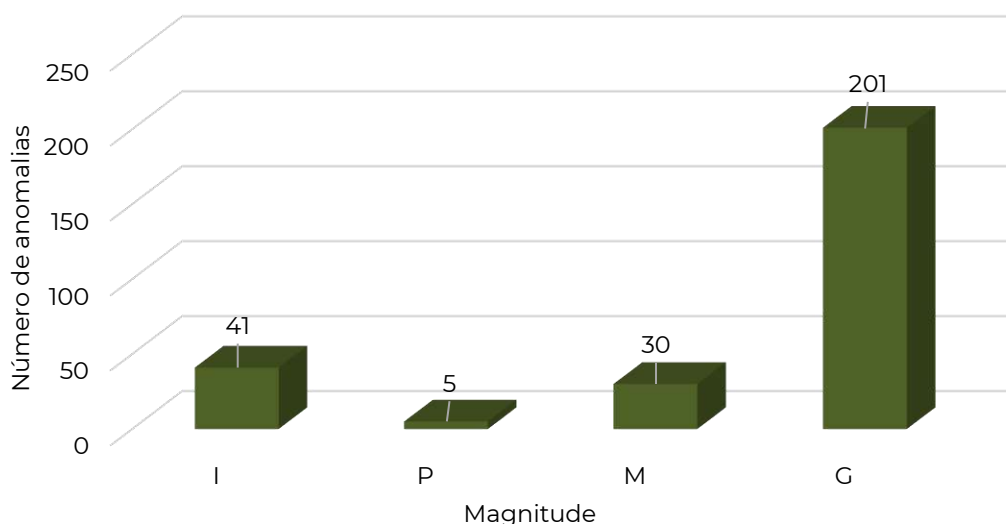
Na RHAJ foram identificadas 277 anomalias das quais 201 foram classificadas com magnitude Grande e 30 com magnitude Média (Figura 10.1).

O cálculo do Nível de Perigo da Barragem (NPB) consiste na estimativa da vulnerabilidade estrutural e operacional. Tal valor é obtido pela

quantidade de anomalias com NP (nível de Perigo) 0 a 4, multiplicado pelo seu peso (Tabela 10.2), conforme Equação 1:

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

Figura 10.1 – Classificação da magnitude das anomalias identificadas na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe



Fonte: COGERH (2022)

Tabela 10.2 - Pesos dos Níveis de Perigo

Nível de Perigo	Peso
NP0 (Nenhum)	0
NP1 (Atenção)	1
NP2 (Alerta)	4
NP3 (Emergência)	9

Fonte: Fontenelle, 2007.

As barragens com NPB maior ou igual a 9 apresentam prioridade de intervenção máxima; as barragens com NPB entre 4 e 8 apresentam prioridade média de intervenção; as barragens com NPB menor ou igual a 3 considera-se com prioridade de intervenção mínima e, por fim, as barragens com NPB igual a 0 não necessitam de intervenção.

Apresenta-se na Tabela 10.3 a lista das barragens estaduais inseridas na RHAJ inspecionadas pela COGERH contemplada no RASB, de acordo

com a ordem de priorização. O critério adotado foi o NPB em função do risco potencial relativo à segurança estrutural e operacional.

No estado do Ceará, 48 barragens foram classificadas com prioridade mínima, 23 barragens com prioridade média e 18 barragens com prioridade máxima. A RHAJ apresentou 03 barragens com prioridade de recuperação máxima, são elas: Caldeirões, Pau Preto e Rivaldo de Carvalho (Tabela 10.3)

Tabela 10.3 - Classificação de prioridade de intervenção das barragens vistoriadas

Barragem	Última Vistoria	NP 1	NP 2	NP 3	Prioridade de recuperação	
Caldeirões	28/06/2021	18	0	0	18	Máxima
Pau Preto	16/06/2021	10	1	0	14	Máxima
Rivaldo de Carvalho	09/06/2021	7	1	0	11	Máxima
Do coronel	28/06/2021	8	0	0	8	Média
Canoas	21/06/2021	7	0	0	7	Média
Faé	13/07/2021	6	0	0	6	Média
Mamoeiro	14/06/2021	6	0	0	6	Média
Muquém	19/07/2021	4	0	0	4	Média
Valério	22/06/2021	4	0	0	4	Média
Arneiroz II	27/07/2021	2	0	0	2	Mínima
Broco	05/07/2021	2	0	0	2	Mínima
Benguê	07/07/2021	1	0	0	1	Mínima
João Luís	16/06/2021	1	0	0	1	Mínima
Parambu	07/06/2021	1	0	0	1	Mínima

Fonte: COGERH (2022)

Os tipos de anomalias se diferenciam conforme a barragem inspecionada, mas podemos destacar:

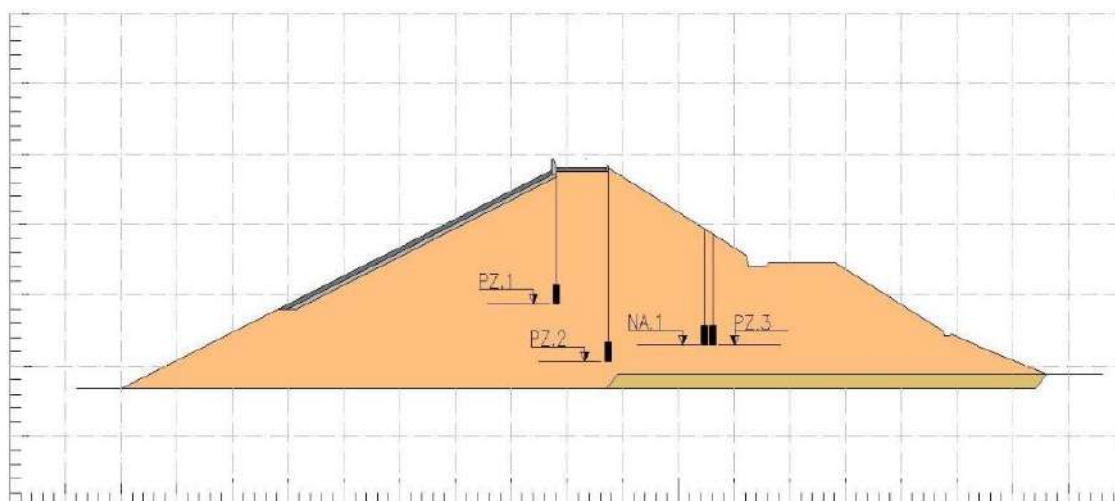
- árvores e arbustos no talude de montante;
- falha na proteção vegetal no talude de jusante;
- árvores e arbustos no talude de jusante;
- canaletas quebradas ou obstruídas no talude de jusante;
- sinais de fuga d'água ou áreas úmidas no talude de jusante;
- sinais de percolação ou áreas úmidas no Paramento de Jusante;
- rachaduras ou trincas no concreto;
- deterioração da superfície do concreto;
- sinais de percolação ou áreas úmidas;

- deterioração da superfície do concreto dos muros na estrutura vertente;
- fuga d'água na Região à jusante da barragem (faixa de 10m);
- falta ou deficiência de documentação sobre a barragem
- falta de responsável local pela manutenção e operação;
- falta ou deficiência nas placas de aviso;
- deterioração da superfície, ferragem exposta e rachaduras no muro ala soleira;
- construções irregulares no reservatório;
- desmatamento da área de proteção do reservatório;
- falta de material para manutenção;
- precariedade de acesso de veículos;
- falta ou deficiência nas placas de aviso.

10.2 Instrumentação

A instrumentação é um mecanismo de medição de parâmetros de modo contínuo que se insere junto à realização de inspeções visuais no procedimento de monitoramento de segurança de uma barragem, ação designada sob responsabilidade do empreendedor. Assim, com o objetivo de identificar previamente possíveis situações de risco nas estruturas e viabilizar as providências necessárias para a operação normal da barragem, a GESIN faz o monitoramento da instrumentação operante (Figura 10.2).

Na RHAJ tem-se quatro barragens instrumentadas, são elas: Arneiroz II, Canoas, Faé e Mamoeiro. A auscultação por instrumentação geotécnica dessas barragens incluiu piezômetros (PZ) de tubo aberto – Standpipe e medidores de Vazão (MV), conforme observado na Tabela 10.4. A periodicidade mínima para leituras de Piezômetros é quinzenal, já os MV's devem ser verificados quinzenalmente quando secos e se ocorrer detecção de vazão as medições devem ser semanais.

Figura 10.2 – Modelo de seção instrumentada

Fonte: COGERH (2022)

Tabela 10.4 – Número de piezômetros por barragem

Barragem	Município	Tipo	Instrumentos
Arneiroz II	Arneiroz	Terra	9 PZ
Canoas	Assaré	Concreto	3 MV
Faé	Quixelô	Terra	9 PZ
Mamoeiro	Antonina do Norte	Concreto	2 MV

Fonte: COGERH (2022)

A barragem Arneiroz II possui, ao longo e sua estrutura, 9 piezômetros do tipo Casagrande distribuídos em 3 seções. A instrumentação do açude Canoas é constituída por 3 medidores de vazão triangulares. A barragem Faé possui, ao longo do seu barramento, 9 piezômetros distribuídos em 5 seções. Enquanto que, o açude mamoeiro possui, ao longo de sua estrutura, dois medidores de vazão triangulares (COGERH, 2021).

Para que seja possível a análise, as Gerências Regionais da COGERH, responsáveis por cada barragem instrumentada, enviam os registros das leituras feitas ao longo do mês, possibilitando a elaboração dos gráficos e o cálculo do indicador de efetividade média de leitura. Este indicador representa o percentual de leituras que foram registradas por cada instrumento em relação ao total registrado durante o período de operação; percentuais abaixo de 90% são considerados anormais.

A Figura 10.3 expõe o percentual de efetividade média das quatro barragens instrumentadas da RHAJ para os anos de 2019, 2020 e 2021. No ano de 2018, as quatro barragens apresentaram percentual igual a zero. Na barragem de Arneiroz II, o percentual permaneceu constante em 2020 e 2021. Já nas barragens Canoas, Faé e Mamoeiro observou-se uma redução desse percentual de 2020 para 2021.

Figura 10.3 – Percentual de efetividade média de leitura



Fonte: COGERH (2022)

10.3 Plano de Segurança de Barragens

A Lei nº 12.334/2010 estabelece, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e em seu Artigo 17, inciso VII, atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade por desenvolver e implementar o PSB, de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias.

O plano deve conter dados técnicos da barragem, dados de construção, operação e manutenção, e panorama do estado atual da

segurança por meio das inspeções realizadas. Com isso, ele é dividido em 6 volumes, são eles:

Volume I - Informações Gerais da Barragem;

Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento;

Volume III - Planos e Procedimentos;

Volume IV - Registros e Controles.

Volume V - Revisão Periódica de Segurança da Barragem

Volume VI - Plano de Ação de Emergência

A GESIN iniciou um processo interno com objetivo de desenvolver os quatro primeiros volumes que compõe o PSB, para os empreendimentos sob sua responsabilidade. Enquanto que, os volumes V e VI serão elaborados por meio de contratação de consultoria especializada.

A Tabela 10.5 expõe as barragens da RHAJ que já possuem algum volume do PSB. Destaca-se as barragens Arneiroz II, Benguê, Canoas, Muquém e Parambu por já possuírem os volumes I, II, III e IV desse plano.

Tabela 10.5 - Lista das barragens e seus volumes do PSB produzidos

Barragem	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Volume 4	Volume 5	Volume 6
Arneiroz II	SIM	SIM	SIM	SIM		
Benguê	SIM	SIM	SIM	SIM		
Canoas	SIM	SIM	SIM	SIM		
Do Coronel	SIM					
Faé	SIM	SIM	SIM			
Mamoeiro	SIM	SIM	SIM	SIM		
Muquém	SIM	SIM	SIM	SIM		
Parambu	SIM	SIM	SIM	SIM		
Valério	SIM					

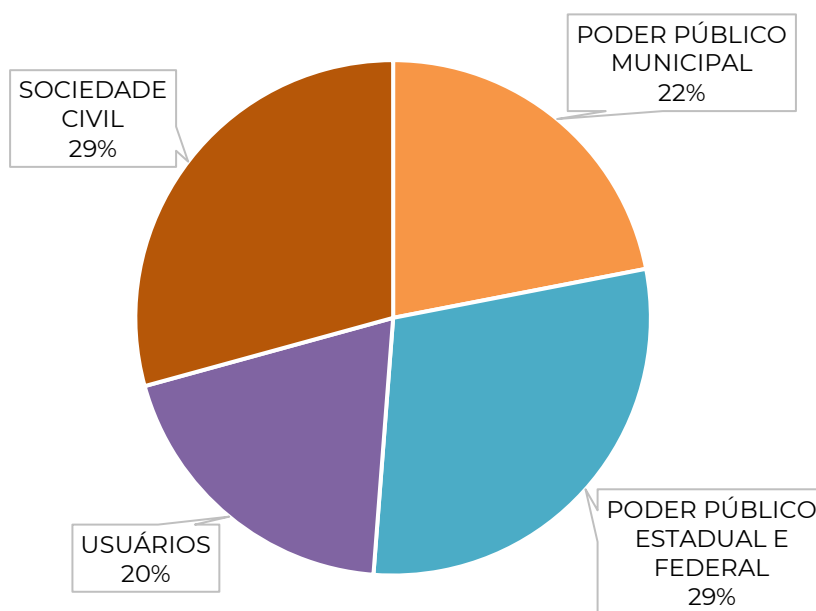
Fonte: COGERH (2022)

11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS

A participação social é um dos pilares da nova política de águas, que tem no plano de recursos hídricos um de seus principais instrumentos. Dessa forma, para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe, foi realizada uma pesquisa quali-quantitativa, no período de 28/09/2021 a 31/10/2021, para conhecer o perfil dos membros do CSBH do Alto Jaguaribe - como seu tempo de participação no comitê, o tempo de participação de sua instituição, motivações para a participação - e suas percepções sobre os problemas hidro ambientais, conflitos existentes e potenciais, bem como aspectos institucionais de gestão na sub-bacia.

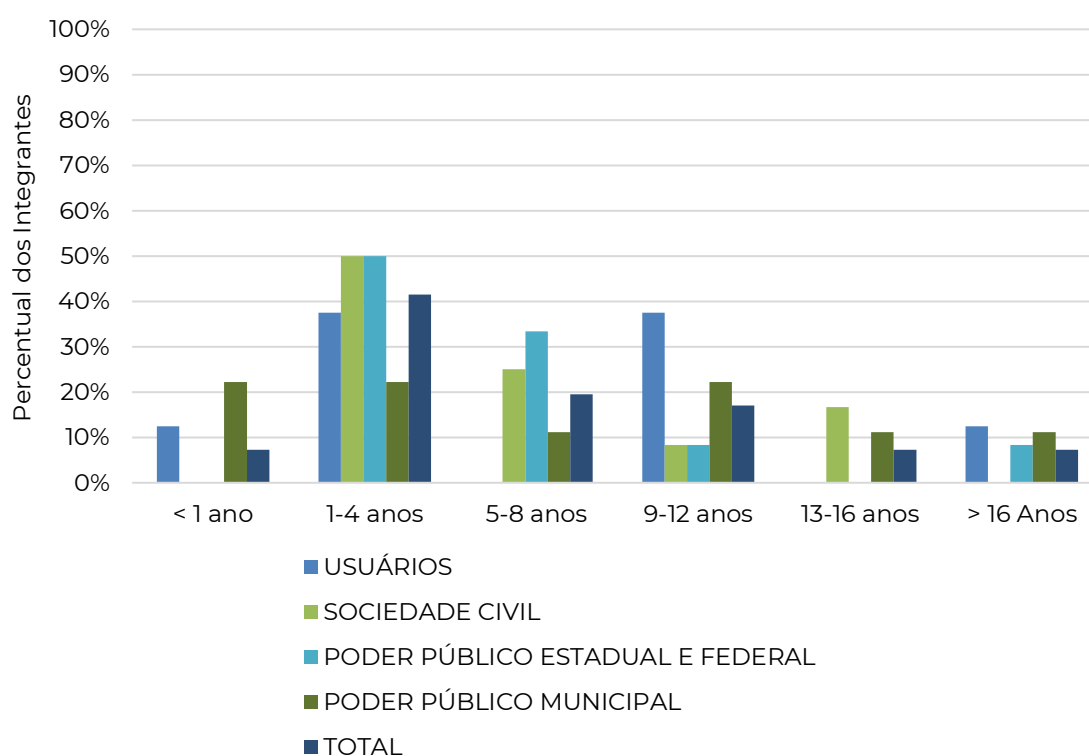
A pesquisa foi encaminhada para os 50 membros do CSBHAJ. Destes, 8 são usuários, 12 fazem parte da sociedade civil, 12 fazem parte do Poder Público estadual ou federal e 9 fazem parte do Poder Público municipal, como mostra a Figura 11.1. Responderam ao referido instrumento 41 representantes, sendo 33 homens e 8 mulheres.

Figura 11.1 - Porcentagem dos segmentos que participaram dos questionários



Dos membros do CSBHAIJ que responderam os questionários, 22% fazem parte do Poder Público estadual ou federal; 50% desses possuem uma caminhada de até 4 anos como representantes, sendo que 33% afirmaram exercer essa representação há um período de 5 a 8 anos, enquanto que 8% assumem esse papel há 9 a 12 anos e outros 8% assumem esse papel há mais de 16 anos. Observa-se ainda que nenhum representante afirmou ter assumido este papel há menos de 1 ano ou entre 13 e 16 anos (Figura 11.2). Importante ressaltar que o CSBHAIJ foi instalado em 2002, o que contabiliza 20 anos de trajetória.

Figura 11.2 - Tempo de participação do representante no CSBHAIJ



Na Figura 11.2 pode-se observar que o segmento de usuários corresponde a 20% do CSBHAIJ que respondeu ao questionário e possui 38% de seus respondentes no segmento de 1 a 4 anos, enquanto outros 38% estão no segmento de 9 a 12 anos. Além desses, 13% dos usuários afirmaram compor o comitê há menos de um ano e outros 13% há mais de 16. Nenhum membro deste setor afirmou estar no CSBHAIJ entre 5 e 8 anos ou entre 13 e 16 anos.

Na categoria Poder Público municipal, 22% disseram estar no comitê há menos de um ano e a mesma porcentagem para um período de 1 a 4 anos e de 9 a 12 anos. Enquanto isso, o restante dos membros pertencentes à sociedade civil afirmou estar no colegiado em uma mesma proporção: 11% há 5 a 8 anos, 11% há 13 a 16 anos e 11% com mais de 16 anos.

Representantes da sociedade civil não aparecem nas escalas de tempo inferior a 1 ano e superior a 16 anos. A maior parte dos representantes (50%) desse segmento fazem parte do comitê entre 1 a 4 anos. Outros 25% afirmaram compor o comitê entre 5 a 8 anos, 8% estão entre 9 e 12 anos e 17% informaram fazer parte do CSBH há um período de 9 a 12 anos.

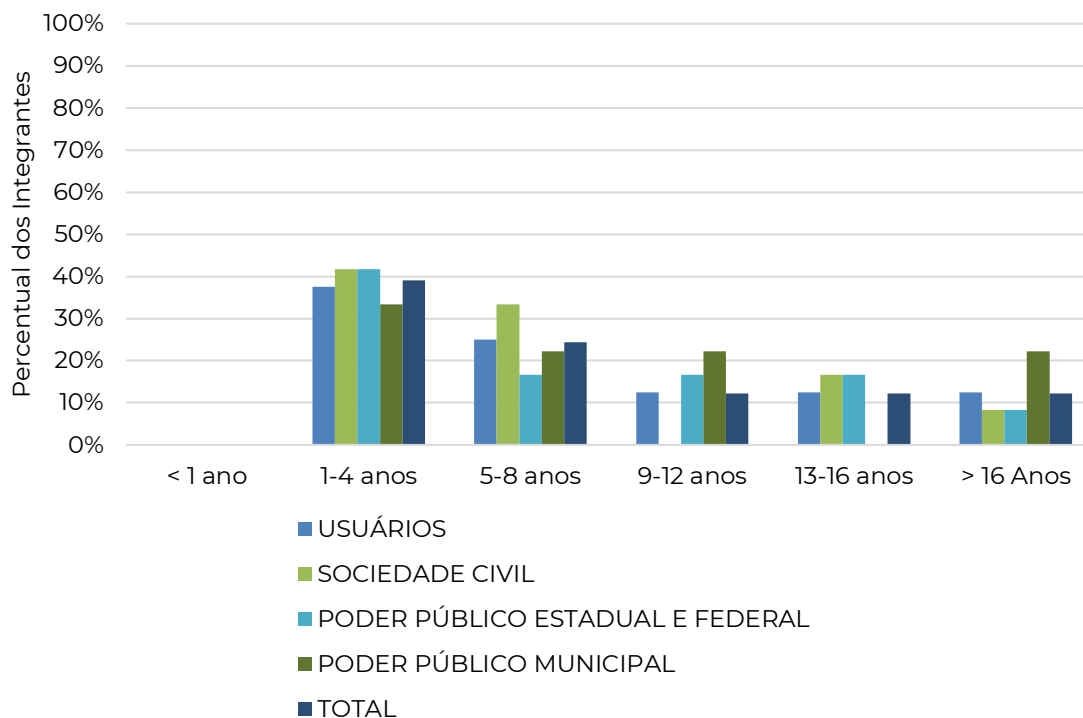
O segmento Poder Público estadual e federal informou ter trajetória distribuída nas 4 escalas temporais: 1 a 4 anos, 5 a 8 anos, 9 a 12 anos e acima de 16 anos. Tendo maior representatividade entre 1 a 4 anos (50%) e nenhum percentual na escala inferior a um ano ou na escala entre 13 e 16 anos. Dos representantes do setor público estadual e federal, 33% declararam estar no CSBH entre 5 e 8 anos, 8% entre 9 e 12 anos e 8% há mais de 16 anos.

Os respondentes da pesquisa também apontaram o tempo que a instituição que representam faz parte do CSBH (Figura 11.3). As escalas temporais que agregam mais entidades correspondem aos períodos de 1 a 4 anos e 5 a 8 anos.

Dos integrantes do Poder Público municipal, 42% representam entidades que participam do Comitê de Sub-Bacia entre 1 a 4 anos. As entidades pertencentes ao setor sociedade civil têm, majoritariamente (42%), de 1 a 4 anos de participação. Os usuários possuem mais entidades com tempo de participação de 1 a 4 anos (39%) e o mesmo número de entidades com tempo de participação na escala temporal de 9 a 12 anos, de 13 a 16 anos e maior que 16 anos (13%). Dentre os integrantes do Poder Público estadual e federal, a maioria (42%) também representa

entidades que participam do CSBH entre 1 a 4 anos. Não houveram entidades com tempo de participação no comitê inferior a um ano.

Figura 11.3 - Tempo de participação da instituição no CSBH AJ



Ainda com relação ao tempo que a instituição integra o CSBH AJ (Figura 11.3), a escala temporal com maior percentual de entidades é a de 1 a 4 anos. Destaca-se a presença da Sociedade Civil e Poder Público estadual e federal (42% dos representantes de ambos), seguida pelos usuários (36% de seus representantes) e 33% dos representantes do Poder Público municipal.

No período de 5 a 8 anos o destaque fica para o setor de sociedade civil, com 33% das instituições, e de usuários com 25%. Para o período de 9 a 12 anos, destaca-se, por sua vez, o setor de Poder Público municipal, com 22% das entidades participando por este tempo. A escala de 13 a 16 anos contém 17% das entidades do Poder Público estadual e federal e 17% das entidades da sociedade civil. Na última escala temporal, acima de 16 anos, destaca-se o percentual de 22% das instituições representantes do Poder Público municipal.

Em relação à motivação da participação da instituição/órgão no Comitê, surgiram as seguintes respostas:

- Devido a utilização de água no açude para o abastecimento humano;
- Por reconhecer a importância do comitê;
- Pelo convite e pela participação na construção do açude;
- Pelo açude fazer parte da comunidade;
- Contribuir com a melhoria na gestão dos recursos hídricos;
- Pela importância, dada pelo estatuto dos idosos de Santa Edwiges, às ações de replantio da mata ciliar, limpeza de ribeiras, conscientização ambiental e contracultura do lixo;
- Por compromisso e zelo com o meio ambiente, com os reservatórios de águas, rios, agricultores e produtores;
- Pelo papel institucional na construção dos reservatórios;
- Pelo interesse de estar presente nas importantes decisões do comitê;
- Pela necessidade dos agricultores irrigantes, que precisam da água para garantir a renda;
- Para proteção da comunidade;
- Devido à baixa disponibilidade de água já sentida nas lagoas de Iguatu, do Gonçalo, do Baú e do Saco;
- Para contribuir com os debates e garantir a distribuição e uso corretos da água;
- Por reconhecer a relação entre a saúde da população e os recursos hídricos;
- Por responsabilidade com a comunidade;
- Para defender os anseios dos trabalhadores e usuários da bacia;
- Para participar na tomada de decisões sobre o uso das águas;
- Para participar do aprimoramento da gestão ambiental, e no âmbito dos recursos hídricos, otimizar seus múltiplos usos;

- Pela importância do colegiado na prestação de um bom serviço à população;
- Devido às crises hídricas;
- Pelo convite de um dos membros;
- Por ser membro nato, pela responsabilidade, pela parte normativa e para toda gestão de recursos hídricos no Ceará;
- Pelas demandas da comunidade;
- Para participar das tomadas de decisão e contribuir com informações que ajudam as comunidades;
- Para contribuir com a gestão dos recursos hídricos e defender algum interesse do SAAE;
- Por preocupação com os recursos hídricos da região;
- Pelo interesse no destino da água na bacia hidrográfica;
- Para representar as comunidades que são beneficiadas pela água da Barragem Mamoeiro;
- Pela confiança no trabalho;
- Pela necessidade de representação, junto ao comitê, de municípios pertencentes à nascente do Rio Jaguaribe;
- Para colaborar com o setor hídrico e o uso racional da água no nosso estado.

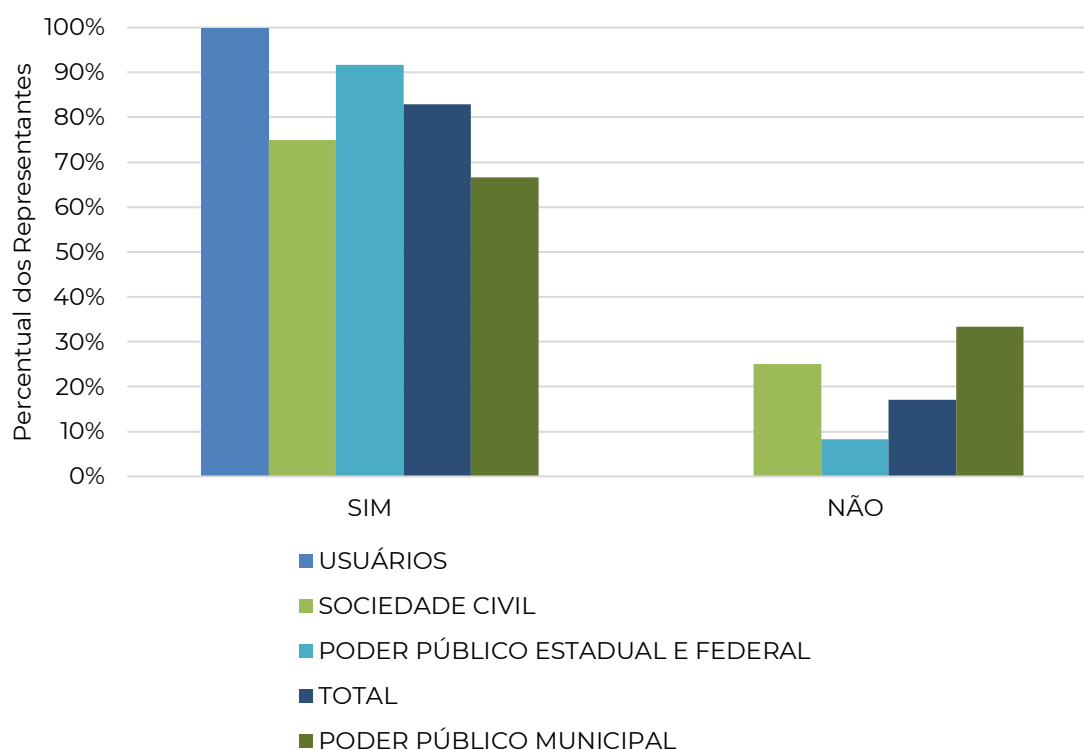
Ao analisar as respostas dos membros pode-se perceber que o interesse em participar da gestão, contribuindo para esta, é um dos aspectos que mais mobilizam a participação. Assim, em 20 das 41 respostas foi enfatizada a motivação pela participação na gestão e nas decisões, pela garantia de acesso para o abastecimento humano e pela representação de diferentes interesses. Também foram significativas as respostas que demonstraram interesse na participação através da busca por informações e conhecimento.

Indagados sobre o conhecimento quanto à existência do plano de recursos hídricos na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe (Figura 11.4),

17% do total de respondentes disseram não saber da existência deste tipo de documento, ao passo que 83% afirmaram que sabiam da sua existência. Destes 83%, a categoria referente aos usuários se destaca com 100% das respostas, enquanto o setor Poder Público estadual e federal chega a 92%, sociedade civil 75% e Poder Público municipal 67%. Dentre os que responderam não saber que a região possui um plano, destaca-se o Poder Público municipal com 33%, seguido pelos representantes da sociedade civil (25%) e, por fim, pelo Poder Público estadual e federal, com apenas 8%.

Importante destacar que o Plano da Bacia do Jaguaribe, que atendeu todas as sub-bacias do Rio, é 1997.

Figura 11.4 - Conhecimento quanto à existência do Plano de Bacia na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe



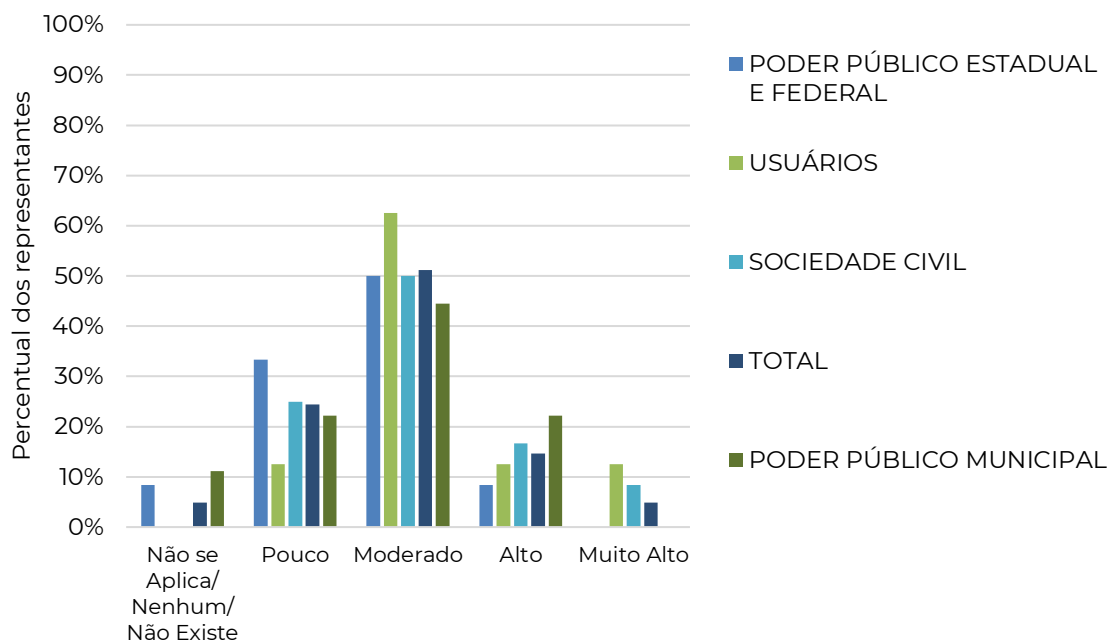
A respeito do aprofundamento em conhecimento sobre o Plano de Bacia existente (Figura 11.5), as respostas foram, majoritariamente, avaliadas como de conhecimento “moderado” entre todos os respondentes (51% do total). A segunda resposta com maior percentual

total foi de “pouco” conhecimento (24% do total) e a terceira de “alto” conhecimento (15% do total). O percentual total para a categoria “muito alto” e “não existe” foi o mesmo, de 5%.

Nenhum representante do Poder Público estadual e federal considerou possuir um conhecimento muito alto acerca do Plano de Bacia Hidrográfica. A maioria desses afirmou possuir conhecimento moderado sobre o plano (50%), seguidos de 33% que consideraram possuir pouco conhecimento, o mesmo percentual (33%) entre os que consideraram possuir alto conhecimento sobre o plano e, por fim, 8% para baixo conhecimento sobre o plano. Já o Poder Público municipal apresentou o percentual de 44% para o nível de moderado conhecimento; o mesmo percentual para pouco e alto conhecimento (ambos 22%) e 11% para a categoria “não se aplica/nenhum/não existe”. Nenhum representante dos poderes públicos municipal, estadual e federal considerou ter um conhecimento muito alto do plano de bacia.

O setor de usuários considerou, em sua maioria, possuir conhecimento moderado (63%). Os demais representantes desse setor afirmaram possuir pouco, alto e muito conhecimento do plano de bacia na mesma proporção (13%). Nenhum representante dos usuários considerou possuir nenhum conhecimento.

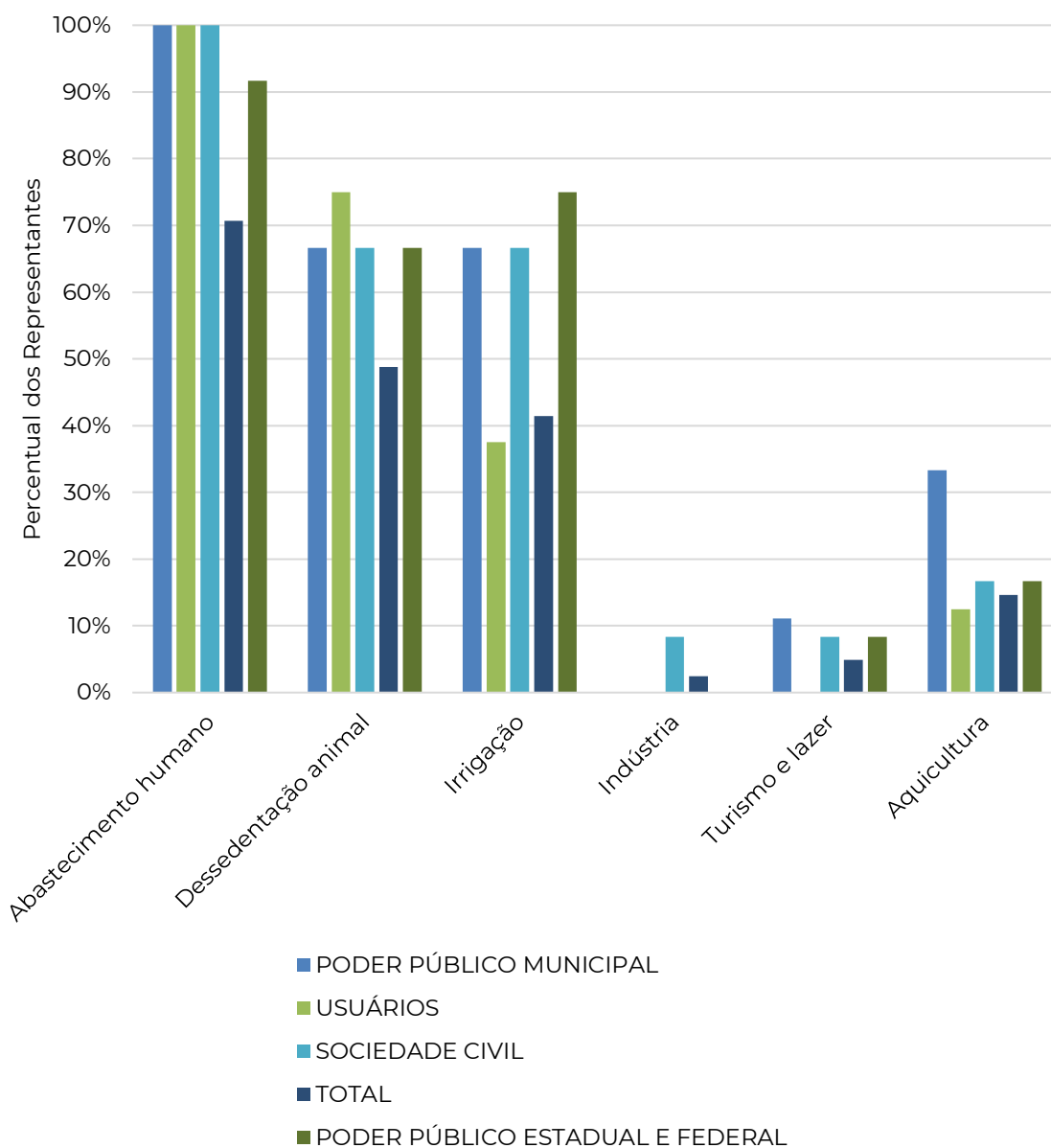
Para o setor da sociedade civil, 50% considerou possuir conhecimento moderado, 25% pouco conhecimento, 17% conhecimento alto e 8% conhecimento muito alto. Não houveram representantes da sociedade civil que afirmaram possuir conhecimento nenhum.

Figura 11.5 - Porcentagem do aprofundamento de conhecimento dos membros do CSBHAIJ em relação ao plano de bacia

No processo de elaboração de um Plano de Recursos Hídricos, o reconhecimento dos usos múltiplos e de suas necessidades é fundamental para que o planejamento seja aderente à realidade. Nesta sondagem identificamos os usos que comportam uma multiplicidade de tipos de usuários, sem identificar e qualificar os usuários (pessoa física ou jurídica). Essa informação possibilita saber quais as principais atividades – seja para uso doméstico ou produtivo – que caracterizam a região e pode construir um perfil que a diferencie de outros territórios.

Os respondentes da pesquisa identificaram como principais usos (Figura 11.6) da RHAJ: a) abastecimento humano (71%); b) dessedentação animal (49%); c) irrigação (41%); d) indústria (2%); e) uso para lazer e turismo (5%), e f) uso econômico para aquicultura (15%).

Figura 11.6 - Principais usos na Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe



Logo, os principais usos ficam por conta dos setores de abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação. Ambos os usos aparecem, na percepção dos poderes públicos, sociedade civil e usuários, com percentuais superiores a 50%. Já a categoria de uso para turismo e lazer foi apontada por 11% dos respondentes do setor Poder Público municipal, 8% da sociedade civil, 8% do Poder Público estadual e federal e não foi destacado pelos usuários (0%). A aquicultura foi apontada por 33% do Poder Público municipal, 29% dos usuários, 17% da sociedade civil, 17% do Poder Público estadual e federal e 13% dos usuários.

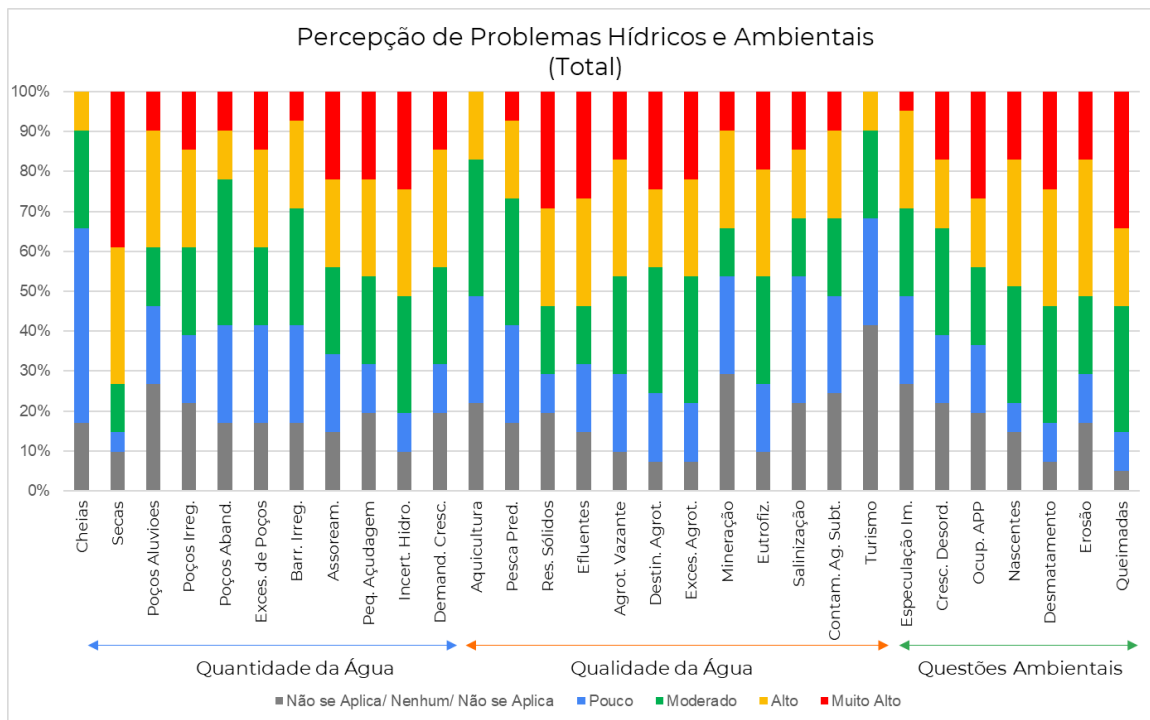
A percepção dos problemas hídricos e ambientais também foi analisada por segmentos (Figura 11.7b, 11.7c, 11.7d e 11.7e). Para os sociedade civil (11.7b), destaca-se a seca, a pequena açudagem e a incerteza hidrológica com problemas percebidos como de incidência muito alta. Em relação à qualidade da água, os resíduos sólidos, os efluentes de esgotos, a destinação inadequada das embalagens, o excesso de agrotóxicos e o uso de agrotóxicos na vazante aparecem com alta e muito alta ocorrência. Já a aquicultura e turismo são problemas com pouca relevância na localidade para a qualidade da água.

Para esse mesmo público, o desmatamento e as queimadas são problemas ambientais que se manifestam com ocorrência muito alta. Percepção que se assemelha às dos demais respondentes da pesquisa.

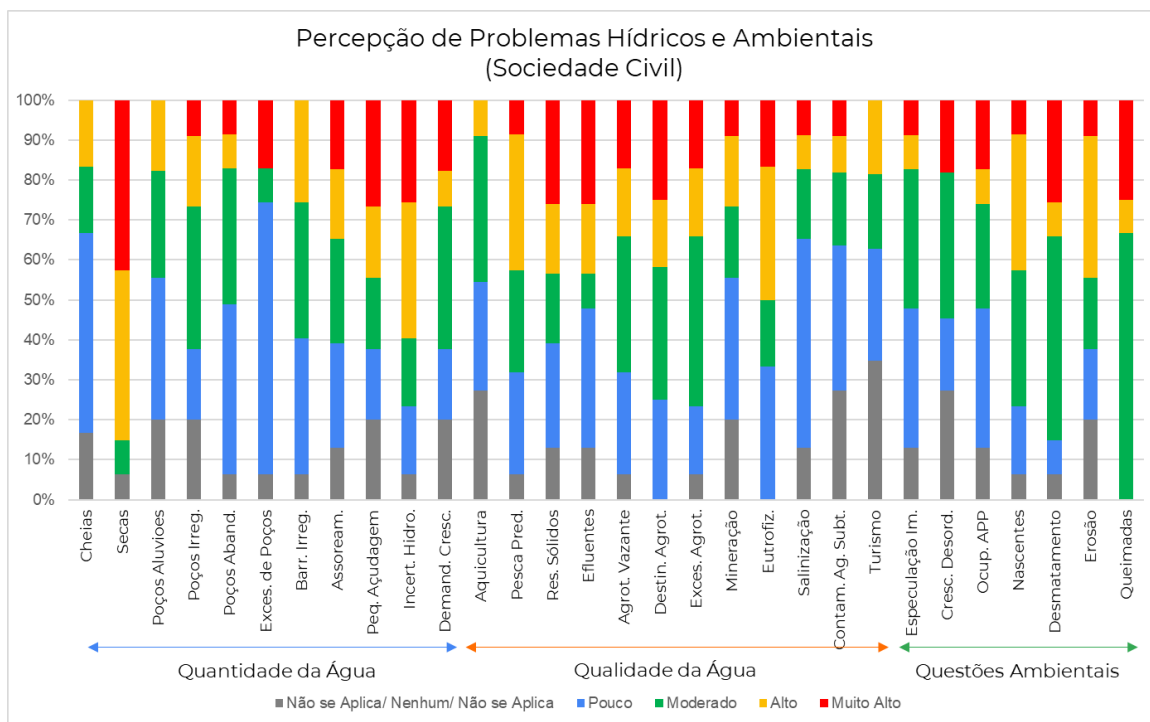
Para o setor de usuários (11.7c), as secas, os poços irregulares, os poços abandonados e a incerteza hidrológica são percebidas como problemas hídricos associados à qualidade da água com ocorrência muito alta. Os poços aluviões, o excesso de poços e a pequena açudagem figuram como problemas de alta incidência na percepção desse grupo. Já as cheias configuram-se como problemas com pouca ocorrência.

Em relação aos problemas relativos à qualidade da água, o despejo de resíduos sólidos, o uso de agrotóxicos na vazante e o excesso de agrotóxicos foram revelados com percepção muito alta para esse mesmo setor de representantes dos usuários. Enquanto isso, na percepção deste último, a aquicultura, a pesca predatória, a mineração, a contaminação da água subterrânea e o turismo apresentaram pouca ou nenhuma incidência para a redução da qualidade da água.

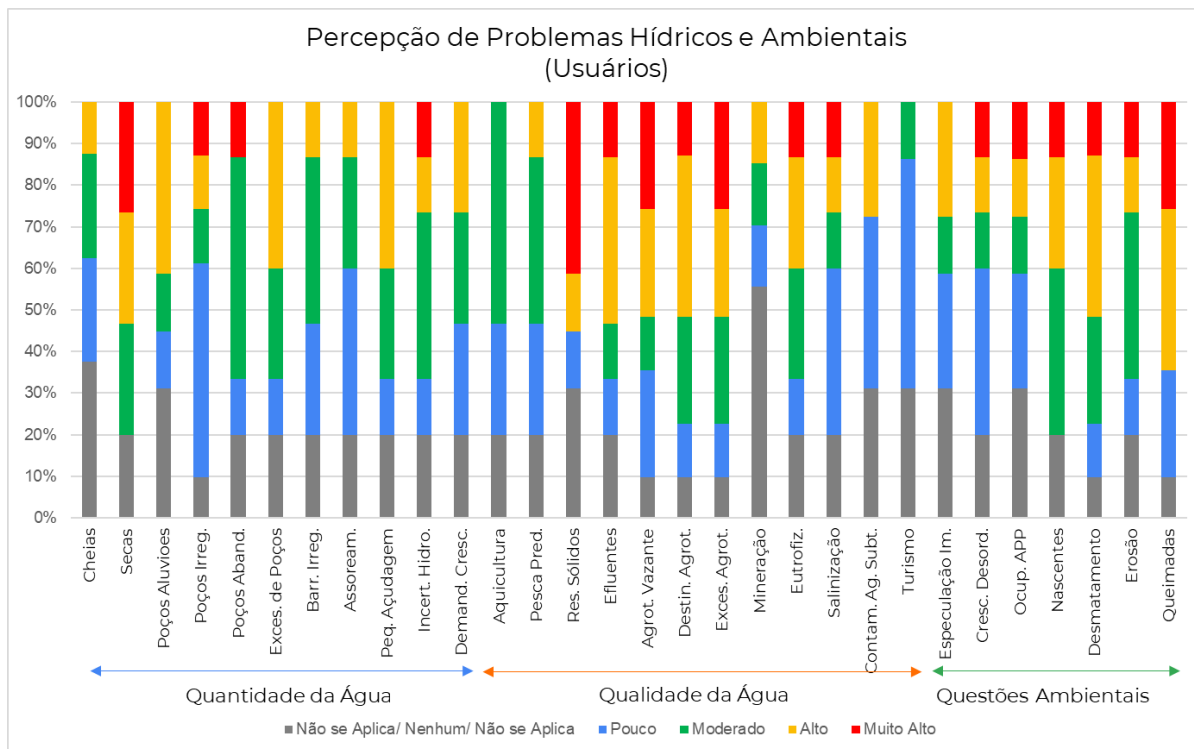
Figura 11.7 - Percepção de ocorrência de problemas hídricos e ambientais pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público estadual e federal; (e) Poder Público municipal



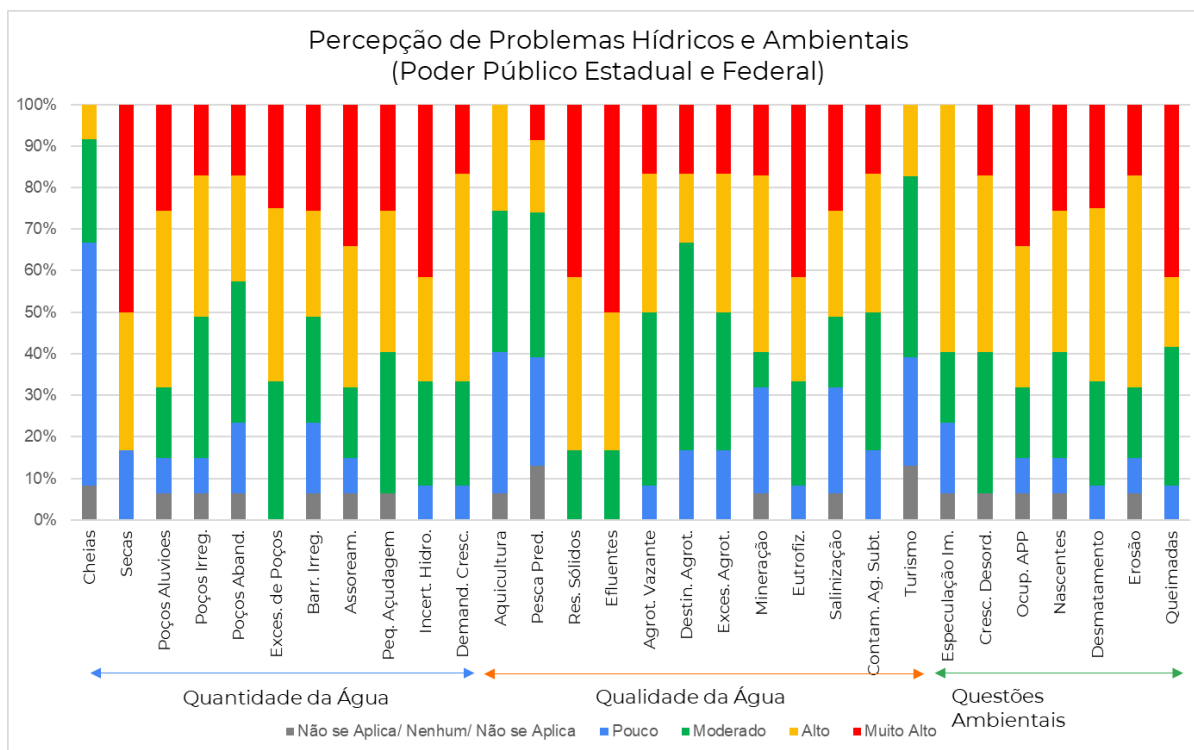
(a)



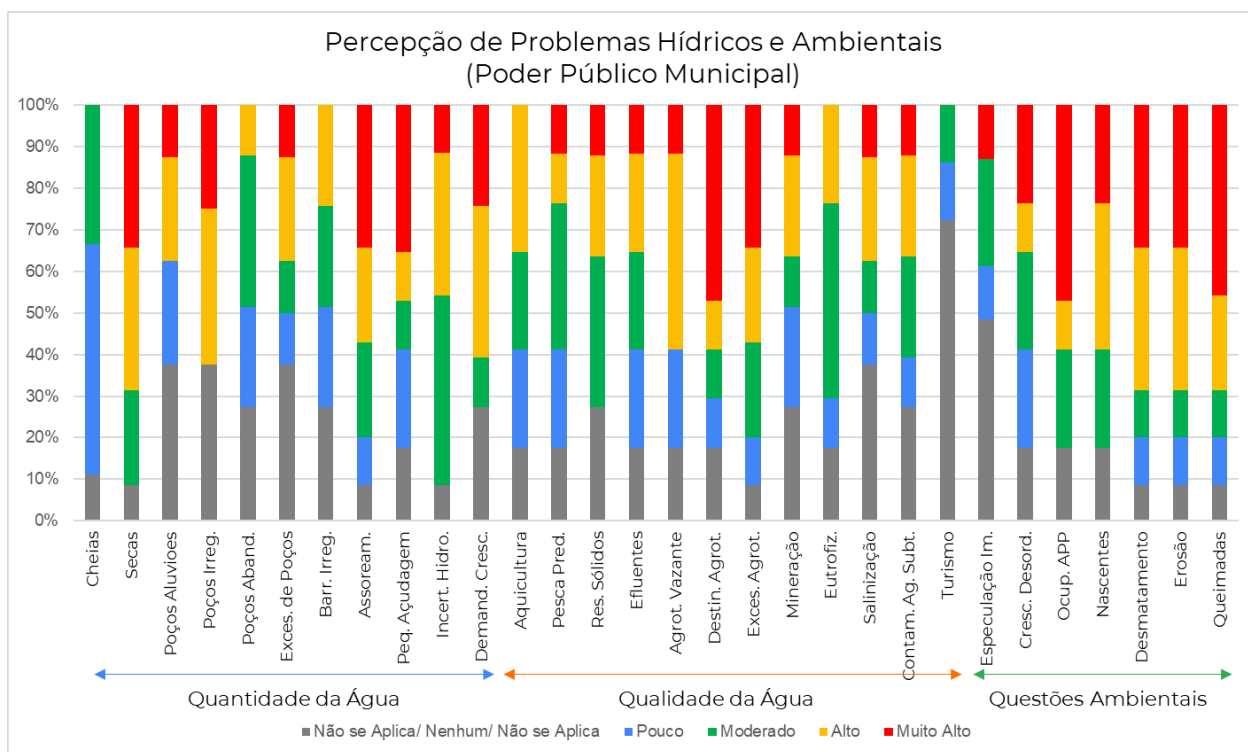
(b)



(c)



(d)



(e)

Destacaram-se entre os problemas classificados como muito altos, na percepção do Poder Público estadual e federal (Figura 11.7d), aqueles relacionados a secas, incerteza hidrológica, descarte inadequado de resíduos sólidos, descarga de efluentes, eutrofização, ocupação de APPs e queimadas. Em relação à quantidade de água, apenas as cheias não figuram entre os problemas com incidência muito alta.

Os sujeitos da pesquisa afirmaram que a pesca predatória, a destinação inadequada de resíduos sólidos, o descarte de efluentes e agrotóxicos na vazante, a destinação de agrotóxicos, o excesso de agrotóxicos, a mineração, a eutrofização, a salinização e a contaminação de água subterrânea são os problemas relacionados à qualidade da água na Região Hidrográfica com ocorrência muito alta.

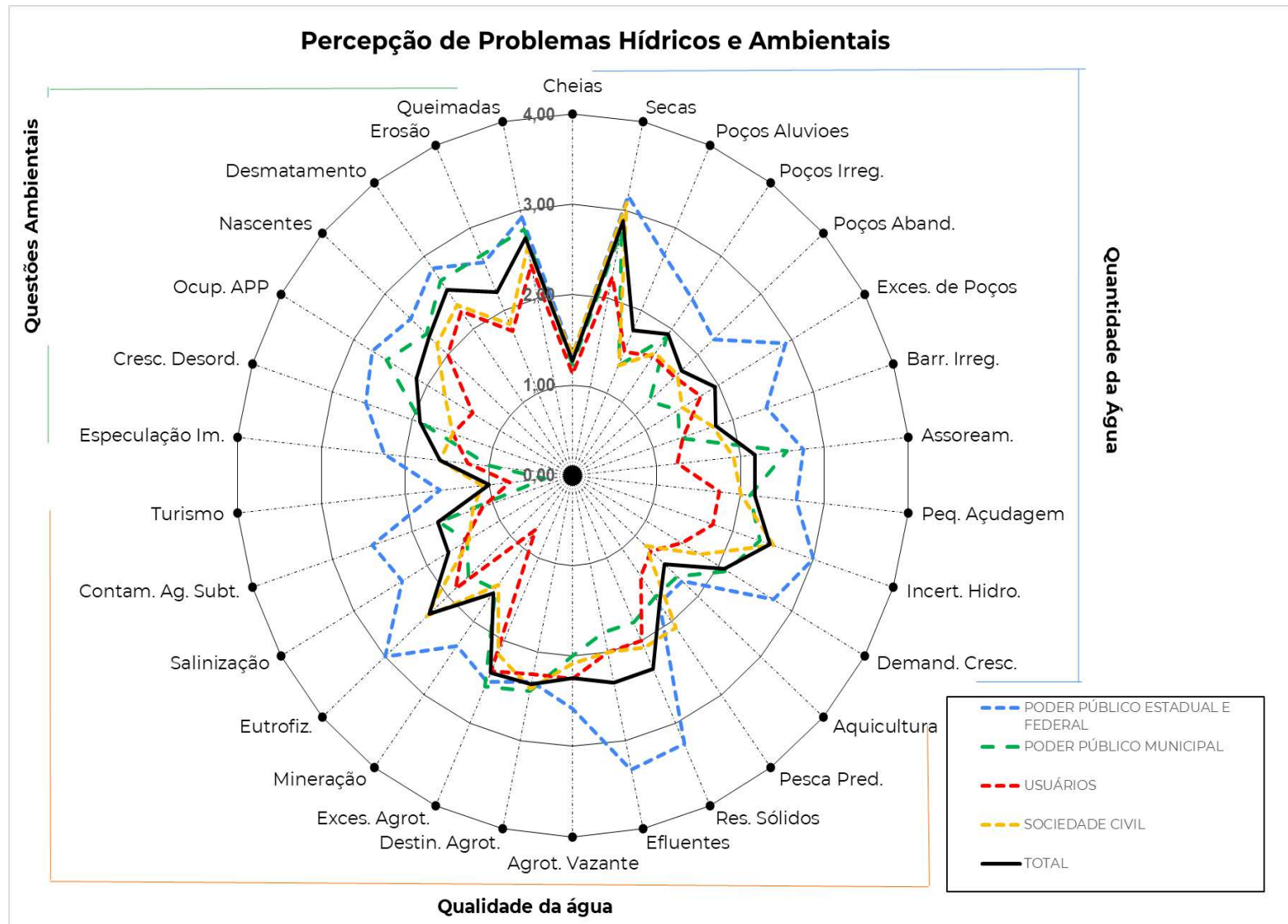
No quesito ambiental, destacam-se, para os representantes do Poder Público estadual, federal e municipal, as queimadas e a ocupação de áreas de preservação permanente.

Quando se observa os problemas percebidos pelo Poder Público municipal (Figura 11.7e), as secas, o assoreamento e a pequena açudagem encontram-se entre os problemas relacionados à quantidade de água com maior incidência. Em relação à qualidade da água, o Poder Público municipal aponta a destinação de embalagens de agrotóxicos e o próprio uso excessivo de agrotóxicos como problemas de alta e muito alta incidência. Turismo, aquicultura e eutrofização são problemas percebidos em menor intensidade.

O mapeamento dos impactos ambientais e hídricos é apresentado em forma de gráfico radar (Figura 11.8) que permite avaliar diferentes escolhas com base em diversas variáveis. Quanto mais próxima a linha está do centro (0), menor a percepção do problema. No sentido contrário, quanto mais afastada do centro, maior a percepção do problema. A linha do gráfico vai aumentando na medida em que migra entre os valores de 2 a 4, sendo este último valor correspondente ao maior grau de percepção.

O mapeamento apresentado na Figura 11.8 - percepção dos problemas hídricos e ambientais - revela que a maior preocupação dos respondentes da pesquisa gira em torno das secas, queimadas, desmatamento e incerteza hidrológica. As queimadas atingem o valor de 2,68; as secas de 2,88; o desmatamento 2,54 e a incerteza hidrológica 2,46; o que corrobora para percepção de incidência alta e muito alta. O problema com menor incidência é a exploração turística predatória (com valor igual a 1,00). Quanto à questão da quantidade da água, constata-se que os usuários possuem baixa percepção dos problemas relacionados aos poços irregulares. A aquicultura na RHAJ também apresentou baixa percepção. Acerca da qualidade da água, os usuários tiveram pouca percepção de problemas desencadeados pela aquicultura.

Figura 11.8 - Percepção de problemas hídricos e ambientais



A pesquisa também buscou levantar os conflitos (Figura 11.9) prováveis e existentes entre usos e entre usuários referentes à alocação. A identificação desses problemas a partir da percepção dos membros do CSBHAJ é fundamental para o aprimoramento do gerenciamento dos recursos hídricos e para a busca da justiça alocativa. Em relação aos conflitos entre usos, destacou-se as disputas entre abastecimento humano e irrigação e entre abastecimento humano e pecuária, com percentuais significativos de alta incidência na escala likert.

Quando se observam os conflitos entre usuários, apenas os embates dentro de um mesmo setor desta categoria, os irrigantes, foram indicados com ocorrência muito alta, mas com um percentual pequeno de incidência quando se compara com as outras graduações atribuídas.

A percepção dos conflitos também foi analisada por segmentos que compõem o CSBHAJ (Figura 11.9b, 11.9c, 11.9d e 11.9e).

Para a sociedade civil (Figura 11.9b), cinco conflitos com o uso para abastecimento humano figuram com alta percepção: irrigação, pecuária, lazer, furto e perímetro público irrigado. Outros conflitos que foram indicados com ocorrência alta foram aqueles entre irrigação e piscicultura, irrigação e pesca, irrigação e vazante, perímetro público e irrigação privada. O conflito com maior percentual na classificação “inexistente” trata-se do conflito entre abastecimento humano e uso industrial.

Para os usuários (Figura 11.9c), apenas o conflito entre abastecimento e irrigação possui incidência muito alta. Os conflitos com pouca ou nenhuma incidência são: abastecimento humano e furto; abastecimento humano e turismo; perímetro público e abastecimento humano; perímetro público e

irrigação privada; comunidades tradicionais e carcinicultura; transferências entre açudes e transferências entre bacias.

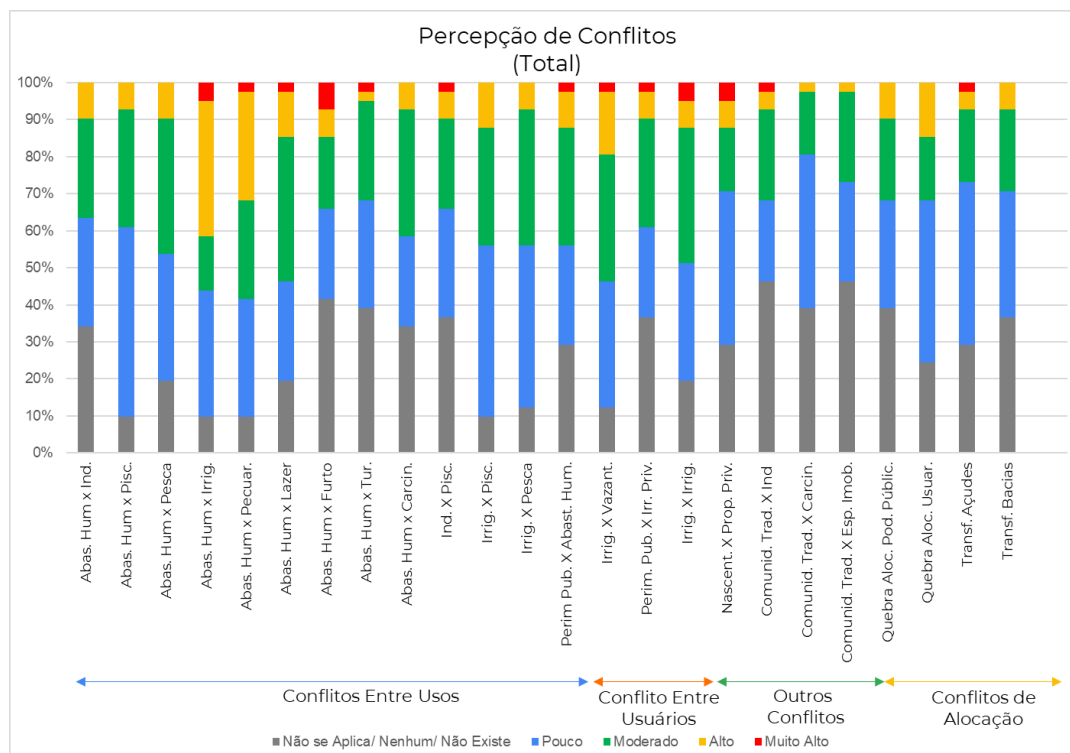
Para o setor do Poder Público estadual e federal (Figura 11.9d), dois conflitos entre usos apresentaram incidências muito altas: o conflito entre o uso para o abastecimento humano e furto e o conflito entre o perímetro público e abastecimento humano. Em geral, o Poder Público estadual e federal caracterizou a maior parte dos conflitos como sendo de incidência moderada.

Na categoria de outros conflitos, para o Poder Público estadual e federal, o único que teve algum percentual de incidência muito alto é o conflito entre conservação de nascentes e propriedades particulares.

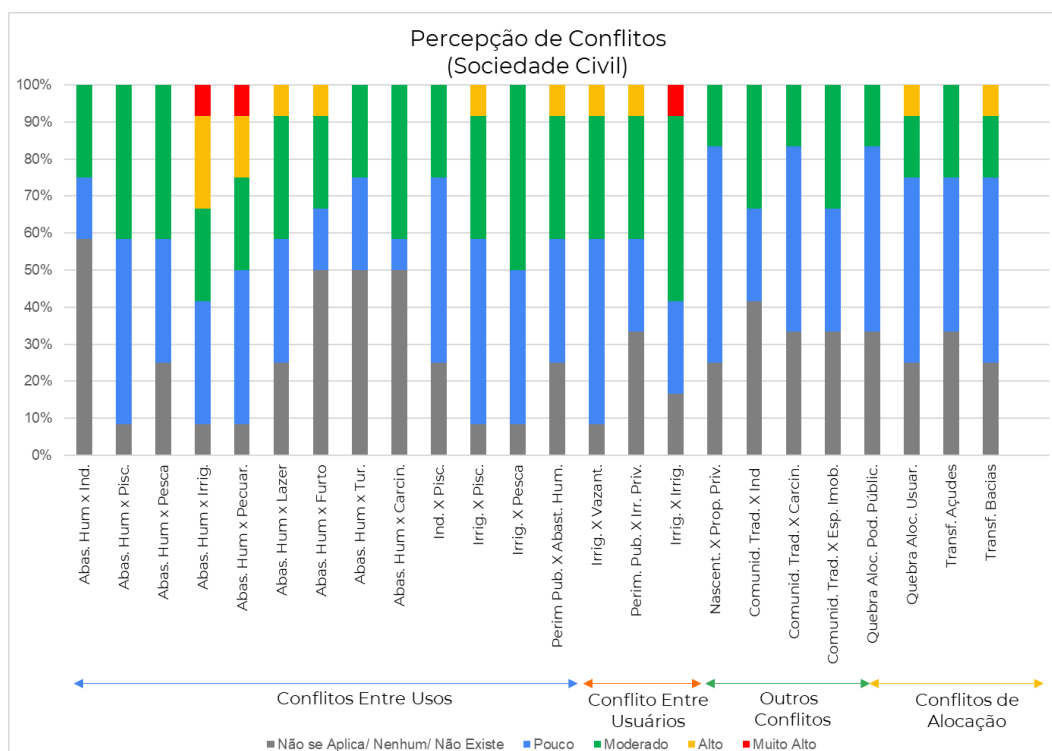
Para o Poder Público municipal (Figura 11.9e), quatro conflitos entre usos aparecem como sendo de incidência muito alta: abastecimento humano e lazer; abastecimento humano e furto; abastecimento humano e carcinicultura; e uso industrial e piscicultura. O conflito entre abastecimento humano e pecuária não foi classificado como conflito de incidência muito alta, entretanto o percentual de representantes que consideraram que o conflito tem incidência alta foi significativo.

Na categoria de outros conflitos, a maior parte foram percebidos como inexistentes/não se aplica, mas o conflito entre nascente de propriedade privada e propriedade privada e o conflito entre comunidade tradicional e uso industrial tiveram considerável percepção para muita alta incidência. Na Figura 11.9e observa-se que os conflitos envolvendo as transferências de águas entre açudes foram percebidos como inexistentes ou moderados.

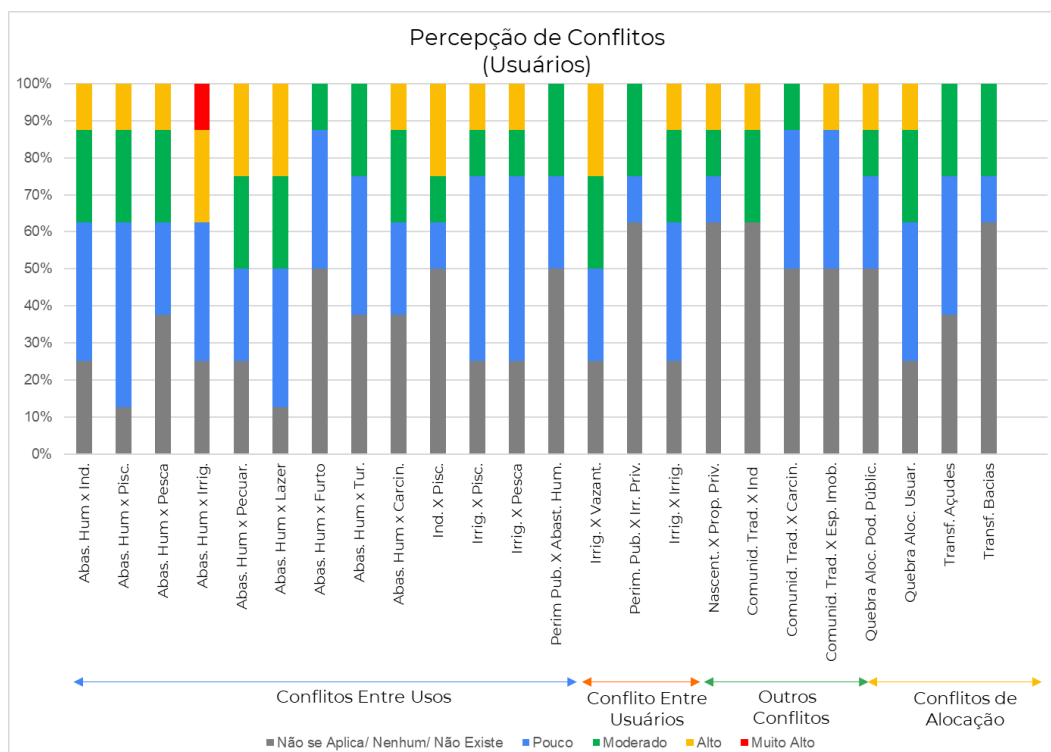
Figura 11.9 - Percepção de ocorrência de conflitos - prováveis e existentes - pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público estadual e federal; (e) Poder Público municipal



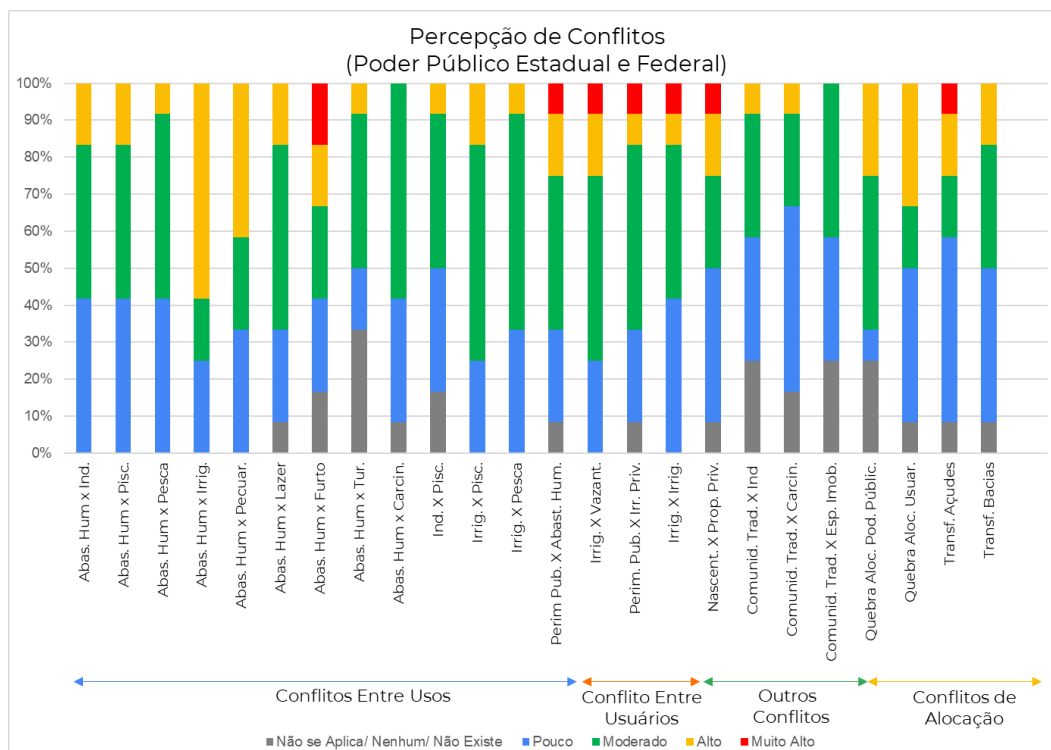
(a)



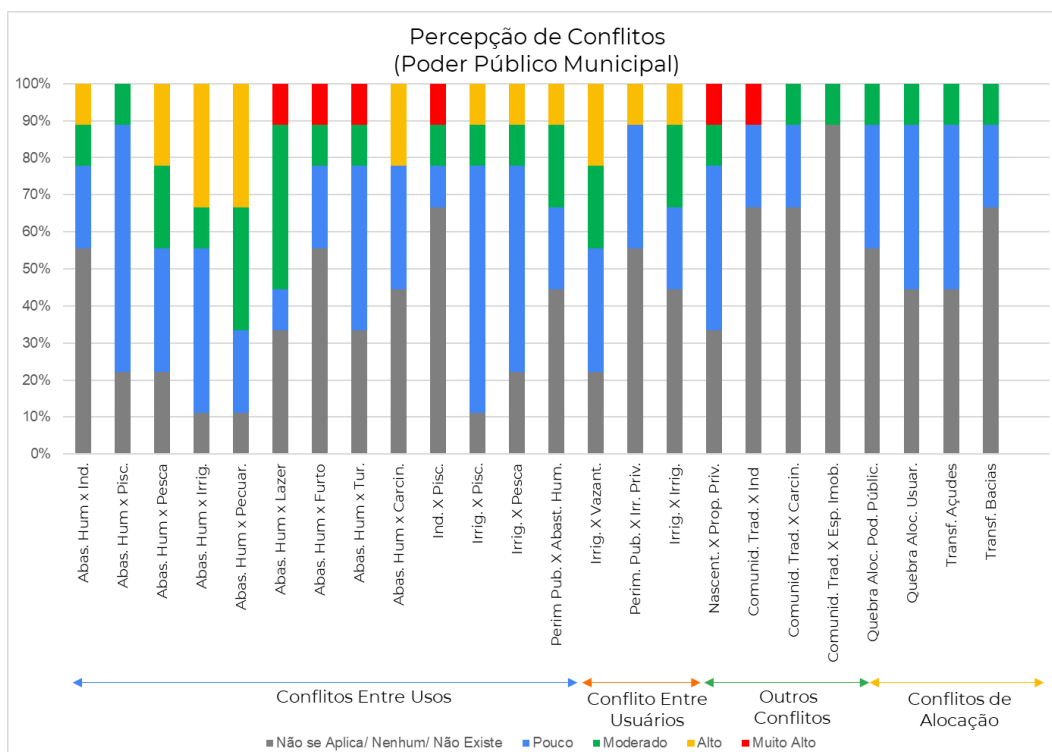
(b)



(c)



(d)

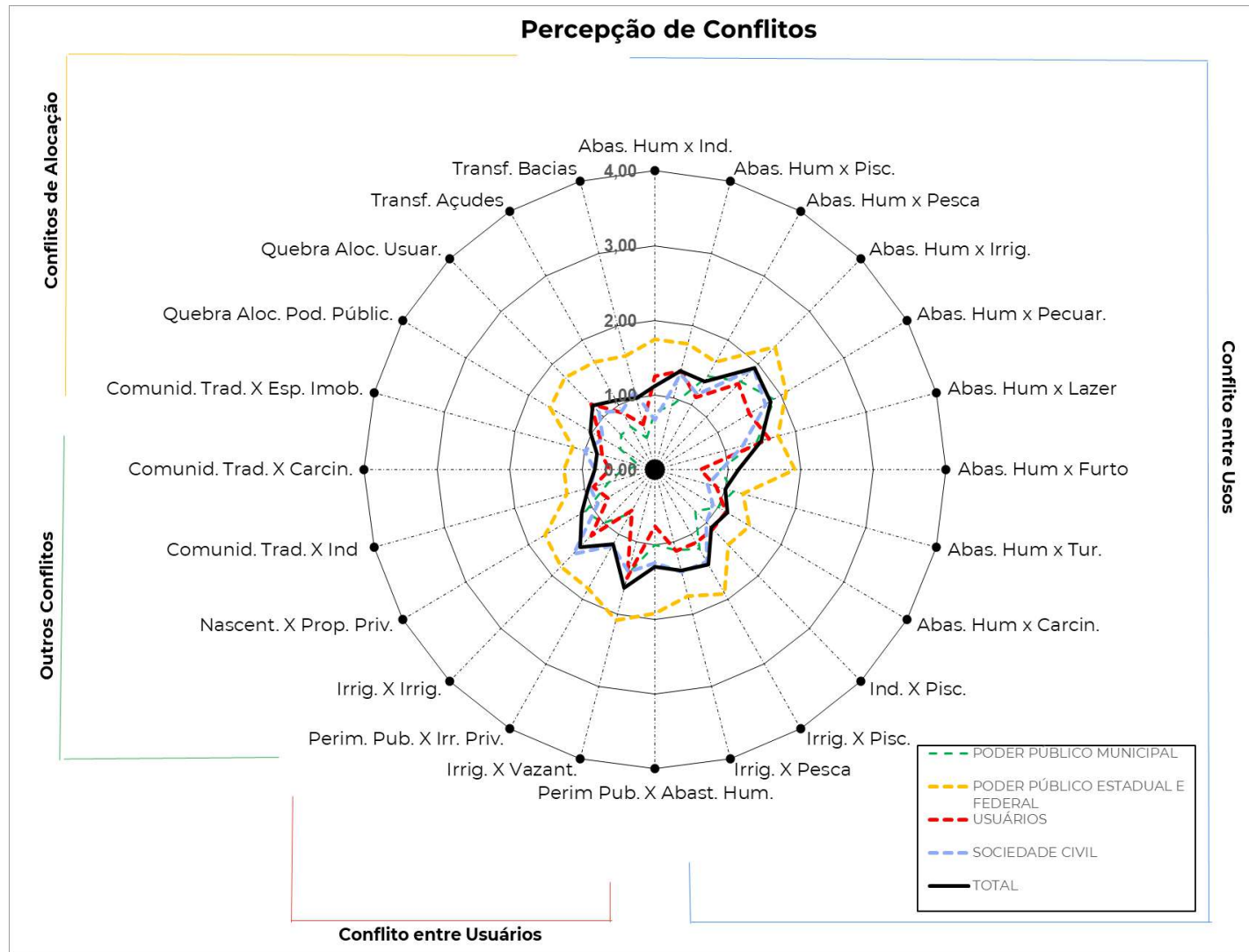


(e)

Quando se observa a Figura 11.9, é possível perceber que, em geral, os diferentes setores apontam uma baixa percepção de conflitos, de modo que os valores parametrizados não ultrapassam 1,92. Consta-se que as disputas geradas entre o abastecimento humano e a irrigação figuram como o tipo de conflito que mais se destaca na percepção dos sujeitos da pesquisa.

É possível perceber que os conflitos entre o uso para comunidades tradicionais e carcinicultura e entre comunidades tradicionais e especulação imobiliária aparecem, no total, com menos destaque devido à baixa percepção atribuída pelo setor da sociedade civil (com 0,83 na escala likert). Os conflitos entre abastecimento humano e pecuária também foram fortemente percebidos pelos usuários.

Figura 11.10 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelas entidades do CSBHAJ



Outro foco desta pesquisa foram os aspectos institucionais e gerenciais da região hidrográfica em estudo. Todas as questões listadas no questionário receberam algum nível de graduação quanto às suas ocorrências. Os resultados estão apresentados na Figura 11.11.

Os aspectos institucionais que foram mais percebidos como tendo incidência muito alta foram os de ações de capacitações para o comitê de sub-bacia e para as comissões gestoras e o acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água, respectivamente (Figura 11.11).

Com menor impacto destacaram-se a interferência do judiciário nas decisões do comitê de sub-bacia e a regularização dos usos, sendo o único aspecto institucional que não foi indicado com ocorrência muito alta por nenhum dos setores entrevistados.

A percepção dos representantes da sociedade civil (Figura 11.11b) sinaliza dez aspectos institucionais com incidência muito alta, dos quais podem ser destacados os seguintes:

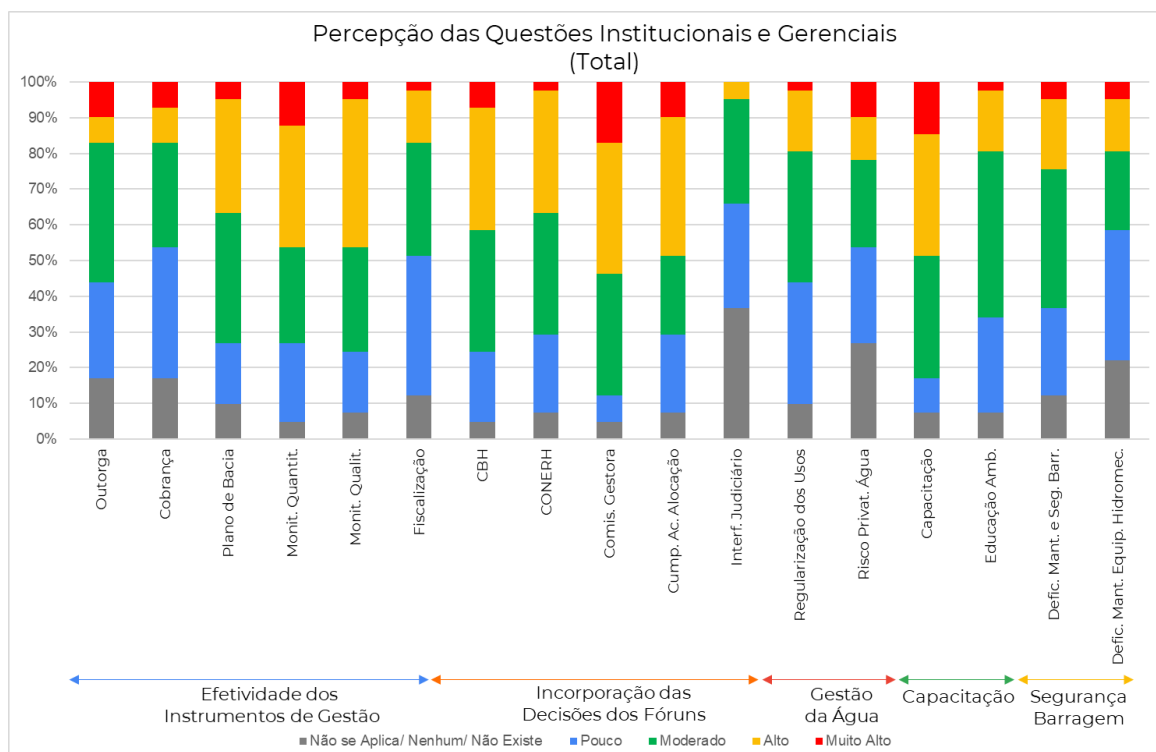
- acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água;
- importância das comissões gestoras no processo de alocação de água;
- realização de capacitações para os Comitês de Bacias e comissões gestoras;

Os outros aspectos que foram diagnosticados pela sociedade civil como tendo ocorrências muito altas dizem respeito ao impacto do plano de bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos; ao acesso aos dados de monitoramento qualitativo da água; à incorporação de decisões e recomendações dos comitês de bacia pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos; ao cumprimento dos acordos da alocação

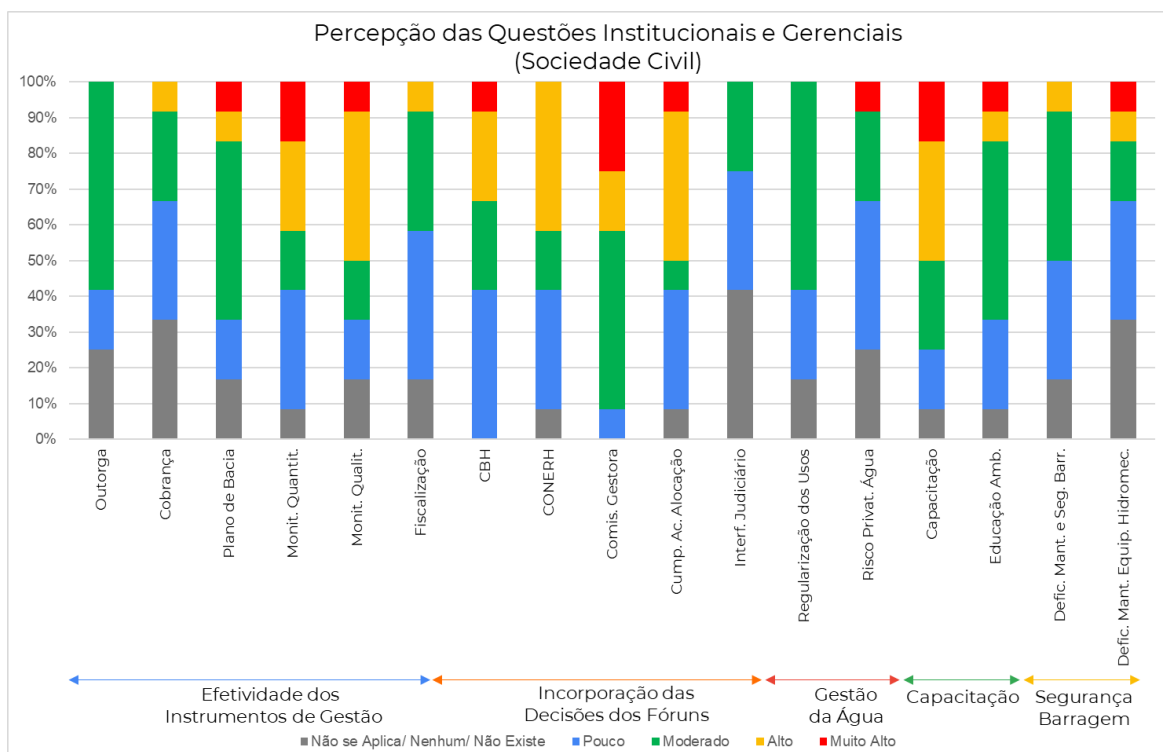
negociada de água; ao risco de privatização da água; à implementação da educação ambiental na bacia hidrográfica e à deficiência na manutenção dos equipamentos hidromecânicos. Esses outros aspectos, apesar de apresentarem um pequeno percentual de incidência muito alta, possuem percentual significativo de incidência moderada.

O setor de usuários (Figura 11.11c) destacou como tendo funcionalidade muito alta a outorga, a importância das comissões gestoras na alocação de água; cumprimento dos acordos da alocação negociada de água; o risco de privatização da água e a capacitação dos comitês de bacia e das comissões gestoras.

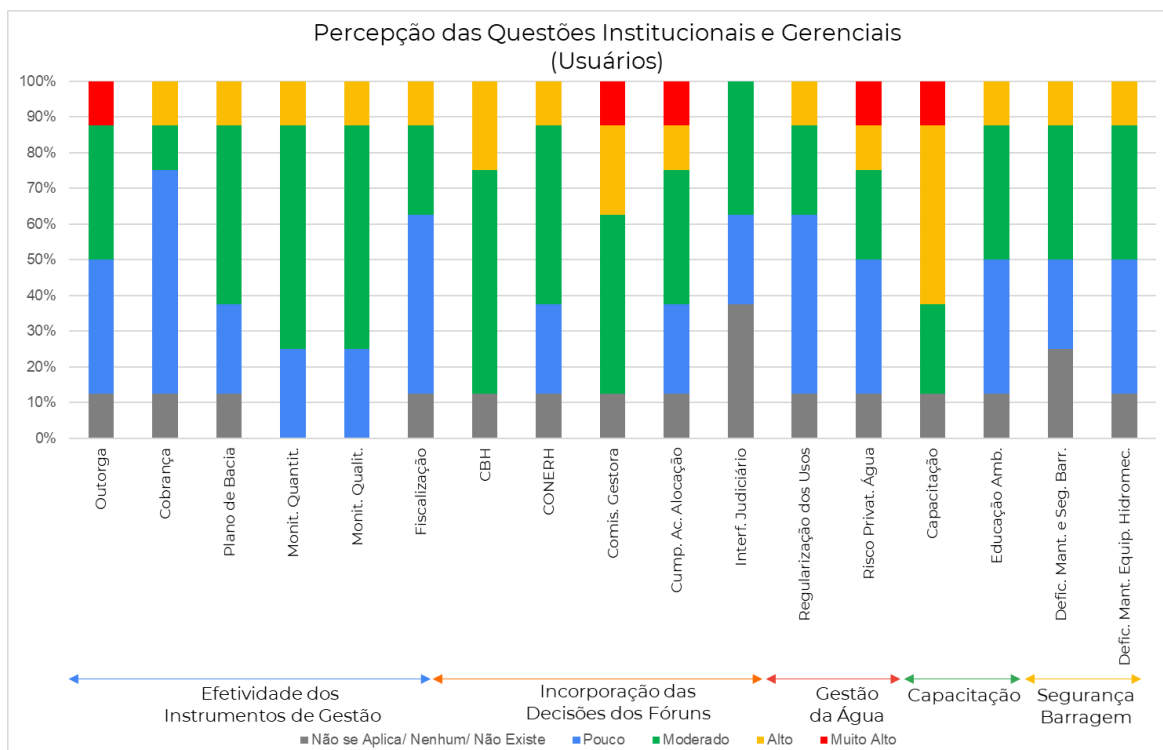
Figura 11.11 - Percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CSBHAJ. (a) total; (b) sociedade civil; (c) usuários; (d) Poder Público municipal; (e) Poder Público estadual e federal



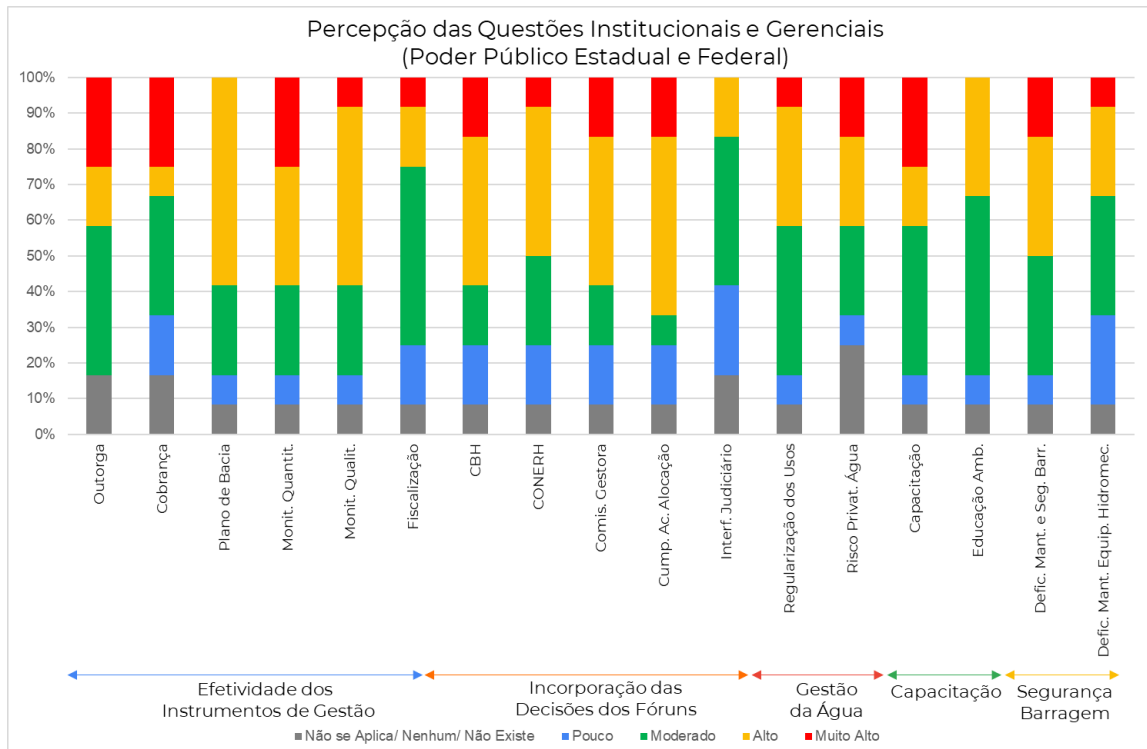
(a)



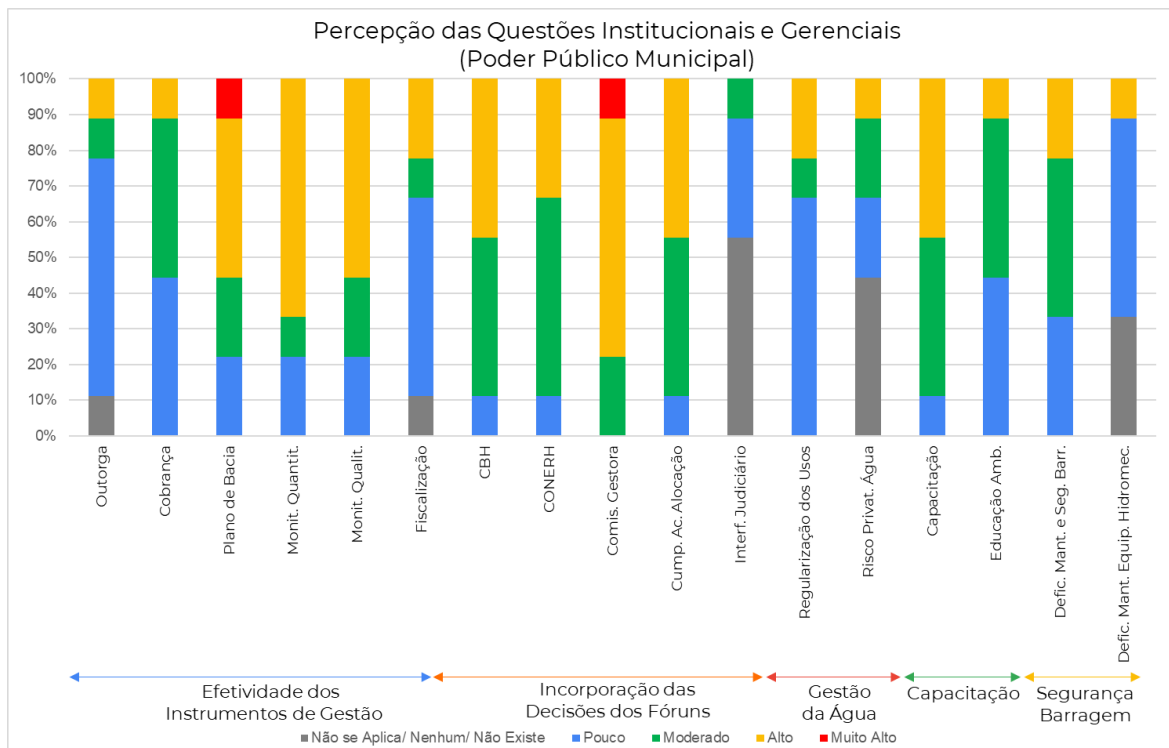
(b)



(c)



(d)



(e)

A Figura 11.11 (d) reúne a percepção dos membros do CSBH vinculados ao setor do Poder Público estadual e federal em relação à efetividade dos instrumentos de gestão. Destacam-se com 25% de incidência muito alta:

- implementação da outorga na bacia hidrográfica;
- implementação da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica;
- acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água;
- realização de capacitações para os comitês de bacias e comissões gestoras.

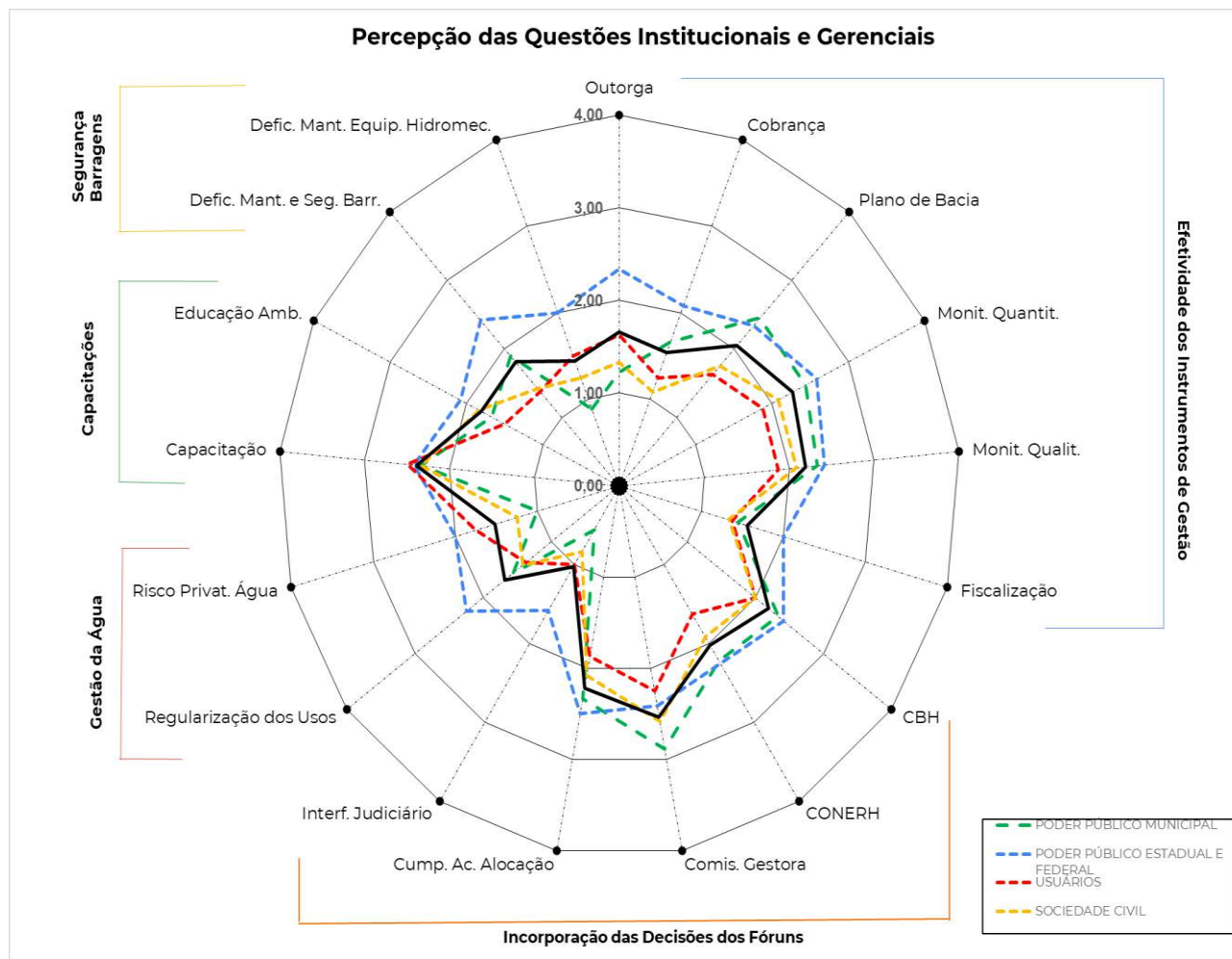
Na questão acerca da incorporação das decisões dos fóruns, a interferência do judiciário foi a única que não obteve percepção muito alta, sobressaindo a percepção de incidência moderada.

Para o setor do Poder Público municipal, os itens com graduação muito alta apresentaram o percentual de 11%. Assim, possuem percentual mais significativo nas graduações de alta incidência, conforme pode-se observar na Figura 11.11(d). Enquanto isso, as ações de regularização de uso na bacia hidrográfica apresentaram maior percentual de pouca percepção para este setor do CSBHAIJ que respondeu o questionário (67%).

A Figura 11.12 apresenta o mapeamento da percepção dos aspectos institucionais e gerenciais dos membros do CSBHAIJ através do gráfico de radar. A partir da imagem, é possível perceber que a capacitação, bem como a comissão gestora e o comitê de bacia são aspectos em maior evidência para os setores que participaram do questionário.

A graduação dos setores pesquisados é distinta quando se trata da outorga. Os usuários e o Poder Público estadual e federal percebem, mais do que a sociedade civil e o Poder Público municipal, que há maior implementação da outorga na bacia hidrográfica.

Figura 11.12 - Mapeamento da percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CSBJAJ





Além das questões sobre suas percepções descritas anteriormente, os respondentes da pesquisa foram indagados em uma questão aberta sobre a importância do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos na sua Região Hidrográfica.

As respostas reafirmaram a importância do Plano de Bacia para a definição das ações que deverão ser executadas no âmbito dos recursos hídricos, citando o papel desse instrumento para dar referência e fundamentar as decisões do Comitê de Sub-Bacia e amparar o processo de solução de problemas. Além disso, foi reafirmada a expectativa de que tal instrumento contribua na sobrevivência da bacia e no uso consciente de seus recursos hídricos, observando a qualidade da água e os usos múltiplos. Os entrevistados ainda citaram a importância do Plano de Bacia para a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Os respondentes reforçaram ainda os aspectos de planejamento, execução e monitoramento dos recursos hídricos a partir do plano de bacia, assim como a importância do deste para a orientação, o controle e a organização dos recursos hídricos. Além disso, foi mencionado o potencial do plano para a melhoria da vida dos usuários da bacia.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia, informando quais ações gostariam que fossem contempladas. Eles listaram ações e temáticas que esperam que sejam discutidas e incorporadas neste instrumento de gestão, a saber:

- Investimentos no saneamento;
- Metas e usos previstos para a bacia;
- Ações de preservação e recuperação da mata ciliar;
- Ações de educação ambiental;
- Planejamento estratégico para deliberar ações de gestão hídrica;
- Redução da pequena açudagem;
- Preservação dos recursos hídricos e ambientais;
- Políticas públicas voltadas para o semiárido;
- Integração entre usuários, gerência e comitê de bacia;
- Mais capacitações;
- Mais fiscalização do uso dos mananciais;
- Uso justo e racional da água;
- Uso da água por jusantes;
- Otimização do uso dos recursos hídricos;
- Minimização de conflitos relativos aos múltiplos usos;
- Poços, barragens subterrâneas e açudes;
- Ações de sustentabilidade, controle e monitoramento da bacia;
- Parâmetros de segurança de barragens;
- Resumo das ações compiladas em um documento de fácil acesso aos membros do comitê;
- Planejamento da infraestrutura hídrica no horizonte de 20 anos;
- Ações de contenção de cheias;
- Soluções para reduzir a eutrofização nos reservatórios;
- Diminuição do processo de desertificação;
- Estudos técnicos e reuniões in loco;
- Conservação e revitalização de nascentes;

- Análise contínua da qualidade das águas.

Percebe-se que há uma grande expectativa em relação às ações que o plano deve contemplar. Algumas extrapolam o que efetivamente o órgão de gerenciamento e o CSBHAI podem fazer. Contudo, elas convocam outras instituições que não compõem o SIGERH e que são responsáveis por tais questões.

Todas são questões extremamente relevantes e a sua não observação ou a não resolução do problema impactam os recursos hídricos e as pessoas que deles dependem para viver ou trabalhar, além dos serviços ambientais que eles proporcionam. Por outro lado, as questões ambientais ocupam parte considerável das expectativas e revelam-se como aspectos fundamentais para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos da região.

A listagem das respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa evidencia a disposição dos atores sociais para contribuir com a melhoria da sua região, com o aperfeiçoamento do gerenciamento dos recursos hídricos e, também, reforça que o processo de elaboração do plano deve ocorrer com grande enfoque à participação social.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. IN: Revista Estudos Avançados. Dossiê Nordeste Seco. 13 9360. São Paulo: Centro de Estudos Avançados, 1999. P. 7-59.

ADECE. Perímetros públicos irrigados do Ceará, (2011).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

_____. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.

ALEXANDRE, A. M. B.; Souza Filho, F. A.; CAMPOS, J. N. B. Incorporação do Impacto da Rede de Reservatórios Superficiais Artificiais de Caráter Intranual na Modelagem Hidrológica Chuva-Vazão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, p. 67-82, 2013.

ALMEIDA, F. L.; NASCIMENTO, F. R.; Claudino Sales. The cycle of supercontinents and morpho-structural impacts on northwestern Ceará/Brazil. Ateliê geográfico (UFG), v. 14, p. 67-90, 2020.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 2013, pp. 711-728.

ANA [Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico]. Portal HidroWeb v3.2.6. 2020. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/HidroWeb/apresentacao>>. Acesso em: julho, 2020.

ANM [Agência Nacional de Mineração]. Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, Coordenação de Geoprocessamento – CGEO/CGTIG (Datum original: SIRGAS 2000) NOTA TÉCNICA Processos minerários em tramitação na ANM. 2022. Atualizado em 22/03/2022.

AQUINO, S. H. S. de. ENTRE ESCASSEZ, PRIORIDADES E NEGOCIAÇÕES: A COGERH E OS TRAJETOS E DESTINOS DAS ÁGUAS QUE VÊM DO SERTÃO PARA A METRÓPOLE. Tese (Doutorado). Fortaleza: UFC, 2019. 265p.

ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. A method to assess hydrological drought in semi-arid environments and its application to the Jaguaribe River basin, Brazil. *Water International*, v.41, n. 2, p. 213-230, 2016.

BARBI, F.; JACOBI, P. R. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. *Katál*, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 237-244, jul./dez/ 2007.

BARREIRA, I. A. F.; RUSSO, M. Alocação das águas: Notas preliminares para a construção de um histórico. Relatório: Projeto Alocar. 2021.

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994.

BOTTERILL, Linda Courtenay e COCKFIELD, Geoff. Science, policy and wincked problems. In BOTTERILL, Linda Courtenay e COCKFIELD, Geoff (org.). *Drought, risk Management and policy: decision making under uncertainty*, CRC Press,2013.

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

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília. DF.

_____. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Brasília, Distrito Federal, 09 jan 1997.

BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 7, 1999. p. 11-13.

BRITO NEVES, B.B., SANTOS, E. J., VAN SCHMUS, W. R. Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. In Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.) *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31 International Geological Congress, p.151-182, 2000.

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

CAGECE [Companhia de Água e Esgoto do Ceará]. Relatório anual para informação ao consumidor 2021. DISPONÍVEL EM: <https://www.cagece.com.br/documentos-publicacoes/relatorios/>. Acesso em: 16/07/2022.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C.; SOUZA FILHO, F. A.; BARROS, L. S.; PINHEIRO, M. I. T. Água, Sociedade e Tipologia de Conflitos: Compreendendo os Conflitos pelo Uso da Água no Semiárido Brasileiro. Relatório: Projeto Alocar. 2021.

CAMPOS, J. N. B.; VIEIRA NETO, J. QUEIRÓZ, L. S. V; STUDART, T. M. C. Impacto cumulativo da pequena açudagem: estudo de caso do Açude Várzea Do Boi, em Tauá- Ce. In: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. ABRH, Natal, RN. 2000. 17p.

CASTRO, I.C. O mito da Necessidade. Rio de Janeiro, Bertrand, 1992.

CEARÁ. Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020. Regulamenta os artigos 6º a 13º da Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga preventiva, de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, Ceará, 29 abril 2020.

_____. Atlas do Ceará, 1989. Embrapa Solos. SIBCS - Nitossolos. Cite on <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/nitossolos>

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH). Fortaleza, SRH, 1992. 4v.

_____. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos (PROURB/CE). Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe. Fortaleza, Engesoft, 1999.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH). Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH). Fortaleza, SRH, 2005.

_____. Assembleia Legislativa. Caderno regional da sub-bacia do Alto Jaguaribe. IN: Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro W. de Santana (Coord.). – Fortaleza: INESP, 2009 120p.

_____. Caderno da bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe [livro eletrônico]: informações sobre saneamento básico. Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2020.

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/>.

CGEE [Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil)]. A Questão da Água no Nordeste / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. 436 p. ISBN 978-85-60755-45-5

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017. 191 p.

_____. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica, Campinas – SP, v. 9, 1969.

CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M. V. Megageomorfologia do Nordeste do estado do Ceará, Brasil. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v.12, 2011. p. 200-209

COELHO FILHO, J. A. P.; MELO, D. C. R.; ARAÚJO, M. L. M. Extremos Intense rainfall study of Goiânia/GO by modeling maximum anual events using Gumbel and Generalized Extreme Value distributions. *Ambiência*, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 75-88, 2017. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia>.

COGERH [COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS]. Relatório Anual de Segurança de Barragens 2020. Fortaleza: COGERH-SRH 2021.

_____. Relatório Anual de Segurança de Barragens 2021. Fortaleza: COGERH-SRH 2022.

_____. Cadastro dos pontos de poços, fontes de poluição e parâmetros de água. 2018. In: Estudo de Avaliação Hidrogeológica Qualiquantitativa das Bacias Sedimentares da Região do Iguatu. Disponível em: < <https://portal.cogerh.com.br/avaliacao-hidrogeologica-qualiquantitativa-das-bacias-da-regiao-de-iguatu/> > Acesso em: 30/09/2022

CONAMA [Conselho Nacional do Meio Ambiente]. RESOLUÇÃO N° 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA; “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA”. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF.

COSTA, A, COSTA, A. T. da; CARNEIRO NETO, J. A.; CLAUDINO-SALES, V. ; MORAIS J. S. D. de. "Expedição Científica Ao Alto Curso Do Rio Jaguaribe,

Estado Do Ceará: Identificação Da Exata Nascente Do Possivelmente Maior Rio Efêmero Do Mundo." Caderno De Geografia 30, no. 63 (2020).

CPTEC/INPE [Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos]. INFOCLIMA. BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS,

Ano 15, N. 4, 2008. Disponível em: http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml.

CPRM [SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL]. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS. Disponível em: <http://siagas.cprm.gov.br>. Acesso em: março de 2022.

CRUCIANI, D. E.; MACHADO, R. E.; SENTELHAS, P. C. Modelos da distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 76-82, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415>.

DE ALMEIDA, F. F. M.; NEVES, B. B. B.; CARNEIRO, C. R. The origin and evolution of the South American Platform. Earth-Science Reviews, [S.L.], v. 50, n. 1-2, p. 77-111, maio 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0012-8252\(99\)00072-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0012-8252(99)00072-0).

DE ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. A method to assess hydrological drought in semi-arid environments and its application to the Jaguaribe River basin, Brazil. Water International, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 213-230, 25 nov. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2015.1113077>.

DE SOUZA, Maria do Socorro Medeiros et al. Evapotranspiração do maracujá nas condições do vale do Curu. Revista Caatinga, v. 22, n. 2, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FERREIRA, L. K. R. Análise comparativa do desempenho de índices de seca aplicados à região do Alto Jaguaribe – Ceará. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza. 2016. 84 f.

FILHO, Joaquim G.C. (Org.). Projeto Áridas: uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. GTII. Recursos Hídricos: II.2 – Sustentabilidade do Desenvolvimento do Semi-árido sob o ponto de vista dos Recursos Hídricos. Brasília, 1994. 102 p.

FUNCEME [Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos], Relatório Técnico Integração Mapeamento dos Espelhos D'Água do

Estado do Ceará (2008-2017). Gerência de Estudos e Pesquisas em Meio Ambiente - GEPEM. Fortaleza. Dezembro, 2020. 16p.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Relatório Técnico – Áreas irrigadas em 2021 na bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe. Dezembro de 2021.

GATTO, L. C. S. (Sup.). Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe – Diretrizes Gerais para a ordenação territorial. IBGE: 1ª Divisão de Geociências do Nordeste. Salvador, 1999.

GOMES, J. R. de C.; VASCONCELOS; A. M.; TORRES, P. F. M. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Jaguaribe SW, Folha SB.24-Y, Escala 1:500000. Carta Geológica MME-SMM, CPRM-REFO, Fortaleza, 2000

GONDIM, R., SILVEIRA, C., DE SOUZA FILHO, F. et al. Climate change impacts on water demand and availability using CMIP5 models in the Jaguaribe basin, semi-arid Brazil. Environ Earth Sci 77, 550.

HIRSCHMAN, A. O. Política econômica na América Latina. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura s/A, 1969. <https://doi-org.libproxy.viko.lt/10.1007/s12665-018-7723-9>. 2018.

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

_____. Monitoramento da cobertura e uso da terra: estatísticas desagregadas por unidades da federação : 2000/2018 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. IBGE. 2021. 20 p. Acesso em: 16/07/2022.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Produção Agrícola Municipal 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/07/2022.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Censo Agropecuário 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/07/2022.

_____. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 1985-2019.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>. Acesso em: 14/07/2022

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 27 jun 2022.

INSTITUTO RIO JAGUARIBE. Projeto Cílios do Jaguaribe. SRH, COGERH, 2017, 24pg.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Produto Interno Bruto Municipal. Análise do PIB dos Municípios Cearenses. v.05. Dezembro. 2019. 95 p.

_____. Demografia. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-dataweb/module/anuario.xhtml?cid=1>. Acesso em: 16 jul 2022.

_____. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em 16 jul 2022.

_____. Saneamento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipecedata-web/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em: 17 jul 2022.

_____. Agropecuária e extração vegetal. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em: 18 jul 2022.

_____. Renda. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-dataweb/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em 17 jul 2022.

_____. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em 18 jul 2022.

_____. Indústria. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-dataweb/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em 20 jul 2022.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação Brasileira de solos. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vs. 5 e 6. Recife, vols. 5 e 6, pp.161-179, 2009

JACOMINE, P. K. T., ALMEIDA, J.C. e MEDEIROS, L.A.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife: SUDENE, 1973. v.1, 301p.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. p. 216.

_____. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

LIMA, L. G.; MOURA-FÉ, M.M.; PINHEIRO, M. V. de A. Caracterização geológica do Município de Iguatu. IN: Perspectivas da geografia física do nordeste brasileiro: produção e desafios. Caracristi, I.; Lima, E. C., Falcão Sobrinho, J. (Orgs.). Sobral CE: Sertão Cult, 2019. P. 312-317.

LIMA, K. C; CUNHA, C. M. L; PEREZ FILHO, A. Relações entre rede de drenagem e superfícies de aplainamento semiáridas. Mercator, Fortaleza, v. 15, n.2, p. 91-104, 2016.

LOPES, J.E.G.; BRAGA JR., B.P.F.; CONEJO, J.G.L. (1981) "Simulação hidrológica: Aplicações de um modelo simplificado". In: Anais do III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v.2, 42-62, Fortaleza.

MABESOONE, J. M. & CAMPANA, V. A. Caracterização estratigráfica dos grupos Rio do Peixe e Iguatu. Estudos Sedimentológicos, 3/4, 22 - 41, 1974

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos. Caderno Didático nº 1. São José do Campus, INPE, 2008.

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.

MARENGO, J. A; ALVES, L. M; BESERRA, E. A; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Anais... RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES ÁRIDAS E SEMIÁRIDAS. ISBN: 978-85-64265-01-1. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande - PB: 384 p. 2011.

MARTINS, G.S. Relação entre o grau de conservação da cobertura vegetal e os veranicos agrícolas na bacia do alto Jaguaribe – Ceará. 112 f . Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MARTINS; R. D; FERREIRA, L. C. Vulnerabilidade, adaptação e risco no contexto das mudanças climáticas. Revista Mercator. Fortaleza, v. 11, n. 26, p. 237-151, 2012.

MEDEIROS. V. C. de. Levantamentos geológicos básicos do Brasil. Geologia e recursos minerais da Folha Souza SB.24-X-A. Escala 1:250.000. Recife: CPRM, 2008. p. 312.

MUNIZ, Lucas Falcão; PEREIRA, José Marcelo Rodrigues; XIMENES JÚNIOR, Celso Lira; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. Classificação

climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH, XXII., 26 nov. a 01 dez. 2017, Florianópolis, Santa Catarina Brasil. Anais [...] Florianópolis, Santa Catarina, 2017. Tema: "Ciência e tecnologia da água: inovação e oportunidades para o desenvolvimento sustentável".

NASCIMENTO, F. R. do. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – Ce. Niterói: tese de doutorado, 2006. 340p.

NASCIMENTO, F. R. do. Identificação de áreas susceptíveis à desertificação em bacia intermitente sazonal no semi-árido brasileiro. In: SILVA, J.M.O; SILVA, E.V; SEABRA, G; RODRIGUEZ, J.M.M. (Org.). Gestão dos Recursos Hídricos e Planejamento Ambiental. 1ed. João Pessoa: Editora da UFPB, 2010b, v. 1, p. 390-397

NASCIMENTO, F. R. do. OS RECURSOS HÍDRICOS E O TRÓPICO SEMIÁRIDO NO BRASIL. GEOgraphia (UFF), v. 14, p. 82-109, 2012.

NASCIMENTO, F. R. O Fenômeno da Desertificação. 1. ed. Goiânia: EDITORA UFG, 2013. v. 1. 240p

NASCIMENTO, F. R. do; CARVALHO, O. Gerenciamento ambiental em unidade de conservação: Bacia hidrográfica como estudo de caso. Geografia (Londrina), Londrina, v. 1, p. 111-130, 2003.

_____. Sub-compartimentação topográfica, caracterização e descrição das formas de relevo na bacia metropolitana do Pacoti em Fortaleza, Ce. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 7, p. 19-26, 2010.

NASCIMENTO, F. R. do; CUNHA, S. B. da; ROSA, M. F. Degradação ambiental e desertificação no Ceará: o contexto das sub-bacias do Groaíras e Jacurutú nos Sertões do Alto-Médio Acaraú. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 2004, Goiânia, Anais... Goiânia: Associação de Geógrafos do Brasil, 2004.

NASCIMENTO, F. R. do.; CUNHA, Sandra B. da; ROSA, M. F.; SOUZA, Marvos. J. N. Geo-Environmental analysis and identification of degraded areas susceptible to desertification in a semi-arid, tropical ecozone: the Acaraú river basin in northeastern Brazil. SOCIEDADE & NATUREZA (UFU. IMPRESSO), v. especi, p. 361-368, 2005

NASCIMENTO, F. R. do.; FARIAS, Juliana. F. Compartimentação geoambiental como etapa metodológica para detecção e prospecção de Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASDS). GEOgraphia (UFF), v. 1, p. 120-140, 2016b.

NASCIMENTO, F. R.; SOUZA, M. J. N.; CRUZ, M. L. B. da. Diagnóstico socioeconômico da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité - Ceará. Revista RA'E GA (UFPR), v. 20, p. 19-33, 2010.

NASCIMENTO, P. S. S.; UCHOA, H. S. Processo de Representação e Participação Social: uma análise crítica. Id on Line Revista de Psicologia, Brasil. v. 10, n. 29, p. 111-128. Fev. 2016.

NEVES, F. C. A seca na história do Ceará. In: SOUSA, S. GONÇALVES, A. et al. Uma Nova História do Ceará. 4 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. pp. 76-102.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. Revista Brasileira de Geografia Física, v.3, n. 1, 2010, pp. 18-22.

OLÍMPIO, J. L. S. Desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundação. 2013. 227 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

OLÍMPIO, J. L. S., & ZANELLA, M. E. (2015). Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. Revista do Departamento de Geografia, 30, 110-131. <https://doi.org/10.11606/rdg.v30i0.100002>

PANTALENA, A. F.; MAIA, L. P. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, v. 14, n. 3, p. 459-468, set. 2014.

PENTEADO, Margarida M. Fundamentos de Geomorfologia. 3º edição. IBGE: Rio de Janeiro, 1983. p. 11-75

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W. C. Ceará: Um Novo Olhar Geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PONTES FILHO, J. D.; SOUZA FILHO, F. D. A.; MARTINS, E. S. P. R.; STUDART, T. M. D. C. Copula-Based Multivariate Frequency Analysis of the 2012-2018 Drought in Northeast Brazil. Water 2020, 12, 834. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w12030834>. Acesso em 20 jun 2021.

PROJETO ALOCAR. Diagnóstico da Alocação de água. Cogerh/UFC: Projeto Alocar, Relatório preliminar para discussão, 2021a.

PETER, S. J. et al. Flood avalanches in a semiarid basin with a dense reservoir network. Journal of Hydrology, v. 512, p. 408-420, 2014.

RASB

REBOITA, M.S.; SIMÕES, M.; GAN, M.A.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, 185 - 204, 2010.

REIS, G. P., BRITO D. DA S., SILVA, F. M. DE A. OLIVEIRA, S. G. RIBEIRO, S. C. Propensões dos veranicos no núcleo de desertificação dos Inhamuns, Ceará. Depto. Geociências – URCA, Crato-CE. 2011.

RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia sertaneja: proposta metodológica para a classificação das paisagens da sub-Bacia do Rio Salgado/CE. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2012. 284 p. (Tese de Doutorado)

RIBEIRO, S. C.; Marçal, M. dos S.; Corrêa, A. C. de B. Etnogeomorfologia Sertaneja - O Conhecimento Tradicional Do Produtor Rural Nordestino Sobre O Relevo E Seus Processos Na Sub-Bacia Do Rio Salgado/CE. GEOgraphia 2015, 17, 205-224.

RIBEIRO, S.C. Caracterização geoambiental da sub-Bacia do Rio Salgado na Mesorregião Sul Cearense – Parte I – Clima e Arcabouço Geológico. Geoconexões. VI. 2017. p. 4-16

ROSA, R. G. T. D. Índices de seca: Aplicação ao continente português. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica). Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. ISA/UTL. Lisboa, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/4488>. Acesso em: 10 de Jun. 2019.

SEDIYAMA, C. G.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. Relações clima-água-plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998. Pocos de Caldas. Anais... Pocos de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 46-85

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

SEMA. Cadastro Estadual de Unidades de Conservação. 2021. In: <https://www.sema.ce.gov.br/cadastro-estadual-de-unidade-econservacao-ceuc/painel-cadastro-estadual-de-unidades-deconservacao/> Acesso em: 15/07/2022.

SEFAZ. [Secretaria da Fazenda do estado do Ceará]. Dados Indústria 2021. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em 22 jul 2022.

SHIAU, J.-T.; SHEN, H.W. Recurrence Analysis of Hydrologic Droughts of Diering Severity. *J. Water Resour. Plan. Manag.* 2001, 127, 30–40.

SILVA, M. B. da. Geomorfologia e controle estrutural da rede de drenagem do alto curso do Rio Jaguaribe, Ceará. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 153 f. 2017.

SILVA, M. B. da; MAIA, Rubson. Caracterização morfoestrutural do alto curso da Bacia Hidrográfica do rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. São Paulo, v.18, n.3, 2017. p.637-655

SILVEIRA, A. P. P. et al. Dessalinização de águas. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SILVEIRA, R. N. C. M. As águas subterrâneas do perímetro irrigado Curu Pentecoste (PICP), Ceará: geometria aquífera, qualidade e disponibilidade hídrica à irrigação. 111f. Tese. Programa de Pós Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará. 2020

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 jul 2022.

SOUZA, A. B. Análise climatológica pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe (CE). 2013. 69 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Crato, 2013

SOUZA FILHO, F. A. et al. Diagnóstico da Alocação de água. Cogerh/UFC: Projeto Alocar, Relatório preliminar para discussão, 2021.

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

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

SOUZA, Marcos J. N. de. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. *Revista de Geologia*. UFC, v.1, p. 73-91, 1988

_____. Bases geoambientais e esboço do Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Ceará. In: LIMA, Luiz. C. (Org.) *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará*. Fortaleza: FUNCEME, 2000. p 6-105.

SOUZA, M. N. de S.; NASCIMENTO, F. R. ; OLIVEIRA, V. V. P. ; SANTOS, J. O. . Contexto geoambiental das bacias hidrográficas do Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe - CE. Fortaleza: Embrapa, 2005 (Boletim técnico – Série Documentos da Embrapa, nº 101).

VASCONCELOS, Antônio M. (org.). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Iguatu – Folha SB.24-Y-B, Estado Ceará / Orga. por Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes. – Brasília : CPRM/DIEDIG/DEPAT, 1998.

VAUCHES, A., NEVES, S., CABY, R., CORSINI, M., EGYDIO-SILVA, M., ARTHAUD, M., AMARO, V. The Borborema shear zone system, NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.8, 1995.

VERAS, ANA ODILIA DE CARVALHO. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO ESTUÁRIO DO RIO JAGUARIBE: O CASO DA CIDADE DE ARACATI-CE. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2010.

WERNER, P. C.; GERSTENGARBE, F.-W. The Climate of Piauí and Ceará. In: Gaiser, T.; Krol, M.; Frischkorn, H.; Araújo, J. C. (eds.) *Global Change and Regional Impacts*. Springer Verlag, Berlin. 2003.

WILHITE, Donald A. Dought, A global assessment. volume II. Routledge-Taylor & Francis Group, London and New York, 2000.

XAVIER, T. M. B. S. Tempo de Chuva: Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 476 p.

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.