

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO CEARÁ

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DO COREAÚ



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADOR

Camilo Sobreira de Santana

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

João Lúcio Farias de Oliveira
Presidente

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento

Roberto Bruno Rebouças
Diretor de Operações

Denílson Marcelino Fidelis
Diretor Administrativo-Financeiro



COMITÊ DE BACIA

DIRETORIA CBH COREAÚ

PRESIDENTE

Keila Aragão Correia

VICE-PRESIDENTE

Flávio Pereira de Souza

SECRETÁRIA

Cristiane dos Santos Silva Coutinho

SECRETÁRIO ADJUNTO

Marcos Antônio Monteiro Freitas



COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

APRCC – Associação dos Produtores Rurais da Comunidade de Cauã

Titular: Maria Marlerne Oliveira de Paula
Suplente: Antônio Meciano Oliveira Nascimento

Associação Agroindustrial do Cajueirinho

Titular: José Maria da Silva
Suplente: Yara Maria da Silva

Associação Comunitária Capitão Simão Félix da Cunha de Pau Ferro

Titular: Antônio Arnaldo Rodrigues da Silva
Suplente: Ricardo Carvalho de Souza

Associação Comunitária dos Moradores da Comunidade de Morrinhos e Adjacências

Titular: Francisco Jailson Monteiro de Sousa
Suplente: Raul de Araújo Lima Neto

Associação dos Moradores de Volta dos Almeidas

Titular: Benedito Janes Cardoso da Silva
Suplente: Antônio Gonçalves de Lima

Associação dos pequenos Produtores da Lagoa dos Bitinhos

Titular: Keila Aragão Correia
Suplente: Jarina Aragão da Silva

CAGECE

Titular: Carlos Montiny Nogueira Isaias Filho
Suplente: Inácio Evangelista e Silva Neto

SAAE de Granja

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

SISAR – BAC

Titular: Ana Paula Lima do Vale
Suplente: Edinilson de Aviz Cunha

SOCIEDADE CIVIL

CETRA – Centro de Estudo do Trabalho e de Assessoria ao Trabalhador

Titular: Mario Farias Júnior
Suplente: Maria Dalvanir e Silva Duarte

COOAF – Cooperativa Agroextrativista Familiar da Ibiapina e Norte Cearense

Titular: João Paulo Lima de Almeida
Suplente: Francivaldo Nascimento Silva

FAEC

Titular: Francisco Azevedo de Souza
Suplente: Emerson Pinto Moreira

Fundação CIS

Titular: VACÂNCIA
Suplente: Francisca Araújo Machado

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Titular: José Neuciano Pinheiro Oliveira
Suplente: Nayana de Almeida Santiago

STR de Camocim

Titular: Pedro Ronaldo Lira de Oliveira
Suplente: Francisco Luiz dos Santos

STR de Cruz

Titular: Flávio Pereira de Souza
Suplente: Francisca Vanessa Silveira

STR de Ibiapina

Titular: Vilma Maria Portela Ferreira
Suplente: Maria de Fátima Souza Gonçalves

STR de Mucambo

Titular: Rita Fernandes de Oliveira
Suplente: Francisca Carvalho Pereira

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Câmara Municipal de Camocim

Titular: Antônio Emanuel Almeida Souza
Suplente: César Araújo Veras

Câmara Municipal de Senador Sá

Titular: Rita Eridan Xavier Silva
Suplente: Valdinei Costa Araújo

Prefeitura Municipal de Granja

Titular: Milton Guilherme Veras
Suplente: Ariana Martins de Assis

Prefeitura Municipal de Ibiapina

Titular: Cristiane dos Santos Silva Coutinho
Suplente: José Nogueira Júnior

Prefeitura Municipal de Martinópolis

Titular: Aldemir Martins Barros
Suplente: Francisco Eudes Tabosa

Prefeitura Municipal de Uruoca

Titular: Antônio Eraldo Batista Lima
Suplente: Milton Frota Cunha

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

Titular: Joaquim Ferreira dos Reis
Suplente: Antônio Edilberto dos Santos

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará

Titular: Marcos Antônio Monteiro Freitas
Suplente: Lúcia Sousa Melo Freitas

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

Titular: Osvan Menezes de Queiroz
Suplente: Walber Cordeiro

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Titular: Lucas Garcez Gomes
Suplente: Amanda Nunes Diógenes

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente

Titular: Cleverton Caçula de Albuquerque
Suplente: Raquel Ferreira Gomes Rosa

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

Titular: Márcia Soares Caldas
Suplente: Carlos Magno Feijó Campelo



COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

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

SECRETARIA-EXECUTIVA

GERÊNCIA DA BACIA DO COREAÚ E ACARAÚ

GERENTE

Manuel Bartolomeu Gomes de Almeida

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Adriana Kamyllé Prado Pereira Guarani

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Franciso Hiago de Siqueira Gomes



EQUIPE DE EXECUÇÃO

COORDENAÇÃO GERAL

Elano Lamartine Leão Joca
Diretor de Planejamento da COGERH

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

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

FUNCAP-UFC

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

COGERH

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



LISTA DE ABREVIações

ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

ANM Agência Nacional de Mineração

APRECE Associação dos Municípios do Estado do Ceará

ARCE Agência Reguladora do Estado do Ceará

CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

CBH Comitê de Bacia Hidrográfica

CBH-Coreaú Comitê da Bacia Hidrográfica do Coreaú

CEPED Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil

CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CPTEC Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DNOCS Departamento Nacional de Obras contra as Secas

DOL Distúrbios Ondulatórios de Leste

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAEC Federação da Agricultura e Pecuária do Ceará

FETRAECE Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará

FIEC Federação das Indústrias do Estado do Ceará

FUNASA Fundação Nacional de Saúde

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

ha Hectare

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDHM Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INMET Instituto Nacional de Meteorologia

IDM Índice de Desenvolvimento Municipal

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

INMET Instituto Nacional de Meteorologia

IMA Índice Municipal de Alerta

IPECE Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

IVAs Inventários Ambientais

Kc Coeficiente de cultura

L/s Litro por segundo

LI Linhas de Instabilidade

m³ Metro cúbico

m³/s metros cúbicos por segundo

mm Milímetros

n Eficiência de aplicação

NW Nordeste

°C Graus Celsius

OL Ondas de Leste

ONGs Organizações Não Governamentais

PAERH Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará

PAE Plano de Ação de Emergência

PDTR Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável

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

PERS Plano Estadual de Resíduos Sólidos

pH Potencial Hidrogeniônico

PIB Produto Interno Bruto municipal

PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNQA Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

PPM Produção da Pecuária Municipal

QUALIÁGUA Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água

REP Reserva Ecológica Particular

RH Região Hidrográfica

RHL Região Hidrográfica do Litoral

RMQA Rede de Monitoramento da Qualidade da Água

RNQA Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas

RPPN Reservas Particular do Patrimônio Natural

SDA Secretaria de Desenvolvimento Agrário

SEFAZ-CE Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará

SEMA-CE Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

SEMACE-CE Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará

SMAP Procedimento de Contabilidade de Umidade do Solo

SIAGAS Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIGEL Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico

SIPOM Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção

SISAR Sistema Integrado de Saneamento Rural

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SOHIDRA Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

SUDENE Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

STD Sólidos Totais Dissolvidos

UC Unidade de Conservação

UFC Universidade Federal do Ceará

t tonelada

TSM Temperatura da Superfície do Mar

VAB Valor Adicionado Bruto

VCAS Vórtices Ciclônicos de Ar Superior

ZCIT Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Acaraú.....	54
Figura 2.2 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Sobral.....	55
Figura 2.3 - Umidade relativa (%) nas estações de Acaraú e Sobral.....	56
Figura 2.4 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações de Acaraú e Sobral.....	57
Figura 2.5 - Insolação média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas).....	58
Figura 2.6 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações de Acaraú e Sobral.....	59
Figura 2.7 - Operadoras dos postos pluviométricos da região hidrográfica do Coreaú.....	61
Figura 2.8 - Hietograma do posto pluviométrico Viçosa do Ceará (340016).....	63
Figura 2.9 - Hietograma do posto pluviométrico Camocim (240002).....	64
Figura 2.10 - Hietograma do posto pluviométrico Araquém (340001).....	64
Figura 2.11 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008.....	69
Figura 2.12 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB.....	70
Figura 2.13 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia.....	71
Figura 2.14 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS).....	72
Figura 2.15 - Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho.....	73
Figura 2.16 - Operadoras das estações fluviométricas na RH do Coreaú.....	75
Figura 2.17 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Granja.....	76
Figura 2.18 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Moraújo.....	77
Figura 2.19 - Dados de População - Censos de 1970 -2010.....	80
Figura 3.1 - Ano de início de vigência das outorgas em percentual.....	101
Figura 3.2 - Vazão outorgada do abastecimento humano, irrigação e diluição de efluentes segundo o ano de vigência inicial.....	102
Figura 3.3 - Tipos de requerentes das outorgas.....	105
Figura 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.....	109

Figura 3.5 - Evolução das vazões de retirada calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.....	111
Figura 3.6 - ETP mensal para a estação de Sobral.....	116
Figura 3.7 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho em L/s.....	127
Figura 4.1 - Diagrama unifilar dos reservatórios monitorados da RH do Coreaú.....	132
Figura 4.2 - Número de poços por município da Região Hidrográfica do Coreaú.....	137
Figura 4.3 - Tipos de usos das águas subterrâneas da Região Hidrográfica do Coreaú.....	138
Figura 4.4 - Vazões estabilizadas dos poços.....	139
Figura 4.5 - Série temporal dos estados tróficos e volume armazenado na RH do Coreaú.....	143
Figura 4.6 - STD médios por município da região hidrográfica do Coreaú.	145
Figura 6.1 - Porcentagem dos segmentos que participaram dos questionários.....	162
Figura 6.2 - Tempo de participação do representante no comitê de bacia hidrográfica.....	163
Figura 6.3 - Tempo de participação da instituição no CBH Coreaú.....	164
Figura 6.4 - Conhecimento quanto a existência do plano de bacia na Região Hidrográfica do Coreaú.....	166
Figura 6.5 - . Porcentagem do aprofundamento de conhecimento dos membros do CBH Coreaú em relação ao plano de bacia.....	167
Figura 6.6 - Principais usos da Região Hidrográfica do Coreaú.....	168
Figura 6.7 - Percepção de ocorrência de problemas hídricos e ambientais pelos membros do CBH Coreaú (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e) usuários.....	173
Figura 6.8 - Percepção de problemas hídricos e ambientais.....	177
Figura 6.9 - Percepção de ocorrência de conflitos - prováveis e existentes – pelos membros do CBH Coreaú. (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e) usuários.....	181
Figura 6.10 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelas entidades do CBH Coreaú.....	184
Figura 6.11 - Percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CBH Coreaú. (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e)usuários.....	187
Figura 6.12 - Mapeamento da percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CBH Coreaú.....	191

LISTA DE MAPAS

LOCALIZAÇÃO.....	28
BÁSICO.....	31
HIDROGEOLOGIA.....	36
ESPELHOS D'ÁGUA.....	39
LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO DE SOLOS.....	45
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	47
LIMITES MUNICIPAIS.....	83
ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS EM PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO.....	152
PROCESSOS MINERÁRIOS.....	156
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RH do Coreaú.....	29
Tabela 2.2 - Características dos principais reservatórios.....	40
Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica do Coreaú.....	40
Tabela 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Acaraú.	53
Tabela 2.5 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Sobral.	54
Tabela 2.6 - Umidade relativa (%) nas estações de Acaraú e Sobral.....	55
Tabela 2.7 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações de Acaraú e Sobral.....	57
Tabela 2.8 - Insolação média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas).	58
Tabela 2.9 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações de Acaraú e Sobral.	59
Tabela 2.10 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Coreaú.....	60
Tabela 2.11 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Viçosa do Ceará (340016).	63
Tabela 2.12 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Camocim (240002).	63
Tabela 2.13 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Araquém (340001).	64
Tabela 2.14 - Postos fluviométricos da Região Hidrográfica do Coreaú.....	74
Tabela 2.15 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Granja (m ³ /s).....	75
Tabela 2.16 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Moraújo (m ³ /s).	76
Tabela 2.17 - Pontos de monitoramento de qualidade de água realizada pela Cogerh na RH do Coreaú.....	78
Tabela 2.18 - Pontos de monitoramento de qualidade do Programa Qualiágua na RH.....	78
Tabela 2.19 - Ponto de monitoramento de qualidade de água na RH do Coreaú.	79
Tabela 2.20 - Características Demográficas da População.....	81
Tabela 2.21 - População dos núcleos urbanos da Região Hidrográfica do Coreaú.	81
Tabela 2.22 - Distribuição do PIB por setores.....	85
Tabela 2.23 - Índice de Desenvolvimento Humano- Municipal - IDHM.	86

Tabela 2.24 - Quantidade de Empresas Industriais.....	87
Tabela 2.25 - Quantidade produzida Lavouras temporárias e permanentes – 2019.....	90
Tabela 2.26 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura.....	91
Tabela 2.27 - Número de imóveis rurais e área ocupada – 2005.....	92
Tabela 2.28 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho - Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças).....	93
Tabela 2.29 - Produção da Aquicultura em 2016.....	94
Tabela 2.30 - Atendimento de água e esgoto.....	95
Tabela 2.31 - Índice Municipal de Alerta.....	98
Tabela 3.1 - Vazão outorgada vigente (l/s) na região hidrográfica do coreaú por tipo de uso.....	101
Tabela 3.2 - Outorgas vigentes (l/s) por tipo de uso e manancial.....	104
Tabela 3.3 - Outorgas por tipo de uso e requerentes.....	107
Tabela 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.	109
Tabela 3.5 - Evolução das vazões de retirada calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.....	110
Tabela 3.6 - Evolução das vazões de consumo calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.....	110
Tabela 3.7 - Demanda instalada para abastecimento humano por município na RH do Coreaú.	113
Tabela 3.8 - Coeficiente de eficiência por tipo de aplicação.....	117
Tabela 3.9 - Área colhida (ha) das principais culturas dos municípios da região hidrográfica do Coreaú.	118
Tabela 3.10 - Kc's calculados.....	118
Tabela 3.11 - Áreas cultivadas por município.....	120
Tabela 3.12 - Áreas irrigadas, tipo de aplicação e principais culturas na RH do Coreaú por município.....	122
Tabela 3.13 - Consumo específico por cabeça (L/cab.dia ⁻¹).....	123
Tabela 3.14 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos e bubalinos na RH do Coreaú.	123
Tabela 3.15 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares e caprinos/ovinos na RH do Coreaú.	124
Tabela 3.16 - Demanda instalada para dessedentação de suíno e galináceo na RH do Coreaú.	125
Tabela 3.17 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na RH do Coreaú.	126

Tabela 3.18 - Comparativo da estimativa de demanda na RH do Coreaú em L/s.	128
Tabela 4.1 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da RH do Coreaú para uma garantia de 90%.....	133
Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da RH do Coreaú para uma garantia de 95%.	134
Tabela 4.3 - Indicadores hidrológicos da região hidrográfica do Coreaú.....	135
Tabela 4.4 - Tipos de poços na região hidrográfica do Coreaú.....	136
Tabela 4.5. Estados de Trofia.....	141
Tabela 4.6 - Frequência dos estados de trofia.....	142
Tabela 4.7 - Classificação da salinidade da água.	144
Tabela 4.8 - Classificação da salinidade da água por município na RH do Coreaú.	145
Tabela 5.1 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica.....	159

SUMÁRIO

MENSAGEM DA SRH.....	19
MENSAGEM DA COGERH.....	21
1 APRESENTAÇÃO.....	23
2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	27
2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica.....	32
2.2 Aspectos físicos.....	42
2.3 Clima.....	52
2.4 Estações pluviométricas.....	59
2.4.1 Regime Pluviométrico.....	61
2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica.....	65
2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica.....	66
2.5 Estações Fluviométricas.....	74
2.6 Qualidade da água.....	77
2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos.....	79
3 DEMANDA ATUAL.....	99
3.1 Demanda hídrica outorgada.....	100
3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA.....	108
3.3 Demanda instalada.....	111
3.3.1 Abastecimento humano.....	111
3.3.2 Irrigação.....	115
3.3.3 Dessedentação Animal.....	123
3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados.....	127
4 OFERTA HÍDRICA.....	129
4.1 Aspectos Quantitativos.....	129

4.1.1	Águas superficiais.....	129
4.1.2	Águas subterrâneas.....	135
4.2	Aspectos Qualitativos.....	139
4.2.1	Águas superficiais.....	139
4.2.2	Águas subterrâneas.....	143
5	QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	146
6	SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS.....	161
7	REFERÊNCIAS.....	195

MENSAGEM DA SRH

Amigos,

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

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

Por meio de um amplo processo estruturado de diálogos entre Gestão e Comitês de Bacias Hidrográficas, foram identificados pontos estratégicos para orientar ações de fortalecimento da gestão hídrica, inspirados na evolução da Política de Recursos Hídricos do Estado. Com a produção destes Planos teremos caminhos para trilharmos possibilidades de um futuro mais assertivo e fortalecendo o espírito de gestão e participação com foco na segurança hídrica do Ceará.

Francisco José Coelho Teixeira
Secretário dos Recursos Hídricos

MENSAGEM DA COGERH

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

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

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

Como é da cultura da Companhia, um amplo processo estruturado de diálogos entre núcleos de Gestão da Cogerh e Comitês de Bacias

Hidrográficas, sempre mediado pela equipe do Programa Cientista Chefe, possibilitou a identificação de pontos estratégicos para orientar ações de fortalecimento da gestão hídrica, sempre amparados na evolução da Política de Recursos Hídricos do Estado. A construção destes Planos inaugura uma nova etapa da longa e bem-sucedida trajetória da Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará, fortalecendo o espírito de gestão e participação, com foco na segurança hídrica do Ceará.

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

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

João Lúcio Farias
Presidente da COGERH

1 APRESENTAÇÃO

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



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

Com esta visão, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – Cogérh, 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 com o objetivo unir o meio acadêmico e a gestão pública, serão elaborados os Planos de Recursos Hídricos das 12 Regiões Hidrográficas do Estado. A construção destes planos está embasada em dois fundamentos: a produção de informações técnicas e a articulação política com 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.

O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Coreaú 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.

O Plano atualizará e dará continuidade ao planejamento iniciado no ano de 2010. Sua discussão iniciou com uma sondagem realizada pela Cogehr junto aos membros do CBH, no mês de abril e maio de 2021, no intuito de levantar os principais usos, problemas hídricos e ambientais, conflitos, aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica do Coreaú.

Este documento nomeado Iniciando o Diálogo com Região Hidrográfica do Coreaú é a concretização das primeiras discussões realizadas no domínio desse processo. Ele será apresentado e debatido em reuniões e oficinas com a sociedade para embasar a construção do Diagnóstico. Sua elaboração foi baseada em estudos e dados já existentes que podem ser obtidos nas seguintes fontes:

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)
- Caderno Regional da Bacia do Coreaú
- 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)
- Fundação Nacional de Saúde (Funasa)
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo 2010 (IBGE)
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
- Lei Estadual dos Recursos Hídricos
- Lei Nacional dos Recursos Hídricos
- Ministérios do Boletim Agrometeorológico (EMBRAPA)
- Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992 (PERH)
- Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR)
- Projeto RADAMBRASIL
- Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA)
- Serviço Florestal Brasileiro (SFB)
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)
- Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)

Ele está dividido em cinco (06) 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 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 afluyente aos reservatórios e dos indicadores hidrológicos e de um levantamento sobre as águas subterrâneas. O quinto capítulo traz uma discussão sobre as questões ambientais na RH do Coreaú. Para finalizar o documento é apresentado uma síntese dos questionários e as referências bibliográficas.

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA



AÇUDE DIAMANTE – Foto: Cogeh

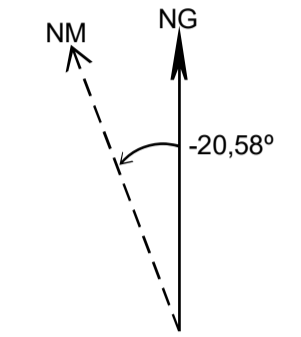
A Região Hidrográfica do Coreaú (RH do Coreaú) localiza-se na porção norte-ocidental do Estado do Ceará, entre as latitudes $3^{\circ}56'49''\text{S}$ - $2^{\circ}46'54''\text{S}$ e longitudes $41^{\circ}25'21''\text{W}$ - $40^{\circ}11'50''\text{W}$. Localiza-se na porção norte-ocidental do Estado do Ceará, possuindo como limites: ao sul, as Regiões Hidrográficas da Serra da Ibiapaba (RHSI) e Acaraú (RHA), a oeste, o Estado do Piauí, a leste, a BHA e ao norte o Oceano Atlântico. Ocupando uma área de $10.627,71 \text{ km}^2$ (MAPA DE LOCALIZAÇÃO), com um litoral de cerca de 130 km de extensão linear.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



LOCALIZAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

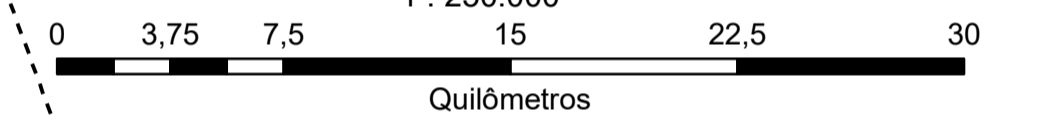
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

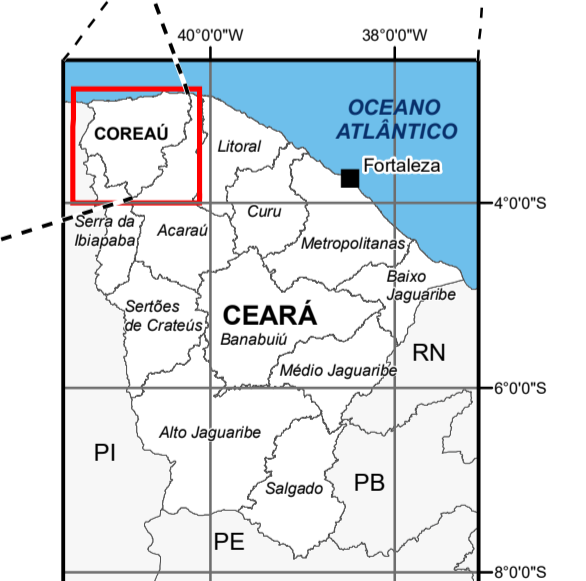
ESCALA:
1 : 250.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Setembro - 2021



Esta Região compreende tanto a bacia drenada pelo rio Coreaú e seus afluentes, com 4.446 km², quanto a de um conjunto de 10 (dez) bacias independentes adjacentes e ainda uma Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED) de cerca de 604 Km² (PLANERH, 2005; SRH, 2018).

Essa RH do Coreaú engloba vários municípios do Ceará, alguns com uma área representativa dentro da Região, outros não, conforme pode-se observar na Tabela 2.1, a qual apresenta a área do município na Região Hidrográfica e seu percentual. A área em km² possibilita verificar a referida representatividade do município na Região.

Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RH do Coreaú.

Município	Área do Município pertencente à RH (Km ²)	% da área do Município pertencente à RH (%)
Acaraú	842,12	12,41%
Alcântaras	135,75	80,21%
Barroquinha	385,40	100,00%
Bela Cruz	841,87	75,53%
Camocim	1120,85	100,00%
Chaval	237,25	100,00%
Coreaú	750,42	99,99%
Cruz	335,83	85,24%
Frecheirinha	210,31	100,00%
Granja	2698,60	100,00%
Ibiapina	414,28	10,54%
Jijoca de Jericoacoara	209,04	100,00%
Marco	573,43	44,98%
Martinópolis	303,45	100,00%
Massapê	567,66	5,70%
Meruoca	151,63	15,79%
Moraújo	414,47	100,00%
Morrinhos	411,43	4,94%
Mucambo	192,21	32,27%
Santana do Acaraú	972,18	1,22%
Senador Sá	424,57	99,72%
Sobral	2067,80	6,09%
Tianguá	909,78	58,23%
Ubajara	423,85	28,53%
Uruoca	697,74	100,00%
Viçosa do Ceará	1311,70	62,13%

Embora se verifique que alguns dos municípios possuem menos de 50% das suas áreas na Região Hidrográfica e não possuem suas sedes nesta, a exemplo de Sobral, serão considerados e trabalhados neste Plano por pertencerem ao Comitê de Região Hidrográficas do Coreaú.



AÇUDE PREMUOCA – Foto: Cogeh

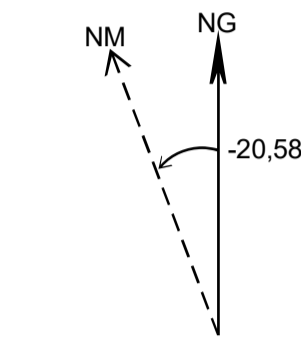
As principais rodovias que chegam aos municípios desta Região Hidrográfica e os interligam são as BR - 222 ,402 e 403, a CE - 085 no sentido leste-oeste e, também conhecida como Rodovia Sol Poente, bem como as CE 232, 240 e 253. Já no sentido norte-sul tem-se as CE-168, 176, 187 e as CE-311, 313, 362 e 364, como se pode observar no Mapa Básico.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



MAPA BÁSICO



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

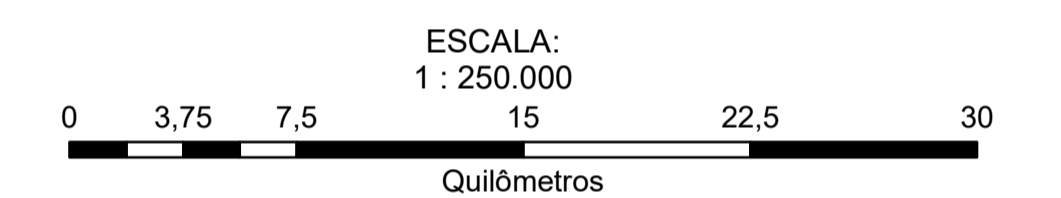
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

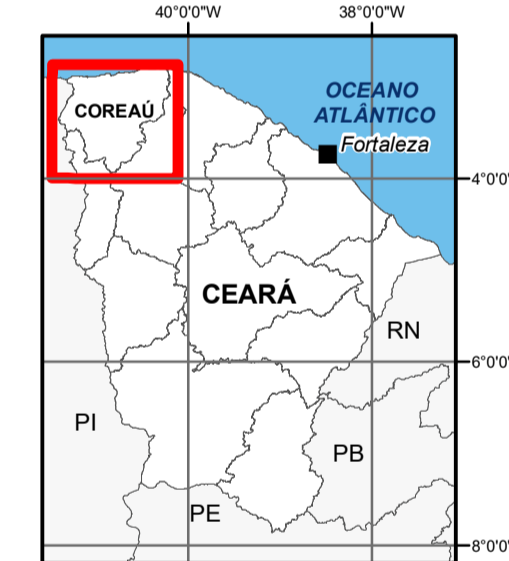
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Território

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

Sistema de Transportes (DER, 2018)

- Rodovias
- ✈ Aeroportos Estaduais
- Postos Estaduais
- Postos Federais

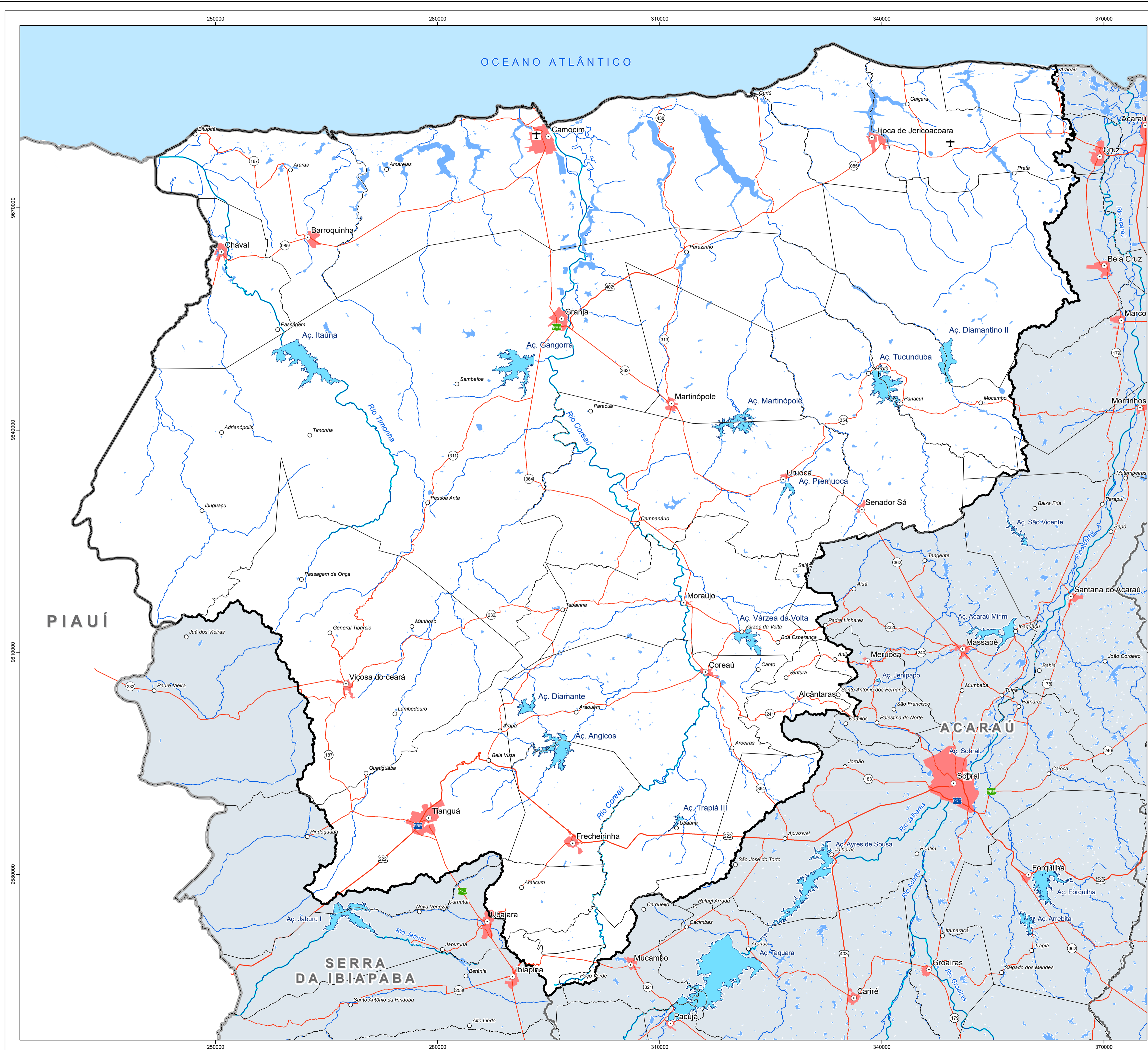
Hidrografia

- Região Hidrográfica do Coreaú (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açúdes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Corpos d'água (Funcme, 2018)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021



2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica



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

Pela predominância dos terrenos cristalinos na área, a drenagem apresenta-se em sua maior parte com padrão dendrítico, onde o escoamento superficial é bastante significativo. No baixo curso, onde ocorrem os sedimentos da Formação Barreiras, Paleodunas e Campos de Dunas, onde a drenagem é paralela e com baixa densidade.

A Região tem como principal coletor de drenagem o rio Coreaú, com cerca de 167,5 km de extensão, nascendo a partir da confluência dos riachos Jatobá e Caiçara, oriundos do sopé da Serra da Ibiapaba. Possui sentido sul/norte e deságua no Oceano Atlântico, tendo paralelo a ele, corpos hídricos de menores dimensões.

O rio Coreaú possui baixas declividades, especialmente na sua metade final e tem como principal afluente o rio Itacolomi, merecendo citação, também, o riacho Juazeiro (SRH/Consórcio MW-Engesoft, 2000). Além do Coreaú, merecem destaque as bacias dos rios Timonha e Pesqueiro.

A bacia do Timonha é formada pelo rio Timonha e pela parcela do rio Ubatuba em território cearense. O rio Timonha, nasce na Serra da Pindauba (PERH, 1992), na porção setentrional do Planalto da Ibiapaba, município de Viçosa do Ceará, com relevo movimentado à montante e bastante suave à jusante. De modo semelhante ao que ocorre com o rio Ubatuba, o qual tem sua cabeceira localizada no Planalto da Ibiapaba, em uma região próxima ao distrito de Padre Vieira, Viçosa do Ceará (Dias, 2005).

Antes de chegar à planície fluviomarinha, o padrão de drenagem dos rios tributários do Timonha e Ubatuba é subdendrítico, escoando por uma extensa área de tabuleiros e superfícies pediplanadas, unindo-se ao rio principal em ângulos retos (ANB, 1997). As planícies de acumulação fluvial relacionadas a esses rios dispõem-se longitudinalmente ao longo do canal com deposição favorecida pela suavização topográfica.

O rio Pesqueiro, formado pela confluência dos rios Tucunduba e Inhuduba, possui sua bacia em formato de pera e, em termos gerais, localizada em área de relevo bastante plano, a exceção de pequena parcela à montante. Possui tributários com padrão de drenagem dendrítico e alto grau de ramificação (SOUSA et al., 2017).

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

Terezinha, Frecheiras, Covão, Camocim, Coreaú e Aluviões; e pelas rochas ígneas e metamórficas do Embasamento Pré-cambriano - Domínio Hidrogeológico Fissural.

As Dunas/Paleodunas bordejam a linha de costa possuindo larguras variáveis. Possuem, em geral, excelente vocação aquífera e constituem um único sistema hidrogeológico em função das características litológicas e hidrodinâmicas similares.

O Sistema Cristalino predomina na Região. Segundo PLANERH (2010) suas características hidrogeológicas dependem de fatores tectônicos dúcteis e/ou rúpteis, predominando o rúptil gerando fraturas e/ou falhas responsáveis pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas. Assim, este Domínio constitui um aquífero livre somente nas zonas fraturadas potencialmente capazes de armazenamento e circulação d'água, com porosidade e permeabilidade ditas secundárias por fraturamento.

As maiores áreas de manchas sedimentares ocorrem ao norte (Sistema Hidrogeológico Barreiras), centro-norte (Pacujá) e a sudoeste (Sistema Serra Grande) da RH do Coreaú (MAPA HIDROGEOLÓGICO).

O Sistema Serra Grande possui vocação hidrogeológica variável, uma vez que Sistema é composto de arenitos, muitas vezes limitados por falhas normais, consequência dos eventos tectônicos que levaram a um processo de litificação com posterior silicificação, o que reduz suas características de porosidade e permeabilidade primárias.

Já o Sistema Aluvionar composto por cascalhos, areias grossas e médias, siltes e argilas em proporções variadas, ocorre principalmente bordejando o leito dos rios, em especial, do rio Coreaú (CEARÁ, 1992).

Dados obtidos no IPECE (2017), em Ceará Mapas Interativos, trazem informações sobre a existência de 3.239 poços na Região Hidrográfica. Estes dados têm como fonte a SOHIDRA (307 poços), SDA (60 poços) e CPRM (2.872 poços).

A maior parte da área possui relevo muito suave e de baixa altitude, o que contribui para a existência de várias lagoas e lagos, principalmente na faixa litorânea, onde verifica-se a existência das lagoas interdunares as quais frequentemente surgem do afloramento do lençol freático, muitas vezes relacionadas ao próprio campo de dunas ao qual está inserida; e das fluviolagunares, quando os rios, com baixa energia cinética, ao atingirem os campos de dunas são barrados e encontram dificuldades para transpassá-los, formando-se áreas alagadas. A maioria destas lagoas é temporárias (PLANERH, 2010).

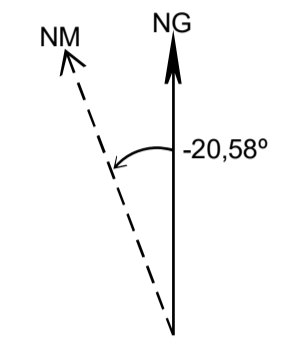
Essas lagoas possuem diferentes tipos de uso, dentre eles: abastecimento da população, lazer e recreação, piscicultura e pecuária. As principais lagoas encontradas na Região são: no município de Camocim - Lagoa Seca ou Lago, Lagoa Boqueirão, Lagoa Grande, Lagoa do Thyerres, Lagoa das Cangalhas, Lagoas da Torta e Moréias; em Jijoca de Jericoacoara - Lagoa da Jijoca, Lagoa do Murici, Lagoa Grande e Lagoa do Riacho Doce e Lagoa dos Monteiros; município de Acaraú - Lagoa Espinhos da Volta, Dantas, Lagamar e Carrapateira; no município de Barroquinha - Lagoas: da Chapada, Arara, Gameleira, Salgada, do Mato, Lago do Remédio; Granja - Lagoa da Japuruna, Lagoa Grande; Lagoas do Município de Bela Cruz - Lagoa Santa Cruz, Lagoa do Carrasco, Lagoa Capemba, Lagoa de Fora, Lagoa dos Espinhos, Lagoa dos Alexandres e Lagoa Angica, dentre outras; em Cruz - Lagoa da Cruz, Lagoa do Belém, Lagoa Salgada e a Lagoa de Jijoca; Viçosa do Ceará - Lagoa de Pedro II.

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



HIDROGEOLOGIA



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

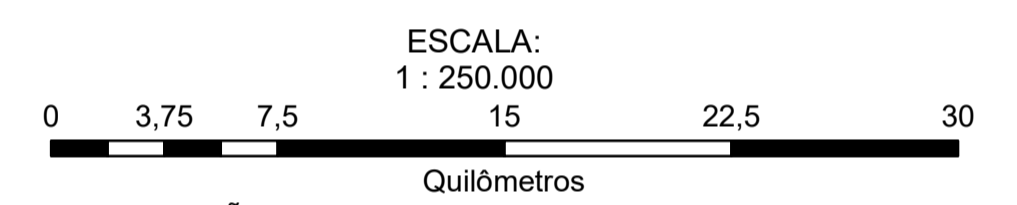
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

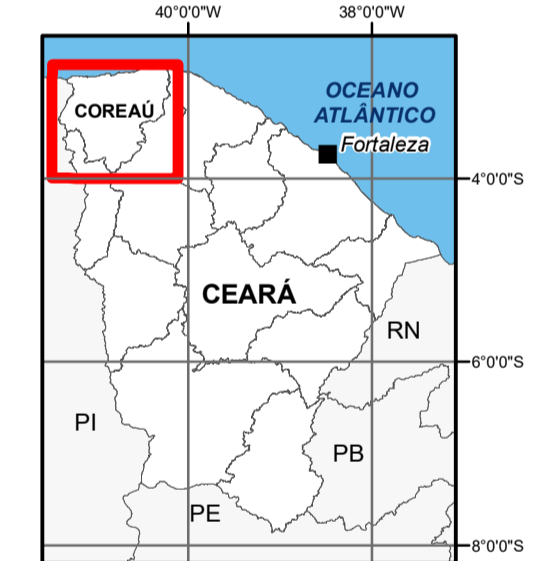
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Rodovias Federais (DER, 2018)
- Região Hidrográfica do Coreaú (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)

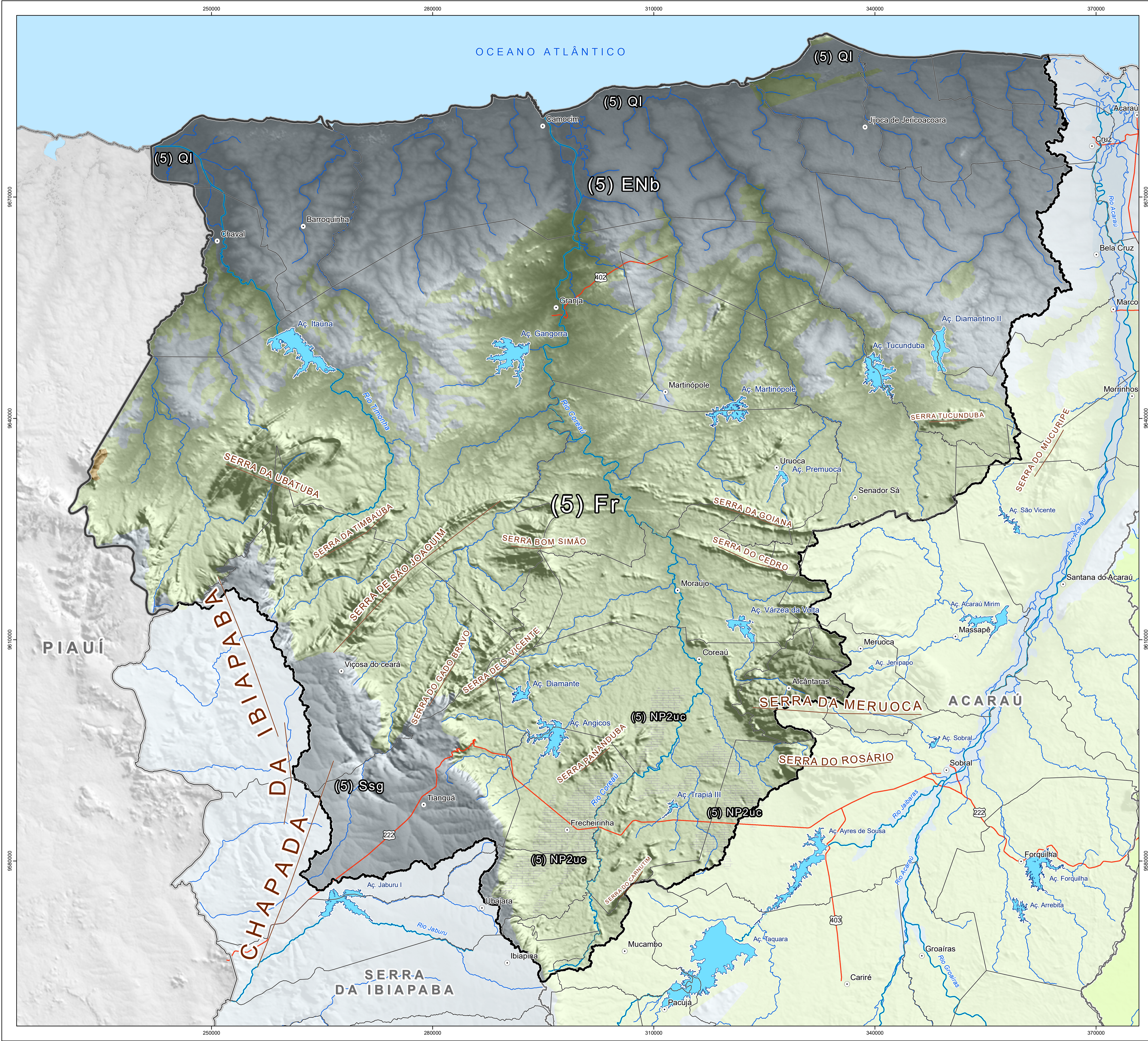
LEGENDA

- Unidades litoestratigráficas (CPRM, 2014)
- EMBASAMENTO FRATURADO INDIFFERENCIADO**
- (5) Fr Unidade fraturada (Fr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
- FORMAÇÃO BARREIRAS**
- (5) ENb (5) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
- DEPÓSITO LITORÂNEO**
- (5) Ql (5) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
- GRUPO SERRA GRANDE**
- (5) Ssg (5) Gr Unidade granular (Gr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.
- GRUPO UBAJARA**
- (5) NP2uc (5) K Unidade cástica (K) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa.

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021





ITAÚNA – Foto: Cogerh

Na área existem cerca de 1.270 espelhos de água mapeados pela FUNCEME de 2008-2017, obtidos utilizando-se imagens dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4 (FUNCEME, 2020) (MAPA DOS ESPELHOS D'ÁGUA).

É importante considerar que a prática de construção de pequenos açudes a montante de reservatórios estratégicos é comum no Nordeste do Brasil, especialmente pelas condições climáticas adversas, por isso, suas influências, positiva e/ou negativas, merecem ser avaliadas.

Sigaud (1992), cita que estes pequenos reservatórios funcionam como importantes marcos sinalizadores para a organização produtiva e, principalmente, cultural; servindo como referência na sociabilidade e identidade, na delimitação do território e na localização da população.

No entanto, tem-se verificado na prática que a pequena açudagem tem sido um dos fatores responsáveis pela redução do volume afluente aos grandes reservatórios, de característica interanuais, os quais são de interesse estratégico.

Este impacto adquire maior importância durante os períodos de estiagem, com anos seguidos de pluviosidade na média histórica ou abaixo desta, observado principalmente nas bacias que têm maior concentração de pequenos reservatórios (Campos, et al. 2000).

Além disso, a construção de reservatórios artificiais superficiais, em sua grande maioria de caráter intra-anual, torna difícil a modelagem hidrológica devido, entre outras causas, ao nível de informação necessária para realizá-la. Acrescido a isso 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 E CAMPOS, 2013).

Desta forma é importante que a pequena açudagem seja considerada nas propostas de planejamento e gestão das bacias hidrográficas semiáridas (CAMPOS, 1995).

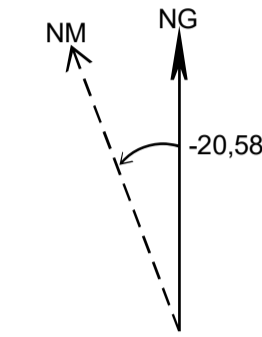
PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

COMITÊ DE BACIA
HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



ESPELHOS D'ÁGUA



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

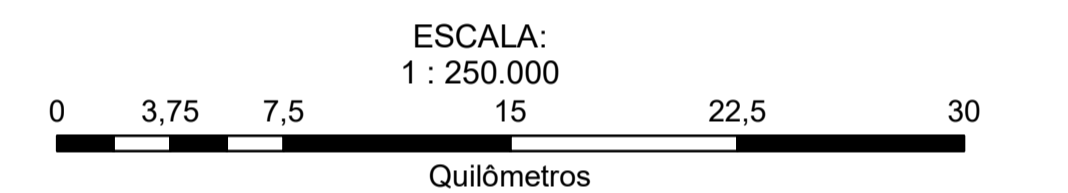
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

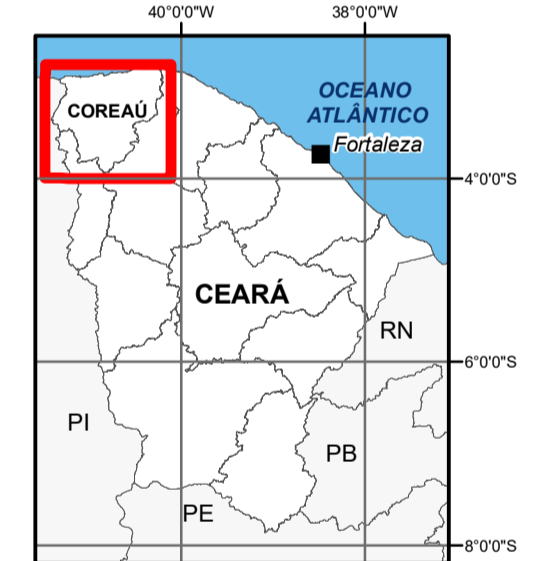
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Novembro - 2021



A RH do Coreaú possui oito açudes públicos de médio porte (capacidade entre 10 a 75 milhões de m³) com características plurianuais, gerenciados pela COGERH, com capacidade de acumulação de 290.970.585 m³ (Ceará, 2021) e dois de pequeno porte (Tabela 2.2). Existem dois reservatórios planejados para a Região: Frecheirinha no município de Frecheirinha e Canto das Pedras em Granja com capacidades, respectivamente de 80,00 hm³ e 1.000,00 hm³.

Tabela 2.2 - Características dos principais reservatórios.

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	ANO DE CONSTRUÇÃO	RIO BARRADO	CAPACIDADE (m ³)
Angicos	Coreaú	1998	Rch Juazeiro	56.050.000
Diamante	Coreaú	1956	Rch Boqueirão	13.200.000
Diamantino II	Marco	1988	Inhanduba	18.040.000
Gangorra	Granja	1999	Rch Gangorra	54.400.000
Itaúna	Granja	2001	Rch Timonha	72.580.000
Martinópolis	Martinópolis	1984	Rch Rima	24.830.000
Premuoca	Uruoca	1981	Rch São Francisco	5.200.000
Trapiá III	Coreaú	1961	Rch Trapiá	5.510.000
Tucunduba	Senador Sá	1919	Rch Tucunduba	39.370.585
Várzea da Volta	Moraújo	1919	Rch Várzea da Volta	12.500.000
TOTAL				301.680.585

Fonte: COGERH, 2021.

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

Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica do Coreaú.

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

Fonte: Banco de Dados SAGREH. COGERH, 2021.

Além dessas estruturas hídricas uma rede de abastecimento de água dos núcleos urbanos com objetivo de suprir as fragilidades existentes no

atual sistema está sendo trabalhada pelo Estado desde 2016, é o Projeto Malha d'Água. Esse Projeto além de adensar a rede de adutoras, considerando todos os centros urbanos e realizando a captação de água diretamente nos mananciais, implementará estações de tratamento a fim de que a água aduzida às populações dos núcleos urbanos integrados ao sistema seja disponibilizada com garantia de qualidade.



A malha foi traçada de modo otimizado e considerando o dimensionamento dos sistemas, e quando viável, a população rural mapeada. Na RH do Coreaú o Projeto contempla os seguintes Sistemas Adutor: Coreaú, com cinco municípios (Coreaú, Frecheirinha (5), Moraújo, Senador Sá, Uruoca), Gangorra-Granja/Martinópolis (Martinópolis e Granja); Itaúna-Litoral Norte (Barroquinha, Camocim, Chaval); Tucunduba - Litoral Norte (Acaraú - Aranaú, Bela Cruz, Camocim - Guriú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Marco) e Sistema Adutor Ibiapaba Norte (Ibiapina, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará). O Mapa de Infraestrutura Hídrica mostra a infraestrutura hídrica existente e planejada na Região.

2.2 Aspectos físicos

Para melhor entendimento dos processos hidrológicos é fundamental o conhecimento das características da região, especialmente dos seus aspectos físicos, de modo a permitir identificar os elementos componentes da área, seus atributos e relações, limitações e potencialidades, as quais poderão ser ainda modificadas pela ação da componente socioeconômica.



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

Apresenta litologias do tipo cristalina e sedimentar. Na primeira, o escoamento superficial é bastante representativo e o padrão de drenagem é do tipo dendrítico; já na área sedimentar a densidade de drenagem é baixa e os rios correm em paralelo.

No baixo curso dos rios, distribuída de maneira contínua e paralela a linha de costa, predomina a Formação Barreiras, desde a retaguarda dos sedimentos eólicos ao norte até o encontro com o embasamento cristalino ao sul das bacias. Verifica-se ainda na área rochas sedimentares da Formação Serra Grande.

Os terrenos cristalinos Pré-Cambrianos representado por gnaisses e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica, predominam na área centro-sul da Região.

Observando-se a área a partir da costa, a morfologia do terreno varia desde a planície litorânea, com dunas e paleodunas, gradando para a zona de formas dissecadas dos tabuleiros; adentrando o continente, tem-se a Depressão Sertaneja com relevo fracamente ondulado, formas suaves e pouco dissecadas.

Destaque para a porção da Ibiapaba que se encontra na Região, com frente de declive íngreme pouco mais alta em relação à topografia rebaixada da depressão periférica e com declividades suaves em sua vertente ocidental, onde o relevo assume feição de cuesta. Segundo COGERH (2010) a altitude média, em torno de 750 m, é sulcada por uma série de pequenos vales pedimentados e de orientação cataclinal e mais raramente ortoclinal. As influências dos processos lineares se manifestam no *front*, onde o entalhe dos pequenos cursos anaclinais se responsabiliza pelos festonamentos observados ao longo da escarpa. Estes últimos cursos d'água tomam a direção da depressão periférica ocidental.

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

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

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

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

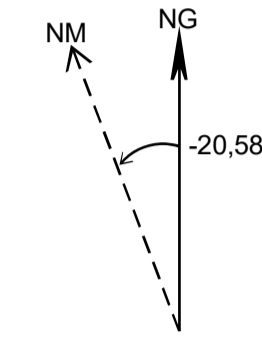
Na área mais próxima ao litoral e na foz dos rios observa-se a presença dos Gleissolos, desenvolvidos em áreas de várzeas e sob influência de lençol freático elevado. São solos pouco desenvolvidos, com textura que varia de argilosa até arenosa. Já na faixa de praia, onde há a presença de sedimentos marinhos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

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



**LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO
RECONHECIMENTO DE SOLOS**



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

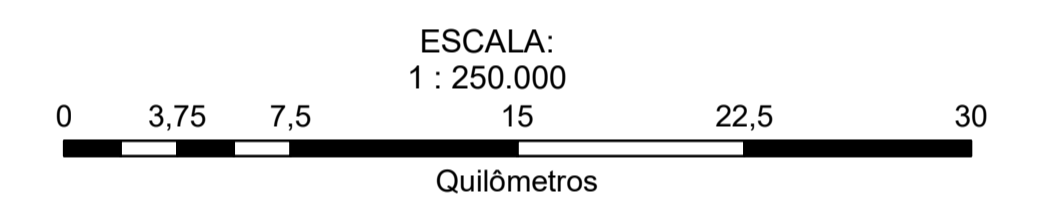
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

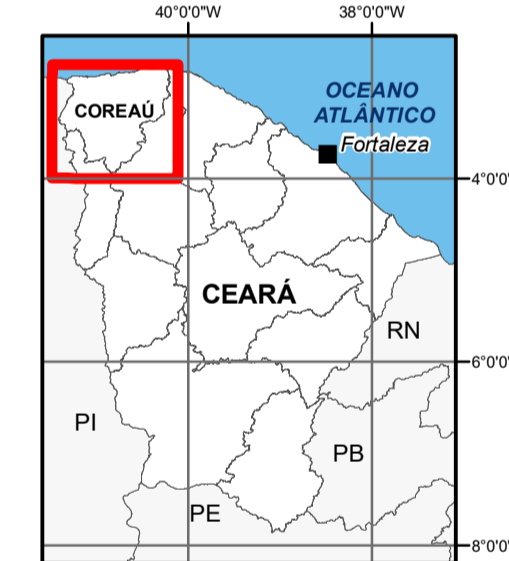
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

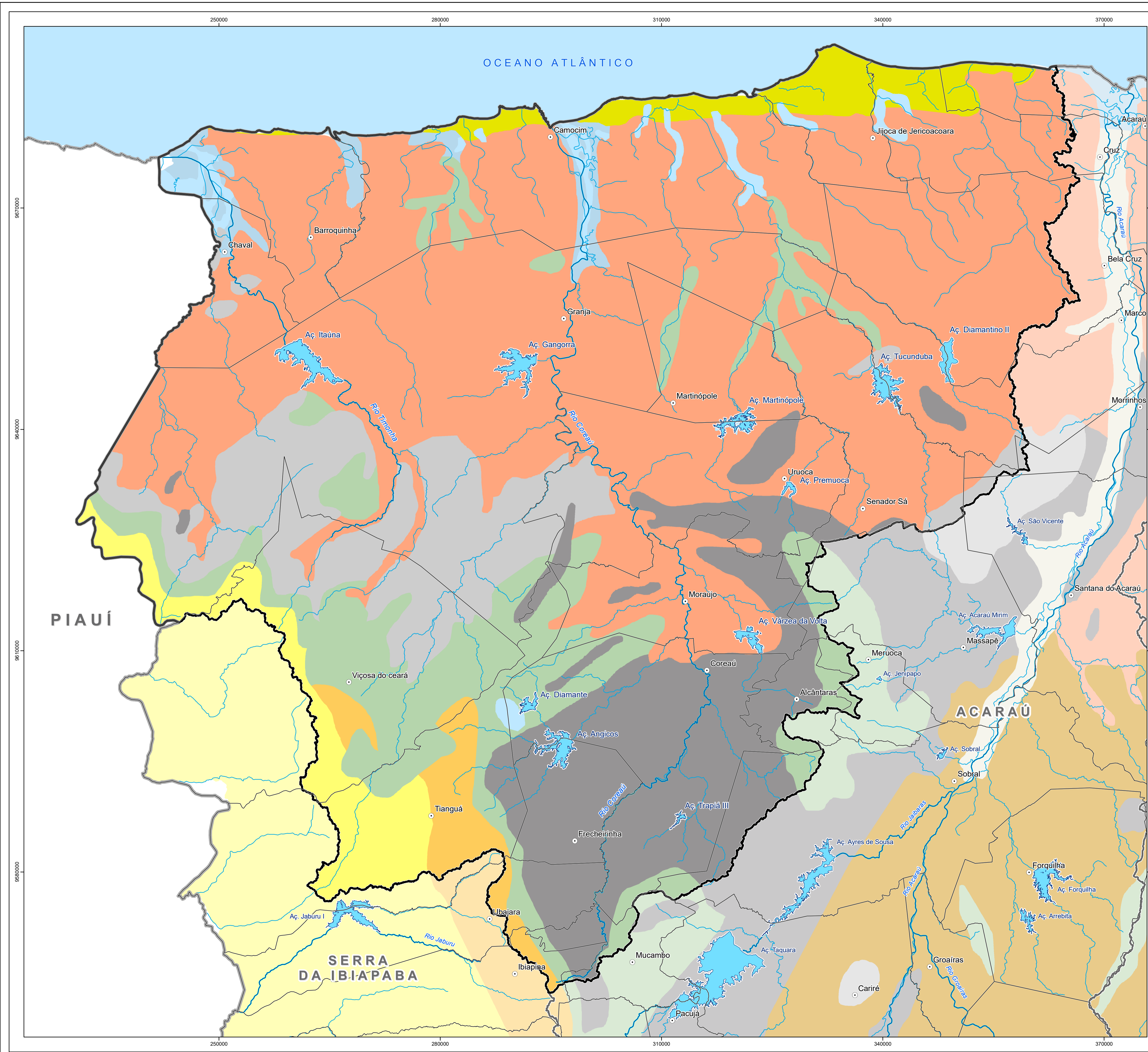
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021



Na região central da RH do Coreaú predomina a Savana-Estépica Arborizada com palmeiras, vegetação estruturada em dois nítidos estratos: um, arbustivo-arbóreo superior, esparso; e outro, inferior, gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica e a Savana-Estépica Arborizada Parque com palmeiras, com características fisionômicas muito típicas, com arbustos e pequenas árvores, em geral de mesma espécie, e distribuição bastante espaçada, como se tivessem sido plantadas., conforme IBGE (2018).

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

Próximo ao litoral predomina a atividade agrícola e a cobertura vegetal existente correspondente à Formação Pioneira com influência marinha arbustiva e Formação Pioneira com influência fluviomarinha arbórea, como pode ser observado no Mapa de uso e ocupação do solo.

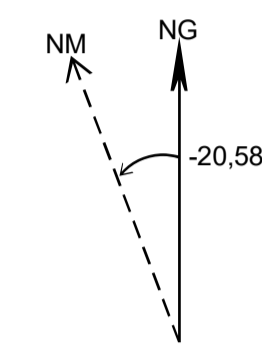
A vegetação interfere nos processos morfoclimáticos, na pluviosidade, temperaturas do solo e do ar, impactando na umidade e no trabalho que é exercido pelos agentes modeladores da superfície (SOUZA, 2000).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



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

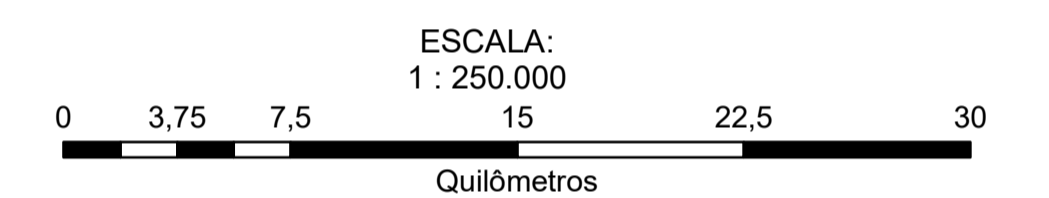
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

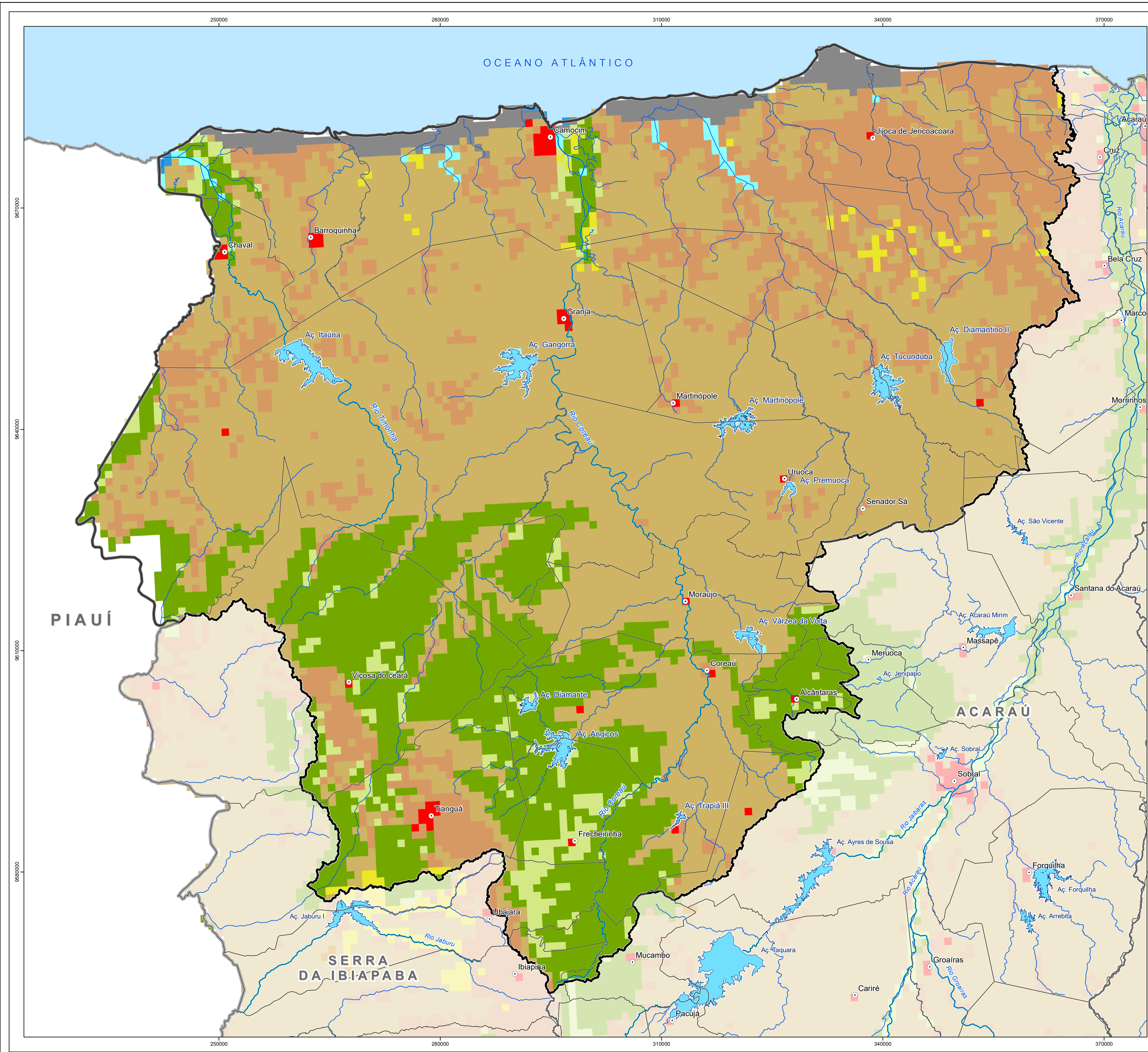
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Novembro - 2021



A compartimentação geoambiental da área compreende: Planície Litorânea e Planície Fluviomarinha; Planície Sub-Litorânea; Planalto da Ibiapaba; Depressão Periférica Semiárida e Maciço e Serras.

- Planícies Litorânea

A Planície Litorânea corresponde a faixa de terra paralela à costa influenciada diretamente pelas ações marinha e eólica, que atuam modelando-a e remodelando-a em períodos curto, médio e longo. Formada por depósitos sedimentares do Terciário e Quaternário que se acumularam formando diversas feições geomorfológicas, dentre elas: dunas, lagoas e planície fluviomarinha. A baixa altitude topográfica possibilita o processo de acumulação de sedimentos da linha da costa, represando rios, levando-os a redefinir sua foz, favorecendo a formação de planície fluviomarinha, formando restingas. Esta área apresenta um processo dinâmico de incorporação de novas terras ao continente em um processo contínuo de formação e redefinição da paisagem.

- Planície Fluviomarinha

Formada por sedimentos fluviomarinhos e marinhos do Quaternários, período Holoceno que vai se formando na foz dos rios, em um nível topográfico igual ou abaixo ao do mar, favorecendo a entrada das águas do mar quando das marés altas que, condicionadas pela força e amplitude, fazem adentrar cada vez mais ao continente. O contato da água salgada do mar com a água doce continental vai modificando seu Ph, criando ambiente favorável à formação de um ecossistema de transição, os manguezais, como acontece nas desembocaduras dos rios:

As Planícies Fluviais ocorrem de forma dispersa no território, formando depósitos aluvionares estreitos bordejando a calhas dos principais cursos de água. São, dentre as áreas de acumulação, as que possuem as melhores condições de fertilidade natural do solo para atividade agrícola, juntamente com a disponibilidade hídrica, diferenciando-se no contexto do semiárido.

- Planície Sub-Litorânea

A Planície Sub-Litorânea possui relevo suavemente ondulado, ocorrendo em alguns trechos, afloramento de rochas do embasamento cristalino, especialmente na faixa da costa e delimitando as bacias que compõem a Região.

No continente, ainda em sedimentos do Grupo Barreiras, tem-se os chamados Glacis Pré-Litorâneos, também conhecidos por Tabuleiro Pré-Litorâneo, em função das cotas altimétricas baixas e a suave inclinação em direção ao mar.

São verificadas a presença de testemunhos isolados da faixa principal dos tabuleiros, onde originalmente seria uma superfície contínua, foram dissecados pelos riachos litorâneos de vales alongados e fundo chato.

Os principais solos da Região são os Argissolos, os Neossolos e os Planossolos. A vegetação que recobre a área é constituída por espécies da Savana, característica da semiaridez, porém a pluviometria é influenciada pelo posicionamento geográfico, proximidade do litoral e influências das brisas marinhas ficando acima da média para essas áreas o que a torna propícia para a agricultura.

- Planalto da Ibiapaba

O Planalto da Ibiapaba apresenta relevo dissimétrico, feição cuestiforme com reverso suave em direção oeste e front escarpado para leste, expressando a ação da erosão diferencial orientada pela resistência distinta das rochas, a partir dos processos desnudacionais, conforme Souza (1979). A área possui solos profundos de textura média, os Latossolos, às vezes caracterizados por serem argilosos, porosos e muito intemperizados, com cobertura vegetal caracterizada, inicialmente, pela Floresta estacional Semidecidual Submontana, entretanto a prática agrícola que se instalou na região, especialmente devido as condições pluviométricas associadas ao solo presente na área, deu nova configuração à paisagem.

- Depressão Periférica

As superfícies de aplainamentos sobre rochas cristalinas na área da Depressão Sertaneja apresentam rampas pedimentadas, de baixas altitudes, as quais têm início nos maciços residuais e seguem, suavemente, na direção do fundo dos vales. A área possui como características a forte irregularidade pluviométrica, a escassez hídrica, o padrão de drenagem dentrítica, os solos rasos a mediamente profundos, pedregosos, com destaque para os Neossolos, e com a presença de afloramentos rochosos.

- Serras Secas e Serras Úmidas

Enclaves com topografia elevada, superiores a 800m, distribuem-se de forma dispersa na paisagem na Depressão Sertaneja, trazendo uma nova fisionomia à área. Na RH do Coreaú destaca-se o maciço úmido da Meruoca com topos em sua maioria arredondados, vegetação de porte médio e alto e vegetação secundária com características de áreas de

depressão sertaneja, aonde o processo intempérico químico predomina, levando à formação, principalmente, dos solos do tipo Argissolos, onde ocorre a Vegetação Secundária com palmeiras, originalmente área de Floresta Ombrófila Densa. As características da área demonstram o resultado da relação entre as componentes naturais, influenciadas pelo relevo e umidade, o que se traduz em melhores condições ambientais e de recursos naturais nessa região.

Já nos setores de sotavento, na vertente seca, o processo modelador ocorre pelo intemperismo físico, resultando em condições ambientais semelhantes às do sertão, são as chamadas serras secas. A vegetação é arbórea, intermediária entre a Savana Estépica e a Floresta Estacional Decidual (matas secas). Características semelhantes ocorrem nas demais Serras Secas dispersas na área.



A compartimentação geoambiental da RH do Coreaú é composta pelas seguintes Unidades e respectivas Classes: Litoral (Tabuleiro argilo-arenoso e Planície Fluviomarinha); Planície Fluvial; Serra Secas (Cristas Residuais e Serras Secas; Serras Úmidas (Níveis Cimeira); Sertão (Sertão Coreaú-Acaraú e Planície Lacustre).

2.3 Clima

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

O clima da RH do Coreaú normalmente se apresenta bastante homogêneo. As variações registradas são associadas ao regime pluviométrico e decorrem, basicamente, da proximidade do litoral, quando os índices pluviométricos se apresentam mais elevados e as temperaturas mais estáveis ou em decorrência do relevo acidentado, onde acontecem as precipitações orográficas que se juntam a temperaturas mais baixas em decorrência da altitude.

Na maior parte do tempo o clima é quente e estável, com elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, intensa taxa de insolação, elevado poder evaporante e, acima de tudo, com um regime pluviométrico marcadamente irregular. Segundo a classificação de Köppen, o clima da RH do Coreaú, em estudo realizado por Muniz et al. (2017) para o estado do Ceará, se apresenta como, predominantemente, tropical de savana (As), com inverno seco, e ao sul da Região, semiárido quente (Bsh).

2.3.1 Dados Climatológicos

Considera-se que a Região Hidrográfica do Coreaú engloba mais de um tipo climático em seu território, um refletindo as condições do litoral e outro sendo uma transição para o sertão. Desta forma, foram selecionadas duas estações climatológicas para caracterizar a Região: a estação de Acaraú, representando o clima do litoral e a estação de Sobral, representando o clima do sertão semiárido.

Para a caracterização climatológica 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 ambas estações.

▪ Temperatura

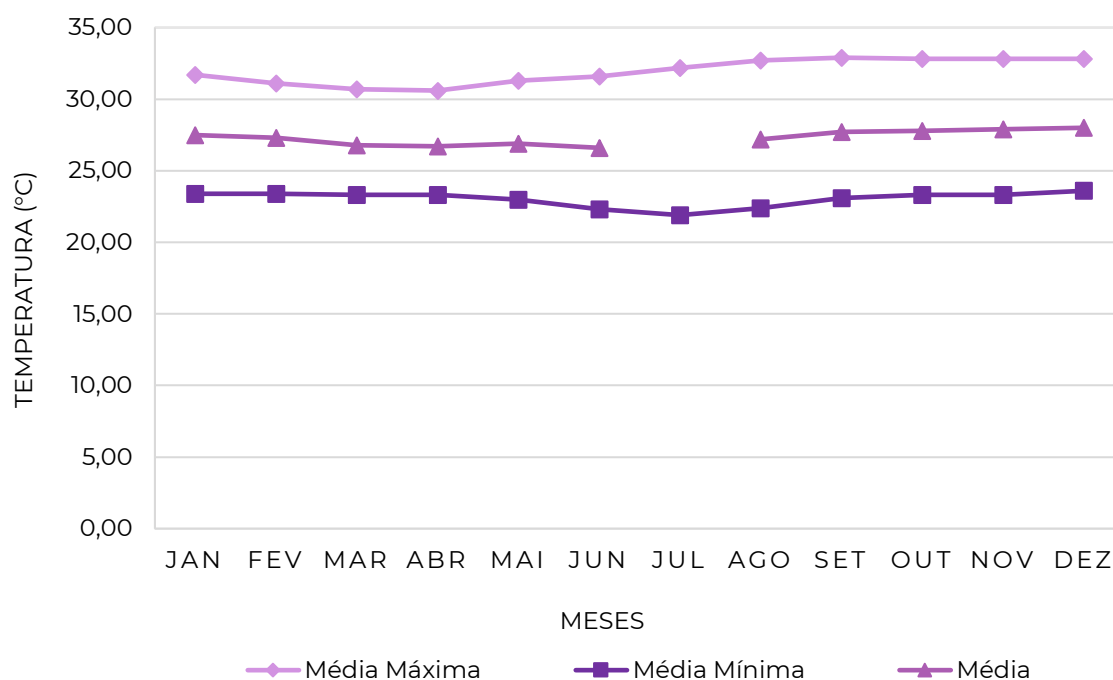
As temperaturas na RH do Coreaú são caracterizadas por temperaturas com média anual em torno de 27,3° C. Observa-se que não consta informação de temperatura média para o mês de julho. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de agosto a dezembro, com a média das máximas no período de 1981 a 2010 atingindo o maior valor (32,9°C), em setembro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a agosto, com a médias das temperaturas mínimas no mesmo período atingindo o menor valor (21,9°C) em julho. Na Tabela 2.4 e na Figura 2.1 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Acaraú.

Tabela 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Acaraú.

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	31,7	31,1	30,7	30,6	31,3	31,6	32,2	32,7	32,9	32,8	32,8	32,8	31,9
Média	27,5	27,3	26,8	26,7	26,9	26,6	-	27,2	27,7	27,8	27,9	28,0	27,3
Mínima	23,4	23,4	23,3	23,3	23,0	22,3	21,9	22,4	23,1	23,3	23,3	23,6	27,0

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.1 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Acaraú.



Fonte: INMET (2018).

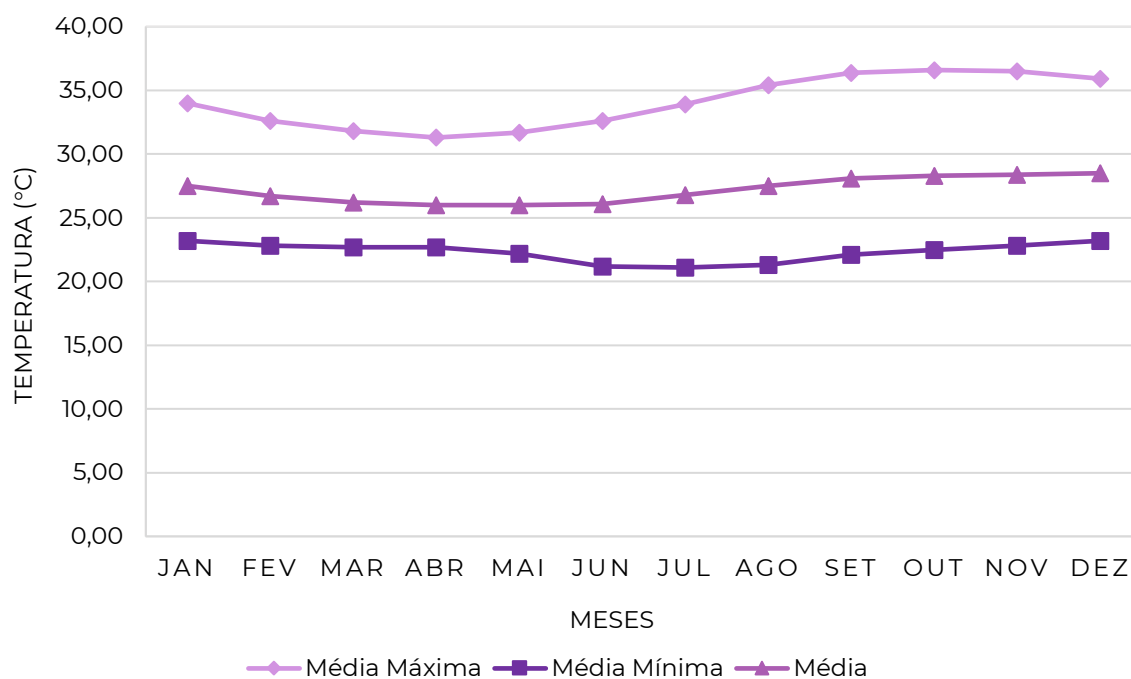
Já na estação de Sobral, representante do clima do sertão semiárido na RH do Coreaú, as temperaturas são caracterizadas pela média anual em torno de 27,2° C. As máximas ocorrem nos meses de agosto a dezembro, com a média das máximas tendo sido observada no período de 1981 a 2010, atingindo o maior valor (36,6°C), em outubro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho a agosto, com a médias das mínimas atingindo o menor valor (21,1°C) em julho. Na Tabela 2.5 e na Figura 2.2 são apresentados os valores de temperaturas médias, máximas e mínimas na estação Sobral.

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

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	34,0	32,6	31,8	31,3	31,7	32,6	33,9	35,4	36,4	36,6	36,5	35,9	34,1
Média	27,5	26,7	26,2	26,0	26,0	26,1	26,8	27,5	28,1	28,3	28,4	28,5	27,2
Mínima	23,2	22,8	22,7	22,7	22,2	21,2	21,1	21,3	22,1	22,5	22,8	23,2	22,3

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.2 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Sobral.



Fonte: INMET (2018).

▪ **Umidade relativa do ar**

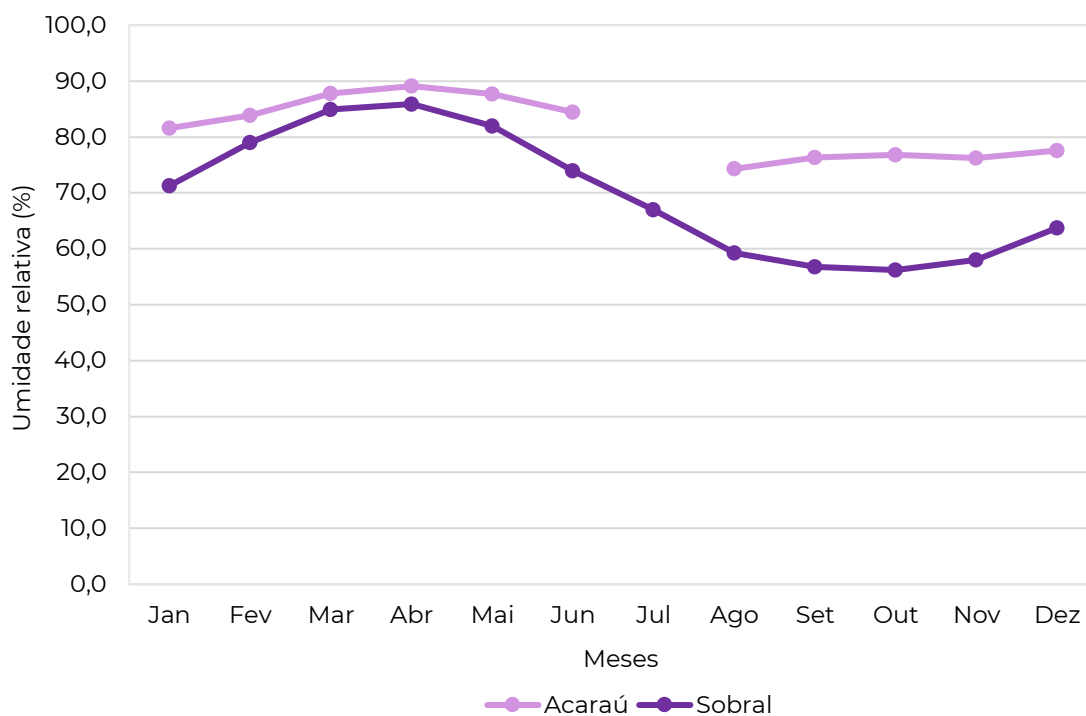
A umidade média anual na área correspondente ao litoral da RH do Coreaú, caracterizada pela estação Acaraú, é cerca de 81,4% (Tabela 2.6). Já para a área semiárida da RH, a umidade média anual, caracterizada pela estação Sobral, é de 69,8% (Tabela 2.6). Ambas estações apresentam a ocorrência de índices de umidade mais elevados entre os meses de março e maio (Figura 2.6). Essas variações mensais estão fortemente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. O período menos úmido na RH do Coreaú, em termos gerais, situa-se no segundo semestre do ano.

Tabela 2.6 - Umidade relativa (%) nas estações de Acaraú e Sobral.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Acaraú	81,6	83,9	87,8	89,1	87,7	84,4	-	74,3	76,3	76,8	76,2	77,6	81,4
Sobral	71,3	79,0	84,9	85,9	82,0	73,9	67,0	59,3	56,8	56,2	58,0	63,7	69,8

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.3 - Umidade relativa (%) nas estações de Acaraú e Sobral



Fonte: INMET (2018).

▪ Evaporação Média

Os dados de evaporação média das estações Acaraú e Sobral 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.

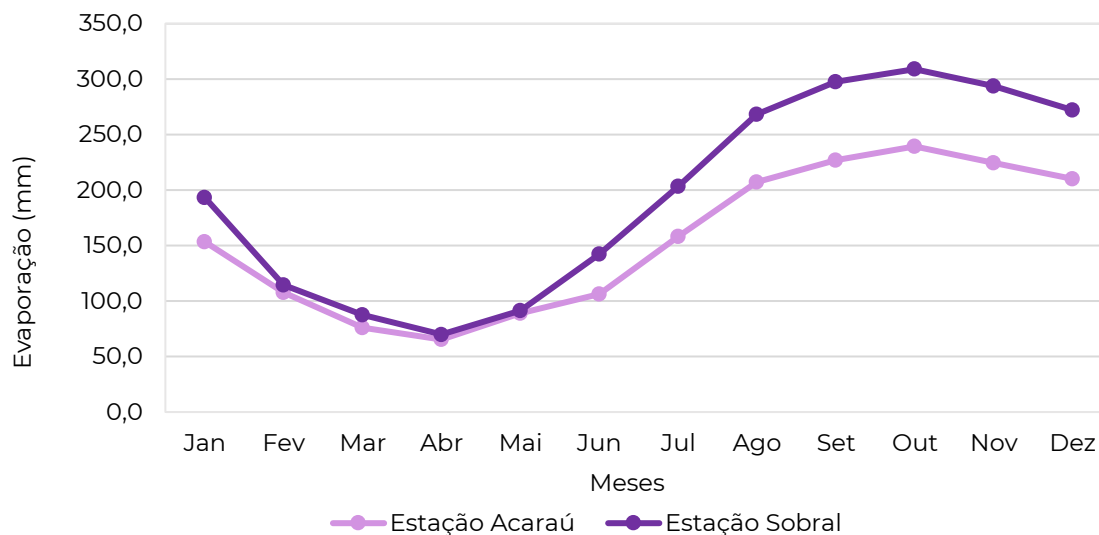
A evaporação anual média observada no litoral (estação Acaraú) foi de cerca de 1.864,5 mm, e na região semiárida (estação Sobral) foi de 2.344,7 mm com as maiores taxas sendo observadas, em ambas estações, nos meses de setembro, outubro e novembro (Tabela 2.7 e Figura 2.7).

Tabela 2.7 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações de Acaraú e Sobral.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú	153,5	107,8	76,2	65,3	89,2	106,5	158,0	207,1	227,0	239,4	224,5	210,0	1864,5
Sobral	193,3	114,4	87,7	69,9	91,5	142,5	203,2	268,5	297,9	309,0	293,8	272,0	2343,7

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.4 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações de Acaraú e Sobral.



Fonte: INMET (2018).

▪ **Insoleção Média**

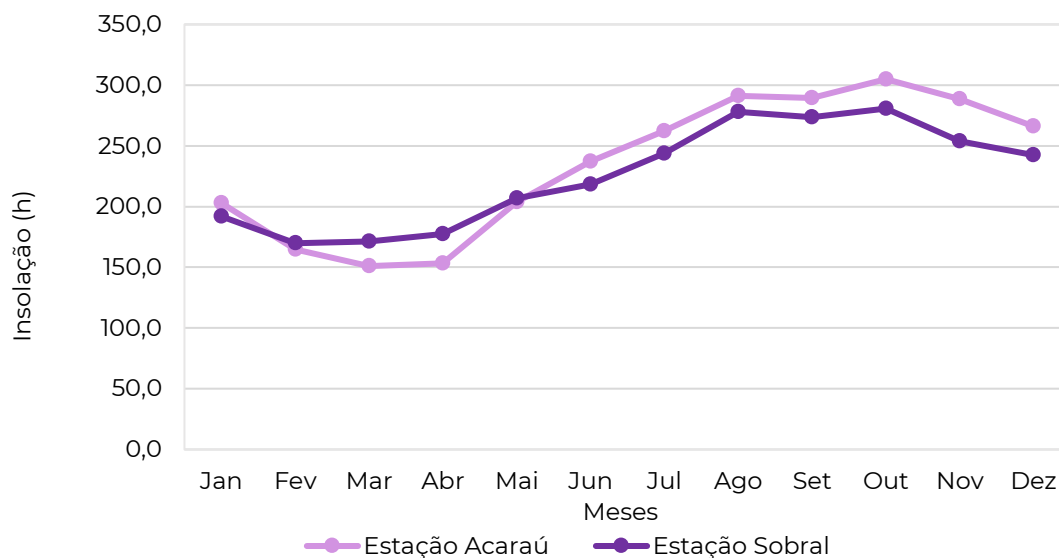
A Tabela 2.8 e a Figura 2.8 apresentam a distribuição mensal da insolação nas duas áreas de análise, ou seja, o número médio de horas de exposição ao sol nas estações de Acaraú e Sobral. Em escala anual, a insolação na RH do Coreaú na extensão do litoral (estação Acaraú) é em torno de 2.815 horas, e na região do semiárido (estação Sobral) é cerca de 2.707 horas, sendo os meses de menor insolação àqueles correspondentes ao período chuvoso, devido à presença de nebulosidade. E o mês de maior insolação, em ambas estações, é outubro, com 304,9 horas/mês na estação Acaraú e 280,7 horas/mês na estação Sobral de exposição ao sol.

Tabela 2.8 - Insolação média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú	202,7	164,5	151,0	153,3	203,7	237,0	262,1	291,4	289,5	304,9	288,7	266,2	2.815
Sobral	191,9	169,8	171,3	177,6	206,8	218,1	243,8	277,8	273,5	280,7	253,7	242,4	2.707

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.5 - Insolação média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas).



Fonte: INMET (2018).

▪ **Nebulosidade**

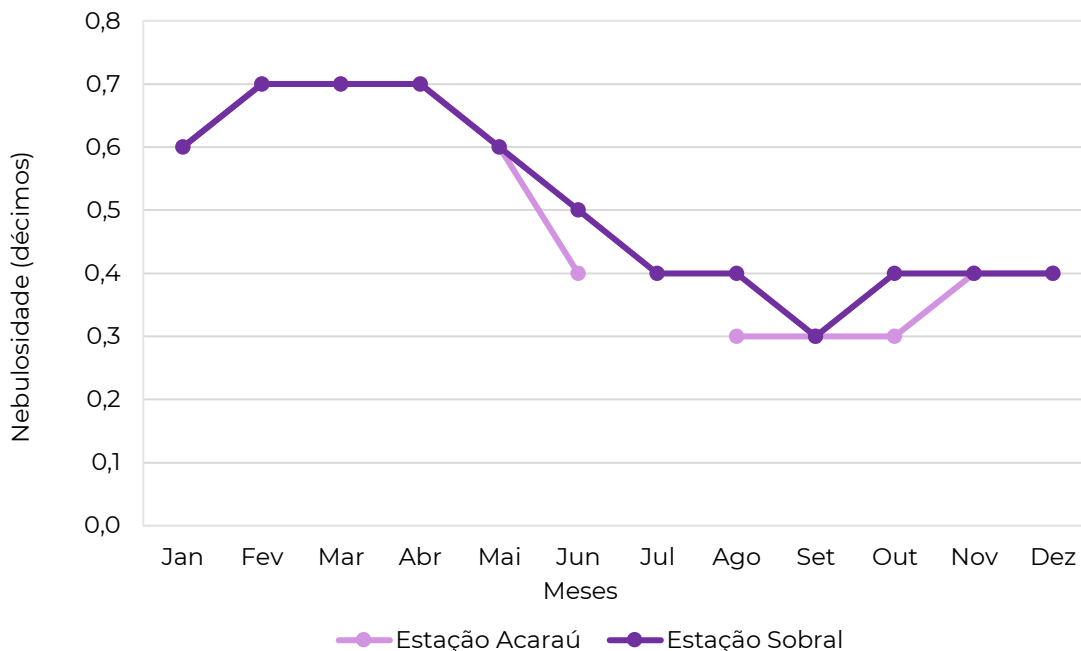
A nebulosidade é o parâmetro meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Dessa forma, de acordo com a Tabela 2.9, as maiores frações de nebulosidade registradas nas estações de Acaraú e Sobral ocorreram nos meses de fevereiro a abril (0,7 décimos de céu encoberto) e a menor fração foi observado nos meses de agosto a outubro (0,3 décimos de céu encoberto na estação Acaraú), e nos meses de outubro a dezembro (0,4 décimos de céu encoberto na estação Sobral), obtendo-se valores de nebulosidade abaixo da média (Figura 2.9). Ressalta-se que a estação Acaraú não apresentou dados para o mês de julho, segundo dados do INMET (2018).

Tabela 2.9 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações de Acaraú e Sobral.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Acaraú	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,4	-	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
Sobral	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5

Fonte: INMET (2018).

Figura 2.6 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações de Acaraú e Sobral.



Fonte: INMET (2018).

2.4 Estações pluviométricas

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (HidroWeb), a RH do Coreaú apresenta 65 estações pluviométricas inseridas nos seus limites, conforme apresentadas na Tabela 2.10 e no Mapa de postos pluviométricos. Destas, 58% são operadas pela FUNCEME, 20% operadas pelo DNOCS, 3% operadas pela CPRM e 18% dessas estações foram desativadas, conforme a Fonte: ANA (HidroWeb)

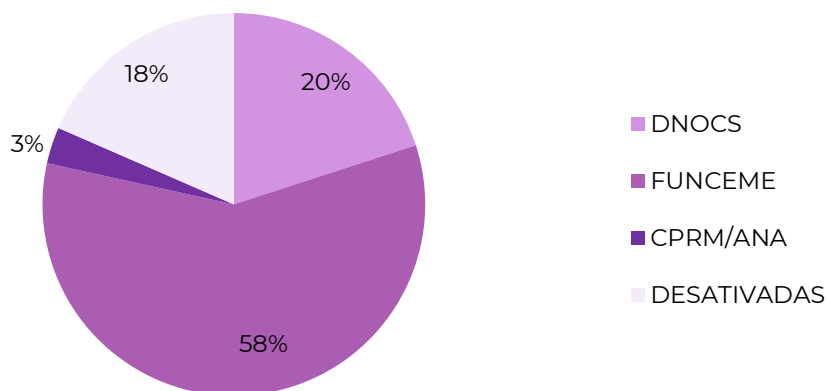
Tabela 2.10 - Estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Coreaú.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Município	Responsável	Operadora
Açude Riachinho	340037	-03:15:00	-040:31:00	Senador Sá	DNOCS	DESATIVADA
Adrianópolis	341030	-03:15:00	-041:14:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Aranaú	240009	-02:49:00	-040:13:00	Acaraú	FUNCEME	FUNCEME
Araquem	340046	-03:37:00	-040:49:00	Coreau	DNOCS	DNOCS
Araquem	340001	-03:37:00	-040:49:00	Coreau	SUDENE	DESATIVADA
Aroeiraz	340071	-03:38:00	-040:37:00	Coreau	FUNCEME	FUNCEME
Barroquinha	341029	-03:01:00	-041:07:00	Barroquinha	FUNCEME	FUNCEME
Barroquinha	241003	-02:59:00	-041:05:00	Camocim	SUDENE	DESATIVADA
Bitupita	241004	-02:55:00	-041:18:00	Barroquinha	FUNCEME	FUNCEME
Camocim	240000	-02:54:00	-040:50:00	Camocim	DNOCS	DNOCS
Camocim	240002	-02:55:00	-040:50:00	Camocim	FUNCEME	FUNCEME
Campanário	340100	-03:22:00	-040:44:00	Uruoca	FUNCEME	FUNCEME
Caraubas	341022	-03:34:00	-041:05:00	Viçosa do Ceará	DNOCS	DNOCS
Chaval	341010	-03:02:00	-041:14:00	Chaval	FUNCEME	FUNCEME
Coreau	340102	-03:34:00	-040:39:00	Coreau	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Bom Jesus	340054	-03:44:00	-040:59:00	Tianguá	DNOCS	DNOCS
Fazenda Caiçara	340055	-03:46:00	-040:49:00	Frecheirinha	DNOCS	DNOCS
Fazenda Caraubas	341012	-03:23:00	-041:04:00	Granja	DNOCS	DESATIVADA
Fazenda Papagaio	240008	-02:50:00	-040:13:00	Acaraú	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Vambira	341025	-03:34:00	-041:05:00	Viçosa do Ceará	DNOCS	DNOCS
Frecheirinha	340015	-03:46:00	-040:49:00	Frecheirinha	FUNCEME	FUNCEME
General Tiburcio	341035	-03:30:00	-041:07:00	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME
Granja	340017	-03:08:00	-040:50:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Granja	340016	-03:07:00	-040:50:00	Granja	DNOCS	DNOCS
Granja	340053	-03:07:15	-040:49:15	Granja	ANA	DESATIVADA
Guriu	240004	-02:51:00	-040:35:00	Camocim	FUNCEME	FUNCEME
Ibuaçu	340019	-03:23:00	-040:55:00	Granja	DNOCS	DNOCS
Ibuguaçu	341019	-03:22:00	-041:16:00	Granja	DNOCS	DNOCS
Ibuguaçu	341032	-03:21:00	-041:16:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Ibuguaçu	341013	-03:22:00	-041:16:00	Granja	SUDENE	DESATIVADA
Jatobá	240011	-02:58:00	-040:56:00	Camocim	FUNCEME	FUNCEME
Jijoca	240006	-02:49:00	-040:25:00	Acaraú	SUDENE	DESATIVADA
Jijoca de Jericoacoara	240013	-02:55:00	-040:29:00	Jijoca de Jericoacoara	FUNCEME	FUNCEME
Manhoso	341036	-03:30:00	-041:01:00	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME
Martinopole	340008	-03:14:00	-040:41:00	Martinopole	FUNCEME	FUNCEME
Matriz	340068	-03:04:00	-040:20:00	Bela Cruz	FUNCEME	FUNCEME
Moraujo	340108	-03:28:00	-040:41:00	Moraujo	FUNCEME	FUNCEME
Oiticica	341023	-03:34:00	-041:05:00	Viçosa do Ceará	DNOCS	DNOCS
Paracua	340025	-03:22:00	-040:47:00	Uruoca	SUDENE	DESATIVADA
Paraqua	340101	-03:14:00	-040:48:00	Uruoca	FUNCEME	FUNCEME
Parazinho	340026	-03:02:00	-040:40:00	Granja	SUDENE	DESATIVADA
Parazinho	340076	-03:02:00	-040:39:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Paulo Pessoa	341024	-03:07:00	-041:04:00	Granja	DNOCS	DNOCS
Pesqueiro	240015	-02:59:48	-040:34:13	Camocim	ANA	CPRM
Pessoa Anta	340075	-03:21:00	-040:59:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Prata	240010	-02:56:00	-040:16:00	Bela Cruz	FUNCEME	FUNCEME
Quatiguaba	340061	-03:40:00	-041:04:00	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME

Estação	Código	Latitude	Longitude	Município	Responsável	Operadora
Salão	340082	-03:25:00	-040:32:00	Senador Sá	FUNCEME	FUNCEME
Sambaiba	340074	-03:08:00	-040:54:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
São José do Torto	340048	-03:47:00	-040:39:00	Sobral	FUNCEME	FUNCEME
Senador Sá	340103	-03:21:00	-040:28:00	Senador Sá	FUNCEME	FUNCEME
Serrota	340081	-03:10:00	-040:28:00	Senador Sá	FUNCEME	FUNCEME
Sítio Urubú	340112	-03:32:00	-040:34:00	Coreau	FUNCEME	FUNCEME
Tabainha	340079	-03:28:2	-040:49:42	Tianguá	FUNCEME	FUNCEME
Tapera	340104	-03:19:44	-040:50:47	Uruoca	ANA	CPRM
Tiaia de Baixo	340069	-03:00:00	-040:34:00	Camocim	FUNCEME	DESATIVADA
Tiaia de Baixo	340110	-03:00:00	-040:34:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Timonha	341031	-03:15:00	-041:08:00	Granja	FUNCEME	FUNCEME
Tucunduba	340012	-03:10:00	-040:26:00	Senador Sá	DNOCS	DNOCS
Ubauna	340072	-03:44:00	-040:41:00	Coreau	FUNCEME	FUNCEME
Uruoca	340039	-03:19:00	-040:34:00	Uruoca	FUNCEME	FUNCEME
Várzea da Volta	340013	-03:31:00	-040:37:00	Moraujo	DNOCS	DNOCS
Viçosa do Ceará	341016	-03:33:51	-041:05:39	Viçosa do Ceará	DNOCS	DESATIVADA
Viçosa do Ceará	341017	-03:35:00	-041:05:00	Viçosa do Ceará	INMET	DESATIVADA
Viçosa do Ceará	341018	-03:33:51	-041:05:39	Viçosa do Ceará	FUNCEME	FUNCEME

Fonte: ANA (HidroWeb)

Figura 2.7 - Operadoras dos postos pluviométricos da região hidrográfica do Coreaú.



2.4.1 Regime Pluviométrico

Os estudos do regime pluviométrico têm o propósito de apresentar, essencialmente, os dados de chuvas a nível mensal e anual da RH do Coreaú. Para essa análise foram selecionados três postos pluviométricos: Viçosa do Ceará (código 340016), representativo da região de serra, Camocim (código 240002), representativo da região litorânea, e Araquém (código 340001), que retrata a região semiárida.



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

O posto Viçosa do Ceará, selecionado para representar a serra da RH do Coreaú, apresentou precipitação média anual de 1.362,3 mm (Tabela 2.11).

Na região litorânea, a precipitação média anual, dada pelo posto Camocim, reduz para 1033 mm (Tabela 2.12), e atinge cerca de 982 mm (Tabela 2.13) na região semiárida, representada pelo posto Araquém. Observando as Figuras 2.11 a 2.13, verifica-se a alta variabilidade interanual das precipitações, ocorrendo, predominantemente, no primeiro semestre do ano, o que exibe o regime de chuvas típico do Nordeste semiárido.

Tabela 2.11 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Viçosa do Ceará (340016).

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	470,7	731,7	904,8	773,9	488,2	195,6	140,3	130,5	47,4	71,5	150,7	248,3
Média	148,9	256,0	348,3	287,6	155,2	51,9	21,8	6,3	4,0	6,9	18,3	57,1
Mínima	12,4	36,3	89,7	102,2	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 2.8 - Hietograma do posto pluviométrico Viçosa do Ceará (340016).

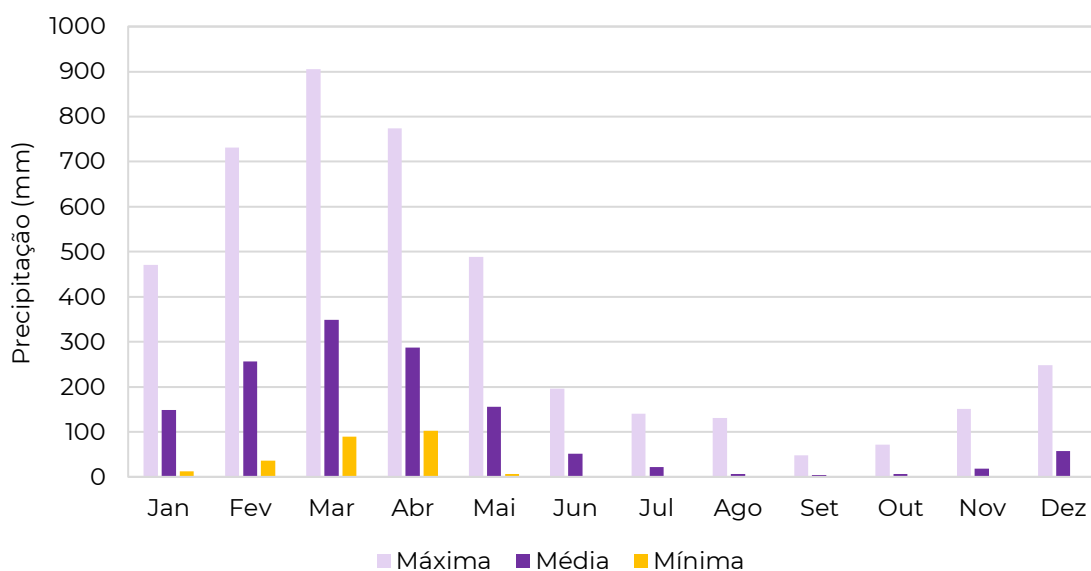


Tabela 2.12 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Camocim (240002).

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	497,5	504,3	706,7	976,6	417,4	202,1	101,9	21,8	8,0	26,0	51,1	146,0
Média	91,1	177,5	281,6	269,0	135,2	41,9	10,7	1,0	0,3	0,8	4,6	19,3
Mínima	0,0	0,0	10,6	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 2.9 - Hietograma do posto pluviométrico Camocim (240002).

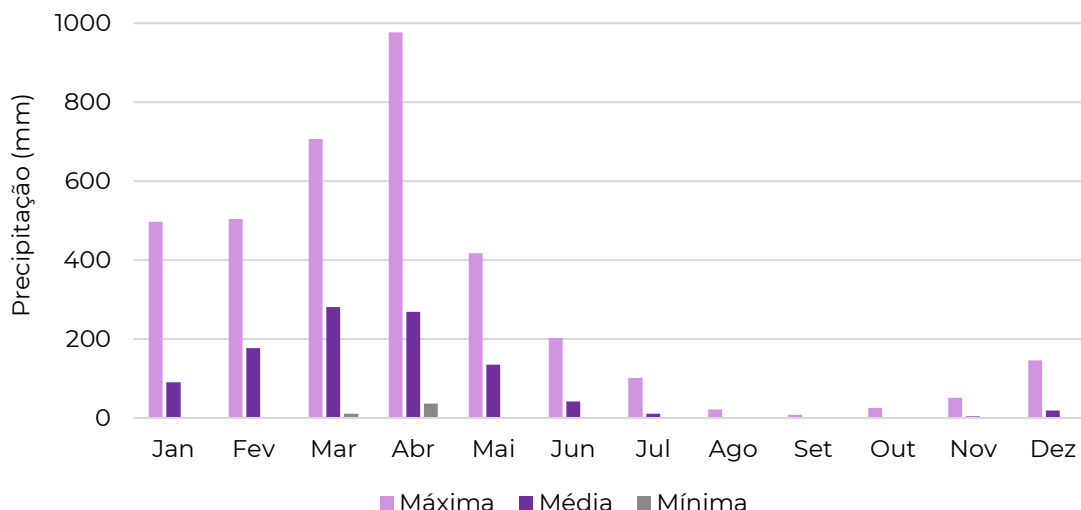
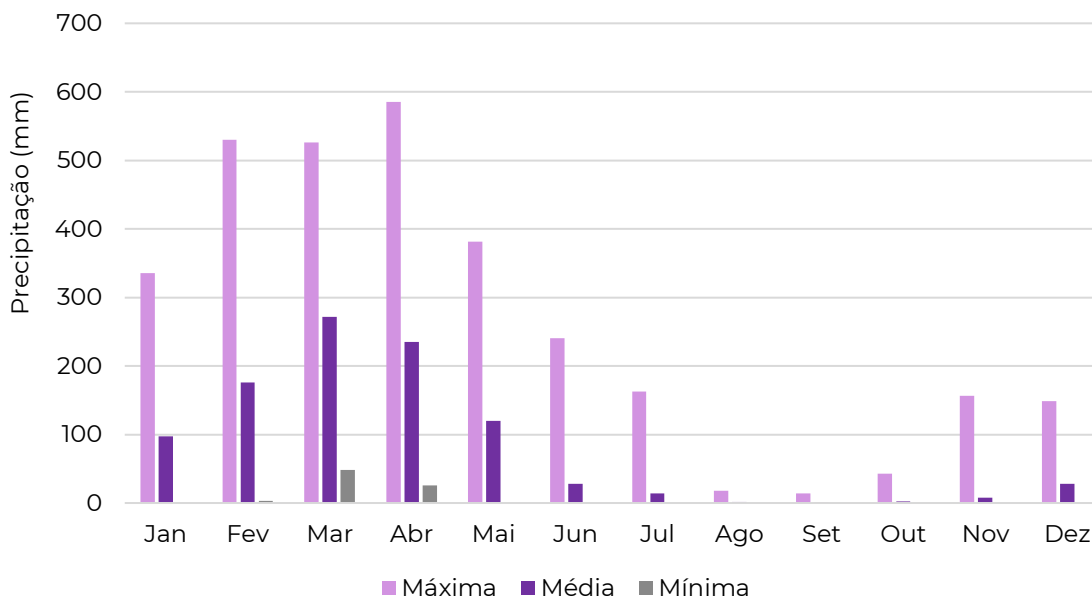


Tabela 2.13 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Araquém (340001).

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	335,7	530,1	526,4	585,0	381,7	240,3	162,6	18,2	14,0	42,7	156,7	148,8
Média	97,5	176,2	272,0	235,3	119,8	27,9	14,0	1,2	0,3	2,3	8,1	27,7
Mínima	0,0	2,8	48,0	25,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figura 2.10 - Hietograma do posto pluviométrico Araquém (340001).



2.4.2 Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica

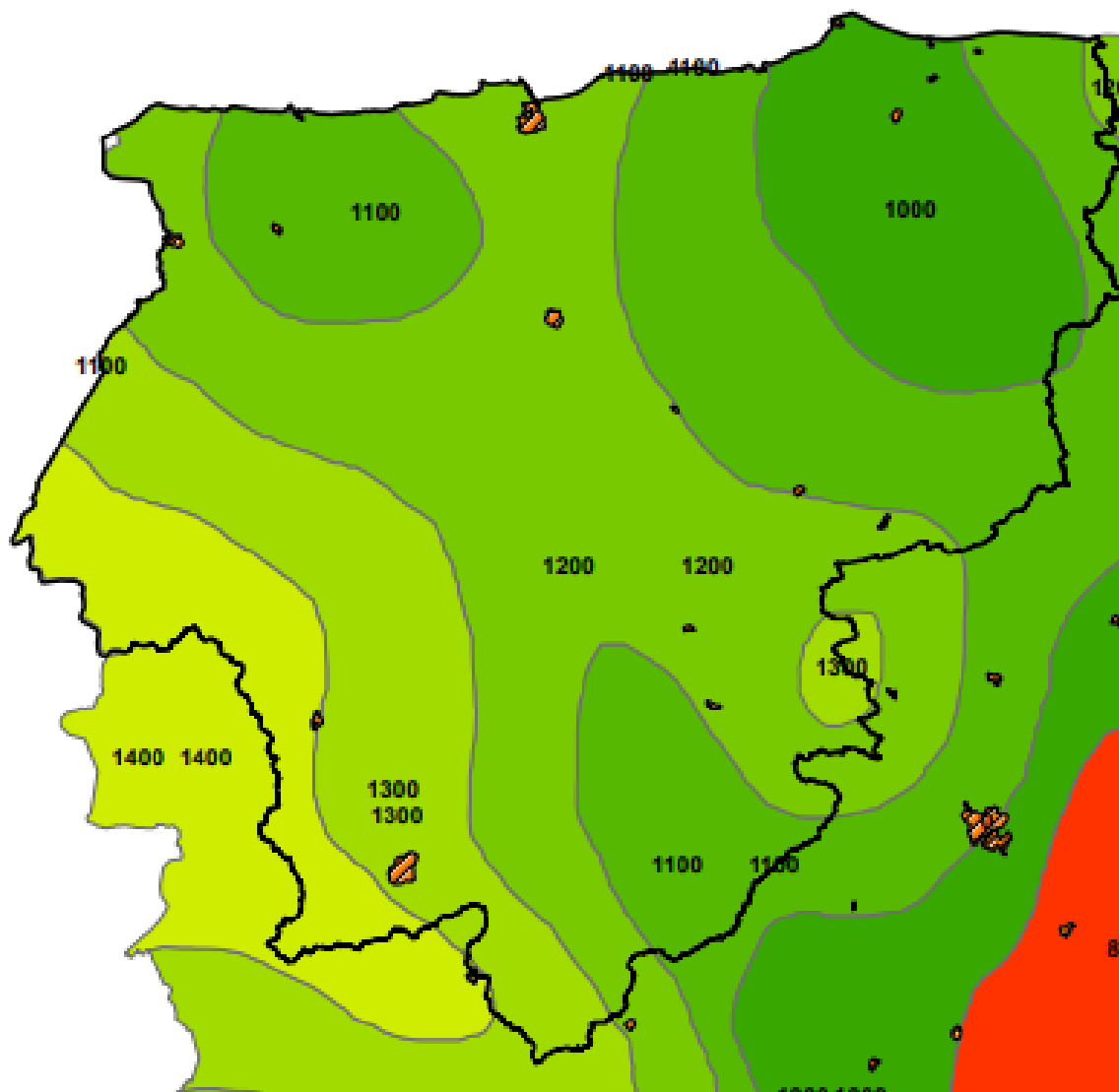
Para a obtenção de dados de precipitação média em uma região hidrográfica é necessário calcular a altura média precipitada, já que a mesma não ocorre de modo uniforme sobre toda a área.



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

No Mapa de pluviometria média apresenta-se a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas por interpolação, baseada na Ponderação do Inverso das Distâncias dos dados obtidos para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela FUNCEME (2016). Observa-se que na RH do Coreaú, as maiores precipitações médias (1.300 mm)

ocorrem próximas as serras da Ibiapaba e Meruoca, e diminuem para 1.100 mm à medida que se aproxima da costa da RH.



2.4.3 Variabilidade da Precipitação na Região Hidrográfica

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

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

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

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

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

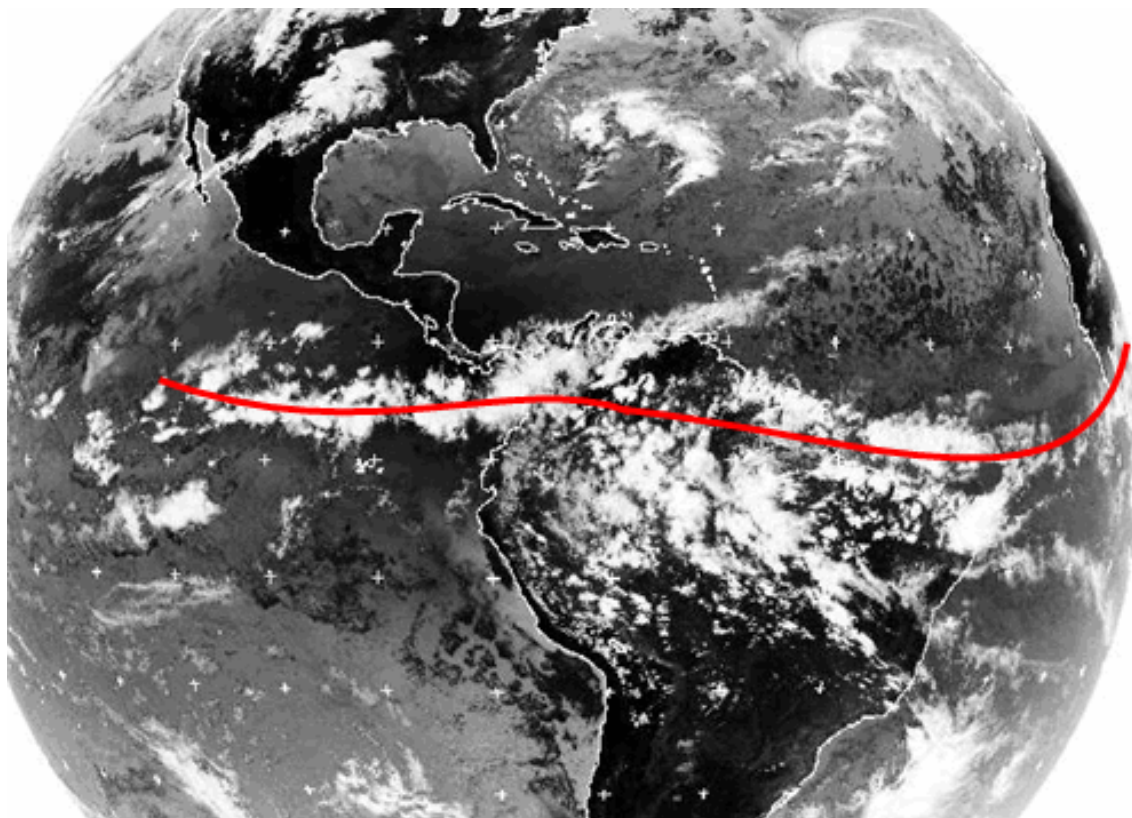
A seguir apresenta-se de forma sucinta, os principais fenômenos atmosféricos causadores de chuvas sobre o Nordeste brasileiro e, especificamente, sobre o estado do Ceará e a Região Hidrográfica do Coreaú, conforme FUNCEME (2021).

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

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

Figura 2.11 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008.



Fonte: NOAA

Linha de Instabilidade (LI)

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

As LI são bandas de nuvens, organizadas em forma de linha, causadoras de chuva, cuja formação acontece essencialmente pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, o que leva ao desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número

maior à tarde, quando a convecção é máxima, daí influenciar as chuvas nesse período. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade (Figura 2.12), sobretudo nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva na costa da RH do Coreaú, a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente, o que ocasiona ausência de precipitação na costa da RH.

Figura 2.12 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB.



Fonte: FUNCEME

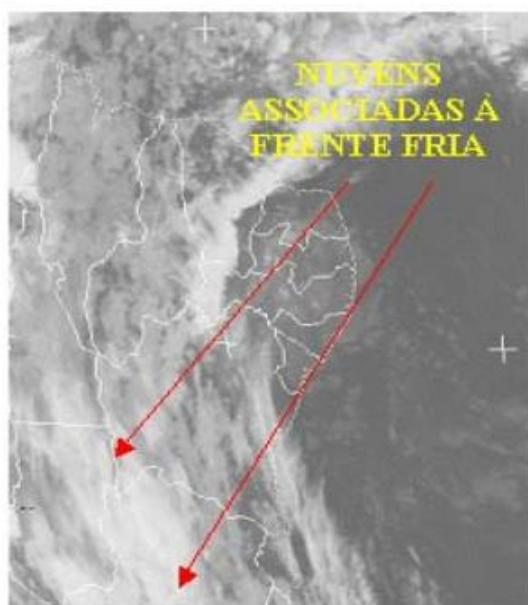
Frentes Frias

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 2.13).

A penetração desses sistemas frontais na RH do Coreaú pode ocasionar esporadicamente precipitação, principalmente em sua porção sul, atingindo seu máximo nos meses de dezembro e janeiro.

Figura 2.13 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do Estado da Bahia.



Fonte: FUNCEME.

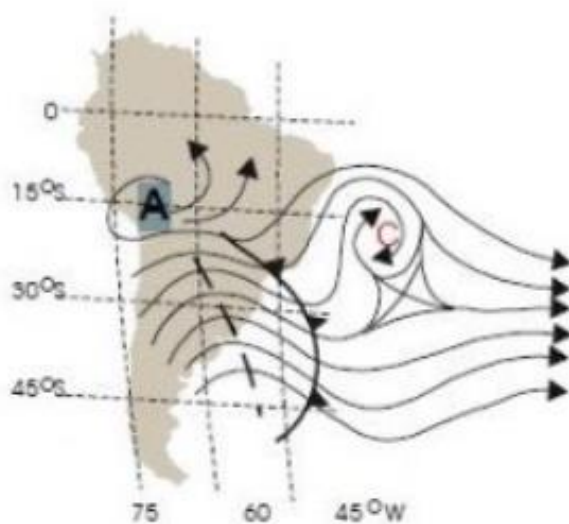
Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

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

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

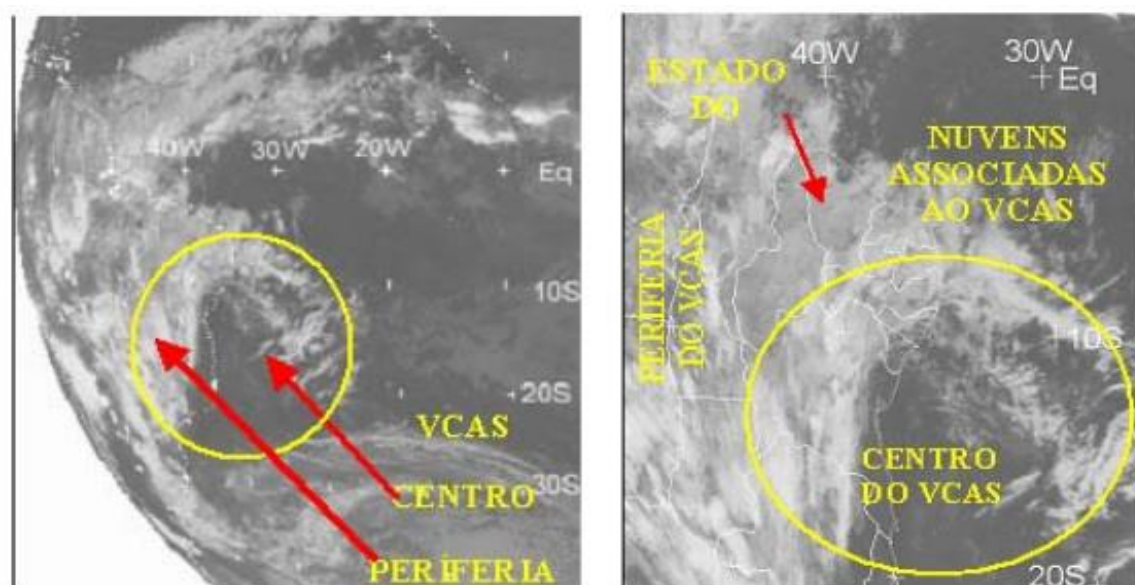
As estações pluviométricas da Região Hidrográfica do Coreaú que, climatologicamente, apresentam os máximos em março-abril e maio-junho, são influenciadas por vários sistemas meteorológicos, dentre eles o VCAS.

Figura 2.14 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)



Fonte: FUNCEME.

Figura 2.15 - Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho



Fonte: FUNCEME.

Ondas de Leste

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

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

Na RH do Coreaú, as Ondas de Leste são as principais responsáveis pela produção de chuvas na porção oriental da Região Hidrográfica durante os meses de maio e junho.

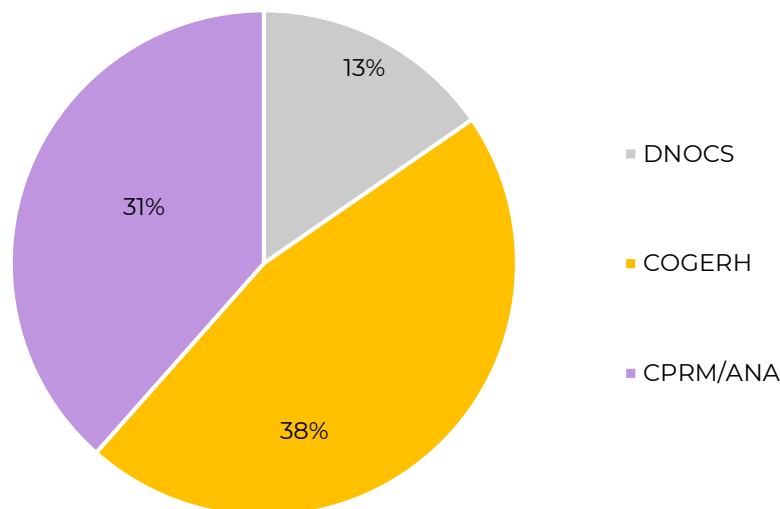
2.5 Estações Fluviométricas

Segundo o inventário de 2009 do banco de dados Hidroweb (ANA), existem 16 estações fluviométricas (Tabela 2.14) na Região Hidrográfica do Coreaú (Mapa de Postos Fluviométricos). Com 38% das estações operadas pela COGERH, 31% operadas pela ANA/CPRM, 13% operadas pelo DNOCS, e as demais (19%) encontram-se desativadas, como mostra a Figura 2.16.

Tabela 2.14 - Postos fluviométricos da Região Hidrográfica do Coreaú.

Estação	Código	Rio ou Riacho	Município	Latitude	Longitude	Responsável	Operadora
Açude Angicos	35120000	Juazeiro	Coreaú	-03:36:05	-040:47:31	COGERH	COGERH
Açude Diamante	35060000	Coreau	Coreaú	-03:36:23	-040:52:02	COGERH	COGERH
Açude Gangorra	35180000	Gangorra	Granja	-03:10:44	-040:51:52	COGERH	COGERH
Açude Premuoca	35150000	São Francisco	Uruoca	-03:19:5	-040:33:20	COGERH	COGERH
Açude Trapiá III	35118000	Coreaú	Coreaú	-03:44:25	-040:39:38	COGERH	COGERH
Boqueirão do Itacolomi	35155000	Itacolomi	Sobral	-03:20:00	-040:52:00	DNOCS	DESATIVADA
Boqueirão Paula Pessoa	35162500	Itacolomi	Sobral	-03:20:00	-040:50:00	DNOCS	DNOCS
Açude Tucunduba	35200000	Tucunduba	Santana do Acaraú	-03:10:00	-040:22:00	COGERH	COGERH
Chaval	35050000	Ubatuba	Chaval	-03:04:43	-041:15:18	ANA	CPRM
Coreaú (Palma)	35119000	Coreaú	Coreaú	-03:33:00	-040:40:00	DNOCS	DESATIVADA
Fazenda Caiçara	35100000	Coreaú	Ubajara	-03:46:00	-040:49:00	DNOCS	DNOCS
Granja	35170000	Coreaú	Granja	-03:07:15	-040:49:15	ANA	CPRM
Granja	35170001	Coreaú	Granja	-03:07:00	-040:50:00	DNOCS	DESATIVADA
Moraújo	35125000	Coreaú	Moraújo	-03:27:53	-040:41:05	ANA	CPRM
Pesqueiro	35205000	Pesqueiro	Camocim	-03:00:10	-040:34:21	ANA	CPRM
Tapera	35156000	Itacolomi	Uruoca	-03:19:41	-040:50:55	ANA	CPRM

Figura 2.16 - Operadoras das estações fluviométricas na RH do Coreaú



De acordo com a COGERH (2010) constatou-se que apenas duas estações apresentam dados que podem ser aproveitados para a RH do Coreaú: Moraújo (35125000) e Granja (35170000), ambos no rio Coreaú, e pertencentes à ANA, sendo operados pela CPRM.

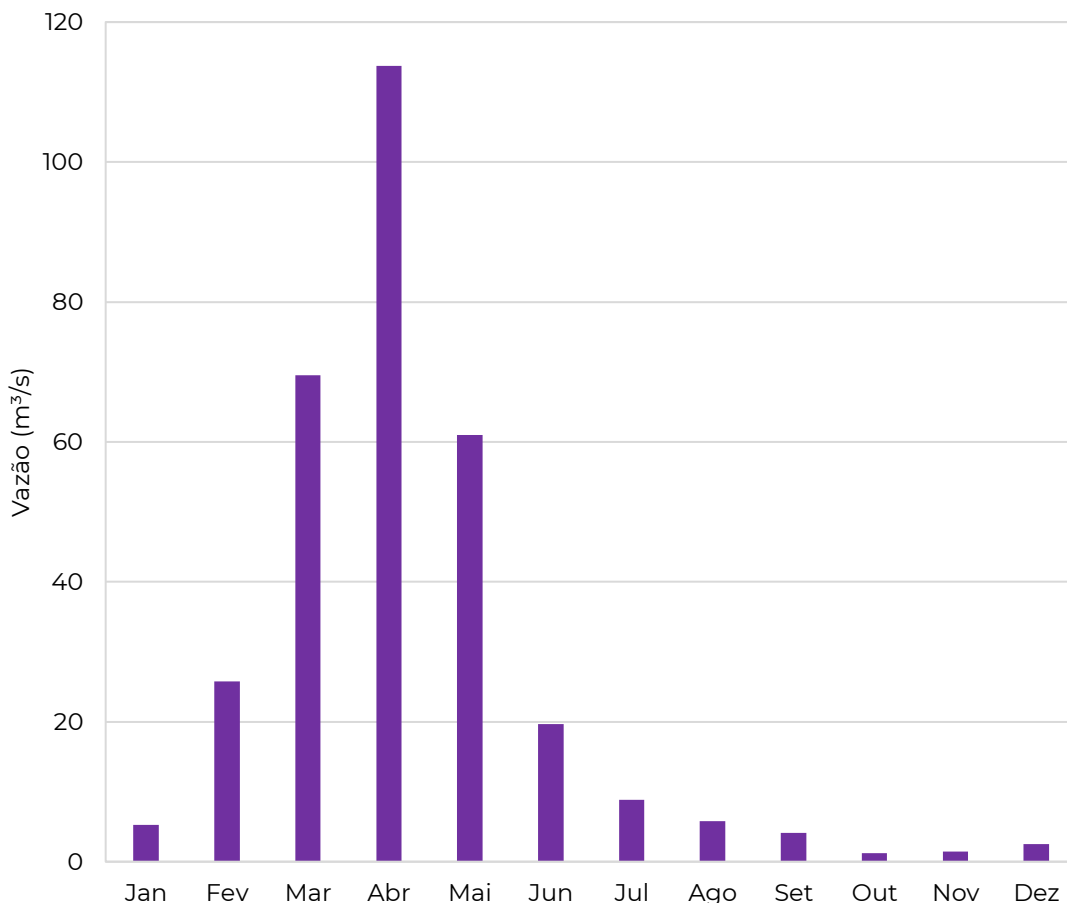
Na Tabela 2.15 e na Figura 2.20 observam-se os deflúvios médios anuais da estação Granja (35170000), e verifica-se que os meses de março a maio, ocorrem as maiores vazões, porém, entre julho e dezembro, observa-se uma significativa redução do escoamento superficial, decorrente da estiagem. Nos meses de janeiro e fevereiro costuma acontecer uma leve recuperação das vazões, em decorrência do início das precipitações na região.

Tabela 2.15 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Granja (m³/s).

Vazões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	5,23	25,74	69,55	113,76	60,98	19,63	8,88	5,80	4,08	1,24	1,44	2,54

Fonte: ANA (2009)

Figura 2.17 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Granja.



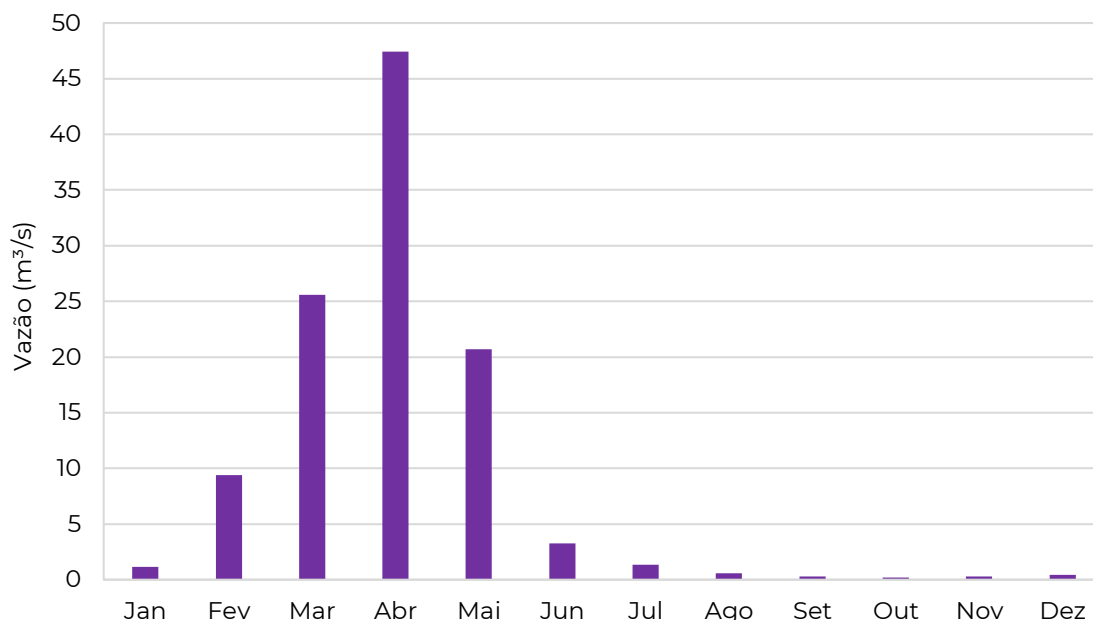
Na Tabela 2.16 e na Figura 2.21 observam-se os deflúvios médios anuais da estação Moraújo (35170000), e verifica-se também que entre os meses de março a maio, ocorrem as maiores vazões, porém, entre julho e dezembro, observa-se o desaparecimento parcial ou total do escoamento superficial neste posto, decorrente da estiagem, e em fevereiro ocorre uma leve recuperação das vazões.

Tabela 2.16 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Moraújo (m³/s).

Vazões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	1,14	9,39	25,60	47,42	20,71	3,26	1,36	0,56	0,29	0,20	0,29	0,43

Fonte: ANA (2009)

Figura 2.18 - Vazões médias mensais registradas no posto fluviométrico Moraújo.



2.6 Qualidade da água

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

Esta Rede é monitorada pela COGERH e, para a RH do Coreaú, existem dez (10) pontos de monitoramento, conforme apresentado na Tabela 2.17.

Tabela 2.17 - Pontos de monitoramento de qualidade de água realizada pela Cogerh na RH do Coreaú.

Corpo Hídrico	Ponto	Latitude	Longitude
Açude. Premuoca	PRE-01	9632670	327272
Açude Itaúna	ITA-01	9651060	259080
Açude Gangorra	GAN-01	9649330	292737
Açude Angicos	ANG-01	9597800	297573
Açude Trapiá III	TR3-01	9587400	313157
Açude Martinópole	MRT-01	9641790	320510
Açude Várzea da Volta	VZV-01	9612570	320609
Açude Tucunduba	TUC-01	9648130	338912
Açude Diamante	DIA-01	9602130	292768
Açude Diamantino II	DI2-01	9651140	348401

Fonte: COGERH – julho/2020

Além da RMQA, o Estado conta com o monitoramento realizado por meio do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água - QUALIÁGUA cujo objetivo é contribuir para a gestão sistemática dos recursos hídricos, através da divulgação de dados sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil a toda a sociedade; estimular a padronização dos critérios e métodos de monitoramento de qualidade de água, contribuir para o fortalecimento de um monitoramento sistemático e promover a implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA. De acordo com a Tabela 2.18 existem quatro (04) pontos de monitoramento no âmbito deste Programa para a Região Hidrográfica do Coreaú.

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

Código Semace	Código Hidro	Município	Corpo Hídrico	Lat	Long
Co-1		Granja	Rio Coreaú	9655200	297577
Co-2	35170002	Granja	Rio Coreaú	9654008	297620
Co-3	35127000	Uruoca	Rio Coreaú	9627820	306039
Co-4	35125001	Moraújo	Rio Coreaú	9616880	312818

Fonte: SEMACE – junho/2020

A CPRM mantém a Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, a qual coleta diferentes tipos de dados, dentre eles dados referentes a redes de

monitoramento da qualidade das águas e de sedimentometria. Na RH do Coreaú tem-se como pontos de coleta cinco (05) estações fluviométricas que medem qualidade de água. Na tabela 2.19, são apresentados os pontos de monitoramento da Região.

Tabela 2.19 - Ponto de monitoramento de qualidade de água na RH do Coreaú.

Nome	Código	Tipo	Rio	Município
Chaval - retiro	35050000	FDQT	Rio Timonha	Chaval
Granja	35170000	FDQCo	Rio Coreaú	Granja
Moraújo	35125000	FDQ	Rio Coreaú	Moraújo
Pesqueiro	35205000	FDQCo	Rio Pesqueiro	Camocim
Tapera	35156000	FDQ	Riacho Itacolomi	Uruoca

Fonte: ANA (2009)

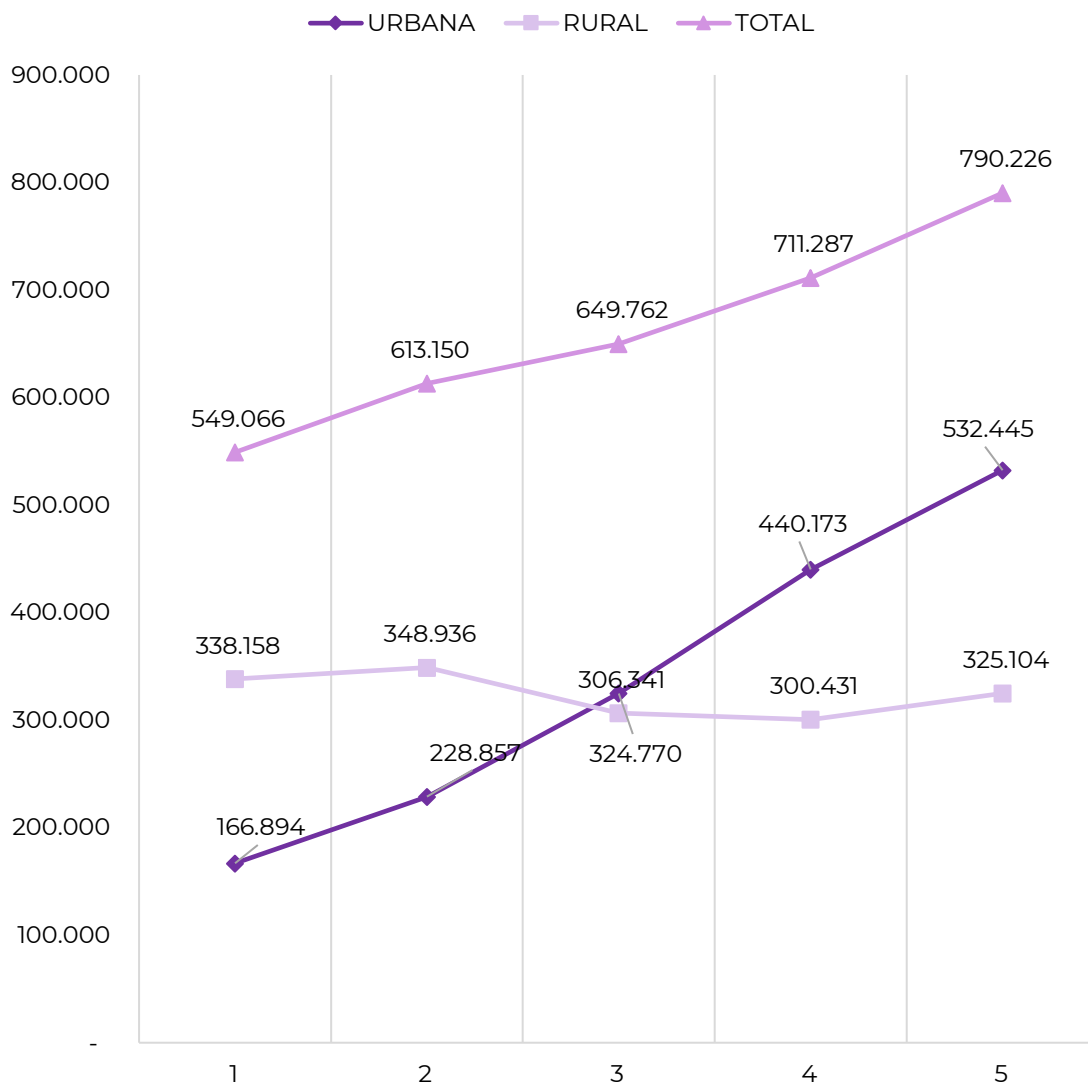
2.7 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

A Região Hidrográfica do Coreaú intercepta 26 municípios do Ceará, mas somente em 21 deles sua área é representativa, conforme apresentado na descrição da RH do Coreaú.

Desta maneira serão disponibilizadas informações sobre as condições socioeconômicas dos municípios que compõem a Região de forma a possibilitar uma visão holística da área e uma análise comparativa entre os seus municípios, em relação a evolução e distribuição da população residente; a aspectos econômicos, tais como Produto Interno Bruto (PIB) total e setorial, PIB per capita, dados Agropecuários, e indicadores de desenvolvimento humano, como o IDM e IDH, dentre outros.

Para a RH do Coreaú, dados do Censo Demográfico mostram um processo de urbanização semelhante ao de grandes centros em desenvolvimento, tendo em vista que além do crescimento populacional houve, também, com o passar dos anos, um aumento da parcela da população urbana, em relação à rural. Em 1970 representava cerca de 61% da população da Região, passando para 41% em 2010. (Figura 2.22).

Figura 2.19 - Dados de População - Censos de 1970 -2010.



Fonte: IBGE, 2019.

Corroborando com esta análise, pode-se verificar o expressivo processo de urbanização na maioria dos municípios na Tabela 2.20, onde se pode observar os valores da Taxa Média Geométrica de incremento anual da população residente, com alguns deles negativos para a população rural, indicando o seu decréscimo ao longo dos anos. Destaque especial para o município de Jijoca de Jericoacoara, onde o incremento da população na década de 2000-2010 foi o maior, superando os 3%.

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
Acaraú	28.242	29.309	57.551	63.104	1,40	1,86	1,63
Alcântaras	3.448	7.323	10.771	11.781	2,24	0,76	1,21
Barroquinha	9.770	4.706	14.476	15.044	0,72	-0,25	0,39
Bela Cruz	12.997	17.881	30.878	32.722	1,16	0,64	0,85
Camocim	44.657	15.501	60.158	63.907	0,94	0,49	0,82
Chaval	9.168	3.447	12.615	13.091	0,76	-0,61	0,37
Coreaú	14.223	7.731	21.954	23.239	2,36	-1,19	0,95
Cruz	9.569	12.910	22.479	24.977	1,53	1,11	1,29
Frecheirinha	7.636	5.355	12.991	14.134	1,69	-0,03	0,94
Granja	25.892	26.753	52.645	54.962	1,39	0,32	0,83
Ibiapina	10.743	13.065	23.808	25.082	2,70	-0,64	0,72
Jijoca de Jericoacoara	5.556	11.446	17.002	20.087	4,93	2,83	3,47
Marco	15.435	9.268	24.703	27.595	2,82	0,59	1,92
Martinópolis	8.007	2.207	10.214	11.321	2,13	0,43	1,73
Massapê	23.983	11.208	35.191	39.044	2,26	0,75	1,75
Meruoca	7.420	6.273	13.693	15.185	2,80	0,94	1,90
Moraújo	3.604	4.466	8.070	8.779	0,73	1,92	1,37
Morrinhos	9.612	11.088	20.700	22.685	2,18	0,86	1,45
Mucambo	9.066	5.036	14.102	14.549	1,81	-2,12	0,21
Santana do Acaraú	15.372	14.574	29.946	32.654	2,13	0,59	1,35
Senador Sá	5.068	1.784	6.852	7.691	2,92	-0,11	2,03
Sobral	166.310	21.923	188.233	210.711	2,14	0,54	1,94
Tianguá	45.819	23.073	68.892	76.537	2,08	1,06	1,72
Ubajara	15.350	16.437	31.787	35.047	2,08	1,19	1,61
Uruoca	7.671	5.212	12.883	13.915	2,28	-0,28	1,16
Viçosa do Ceará	17.827	37.128	54.955	61.410	2,10	1,84	1,92

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A distribuição dos núcleos urbanos da Região pode ser observada na Tabela 2.21 e o Mapa Limite Municipal com Sedes Urbanas mostra como esses núcleos estão distribuídos no território da RH do Coreaú.

Tabela 2.21 - População dos núcleos urbanos da Região Hidrográfica do Coreaú.

Município	Unidade Geográfica	População Núcleo Urbano
		Ano de 2010
Alcântaras	Alcântaras	2.994
	Ventura	454
Barroquinha	Araras	1.087
	Barroquinha	5.357
	Bitupitá	3.326

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ // NOVEMBRO DE 2021

Município	Unidade Geográfica	População Núcleo Urbano
		Ano de 2010
Bela Cruz	Prata	305
Camocim	Amarelas	301
	Camocim	43.303
	Guriú	1.053
Chaval	Chaval	8.818
	Passagem	350
Coreaú	Araquém	1.853
	Aroeiras	991
	Canto	318
	Coreaú	8.012
	Ubaúna	3.049
Cruz	Caiçara	468
Frecheirinha	Frecheirinha	7.636
Granja	Adrianópolis	2.378
	Granja	15.532
	Ibuguaçu	1.056
	Parazinho	2.214
	Pessoa Anta	1.806
	Sambaíba	281
	Timonha	2.625
Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara	5.556
Marco	Mocambo	2.143
	Panacuí	962
Martinópolis	Martinópolis	8.007
Meruoca	Anil	1.306
	Santo Antônio dos Fernandes	240
Moraújo	Boa Esperança	367
	Moraújo	2.682
	Várzea da Volta	555
Mucambo	Poço Verde	246
Senador Sá	Salão	340
	Senador Sá	3.650
	Serrota	1.078
Tanguá	Arapá	1.437
	Tabainha	399
	Tanguá	42.623
Ubajara	Araticum	1.710
	Ubajara	12.094
Uruoca	Campánario	2.375
	Paracuí	584
	Uruoca	4.712
Viçosa do Ceará	General Tibúrcio	567
	Lambedouro	1.631
	Manhoso	533
	Passagem da Onça	747
	Quatiguaba	1.223
	Viçosa do Ceará	11.499

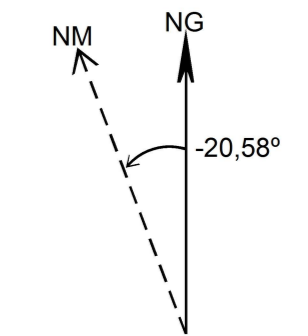
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



LIMITES MUNICIPAIS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

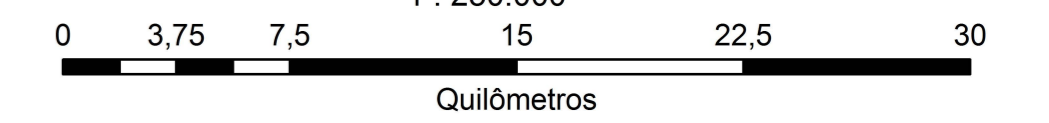
ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

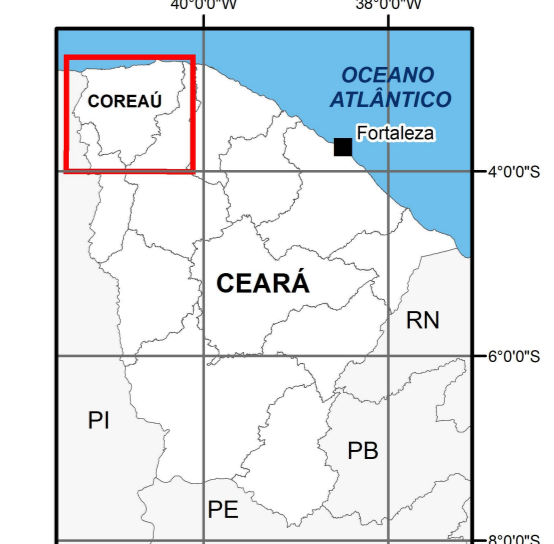
ESCALA:
1 : 250.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

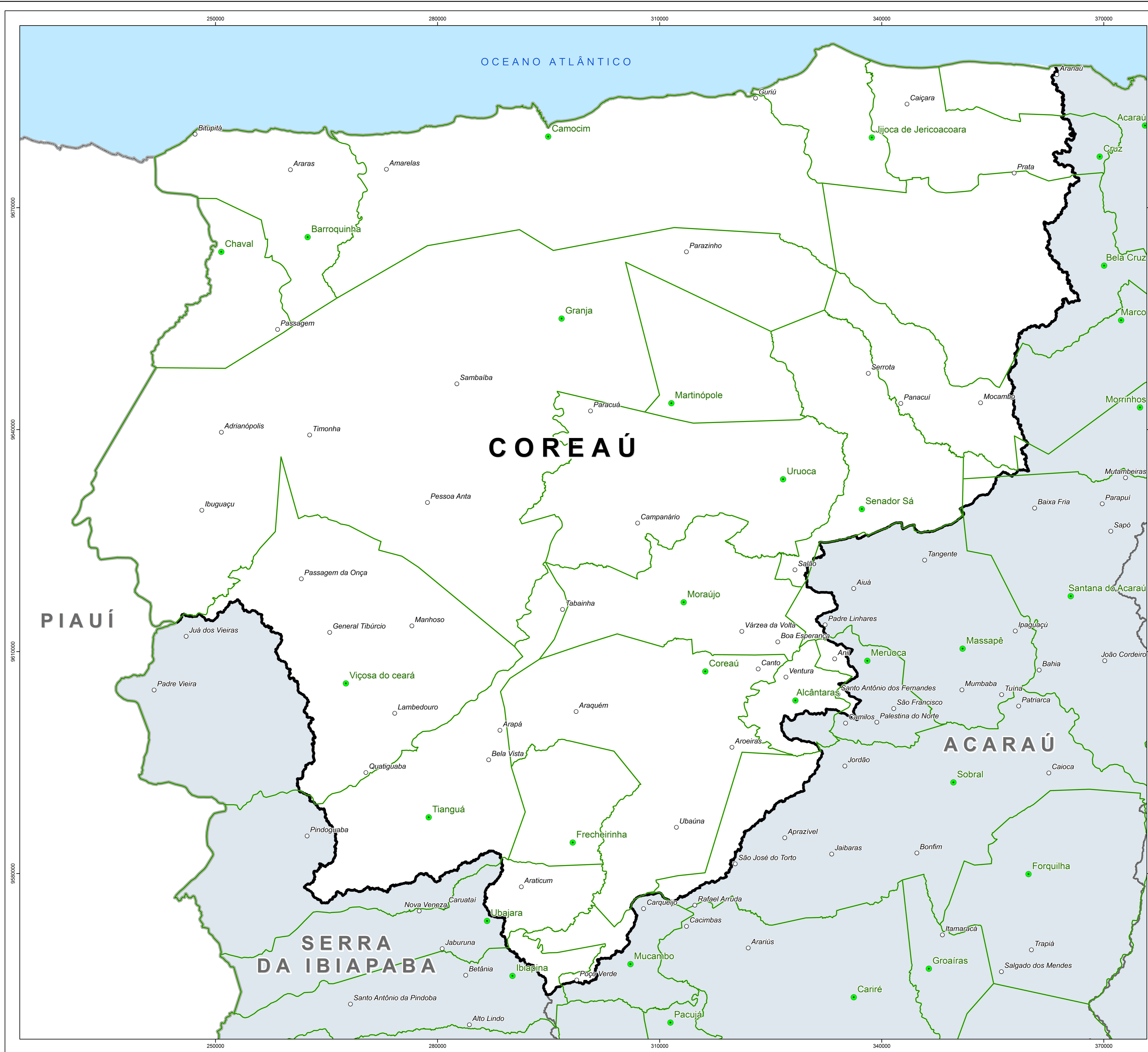
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede Municipal (Ipece, 2019)
- Sedes Distritais (Ipece, 2018)
- ⊞ Região Hidrográfica do Coreaú (Cogerh, 2020)
- ⊞ Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- ⊞ Limite Estadual (Ipece, 2021)
- ⊞ Limite Municipal (Ipece, 2021)

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Setembro - 2021





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

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

A maioria dos municípios tem a maior participação de sua economia vinculada a atividade de Serviços (incluindo a atividade de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social -

APU), isso é evidente para 149 municípios do Estado, e também para a Região Hidrográfica do Coreaú, conforme Tabela 2.22, onde se verificam os percentuais mais altos para 11, dos 15 municípios deste Setor.

Tabela 2.22 - Distribuição do PIB por setores.

Municípios	PIB per capita	PIB (R\$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Acaraú	8.932,85	558.812,00	0,358	15,89	7,02	77,09
Alcântaras	6.506,64	75.015,00	0,048	7,86	6,47	85,67
Barroquinha	6.662,55	99.865,00	0,064	14,02	3,55	82,43
Bela Cruz	7.322,65	238.667,00	0,153	17,89	3,83	78,28
Camocim	9.005,03	570.991,00	0,366	13,65	13,85	72,51
Chaval	6.202,19	80.920,00	0,052	5,33	4,08	90,60
Coreaú	6.233,81	144.986,00	0,093	9,01	3,89	87,10
Cruz	8.946,00	215.876,00	0,138	9,04	4,79	86,17
Frecheirinha	18.393,95	253.064,00	0,162	3,15	41,62	55,23
Granja	6.692,39	366.268,00	0,235	12,15	3,86	83,99
Ibiapina	11.277,10	281.871,00	0,181	30,65	8,99	60,36
Jijoca de Jericoacoara	17.740,75	347.488,00	0,223	1,98	5,46	92,56
Marco	11.895,31	322.684,00	0,207	5,71	14,82	79,47
Martinópole	6.793,14	75.696,00	0,049	9,20	4,62	86,17
Massapê	7.143,58	274.485,00	0,176	7,62	6,34	86,03
Meruoca	6.681,84	100.428,00	0,064	7,39	8,57	84,04
Moraújo	7.141,56	62.053,00	0,040	19,33	4,24	76,44
Morrinhos	6.198,22	138.555,00	0,089	7,95	4,62	87,43
Mucambo	6.687,06	96.862,00	0,062	6,89	4,46	88,65
Santana do Acaraú	6.705,46	216.023,00	0,139	16,08	3,01	80,91
Senador Sá	6.992,85	52.817,00	0,034	7,30	4,33	88,37
Sobral	23.104,70	4.774.447,00	3,062	0,78	25,99	73,23
Tianguá	17.463,87	1.312.235,00	0,842	17,55	13,33	69,12
Ubajara	16.719,17	577.313,00	0,370	20,45	27,51	52,04
Uruoca	12.289,40	169.139,00	0,108	13,05	29,88	57,07
Viçosa do Ceará	7.202,63	434.715,00	0,279	20,60	3,01	76,39

Fonte: IPECE, 2018

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Índice de Desenvolvimento Humano pode ser obtido a partir da média do IDH-Municipal (IDHM) divulgado pela ONU, este índice trabalha três dimensões: longevidade, educação e renda. O IDHM é obtido pela média aritmética simples de três subíndices: IDHM – Longevidade, obtido a partir da esperança de vida ao nascer; IDHM – Educação, resultado da combinação da porcentagem de adultos

alfabetizados com taxa de matrícula nos ensinos elementar, médio e superior; IDHM – Renda, que é alcançado a partir da PIB per capita, ajustado ao poder de paridade de compra e com retornos marginais decrescentes à renda a partir de um determinado patamar de referência. Os valores de IDH são apresentados na Tabela 2.23 para os municípios, com dados do censo de 2010.

Tabela 2.23 - Índice de Desenvolvimento Humano- Municipal - IDHM.

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking
Acaraú	0,559	129	0,52	144	0,76	113	0,55	95
Alcântaras	0,566	133	0,52	129	0,75	131	0,55	107
Barroquinha	0,571	173	0,51	158	0,72	178	0,51	173
Bela Cruz	0,571	63	0,60	32	0,76	99	0,53	137
Camocim	0,581	72	0,58	52	0,73	171	0,57	69
Chaval	0,586	158	0,54	112	0,72	181	0,52	160
Coreaú	0,587	98	0,57	65	0,76	114	0,53	151
Cruz	0,588	47	0,59	47	0,75	130	0,57	54
Frecheirinha	0,599	123	0,54	110	0,75	141	0,55	104
Granja	0,600	183	0,45	181	0,78	40	0,50	183
Ibiapina	0,601	106	0,53	126	0,77	76	0,56	90
Jijoca de Jericoacoara	0,603	23	0,63	16	0,72	176	0,61	16
Marco	0,604	93	0,55	88	0,73	161	0,56	73
Martinópole	0,607	138	0,52	134	0,76	97	0,54	125
Massapê	0,608	85	0,55	84	0,78	36	0,54	123
Meruoca	0,610	81	0,55	85	0,76	91	0,56	89
Moraújo	0,612	164	0,52	146	0,77	75	0,50	182
Morrinhos	0,616	155	0,51	152	0,76	100	0,52	159
Mucambo	0,618	107	0,54	106	0,73	165	0,57	71
Santana do Acaraú	0,620	156	0,50	160	0,76	117	0,54	134
Senador Sá	0,623	127	0,57	67	0,74	160	0,53	146
Sobral	0,632	2	0,68	2	0,83	1	0,65	4
Tianguá	0,648	18	0,59	45	0,77	70	0,63	8
Ubajara	0,652	25	0,59	35	0,77	67	0,60	25
Uruoca	0,657	179	0,49	169	0,75	144	0,50	178
Viçosa do Ceará	0,714	174	0,48	176	0,75	129	0,52	163

Fonte: IPECE/PNUD (2010)

Dentre os municípios da Região Hidrográfica, nove apresentam valores de IDHM inferior a 0,599, (Barroquinha, Chaval, Granja, Martinópole, Moraújo, Morrinhos, Santana do Acaraú, Uruoca e Viçosa do Ceará)

representando um Baixo Desenvolvimento, um reflexo das componentes Educação e Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando no intervalo de 0,600 a 0,699, considerado Médio Desenvolvimento, a exceção de Sobral, que se configura como um município com alto IDHM.

Na RH do Coreaú destaca-se a Indústria de Transformação, conforme Tabela 2.24. As principais empresas se localizam nos municípios de Sobral, Tianguá, Camocim e Viçosa do Ceará.

Tabela 2.24 - Quantidade de Empresas Industriais.

Municípios	Empresas Industriais				Total
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	
Acaraú	12	5	127	2	146
Alcântaras	2	1	24	-	27
Barroquinha	-	-	32	5	37
Bela Cruz	-	-	86	3	89
Camocim	-	8	179	2	189
Chaval	-	-	22	10	32
Coreaú	2	1	31	2	36
Cruz	-	6	102	6	114
Frecheirinha	-	8	92	3	103
Granja	-	1	25	-	26
Ibiapina	4	7	69	-	80
Jijoca de Jericoacoara	-	2	102	-	104
Marco	-	8	148	-	156
Martinópole	-	-	27	1	28
Massapê	1	2	88	4	95
Meruoca	2	7	39	-	48
Moraújo	-	3	6	-	9
Morrinhos	-	2	117	2	121
Mucambo	-	1	30	-	31
Santana do Acaraú	-	-	45	-	45
Senador Sá	-	-	15	-	15
Sobral	9	63	922	17	1.011
Tianguá	14	84	369	6	473
Ubajara	9	24	109	-	142
Uruoca	2	2	19	8	31
Viçosa do Ceará	2	8	166	5	181
TOTAL	59	243	2991	76	3.369

Fonte: Secretaria da Fazenda (Sefaz, 2020)



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

No que diz respeito à agricultura, as principais culturas permanentes produzidas na Região Hidrográfica foram, para o ano de 2019, a castanha de maracujá, o coco da baía e a banana, em uma área de aproximadamente 13.686 hectares, especialmente em Cruz, Bela Cruz, Granja, Camocim e Sobral. A área plantada para produção de castanha de caju foi de 84.065 ha, com uma produção de 29.814 ton.



PLANTAÇÃO DE MILHO – Foto: Cogeh

As culturas temporárias, em destaque na Região são a mandioca, a cana-de-açúcar e o milho; em pouco mais de 27.200 ha (Tabela 2.25). Em uma área de mais de 63.000 hectares, para essas culturas. Destaque também

para a produção de feijão, em uma área de mais de 47.000 há, com produção de cerca de 9.100 toneladas do grão.

Tabela 2.25 - Quantidade produzida Lavouras temporárias e permanentes - 2019.

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes					
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano -2019					
	PERMANENTE			TEMPORÁRIA		
	Maracujá	Coco-da-baía	Banana (cacho)	Mandioca	Cana-de-açúcar	Milho (em grão)
Acaraú	100	32.964	2.486	26.960	728	297
Alcântaras	-	79	95	321	250	454
Barroquinha	-	243	-	3.996	-	108
Bela Cruz	595	2.749	141	32.484	-	724
Camocim	-	12.285	92	28.221	-	2.230
Chaval	-	-	-	985	-	55
Coreaú	-	-	120	98	180	1.052
Cruz	-	793	30	32.124	-	462
Frecheirinha	105	273	168	141	560	588
Granja	-	87	241	36.823	91	3.101
Ibiapina	18.000	1.510	6.015	4.200	21.000	2.805
Jijoca de Jericoacoara	-	283	-	8.044	-	138
Marco	85	794	160	12.890	-	240
Martinópole	-	-	-	2.968	-	711
Massapê	-	60	538	373	281	870
Meruoca	78	20	191	672	654	152
Moraújo	-	12	14	137	41	263
Morrinhos	-	-	-	4.061	-	149
Mucambo	-	-	39	371	-	982
Santana do Acaraú	-	30	141	3.000	-	1.920
Senador Sá	-	13	5	1.662	-	135
Sobral	-	207	345	534	268	2.496
Tianguá	27.720	2.000	15.900	5.620	60.000	1.800
Ubajara	22.590	453	3.730	3.542	9.000	3.060
Uruoca	-	90	10	1.355	-	1.526
Viçosa do Ceará	35.000	360	5.850	12.380	72.600	2.560
TOTAL	104.273	55.305	36.311	223.962	165.653	28.878

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019

Quanto a extração vegetal, verifica-se na área a predominância da extração de madeira, lenha e carvão vegetal, segundo dados do IBGE (2019) para Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, conforme Tabela 2.26.

Tabela 2.26 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura.

Município	Lenha (m ³)	Madeira em tora (m ³)	Carvão vegetal (t)	Ceras (t)
Acaraú	-	-	-	-
Alcântaras	243	-	-	-
Barroquinha	9.990	-	52	-
Bela Cruz	-	-	8	-
Camocim	42.150	-	30	-
Chaval	1.715	-	60	-
Coreaú	6.114	-	15	-
Cruz	-	-	-	-
Frecheirinha	30.000	-	40	-
Granja	52.600	1.000	405	515
Ibiapina	1.500	-	11	-
Jijoca de Jericoacoara	-	-	-	-
Marco	7.980	-	10	-
Martinópole	5.600	-	34	-
Massapê	26.290	-	44	-
Meruoca	110	-	-	-
Moraújo	8.310	6.345	13	-
Morrinhos	6.750	-	10	-
Mucambo	6.250	-	9	-
Santana do Acaraú	46.120	-	44	-
Senador Sá	5.400	-	18	-
Sobral	105.230	-	145	74
Tianguá	6.300	-	50	-
Ubajara	2.000	-	15	-
Uruoca	5.400	7.000	115	-
Viçosa do Ceará	9.350	-	36	-
TOTAL	385.402	14.345	1.164	589

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2019

A estrutura fundiária nos municípios da Região Hidrográfica possui distribuição como mostrado na Tabela 2.27, com as grandes propriedades ocupando cerca de 40% da área, percentual semelhante ao que ocorre com as médias propriedades. Os minifúndios, pequenas propriedades e os imóveis rurais não classificados, perfazem um total de 76% da estrutura fundiária.

Tabela 2.27 - Número de imóveis rurais e área ocupada - 2005.

Município	Dados do Imóvel	Total	Grande propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificado
Acarauá	Quantidade	925	5	41	151	691	37
	Área (ha)	44.914	5.311	14.616	15.477	9.438	72
Alcântaras	Quantidade	-	-	2.178	3.905	-	6.083
	Área (ha)	-	-	32	443	9	484
Barroquinha	Quantidade	4.525	8.357	3.797	818	-	17.497
	Área (ha)	4	19	34	29	1	87
Bela Cruz	Quantidade	11.558	11.280	12.915	5.679	-	41.432
	Área (ha)	12	41	189	366	61	669
Camocim	Quantidade	24.415	20.757	18.066	4.898	-	68.136
	Área (ha)	13	52	163	197	5	430
Chaval	Quantidade	957	5.754	2.944	1.140	10	10.806
	Área (ha)	1	15	34	35	3	88
Coreaú	Quantidade	882	8.404	16.716	10.004	-	36.006
	Área (ha)	1	25	180	462	47	715
Cruz	Quantidade	-	3.547	6.347	7.125	-	17.019
	Área (ha)	-	10	76	474	13	573
Frecheirinha	Quantidade	-	3.113	4.447	3.683	-	11.244
	Área (ha)	-	9	50	254	22	335
Granja	Quantidade	64.806	42.370	29.883	9.180	-	146.239
	Área (ha)	17	109	266	342	47	781
Ibiapina	Quantidade	1.171	3.192	5.897	5.394	33	15.687
	Área (ha)	1	11	74	522	45	653
Jijoca de Jericoacoara	Quantidade	5.111	545	1.574	1.458	-	8.689
	Área (ha)	1	1	15	135	-	152
Marco	Quantidade	11.221	17.841	18.818	7.079	-	54.959
	Área (ha)	6	43	211	361	14	635
Martinópolis	Quantidade	2.503	1.827	2.118	632	-	7.080
	Área (ha)	2	5	20	27	1	55
Massapê	Quantidade	1.698	15.703	20.031	6.560	215	44.206
	Área (ha)	2	44	220	362	14	642
Meruoca	Quantidade	-	1.730	5.011	4.744	69	11.554
	Área (ha)	-	6	75	397	21	499
Moraújo	Quantidade	1.904	5.747	8.686	3.937	-	20.274
	Área (ha)	2	15	82	161	4	264
Morrinhos	Quantidade	3.714	5.594	10.727	7.124	12	27.171
	Área (ha)	2	16	93	315	8	434
Mucambo	Quantidade	-	1.495	4.435	4.765	-	10.695
	Área (ha)	-	5	50	378	18	451
Santana do Acaraú	Quantidade	20.331	27.366	25.709	10.113	461	83.980
	Área (ha)	11	59	209	377	9	665
Senador Sá	Quantidade	6.971	6.520	5.900	1.533	-	20.924
	Área (ha)	6	14	47	46	1	114
Sobral	Quantidade	49.409	31.087	9.545	15	141.753	-
	Área (ha)	36	134	312	446	19	947
Tanguá	Quantidade	14.033	9.574	12.928	12.626	2	49.162
	Área (ha)	4	29	164	1.095	25	1.317
Ubajara	Quantidade	15.224	5.158	7.788	10.589	166	38.924

Município	Dados do Imóvel	Total	Grande propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificado
	Área (ha)	3	13	92	1.011	29	1.148
Uruoca	Quantidade	2.281	9.133	17.996	8.654	-	38.064
	Área (ha)	2	21	152	330	2	507
Viçosa do Ceará	Quantidade	20.465	19.989	26.562	22.382	7	89.404
	Área (ha)	13	54	308	1.850	167	2.392

Fonte: Instituto Nacional de Colonização Agrária, 2005

As informações quantitativas do efetivo de rebanhos, do tipo e da produção animal na Região são mostradas na Tabela 2.28. Destacando-se a produção de galinhas e a criação de suínos.

Tabela 2.28 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho - Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças).

Município	Tipo de rebanho						
	Bubalino	Equino	Caprino	Suíno total	Ovino	Bovino	Galináceos-total
Acaraú	-	840	1.950	3.618	8.149	6.438	86.434
Alcântaras	-	20	456	4.470	114	1.145	24.480
Barroquinha	-	123	1.470	6.560	1.312	1.950	24.358
Bela Cruz	-	639	4.100	3.950	7.950	5.820	59.200
Camocim	-	282	3.930	13.990	4.959	6.774	70.370
Chaval	-	160	2.220	4.150	800	1.600	6.570
Coreaú	-	360	6.039	6.909	7.335	11.965	43.250
Cruz	-	388	1.169	3.307	5.308	2.675	30.102
Frecheirinha	-	150	4.000	5.500	950	5.000	36.000
Granja	-	1.696	27.321	44.410	12.985	18.020	78.680
Ibiapina	4	165	2.150	10.100	650	4.200	54.000
Jijoca de Jericoacoara	-	145	1.342	2.856	2.348	1.127	22.620
Marco	-	393	3.600	3.795	4.550	7.920	87.550
Martinópolis	-	250	5.157	6.134	2.325	2.108	8.861
Massapê	-	315	6.633	33.626	7.219	8.696	358.259
Meruoca	-	56	421	1.517	359	1.278	28.756
Moraújo	-	160	2.998	3.053	1.834	4.179	17.557
Morrinhos	-	230	3.389	2.310	4.334	7.282	27.500
Mucambo	-	120	4.286	4.590	2.187	4.157	14.570
Santana do Acaraú	22	405	8.500	5.864	8.000	23.500	108.680
Senador Sá	-	300	2.888	4.600	2.316	1.445	35.635
Sobral	215	1.350	19.734	9.800	57.312	40.500	102.030
Tianguá	40	400	3.800	7.000	1.950	7.500	658.501
Ubajara	-	90	4.000	15.200	1.300	5.000	159.869
Uruoca	-	224	9.819	13.105	3.102	4.800	32.395
Viçosa do Ceará	60	800	15.000	49.000	4.200	11.600	170.000
TOTAL	341	10.061	146.372	269.414	153.848	196.679	2.346.227

Fonte: IBGE- Pesquisa da Pecuária Municipal, 2019

Em 2019, segundo dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (IBGE, 2019), a aquicultura também se destacou na Região, especialmente a criação de camarão, conforme Tabela 2.29.

Tabela 2.29 - Produção da Aquicultura em 2016.

Município	Camarão (kg)	Larvas e pós-larvas de camarão (Milheiro)	Tambaqui (kg)	Tilápia (kg)
Acaraú	2.816.863	1.783.408	-	-
Barroquinha	619.135	-	-	-
Camocim	2.104.961	-	-	-
Chaval	122.045	-	5.328	318
Cruz	-	-	-	5.900
Frecheirinha	-	-	-	3.500
Granja	479.915	-	-	450.000
Ibiapina	-	-	-	2.000
Massapê	-	-	-	25.000
Mucambo	-	-	-	400
Sobral	-	-	-	10.200
Tianguá	-	-	-	1.900
Ubajara	-	-	-	900
Viçosa do Ceará	-	-	-	6.400
TOTAL	6.142.919	1.783.408	5.328	506.518

No que diz respeito à infraestrutura hídrica, água e esgoto, segundo dados dos prestadores que responderam o SNIS (2019), a parcela da população urbana efetivamente atendida por rede de abastecimento de água em relação à população urbana residente varia de 43,38% em Meruoca a 100,00% Granja e Sobral (Tabela 2.30).

Já os dados referentes a situação da parcela da população urbana que foi efetivamente atendida por rede coletora de esgoto (com ou sem tratamento) em relação à população urbana residente dos prestadores, para o mesmo ano, deixou de ser repassado para o SNIS, por sete municípios. Os demais apresentam índices baixos, sendo o maior de 94,82% para Sobral, seguido de Santana do Acaraú, 63,56%.

Tabela 2.30 - Atendimento de água e esgoto.

Municípios	% de Cobertura de Água (CAGECE)	Índice de atendimento urbano de água (SNIS)	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (SNIS)
	2020	2019	2019
Acaraú	98,04	62,74	8,08
Alcântaras	99,62	69,23	34,37
Barroquinha	98,91	70,54	12,66
Bela Cruz	98,14	58,59	35
Camocim	*96,65	98,56	46,67
Chaval	98,74	75,67	-
Coreaú	98,80	59,78	12,98
Cruz	90,04	69,68	-
Frecheirinha	98,76	80,45	11,82
Granja	*74,16	100	3,71
Ibiapina	99,98	73,93	-
Jijoca de Jericoacoara	99,23	81,16	28,98
Marco	99,52	65,09	-
Martinópole	95,33	73,45	-
Massapê	98,4	66,07	18,04
Meruoca	98,85	43,38	-
Moraújo	99,04	71,92	-
Morrinhos	98,48	76,85	-
Mucambo	97,74	76,74	12,83
Santana do Acaraú	99,73	63,56	63,56
Senador Sá	97,95	51,7	-
Sobral	99,98*	100	94,82
Tianguá	99,98	76,13	27,14
Ubajara	99,31	75,12	-
Uruoca	95,39	45,52	12,85
Viçosa do Ceará	99,99	64,68	30

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

No âmbito do Programa Água para Todos a área conta com sistema de abastecimento de água e com 10 Chafarizes instalados, o que beneficia 3.827 famílias da área rural, além disso encontra-se em execução projeto que beneficia mais 884 famílias (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020). Ainda segundo dados do Pacto pelo Saneamento, a SOHIDRA instalou, de 2009 a 2020, Chafarizes em comunidades em 21 comunidades, 12 em Chaval, 04 em Coreaú, 01 em Frecheirinha e em Moraújo e 03 em Uruoca;

e dessanilizadores atendendo 01 localidades em Chaval, 05 em Coreaú, 03 em Frecheirinha, 02 em Moraújo e 03 em Uruoca.

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

Na Região Hidrográfica não existem aterros sanitários, os resíduos sólidos são enviados a lixões e adota-se a prática de queima do lixo.

O Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria do Meio Ambiente, elaborou os Planos de Coletas Seletivas Múltiplas, os Planos Regionalizados de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, no âmbito da regionalização e a atualização da nova lei da PERS. Estes Planos são necessários ao cumprimento tanto da legislação estadual quanto federal, promovendo a implantação de um novo modelo de gestão dos resíduos de forma consorciada.

Na RH do Coreaú constam, segundo o Pacto pelo Saneamento (2020), os seguintes Planos Regionais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Chapada da Ibiapaba (Ibiapina, Tianguá, Viçosa do Ceará e Ubajara); Litoral Norte (Acaraú, Barroquinha, Bela Cruz, Camocim, Chaval, Cruz, Granja, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Martinópolis, Morrinhos, Uruoca) e Sertão Norte (Alcântaras, Coreaú, Frecheirinha, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Senador Sá, Sobral).

Todos os municípios fazem parte de consórcios públicos de manejo dos resíduos sólidos, a exceção de Tianguá, tendo-se um total de três consórcios, o Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Litoral Norte; o da Região Metropolitana de Sobral e da Região da Chapada da Ibiapaba.

Além dessas informações o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.31, para os municípios integrantes da Região Hidrográfica. Consiste em um instrumento de orientação preventiva para as adversidades climáticas. É considerado importante ferramenta de identificação dos municípios que potencialmente podem ser mais afetados pelas intempéries climáticas e pela falta de recursos hídricos adequados para atender às necessidades da população local (IPECE, 2020), visto que possibilita a avaliação da vulnerabilidade no que diz respeito às questões climatológicas, agrícolas e de assistência social, de forma integrada.

Segundo as classes de IMA para 2020, verifica-se um total de oito municípios com Baixa Vulnerabilidade (valores abaixo de 0,5709)- Acaraú, Granja, Ibiapina, Meruoca, Moraújo, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará; quinze municípios com Média Vulnerabilidade (valores entre 0,5709 e 0,6391) - Alcântaras, Barroquinha, Bela Cruz, Camocim, Chaval, Coreaú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Martinópole, Massapê, Morrinhos, Santana do Acaraú, Senador Sá e Uruoca; três municípios com Média-Alta Vulnerabilidade (valores entre 0,6391 e 0,7074), são eles: Frecheirinha, Mucambo e Sobral.

Tabela 2.31 - Índice Municipal de Alerta.

Município	IMA 2020	Ranking IMA 2020 no Estado
Acaraú	0,551	166
Alcântaras	0,606	140
Barroquinha	0,619	126
Bela Cruz	0,593	153
Camocim	0,611	133
Chaval	0,612	132
Coreaú	0,619	127
Cruz	0,590	155
Frecheirinha	0,653	88
Granja	0,550	167
Ibiapina	0,351	184
Jijoca de Jericoacoara	0,593	152
Marco	0,612	131
Martinópole	0,580	159
Massapê	0,629	115
Meruoca	0,532	173
Moraújo	0,445	181
Morrinhos	0,628	117
Mucambo	0,685	45
Santana do Acaraú	0,629	114
Senador Sá	0,610	134
Sobral	0,658	81
Tianguá	0,494	177
Ubajara	0,450	180
Uruoca	0,601	144
Viçosa do Ceará	0,484	178

Fonte: IPECE, 2020

3 DEMANDA ATUAL

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.

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

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

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

Este capítulo apresenta a análise da demanda com base em estudos diferenciados. O primeiro estudo trata da análise da demanda hídrica a partir do cadastro de outorga vigente. A segunda análise utiliza os dados da ANA calculadas com informações contidas no Manual de Usos Consuntivos da Água. A terceira parte traz uma avaliação da demanda hídrica instalada, com base nos dados do Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2017), na Pesquisa Agropecuária Municipal (2019) e no Mapeamento da Funceme (2021). O confronto dessas informações é importante para a compreensão da escassez hídrica e para o aprimoramento dos instrumentos e políticas de gestão da demanda na RH do Coreaú.

3.1 Demanda hídrica outorgada

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

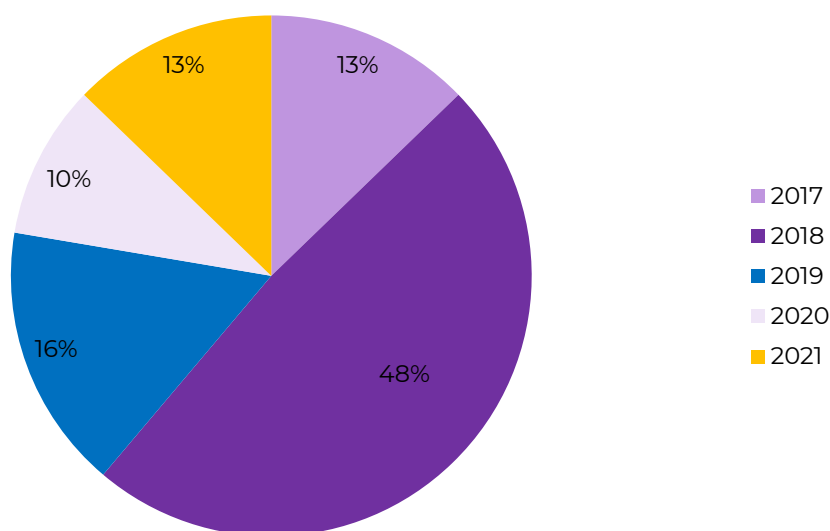
A vazão total outorgada na região do Coreaú totaliza 430,13 L/s, destacando como principais usos o abastecimento humano e a irrigação que consomem respectivamente 65,87% e 23,35% desse total (Tabela 3.1). Essa vazão é registrada em 188 outorgas que possuem vigência em 2021 e que foram concedidas entre os anos de 2015 a 2021. Desse total 48% tornaram-se vigentes no ano de 2018 (Figura 3.1).

Tabela 3.1 - Vazão outorgada vigente (l/s) na região hidrográfica do coreaú por tipo de uso.

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

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 RH do Coreaú (Tabela 3.1) não figura como uso consultivo dos recursos hídricos e refere-se ao volume autorizado a ser lançado no corpo hídrico, estando de acordo com a Resolução do CONAMA nº 430 de 13/05/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, especificamente o Art. 15.

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



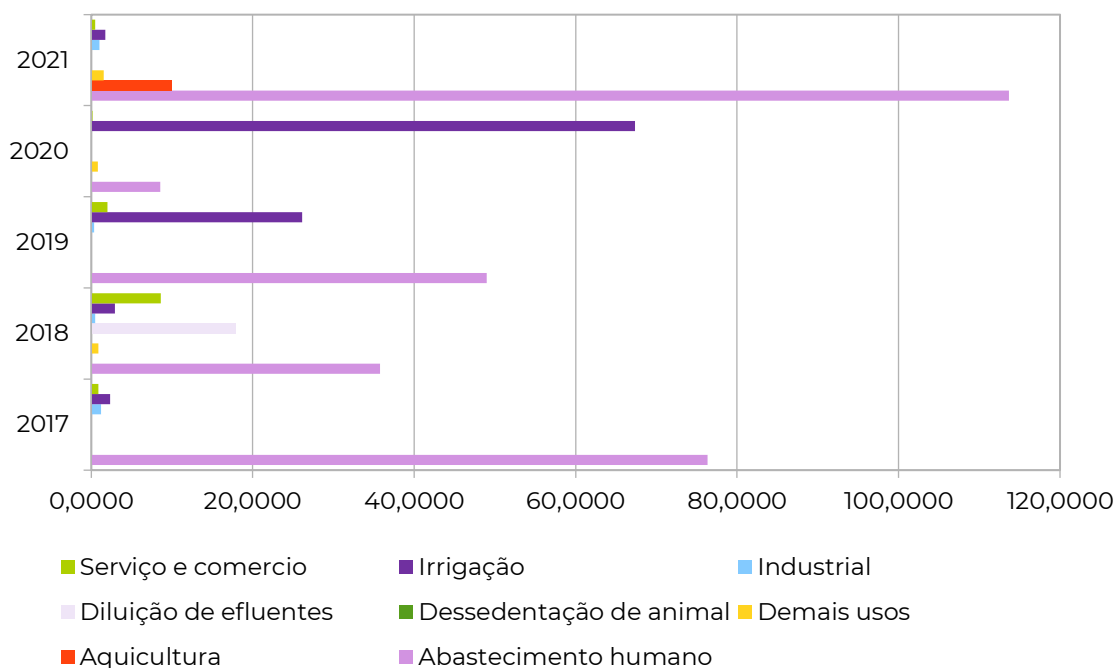
A maior parte da demanda do abastecimento humano teve vigência inicial no ano de 2021 (113,67 L/s). A irrigação possui seus maiores volumes

outorgados iniciando nos anos de 2019 (26,14 L/s) e 2020 (67,32 L/s), conforme na Figura 3.2.

Para o setor de comércio e serviços, observa-se que a maior demanda outorgada é registrada nos anos de 2018 (8,62 L/s) e 2019 (2,00 L/s). O uso industrial concentra suas maiores demandas outorgadas em 2017 (1,19 L/s) e em 2021 (1,02 L/s).

Também se observa que as vazões outorgadas para a diluição de efluentes tiveram vigência inicial no ano de 2018 (17,88 L/s). Vale ressaltar que o Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 manifesta a vigência mínima de dez (10) anos para a concessão de outorga de direito de uso no estado (CEARÁ, 2020). A vigência máxima é expressa pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e corresponde a trinta e cinco anos (BRASIL, 1997).

Figura 3.2 - Vazão outorgada do abastecimento humano, irrigação e diluição de efluentes segundo o ano de vigência inicial.



O atendimento das vazões outorgadas tem sido realizado por açudes monitorados (66,25 L/s), água subterrânea (135,68 L/s), lago ou lagoa (1,74

L/s) e rios ou riacho (79,64 L/s). O maior atendimento para o abastecimento humano na RH do Coreaú é proveniente de águas subterrâneas. A irrigação, por sua vez, possui outorgas para captar água em lago ou lagoa (65,82 L/s) e em águas subterrâneas (32,30 L/s), ao passo que para os demais pontos- açudes e rios ou riachos- as vazões outorgadas são mais reduzidas. O uso industrial está concentrado nas águas subterrâneas e em rios e riachos. A diluição de efluentes tem sido realizada em rios e riachos (17, 88 L/s). As outorgas do setor de aquicultura estão concentradas em rios ou riachos, enquanto que a dessedentação animal tem outorga para uso de águas subterrâneas. Para o setor de serviço e comércio, as outorgas vigentes estão distribuídas entre águas subterrâneas (10,89 L/s) e no açude Várzea da Volta (1,23 L/s). A distribuição das outorgas vigentes por uso e manancial da RH do Coreaú estão representadas na Tabela 3.2.



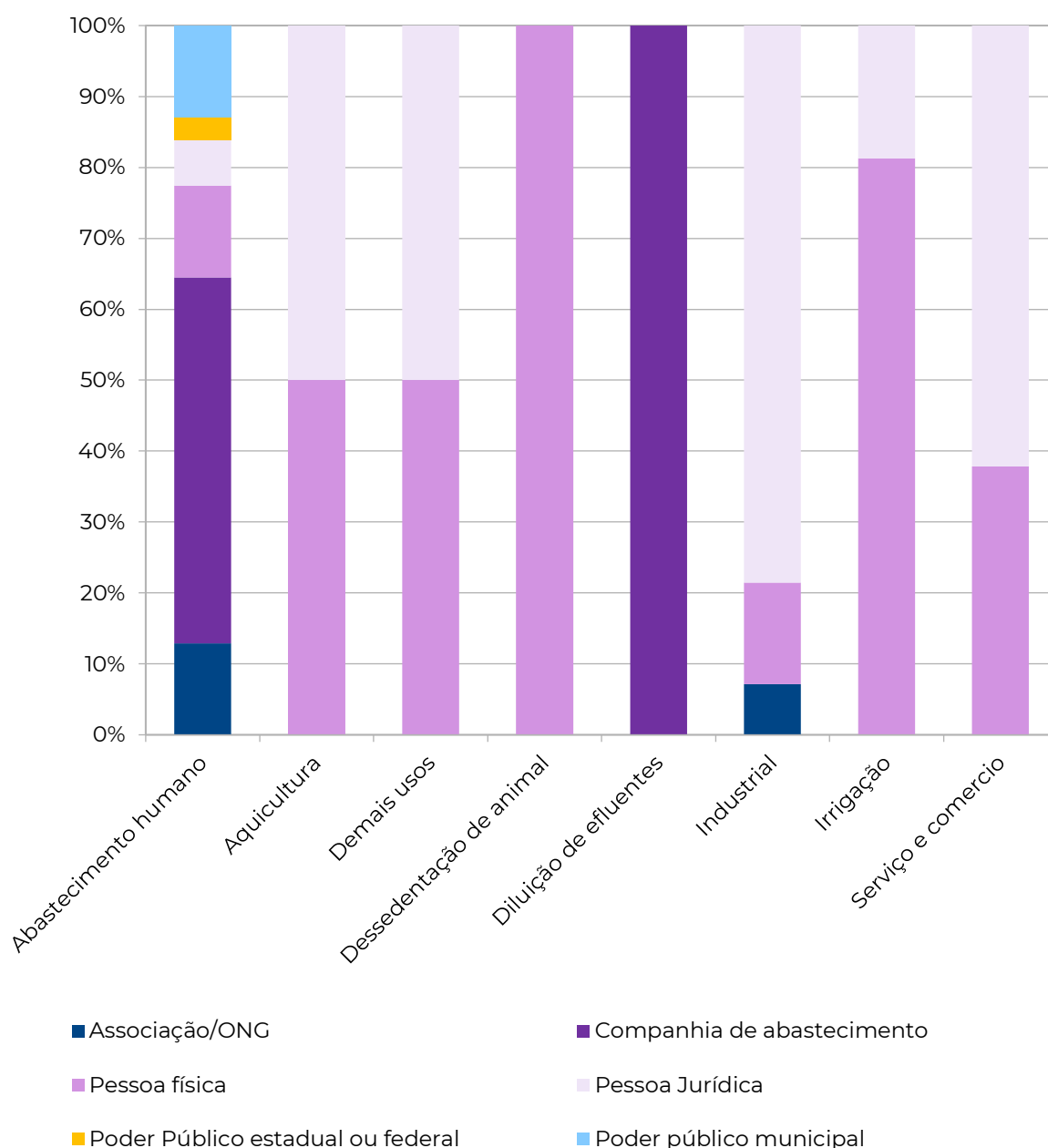
Os dados da Tabela 3.2 apontam que os mananciais como as águas subterrâneas (43,07%) e rios ou riachos (25,18%) concentram as maiores vazões outorgadas na região. Os açudes monitorados que possuem usos outorgados são, majoritariamente, destinados para abastecimento humano, havendo apenas 1,5 L/s outorgados no açude Angicos para o setor de irrigação.

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

Manancial	Abastecimento humano	Aquicultura	Demais usos	Dessedentação de animal	Diluição de efluentes	Industrial	Irrigação	Serviço e comércio	Total
Açude Angicos	20,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	22,25
Açude Itaúna	24,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,61
Açude Premuoca	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41
Açude Trapiá III	18,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,74
Açude Várzea da volta	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	1,97
Água subterrânea	135,68	0,00	3,28	0,03	0,00	3,07	32,30	10,89	185,26
Lago ou lagoa	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,82	0,00	67,56
Rio ou riacho	79,64	9,91	0,00	0,00	17,88	0,08	0,82	0,00	108,33
Total	283,31	9,91	3,28	0,03	17,88	3,15	100,45	12,12	430,13

A Figura 3.3 expõe os tipos de requerentes das outorgas. A CAGECE é a maior requerente para fins de abastecimento humano (16%). A esta Companhia de abastecimento somam-se associações (4%), pessoa física (4%), pessoa jurídica (2%), poder público estadual ou federal (1%) e poder público municipal (4%). Do total de 188 outorgas vigentes, 54,79% são de requerentes vinculados ao setor de serviço e comércio, sendo 64 requerentes pessoa jurídica e 39 pessoas físicas.

Figura 3.3 - Tipos de requerentes das outorgas.



Na RH do Coreaú há duas (2) outorgas referentes a diluição de efluentes concedida à companhia de abastecimento e esgoto.



A maioria das pessoas físicas, 55,71%, têm requerido água para serviço e comércio. Tal valor corresponde a 37,87% das solicitações para o referido setor. Mas é o requerente categorizado como pessoa jurídica que apresenta o maior percentual para este tipo de uso, equivalendo a 62,13% para serviço e comércio.

Em relação às outorgas para irrigação, destacam-se como requerente pessoas físicas (81,25%) enquanto que apenas 18,75% são requerentes vinculados a categoria pessoa jurídica.

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	4	16	4	2	1	4
Aquicultura	0	0	1	1	0	0
Demais usos	0	0	9	9	0	0
Dessedentação de animal	0	0	2	0	0	0
Diluição de efluentes	0	2	0	0	0	0
Industrial	1	0	2	11	0	0
Irrigação	0	0	13	3	0	0
Serviço e comércio	0	0	39	64	0	0
Total	5	18	70	90	1	4

3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA

O estudo pautou-se em dados do sistema Uso Consultivo de Águas no Brasil (1931- 2030) da Agência Nacional de Águas (ANA), que apresenta para todos os municípios do país um estudo com estimativas de demandas de usos consuntivos da água. A estimativa adotou como base as categorias: abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoeletricidade e irrigação. Associado a isso estimou-se evaporação líquida de reservatórios, tendo em vista que o semiárido nordestino é marcado por altas taxas de evaporação, representando significativa perda de água nos açudes.

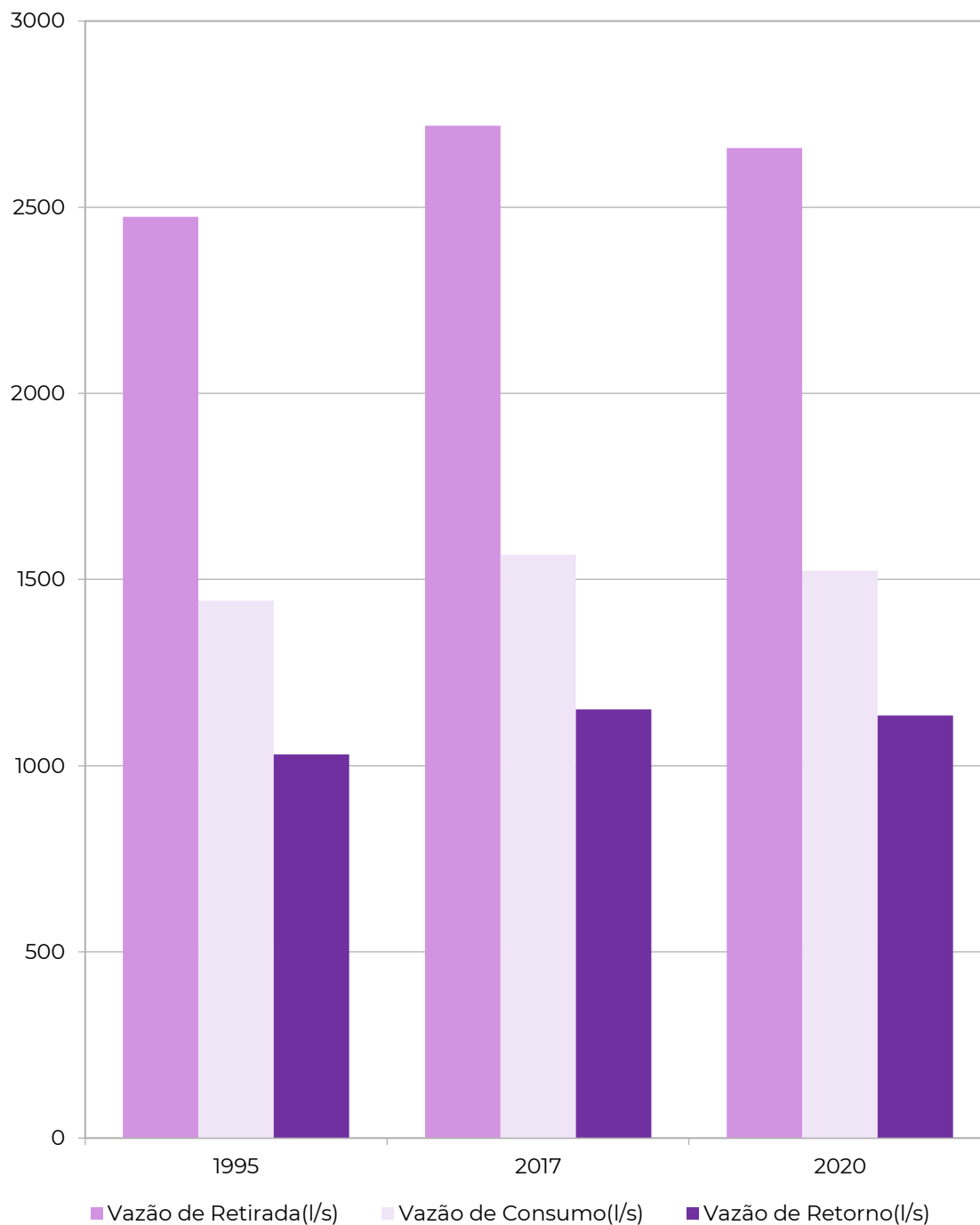
São metodologias indiretas adotadas como alternativa para cálculos de uso da água com vistas a orientar a gestão dos recursos hídricos. Metodologia que usa coeficientes técnicos que associam variáveis inventariadas - população, por exemplo- e uma estimativa de necessidade média de água (litros por habitante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

Tomando como referência os dados da ANA, a demanda para a RH do Coreaú em 2020 foi estimada em 2.658,75 L/s para vazão de retirada, 1.524L/s para a vazão de consumo efetivo e 1.135 L/s para a vazão de retorno aos corpos hídricos. A Tabela 3.4 e Figura 3.4 apresentam a evolução da demanda na região, considerando as vazões de retirada, consumo e retorno.

Tabela 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.

Ano	Vazão de Retirada (L/s)	Vazão de Consumo (L/s)	Vazão de Retorno (L/s)
1995	2.474	1.443	1.031
2017	2.719	1.567	1.152
2020	2.659	1.524	1.135

Figura 3.4 - Evolução das demandas calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.



As Tabelas 3.5 e 3.6 e a Figura 3.5 apresentam a estratificação das demandas por tipo de uso, para os anos de 1995, 2017 e 2020. Observa-se na Tabela 3.5 um crescimento do abastecimento urbano que passa de 275,35 L/s (1995) para 467,62 L/s (2020). O abastecimento rural totalizava em 1995 uma vazão de retirada equivalente a 180,51 L/s, que aumentou nos outros dois anos - 2017 e 2020 -, mas ao observar o ano de 2020 percebe-se que houve uma redução de 0,47 L/s. A mineração e o uso animal também aumentam suas vazões de retirada. Contudo, o aumento das vazões mais significativo ocorre na indústria, que eleva em 84% a vazão de retirada em 2020 em relação ao ano de 1995, saltando de 6,68 L/s para 62,65 L/s. As maiores vazões de retirada correspondem a irrigação ao se comparar com os outros usos, muito embora esta tenha reduzido sua vazão de retirada em 105,75 L/s em 2020 em relação ao ano de 1995. (Ver Tabela 3.5).

Os dados da Tabela 3.6 indicam que as vazões de consumo em 2020 para os usos analisados aumentam em relação as do ano de 2017, exceto o abastecimento rural – redução de 0,39 L/s - e a irrigação que reduz a vazão em 60,62 L/s em 2020.

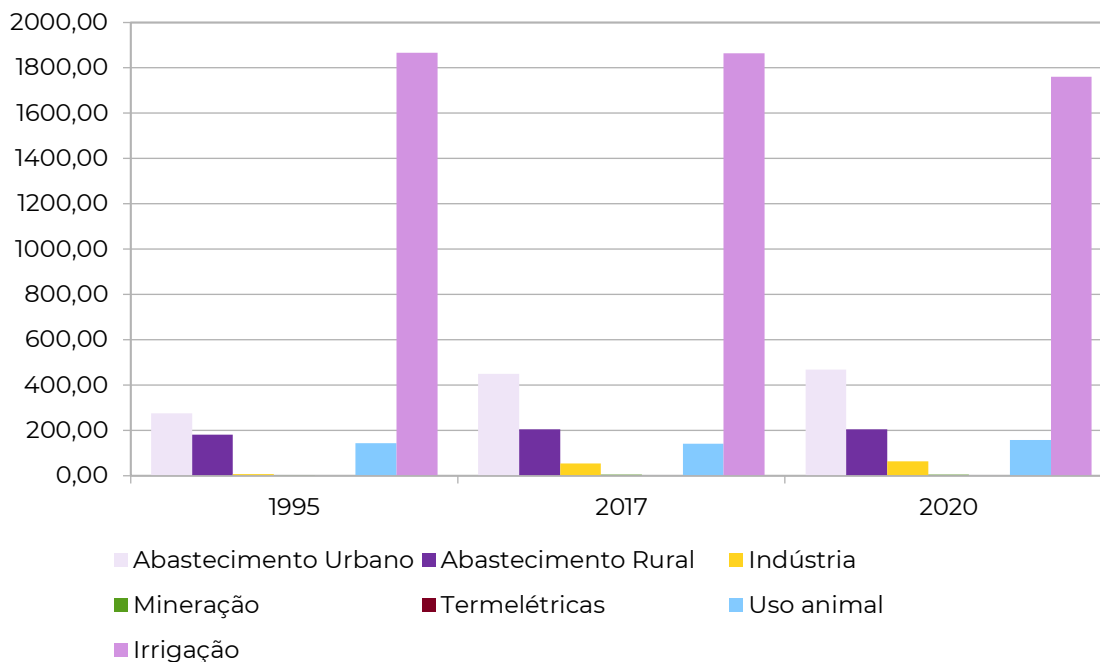
Tabela 3.5 - Evolução das vazões de retirada calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.

Anos	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Mineração	Termelétricas	Uso animal	Irrigação
1995	275,35	180,51	6,68	1,42	0,00	143,52	1866,05
2017	449,30	204,33	53,69	5,68	0,00	141,18	1864,90
2020	467,62	203,86	62,65	5,92	0,00	158,39	1760,31

Tabela 3.6 - Evolução das vazões de consumo calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.

Anos	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural	Indústria	Mineração	Termelétricas	Uso animal	Irrigação
1995	55,07	144,39	4,27	0,46	0,00	102,48	1136,34
2017	89,86	163,47	11,47	2,74	0,00	99,09	1200,75
2020	93,53	163,08	13,42	2,81	0,00	110,64	1140,13

Figura 3.5 - Evolução das vazões de retirada calculadas pela ANA para a RH do Coreaú.



3.3 Demanda instalada

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

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

3.3.1 Abastecimento humano

Para o abastecimento humano, o cálculo da demanda instalada considerou o total da população e o consumo per capita médio

considerando perdas conforme utilizado nos estudos de concepção do Malha d'Água.

Os consumos per capita utilizados foram os mesmos já preconizados no Malha d'água, incluindo as perdas nos sistemas de distribuição, sendo escolhidos em função da população residente em 2010 da seguinte forma:

- População Urbana residente inferior a 1.000 habitantes – $C = 100$ L/hab.dia-1;
- População Urbana residente entre 1.000 a a5.000 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.

Importante lembrar que para a Região hidrográfica do Coreaú a demanda hídrica corresponde a 504, 39 l/s referente a população residente de 2010.

Ao observar a Tabela 3.7, percebe-se que dos municípios que compõem a referida região, Tianguá (89,78 L/s) e Camocim (89,55 L/s) apresentam as maiores demandas instaladas para abastecimento humano.

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

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ // NOVEMBRO DE 2021

Tabela 3.7 - Demanda instalada para abastecimento humano por município na RH do Coreaú.

Municípios	Distritos	População residente	População urbana	População rural	Qurb(L/s)	Qrural(L/s)	Q(L/s)
Alcântaras	Alcântaras	9480	2994	6486	4,16	5,25	9,41
	Ventura	1291	454	837	0,53	0,68	1,20
Barroquinha	Araras	3762	1087	2675	1,51	2,17	3,68
	Barroquinha	6377	5357	1020	9,30	0,83	10,13
	Bitupitá	4337	3326	1011	4,62	0,82	5,44
Bela Cruz	Prata	6879	305	6574	0,35	5,33	5,68
Camocim	Amarelas	2299	301	1998	0,35	1,62	1,97
	Camocim	53793	43303	10490	75,18	8,50	83,68
	Guriú	4066	1053	3013	1,46	2,44	3,90
Chaval	Chaval	10795	8818	1977	15,31	1,60	16,91
	Passagem	1820	350	1470	0,41	1,19	1,60
Coreaú	Araquém	4455	1853	2602	2,57	2,11	4,68
	Aroeiras	1714	991	723	1,15	0,59	1,73
	Canto	594	318	276	0,37	0,22	0,59
	Coreaú	10574	8012	2562	13,91	2,08	15,99
	Ubaúna	4617	3049	1568	4,23	1,27	5,51
Cruz	Caiçara	4268	468	3800	0,54	3,08	3,62
Frecheirinha	Frecheirinha	12991	7636	5355	13,26	4,34	17,60
Granja	Adrianópolis	3889	2378	1511	3,30	1,22	4,53
	Granja	18927	15532	3395	26,97	2,75	29,72
	Ibuguaçu	4943	1056	3887	1,47	3,15	4,62
	Parazinho	6650	2214	4436	3,08	3,59	6,67
	Pessoa Anta	8714	1806	6908	2,51	5,60	8,11
	Sambaíba	4029	281	3748	0,33	3,04	3,36
	Timonha	5493	2625	2868	3,65	2,32	5,97
Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara	17002	5556	11446	9,65	9,27	18,92
Marco	Mocambo	3200	2143	1057	2,98	0,86	3,83
	Panacuí	2428	962	1466	1,11	1,19	2,30
Martinópole	Martinópole	10214	8007	2207	13,90	1,79	15,69
Meruoca	Anil	1774	1306	468	1,81	0,38	2,19
	Santo Antônio dos Fernandes	544	240	304	0,28	0,25	0,52
Moraújo	Boa Esperança	1423	367	1056	0,42	0,86	1,28

INICIANDO O DIÁLOGO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ // NOVEMBRO DE 2021

Municípios	Distritos	População residente	População urbana	População rural	Qurb(L/s)	Qrural(L/s)	Q(L/s)
	Moraújo	5631	2682	2949	3,73	2,39	6,11
	Várzea da Volta	1016	555	461	0,64	0,37	1,02
Mucambo	Poço Verde	700	246	454	0,28	0,37	0,65
Senador Sá	Salão	384	340	44	0,39	0,04	0,43
	Senador Sá	4187	3650	537	5,07	0,44	5,50
Tanguá	Serrota	2281	1078	1203	1,50	0,97	2,47
	Arapá	2832	1437	1395	2,00	1,13	3,13
	Tabainha	835	399	436	0,46	0,35	0,82
Ubajara	Tanguá	57237	42623	14614	74,00	11,84	85,84
	Araticum	4210	1710	2500	2,38	2,03	4,40
	Ubajara	20550	12094	8456	21,00	6,85	27,85
Uruoca	Campánario	3597	2375	1222	3,30	0,99	4,29
	Paracuá	2582	584	1998	0,68	1,62	2,29
	Uruoca	6704	4712	1992	6,54	1,61	8,16
Viçosa do Ceará	General Tibúrcio	4474	567	3907	0,66	3,17	3,82
	Lambedouro	4525	1631	2894	2,27	2,34	4,61
	Manhoso	2713	533	2180	0,62	1,77	2,38
	Passagem da Onça	2945	747	2198	0,86	1,78	2,65
	Quatiguaba	6158	1223	4935	1,70	4,00	5,70
	Viçosa do Ceará	25455	11499	13956	19,96	11,31	31,27
Total	-	392358	224833	167525	368,67	135,73	504,39

3.3.2 Irrigação

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

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

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

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

Onde:

n é a eficiência média de aplicação;

A é a área irrigada;

ETP é a evapotranspiração (ver Capítulo 2);

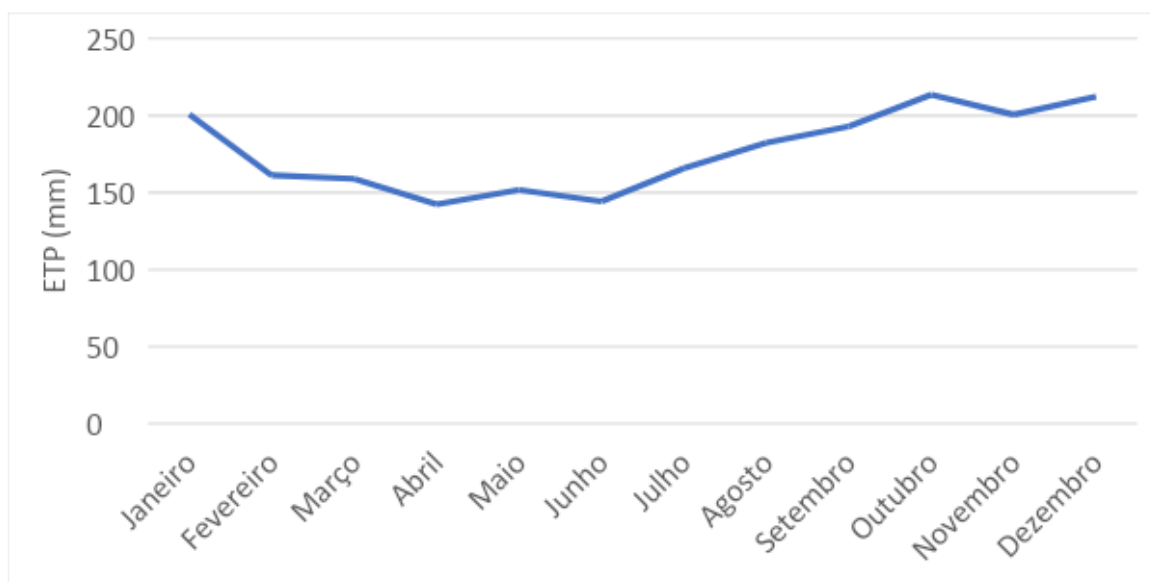
Kc é o coeficiente de cultura.

A ETP foi obtida das Normais Climatológicas do Brasil (1981-2010) considerando a estação de Sobral, visto que a estação de Acaraú possui dados incompletos. Ao longo do ano observa-se que os meses de novembro, dezembro e janeiro possuem as maiores ETP (Figura 3.6), sendo a média anual de 177,3 mm.

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 3.8.

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

Figura 3.6 - ETP mensal para a estação de Sobral.



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

A eficiência de aplicação é um indicador de perdas e da quantidade efetivamente disponibilizadas às plantas. Ela depende do método de

irrigação e o valor utilizado para seu cálculo foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017) apresentados na Tabela 3.8. Os tipos de aplicação foram definidos conforme dados disponíveis no Censo Agropecuário de 2017, e adotado o tipo de irrigação mais representativo de cada município (Tabela 3.11). Segundo O Censo Agropecuário - ano 2017 - o tipo de aplicação mais evidente na RH do Coreaú é a localizada com um coeficiente de 0,9 que corresponde a 46,78% para o gotejamento e 24,50% para a aspersão, revelando um alto coeficiente em relação aos demais do uso de método mais eficiente do ponto de vista do uso da água.

Tabela 3.8 - Coeficiente de eficiência por tipo de aplicação.

Tipo de aplicação	Coeficiente de Eficiência(n)
Inundação	0,6
Sulcos	0,75
Aspersão (pivô central)	0,85
Aspersão (outros métodos)	0,8
Localizado (Gotejamento, microaspersão)	0,9
Outros métodos de irrigação e/ou molhação	0,6

Para este estudo foi adotado o tipo de cultura mais representativo para cada município conforme as áreas colhidas do Censo Agropecuário apresentadas na Tabela 3.9, tanto para a classe de lavouras temporárias como para as lavouras permanentes. Na RH do Coreaú, as lavouras temporárias são predominantemente de feijão fradinho, milho, mandioca e feijão verde enquanto que as lavouras permanentes são predominantemente de caju (castanha), coco da baia e maracujá ou caju conforme pode ser observado na Tabela 3.9.

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

Tabela 3.9 - Área colhida (ha) das principais culturas dos municípios da região hidrográfica do Coreaú.

Municípios	Permanente				Temporário			
	Caju (castanha)	Coco da baía	Banana	Maracujá	Milho	Feijão fradinho	Mandioca	Feijão verde
Acaraú	3195.62	4499.4	99.01	7.6	1290.95	1397.97	1205.9	283.9
Alcântaras	5.5	X	X	-	518.64	364.16	35.79	85.49
Barroquinha	210.53	3.68	X	X	440.44	471.46	408.7	-
Bela Cruz	18846.58	280	4.7	24.5	1174.08	1364.42	741.52	X
Camocim	2239.23	492.95	X	-	503.16	287.39	446.79	243.76
Chaval	277.15	X	X	-	173.15	194.99	58.89	X
Coreaú	-	-	-	-	1446.63	1145.08	X	59.4
Cruz	7094.88	181.46	2.3	-	316.33	374.84	257.16	X
Frecheirinha	X	X	4.2	-	620.03	393.92	2.6	42.53
Granja	2978.89	X	7.5	X	3098.88	2376.51	552.07	405.28
Ibiapina	14.3	X	267.62	517.12	749.91	563.38	230.47	65.54
Jijoca de Jericoacoara	3537.59	63.23	X	X	163.7	172.95	77.81	-
Marco	3181.3	59.5	12	-	744.55	812.25	235.04	3.7
Martinópolis	332.63	-	X	-	279.46	268.34	19.41	22.33
Massapê	42.88	X	5.09	-	1338.33	1329.06	47.57	2
Meruoca	299.94	X	271.77	X	410.37	221.82	115.41	190.59
Moraújo	35.16	X	X	-	651.69	542.32	10.8	177.3
Morrinhos	3547.8	X	X	-	886.15	1031.22	198.05	X
Mucambo	45.5	X	6.47	X	817.55	685.6	20.98	3.42
Santana do Acaraú	176.8	X	6.1	X	2837.54	2818.42	52.78	10.8
Senador Sá	656.47	-	X	X	478.22	512.8	62.5	48.57
Sobral	93.49	X	20.17	X	3616.95	3683.04	15.52	6.1
Tianguá	13.5	X	485.47	273.51	1708.22	1850.46	328.96	388.27
Ubajara	5.1	11.3	166.9	496.62	1098.7	855.55	146.61	106.72
Uruoca	770.5	-	X	-	1132.44	1022.64	43.2	X
Viçosa do Ceará	494.69	2.15	231.61	202.5	3335.4	3043.33	886.11	247.91

Os Kc's médios por tipo de cultura foram calculados a partir dos mensais propostos por Gondim, et al (2018) para as culturas de Banana, Caju, Coco, Feijão e Milho. O trabalho Gondim et al. (2018) considerou os coeficientes de cultura para a bacia do Jaguaribe. Para a cultura do maracujá a referência foi De Souza et al (2009). A Tabela 3.10 apresenta os Kc's médios utilizados por cultura.

Tabela 3.10 - Kc's calculados.

Cultura	Kc médio
Banana	1,1
Caju	0,55
Coco	1
Feijão	0,98
Maracujá	0,89
Milho	0,88



MARACUJÁ – Foto: Cogerh

3.3.2.1 *Dados do Mapeamento da FUNCEME*

A Região Hidrográfica do Coreaú possui 17.454,85 ha de área irrigada conforme o Relatório Técnico Áreas irrigadas em 2020 nas Regiões Hidrográficas do Coreaú, Acaraú, Curu e Litoral-CE.

Utilizando essa área total e o K_c médio equivalente a 0,7 e eficiência de 0,9, estima-se uma demanda hídrica para a irrigação de 763,26 L/s que é 7 vezes maior que a vazão outorgada vigente desse uso que equivale a 100,45 L/s.

3.3.2.2 *Dados do Censo Agropecuário*

A Tabela 3.11 apresenta os dados de áreas de cultivo, subdivididas por áreas de lavouras permanentes e temporárias, e áreas irrigadas. Assim, tem-se um total 14.819 ha com irrigação e 48% da área instalada com lavouras temporárias. Observa-se que 58,29% da área irrigada está localizada no município do Acaraú. O segundo município com maior área irrigada na RH do Acaraú é Tianguá, com 1.690 ha.

Tabela 3.11 - Áreas cultivadas por município.

Município	Áreas Permanentes/ Horticultura/ Florestas(ha)	Áreas Lavouras Temporárias (ha)	Área Total (ha)	Área irrigada	% da área total
Acaraú	11.995,75	3.425,44	15.421,18	8.638	56%
Alcântaras	0,00	1081,07	1.081,07	0	0,00
Barroquinha	812,02	558,60	1.370,61	0	0,00
Bela Cruz	29.735,95	4.690,34	34.426,29	349	1,01
Camocim	6.426,17	1.963,30	8.389,47	1	0,01
Chaval	241,01	348,06	589,06	0	0,00
Coreaú	0,00	0,00	0,00	0	0,00
Cruz	10.578,78	1.142,20	11.720,98	65	0,55
Frecheirinha	0,00	1.902,11	1.902,11	0	0,00
Granja	6.602,46	19.762,52	26.364,98	32	0,12
Ibiapina	4.579,45	2.642,72	7.222,16	1.209	16,74
Jijoca de Jericoacoara	6.235,01	235,59	6.470,60	413	6,38
Marco	6.402,90	4.128,56	10.531,46	74	0,70
Martinópolis	567,45	255,41	822,86	0	0,00
Massapê	0,00	2.071,67	2.071,67	0	0,00
Meruoca	1.711,49	1.644,79	3.356,27	309	0,00
Moraújo	315,90	2.740,55	3.056,45	0	0,00
Morrinhos	4.396,40	3.770,04	8.166,44	0	0,56
Mucambo	165,13	2.166,92	2.332,05	13	0,00
Santana do Acaraú	657,34	6.809,47	7.466,81	0	0,07
Senador Sá	745,25	764,77	1.510,02	1	0,31
Sobral	289,87	13.737,33	14.027,20	43	13,09
Tianguá	4.720,16	8.194,01	12.914,17	1.690	20,15
Ubajara	5.001,77	2.257,83	7.259,60	1.463	0,18
Uruoca	1.706,78	2.815,95	4.522,73	8	2,72
Viçosa do Ceará	6.444,64	12.376,61	18.821,25	511	7,00
Total	110.331,67	101.485,83	211.817,50	14.819	7,00

A Tabela 3.12 apresenta dados de cultivo, subdivididas por áreas de lavouras permanentes e temporárias, e áreas irrigadas referentes aos municípios que integram a RH do Coreaú. Ela também expõe por município o principal tipo de aplicação utilizado e a cultura cultivada de

maior expressividade, destacando os respectivos coeficientes de eficiência de aplicação (n) e coeficientes de cultura médios (K_c).



Para o cálculo da demanda hídrica ponderou-se as áreas de cultivo pela proporção do município dentro da RH do Coreaú (Capítulo 2). Assim, a irrigação possui demanda hídrica média de 370,98 L/s, com 78,07% requerido pela lavoura permanente e 21,93% pela lavoura temporária. Dentre os municípios, Tianguá e Ubajara apresentam as maiores demandas instaladas, 106,20 L/s e 73,18, respectivamente.

Os municípios da RH do Coreaú que não aparecem na Tabela 3.12 não possuem área irrigada na região, a saber: Alcântaras, Barroquinha, Chaval, Coreaú, Martinópolis, Massapê, Morrinhos e Santana do Acaraú.

Tabela 3.12 - Áreas irrigadas, tipo de aplicação e principais culturas na RH do Coreaú por município.

Município	Áreas irrigadas corrigidas			Tipo de irrigação			Cultura temporária		Cultura Permanente		Demanda Total(L/s)
	Áreas lavouras Permanentes/ Horticultura/ Florestas (ha)	Áreas Lavouras temporárias (ha)	Área total irrigada (ha)	Principal Método de irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc	
Acaraú	7784	854	8638	Gotejamento	61,85	0,9	Feijão fradinho	0,98	Coco-da-baía	1	63,59
Bela Cruz	295	54	349	Microaspersão	83,20	0,9	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	11,38
Camocim	0	1	1	Sem dados	Coeficiente	0,9	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	0,03
Cruz	62	3	65	Aspersão convencional	41,67	0,8	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	2,48
Frecheirinha	0	0	0	Inundação	74,19	0,6	Milho em grão	0,89	Banana	1,1	0,00
Granja	0	32	32	Gotejamento	50,00	0,9	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	0,89
Ibiapina	1077	132	1209	Gotejamento	43,41	0,9	Milho em grão	0,89	Maracujá	0,88	59,59
Jijoca de Jericoacoara	30	383	413	Molhação	99,29	0,6	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	19,13
Marco	74	0	74	Microaspersão	64,63	0,9	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	2,54
Meruoca	309	0	309	Outros métodos	97,09	0,6	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	15,92
Moraújo	0	0	0	Molhação	61,54	0,6	Milho em grão	0,89	Caju (fruto)	0,55	0,00
Mucambo	7	6	13	Molhação	56,25	0,6	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	0,44
Senador Sá	0	1	1	Sem dados	Coeficiente	0,9	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	0,03
Sobral	0	43	43	Aspersão convencional	61,10	0,8	Feijão fradinho	0,98	Caju (castanha)	0,55	0,09
Tianguá	1495	195	1690	Gotejamento	45,65	0,9	Feijão fradinho	0,98	Banana	1,1	106,20
Ubajara	1309	154	1463	Gotejamento	66,88	0,9	Milho em grão	0,89	Maracujá	0,88	73,18
Uruoca	8	0	8	Aspersão convencional	71,43	0,8	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	0,31
Viçosa do Ceará	371	140	511	Gotejamento	45,72	0,9	Milho em grão	0,89	Caju (castanha)	0,55	15,16
Total corrigida pelo % de área	2952,01	829,26	3781,26								370,98

Fonte: Censo Agropecuário, 2017

3.3.3 Dessedentação Animal

O cálculo da demanda instalada para dessedentação animal na Região Hidrográfica do Coreaú teve como referência a base dados do Pesquisa Pecuária Municipal de 2019 (IBGE) - número de cabeças por município por tipo de rebanho, bovinos, bubalinos, equinos, asininos e muares, caprinos e ovinos, suínos e galináceos - e informações contidas no Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017) que tratam do consumo hídrico por cabeça/dia classificado por tipo de rebanho (Tabela 3.13). Para este cálculo também foi considerado o percentual de área total que o município tem inserido na RH do Coreaú.

Tabela 3.13 - Consumo específico por cabeça (L/cab.dia⁻¹).

Rebanho	Consumo específico (L/cab.dia ⁻¹)
Bovino	50
Bubalino	50
Equino	40
Suíno	18,7
Caprino	10
Ovino	10
Galináceo	0,27
Codrona	0,18

As Tabelas 3.14 a 3.16, apresentam a quantidade de cabeças por tipo de rebanho, o consumo específico por cabeça, e ainda o consumo total por tipo de rebanho por município. O maior rebanho na Região Hidrográfica é de galináceos, com cerca de 1. 292.467 cabeças, seguido soa suínos que totalizam 173.599 cabeças. A maior demanda dos rebanhos é para a dessedentação de bovinos, totalizando 52,29 L/s.

Tabela 3.14 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos e bubalinos na RH do Coreaú.

Município	% Área	Bovinos(corte)			Bubalino		
		Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m ³ /s)	Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m ³ /s)
Acaraú	12,41	799	50	0,46	0	50	0,00
Alcântaras	80,21	918	50	0,53	0	50	0,00
Barroquinha	100,00	1950	50	1,13	0	50	0,00

Município	% Área	Bovinos(corte)			Bubalino		
		Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Bela Cruz	75,53	4396	50	2,54	0	50	0,00
Camocim	100,00	6774	50	3,92	0	50	0,00
Chaval	100,00	1600	50	0,93	0	50	0,00
Coreaú	99,99	11964	50	6,92	0	50	0,00
Cruz	85,24	2280	50	1,32	0	50	0,00
Frecheirinha	100,00	5000	50	2,89	0	50	0,00
Granja	100,00	18020	50	10,43	0	50	0,00
Ibiapina	10,54	443	50	0,26	0	50	0,00
Jijoca de Jericoacoara	100,00	1127	50	0,65	0	50	0,00
Marco	44,98	3562	50	2,06	0	50	0,00
Martinópolis	100,00	1278	50	0,74	0	50	0,00
Massapê	5,70	120	50	0,07	0	50	0,00
Meruoca	15,79	660	50	0,38	0	50	0,00
Moraújo	100,00	4157	50	2,41	0	50	0,00
Morrinhos	4,94	360	50	0,21	0	50	0,00
Mucambo	32,27	2806	50	1,62	0	50	0,00
Santana do Acaraú	1,22	286	50	0,17	0	50	0,00
Senador Sá	99,72	1441	50	0,83	0	50	0,00
Sobral	6,09	2468	50	1,43	13	50	0,01
Tianguá	58,23	4367	50	2,53	23	50	0,01
Ubajara	28,53	1369	50	0,79	0	50	0,00
Uruoca	100,00	5000	50	2,89	0	50	0,00
Viçosa do Ceará	62,13	7207	50	4,17	37	50	0,02
Total		90352	50	52,29	74	50	0,04

Tabela 3.15 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares e caprinos/ovinos na RH do Coreaú.

Município	% Área	Equino/Asininos/Muares			Caprino/Ovino		
		Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Acaraú	12,41	104	40	0,05	1.253	10	0,15
Alcântaras	80,21	16	40	0,01	457	10	0,05
Barroquinha	100,00	123	40	0,06	2.782	10	0,32
Bela Cruz	75,53	483	40	0,22	9.101	10	1,05
Camocim	100,00	282	40	0,13	8.889	10	1,03
Chaval	100,00	160	40	0,07	3.020	10	0,35
Coreaú	99,99	360	40	0,17	13.373	10	1,55
Cruz	85,24	331	40	0,15	5.521	10	0,64
Frecheirinha	100,00	150	40	0,07	4.950	10	0,57
Granja	100,00	1696	40	0,79	40.306	10	4,66
Ibiapina	10,54	17	40	0,01	295	10	0,03
Jijoca de Jericoacoara	100,00	145	40	0,07	3.690	10	0,43
Marco	44,98	177	40	0,08	3.666	10	0,42
Martinópolis	100,00	56	40	0,03	780	10	0,09
Massapê	5,70	14	40	0,01	426	10	0,05
Meruoca	15,79	25	40	0,01	763	10	0,09

Município	% Área	Equino/Asininos/Muare			Caprino/Ovino		
		Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Moraújo	100,00	120	40	0,06	6.473	10	0,75
Morrinhos	4,94	11	40	0,01	382	10	0,04
Mucambo	32,27	102	40	0,05	4.470	10	0,52
Santana do Acaraú	1,22	5	40	0,00	201	10	0,02
Senador Sá	99,72	299	40	0,14	5.189	10	0,60
Sobral	6,09	82	40	0,04	4.695	10	0,54
Tianguá	58,23	233	40	0,11	3.348	10	0,39
Ubajara	28,53	64	40	0,03	3.686	10	0,43
Uruoca	100,00	90	40	0,04	5.300	10	0,61
Viçosa do Ceará	62,13	497	40	0,23	11.929	10	1,38
Total		5642	40	2,61	144.945	10	16,78

Tabela 3.16 - Demanda instalada para dessedentação de suíno e galináceo na RH do Coreaú.

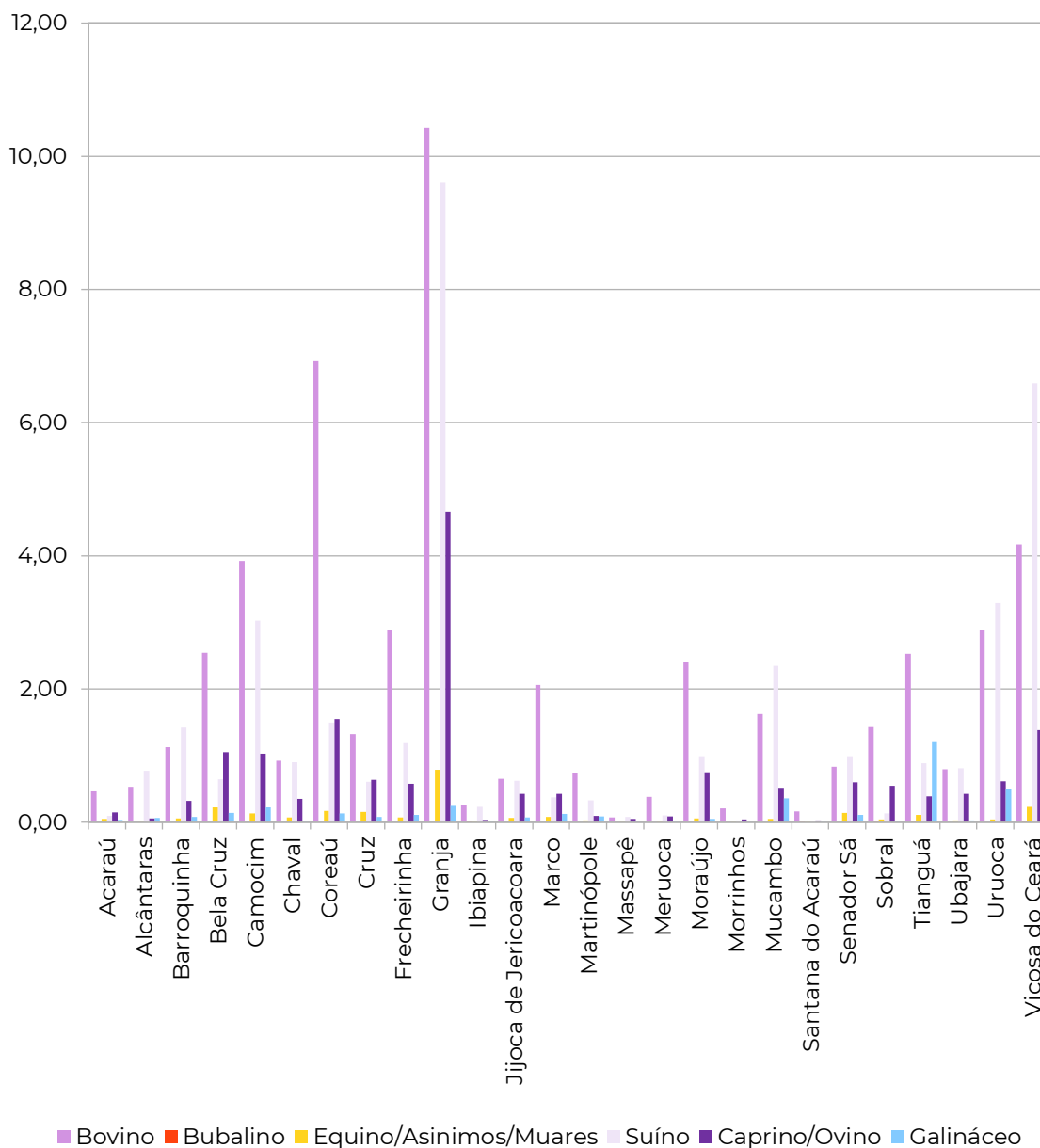
Município	% Área	Suíno			Galináceo		
		Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)	Nº de cabeças	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total (m³/s)
Acaraú	12,41	449	18,7	0,10	10723	0,27	0,03
Alcântaras	80,21	3585	18,7	0,78	19635	0,27	0,06
Barroquinha	100,00	6560	18,7	1,42	24358	0,27	0,08
Bela Cruz	75,53	2983	18,7	0,65	44712	0,27	0,14
Camocim	100,00	13990	18,7	3,03	70370	0,27	0,22
Chaval	100,00	4150	18,7	0,90	6570	0,27	0,02
Coreaú	99,99	6909	18,7	1,50	43247	0,27	0,14
Cruz	85,24	2819	18,7	0,61	25659	0,27	0,08
Frecheirinha	100,00	5500	18,7	1,19	36000	0,27	0,11
Granja	100,00	44410	18,7	9,61	78679	0,27	0,25
Ibiapina	10,54	1065	18,7	0,23	5693	0,27	0,02
Jijoca de Jericoacoara	100,00	2856	18,7	0,62	22620	0,27	0,07
Marco	44,98	1707	18,7	0,37	39381	0,27	0,12
Martinópole	100,00	1517	18,7	0,33	28756	0,27	0,09
Massapê	5,70	350	18,7	0,08	505	0,27	0,00
Meruoca	15,79	482	18,7	0,10	2772	0,27	0,01
Moraújo	100,00	4590	18,7	0,99	14570	0,27	0,05
Morrinhos	4,94	114	18,7	0,02	1360	0,27	0,00
Mucambo	32,27	10850	18,7	2,35	115601	0,27	0,36
Santana do Acaraú	1,22	71	18,7	0,02	1322	0,27	0,00
Senador Sá	99,72	4587	18,7	0,99	35536	0,27	0,11
Sobral	6,09	597	18,7	0,13	6217	0,27	0,02
Tianguá	58,23	4076	18,7	0,88	383452	0,27	1,20
Ubajara	28,53	3738	18,7	0,81	9241	0,27	0,03
Uruoca	100,00	15200	18,7	3,29	159869	0,27	0,50
Viçosa do Ceará	62,13	30443	18,7	6,59	105619	0,27	0,33
Total		173599	18,7	37,57	1292467	0,27	4,04

Os dados relativos a demanda total para dessedentação animal na RH do Coreaú, classificada por tipo de rebanho e por município, estão contidas na Tabela 3.17 e na Figura 3.8. Estimou-se a demanda instalada equivalente a 113,33 L/s, sendo 46,14% para dessedentação de bovinos. Os municípios de Granja e Coreaú apresentam maior demanda para esta classe de uso, com 10,43L/s e 6,92 L/s respectivamente. Mas ao observar a demanda total para todos os rebanhos da região, sobressaem Granja com 25,74 L/s e Viçosa do Ceará com 12,72 L/s. Os menores volumes demandados de água para dessedentação na região advêm dos municípios de Massapê (0,20 L/s), Santana do Acaraú (0,21 L/s) e Morrinho (0,29 L/s).

Tabela 3.17 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na RH do Coreaú.

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

Figura 3.7 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho em L/s.



3.4 Comparativo entre as fontes de dados e dados adotados

Em decorrência do quadro de escassez hídrica que se instalou de forma sequencial a partir de 2012 no estado do Ceará e considerando as peculiaridades da RH do Coreaú, este item apresenta um comparativo dos resultados das demandas para três análises distintas - dados outorgados, os usos consuntivos da ANA e a demanda instalada – com o propósito de saber se existem demandas reprimidas.

Na tabela 3.18 percebe-se que os dados outorgados apresentam valores de demanda reprimidos para todos os usos quando compararmos com os dados dos usos consuntivos da ANA e da demanda instalada. Tal fato indica que os dados outorgados não são, ainda, capazes de revelar a demanda real em virtude da sua não universalização. Muito embora, a Secretaria de Recursos Hídricos e a sua vinculada – COGERH – tenham avançado no aperfeiçoamento deste instrumento de gestão, em especial, quando oportunizam redução das burocracias, dando mais celeridade aos processos - Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 - e fazendo investimentos em tecnologias capazes de subsidiar o monitoramento e fiscalização de um recurso essencial, mas cada vez mais escasso e conflituoso.

Tabela 3.18 - Comparativo da estimativa de demanda na RH do Coreaú em L/s.

Uso	Dados de Outorgas	Demanda Usos consuntivos - ANA	Demanda Instalada Vazão (L/s)	
			I*	II*
Abastecimento Humano	283,31	671,48	504,39	504,39
Industrial	3,15	62,65	-	
Irrigação	100,45	1.760,31	370,98	763,26
Dessedentação Animal	0,03	158,39	113,33	
Serviços e comércio	12,12	-	-	
Aquicultura	9,91	-	-	
Mineração	-	5,92	-	
Diluição de efluentes	17,88		-	
Demais Usos	3,28	-	-	
Total	430,13	2.658,75	988,70	

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

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

4 OFERTA HÍDRICA

Este capítulo traz uma análise dos aspectos quantitativos e qualitativos com base em estudos já realizados sobre a disponibilidade hídrica dos mananciais - superficiais e subterrâneos - da Região hidrográfica do Coreaú.

4.1 Aspectos Quantitativos

4.1.1 Águas superficiais

A Região Hidrográfica do Coreaú ocupa uma área de 10.633,67 km², sendo composta por 12 bacias e tem como principal curso de água o rio Coreaú (Ver capítulo 2). Esta região abriga climas característicos dos espaços litorâneos e de áreas de transição para o sertão, sendo marcada por um alto nível de evapotranspiração. Características que apontam para a importância das infraestruturas de armazenamento, muito embora o seu potencial tenha um aproveitamento reduzido tendo em vistas aos usos instalados na RH do Coreaú.

4.1.1.1 Principais reservatórios

Inicialmente, as ações de monitoramento contemplavam 9 açudes, mas com a construção do Açude Diamantino II, a Região Hidrográfica do Coreaú passou a abrigar 10 reservatórios monitorados, sendo quatro açudes federais, quatro estaduais e dois municipais.

Os dez reservatórios - Angicos - Diamante - Diamantino II - Gangorra - Itaúna - Martinópole - Premuoca - Trapiá III - Tucunduba - Várzea da Volta - acumulam 301.680.585 milhões de m³ (Ver capítulo 2).



4.1.1.2 *Estimativa das vazões afluentes aos reservatórios*

O Estudo das vazões afluentes aos reservatórios é fundamental para a avaliação da oferta hídrica superficial. Contudo, a maioria dos açudes não possui registro dessas vazões afluentes e a tática acionada foi a adoção da estratégia de regionalização para o cálculo das afluições aos 10 reservatórios monitorados desenvolvida no Projeto ALOCA (2021). Dentre as estratégias possíveis de regionalização, uma delas considera tomar as características fisiográficas para comparar as bacias, produzindo um critério para a transferência de informação das bacias com dados para aquelas sem dados.

Para a escolha das estações fluviométricas 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 afluições produzidas nas bacias incrementais dos reservatórios, considerando o período 1910-2019.

A afluição total a cada reservatório foi computada como a soma da afluição produzida na bacia incremental do reservatório com os vertimentos dos reservatórios imediatamente a montante (Figura 4.1). 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 aos 10 reservatórios da RH do Coreaú são apresentadas na Tabela 4.1 e 4.2 para uma garantia de 90% e 95%. Observa-se na tabela 4.1 que o Itaúna possui uma vazão afluente de 127,24 hm³/ano sendo o maior valor para a Região. Desse total, 52,22 % é vertido, 18,21 % é evaporado e 29,57 % é regularizado.

Figura 4.1 - Diagrama unifilar dos reservatórios monitorados da RH do Coreaú.

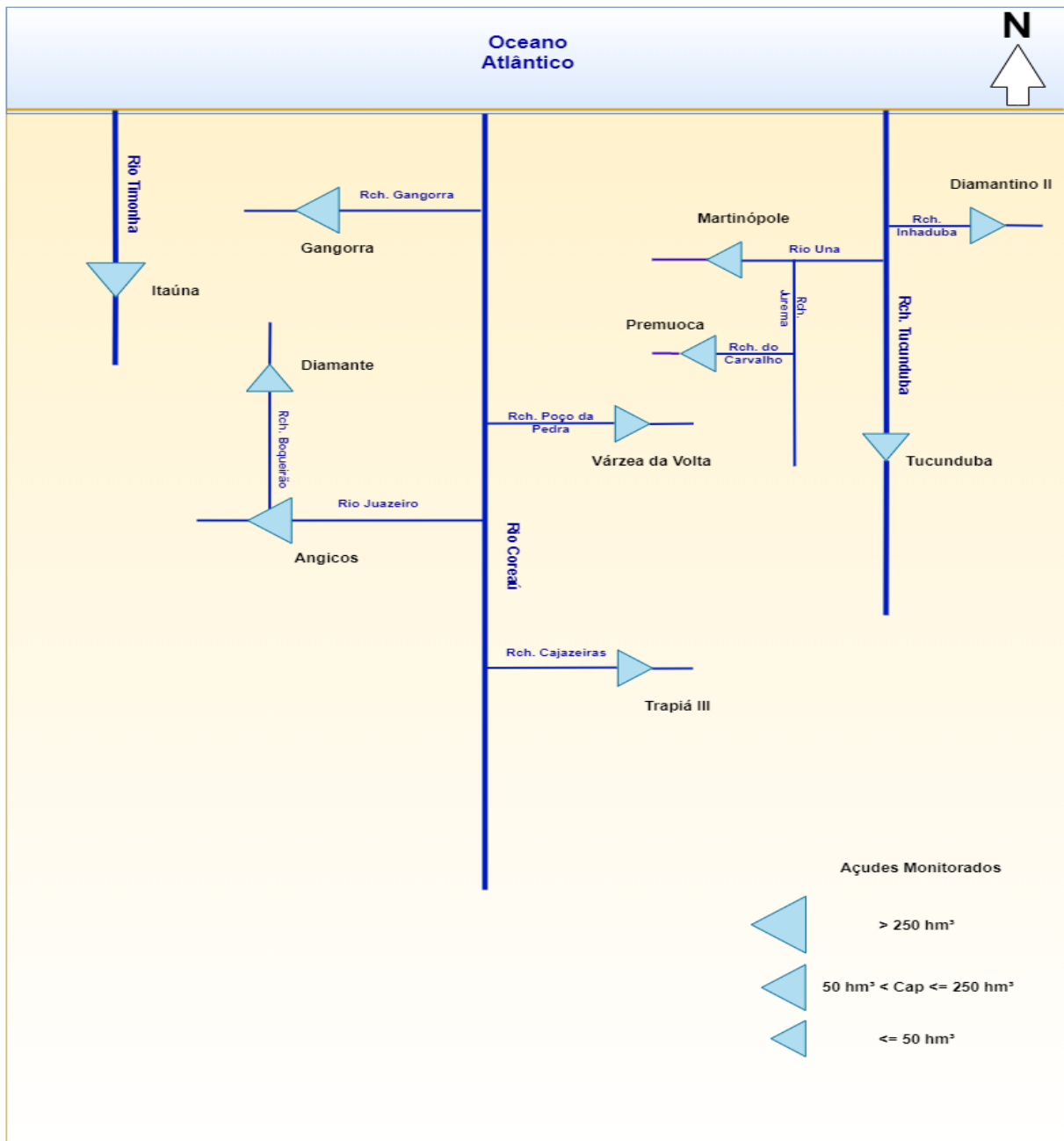


Tabela 4.1 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da RH do Coreaú para uma garantia de 90%.

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

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

Fonte: Projeto Alocar (2021a).

Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da RH do Coreaú para uma garantia de 95%.

Reservatório	Área da bacia (Km ²)	Área não controlada	Vazões Afluentes médias		Coeficiente de Variação (CV)	Vazão afluente específica (m ³ /s/ Km ²)	Vazão afluente específica (l/ s-1 Km ²)	Regularizado	Vertimento	Evaporado
			hm ³ /ano	m ³ /s						
Angicos	289,95	257,63	43,44	1,38	1,18	0,30	300,03	20,85%	47,58%	31,56%
Diamante	32,32	32,32	4,69	0,15	1,04	0,04	42,09	27,22%	13,64%	59,15%
Diamantino II	102,65	102,65		0,00		0,00				
Gangorra	107,98	107,98	15,62	0,50	1,11	0,14	137,88	26,76%	11,73%	61,51%
Itaúna	769,58	769,58	127,24	4,03	1,06	0,99	993,15	23,70%	56,37%	19,93%
Martinópolis	149,18	149,18	18,23	0,58	1,11	0,09	90,94	15,17%	38,76%	46,08%
Premuoca	26,04	26,04	4,92	0,16	1,10	0,02	24,25	14,85%	51,47%	33,68%
Trapiá III	25,59	25,59	4,53	0,14	1,11	0,03	27,26	18,19%	48,08%	33,73%
Tucunduba	298,13	298,13	61,05	1,94	1,03	0,46	458,46	22,79%	54,56%	22,65%
Várzea da Volta	160,61	160,61	29,41	0,93	1,15	0,09	86,62	8,89%	70,26%	20,85%

*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).

4.1.1.3 Indicadores hidrológicos

Os indicadores hidrológicos vinculados a 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.

A precipitação média sobre a área de influência dos reservatórios variou de 955,30 mm (Tucunduba) a 1.089,07 mm (Angicos). O coeficiente de escoamento (CE), entendido como o rendimento hidrológico da bacia, traduz a quantidade de precipitação que efetivamente se transformará em descarga dos rios. Observa-se que o CE se situa entre 12% e 21 %,

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 Tucudunba, Premuoca e Trapiá III.

Tabela 4.3 - Indicadores hidrológicos da região hidrográfica do Coreaú.

Reservatório	Estação Fluviométrica		Precipitação Média(mm)	Deflúvio médio(mm)	Coeficiente de escoamento (%)
	Código	Nome			
Angicos	35125000	Moraujo	1.089,07	166,11	15,25%
Diamante	35650000	Sítios Novos	1.052,88	145,19	13,79%
Diamantino II	36250000	Podimirim	940,28	131,64	14,00%
Gangorra	36045000	Malhada	1.025,60	144,69	14,11%
Itaúna	35050000	Chaval Retiro	1.050,08	165,33	15,74%
Martinópole	35650000	Sítios Novos	991,39	122,21	12,33%
Premuoca	35260000	Groairas	1.015,26	189,07	18,62%
Trapiá III	35370000	Amontada	998,12	176,82	17,72%
Tucunduba	35370000	Amontada	955,30	204,78	21,44%
Várzea da Volta	36470000	Senador Pompeu	1.011,96	183,09	18,09%

4.1.2 Águas subterrâneas

A Região Hidrográfica do Coreaú possui 1.367 poços, representando 3,92% 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 (97,44%) conforme exposto na Tabela 4.4.



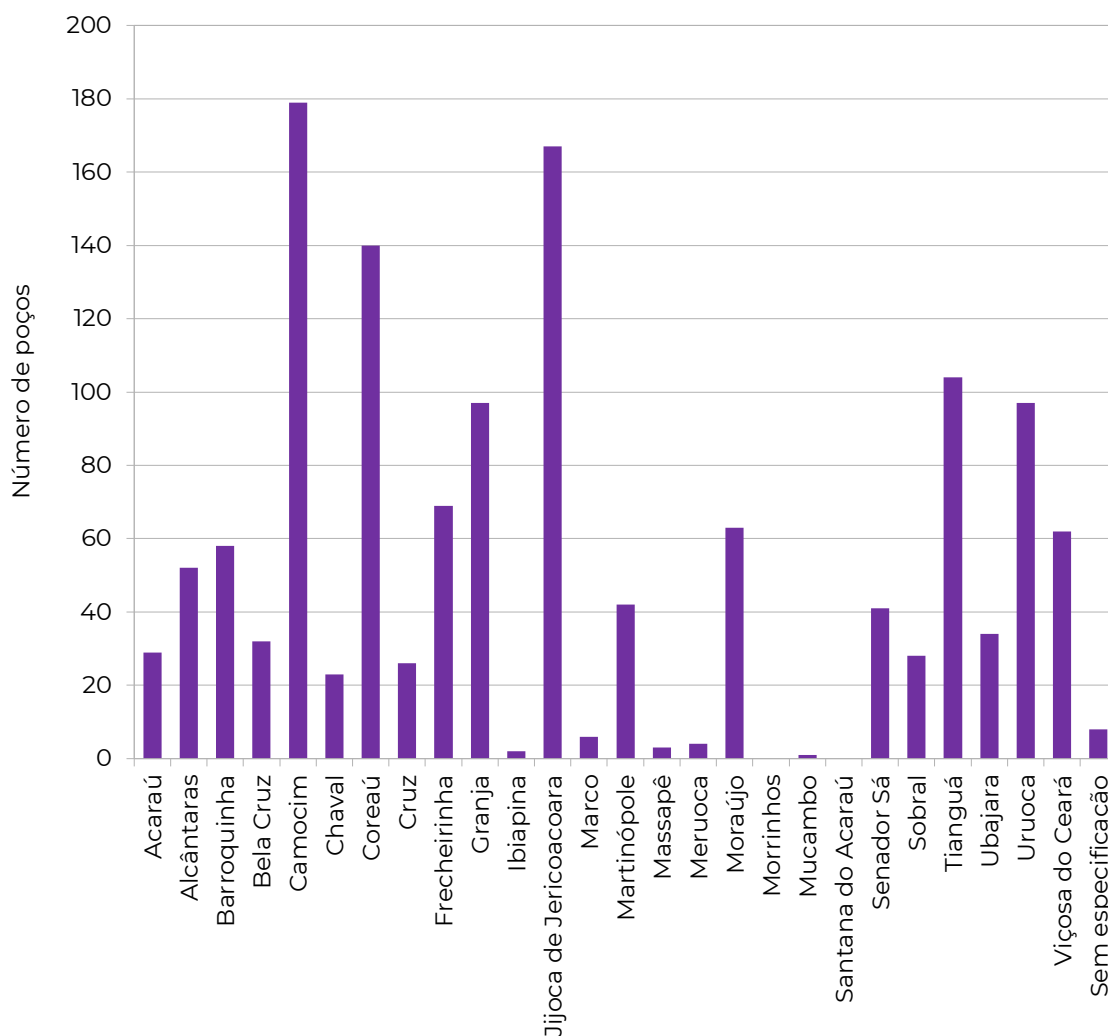
Segundo Silveira (2020), a construção de poços tubulares profundos é a medida emergencial mais adotada pela sociedade civil, poder público e usuários de água em geral. No entanto, os resultados da construção dessas obras no meio cristalino, geralmente não atendem a critérios técnicos, sendo assim pouco satisfatórios, e com pouca garantia de que o poço terá uma boa vazão ou que a qualidade da água seja adequada para o uso almejado.

Tabela 4.4 - Tipos de poços na região hidrográfica do Coreaú.

Tipos de poços	Número de poços	Percentual
Poço tubular	1332	97.44
Poço Ponteira	1	0.07
Poço Amazonas	27	1.98
Fonte natural	5	0.37
Sem especificação	2	0.15

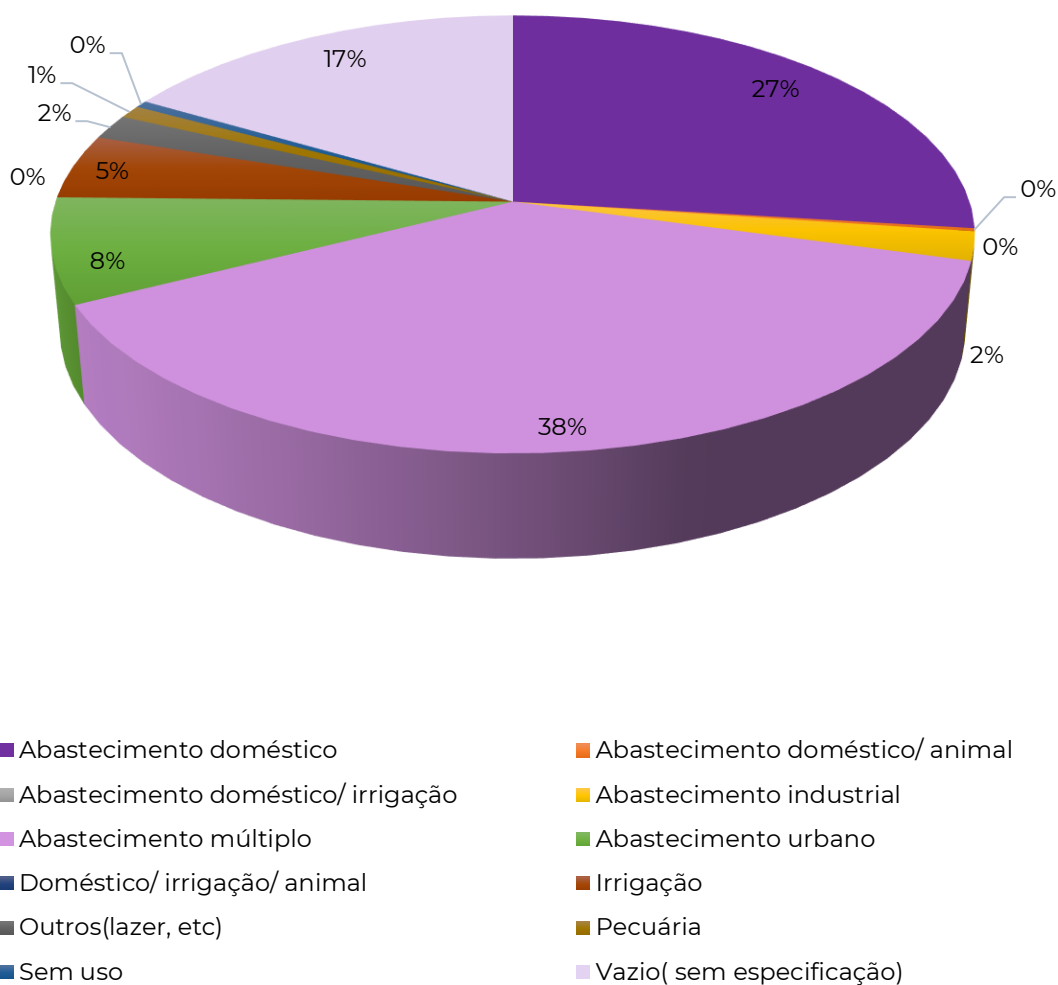
Os poços estão distribuídos por todos os municípios da bacia conforme pode ser observado na Figura 4.2. O município de Camocim detém 13,09% dos poços, seguido por Jijoca de Jericoacoara (12,21 % dos poços) e Coreaú (10,24%),

Figura 4.2 - Número de poços por município da Região Hidrográfica do Coreaú.



A Figura 4.3 expõe o tipo de uso das águas subterrâneas. O principal uso é o abastecimento múltiplo (523 poços) e o abastecimento doméstico (368 poços). Nota-se que 227 poços não foi especificado o tipo de uso. Considerando-se como poços sem usos aqueles classificados como: fechados, não utilizável, obstruído, parado, abandonado, secos e não instalados; não houve postos cadastrados.

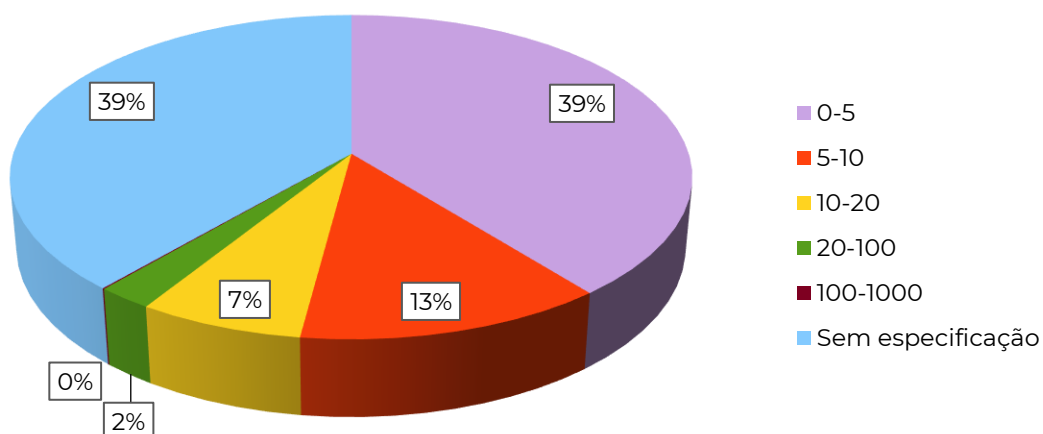
Figura 4.3 - Tipos de usos das águas subterrâneas da Região Hidrográfica do Coreaú.



Fonte: SIAGAS

Outro fator importante a se observar é eficiência dos poços, que está associada principalmente às vazões específicas e às profundidades necessárias para que haja vazão disponível para captação. As vazões estabilizadas nesses poços estão apresentadas na Figura 4.4. O intervalo de 0 a 5 m³/h concentra o maior número de poços (536), equivalendo a 39%, seguido pelo intervalo de 5 a 10 m³/h com poços correspondendo a poços com produtividade baixa ou muito baixa. Observa-se que 39% dos poços não possui especificação de vazão.

Figura 4.4 - Vazões estabilizadas dos poços.



Fonte: SIAGAS

Dessa forma, o conhecimento das reservas hídricas subterrâneas disponíveis para exploração é fundamental para a gestão eficiente da oferta hídrica. Nesse escopo faz-se necessário conhecer as condições hidrogeológicas e hidroquímicas e entender o funcionamento dos aquíferos. Outras informações sobre esse recurso, ainda estão sendo consistidas, devido às várias obras executadas no último período de estiagem, por vários órgãos diferentes, desta forma, não puderam ser utilizadas no momento da confecção deste documento.

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

Devido ao grande número de parâmetros é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice é utilizado dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Estados de Trofia.

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

As análises de qualidade utilizadas nesse capítulo foram registradas no período de 2008 a 2019. Observa-se que neste período ocorreram 388 medições na Região Hidrográfica do Coreaú sendo estas distribuídas por todos os reservatórios. Os reservatórios com o maior número de monitoramentos foram: Várzea da Volta (17 %), Itaúna (11 %), Angicos (11%), Gangorra (10%), Martinópolis (10%) e Trapiá III (10%). O Reservatório como menor número de medições é o Diamantino II, totalizando 4%. Na maioria das medições foi registrado o estado mesotrófico e apenas os açudes Diamante e Diamantino II não atingiram o estado hipereutrófico (Tabela 4.6).

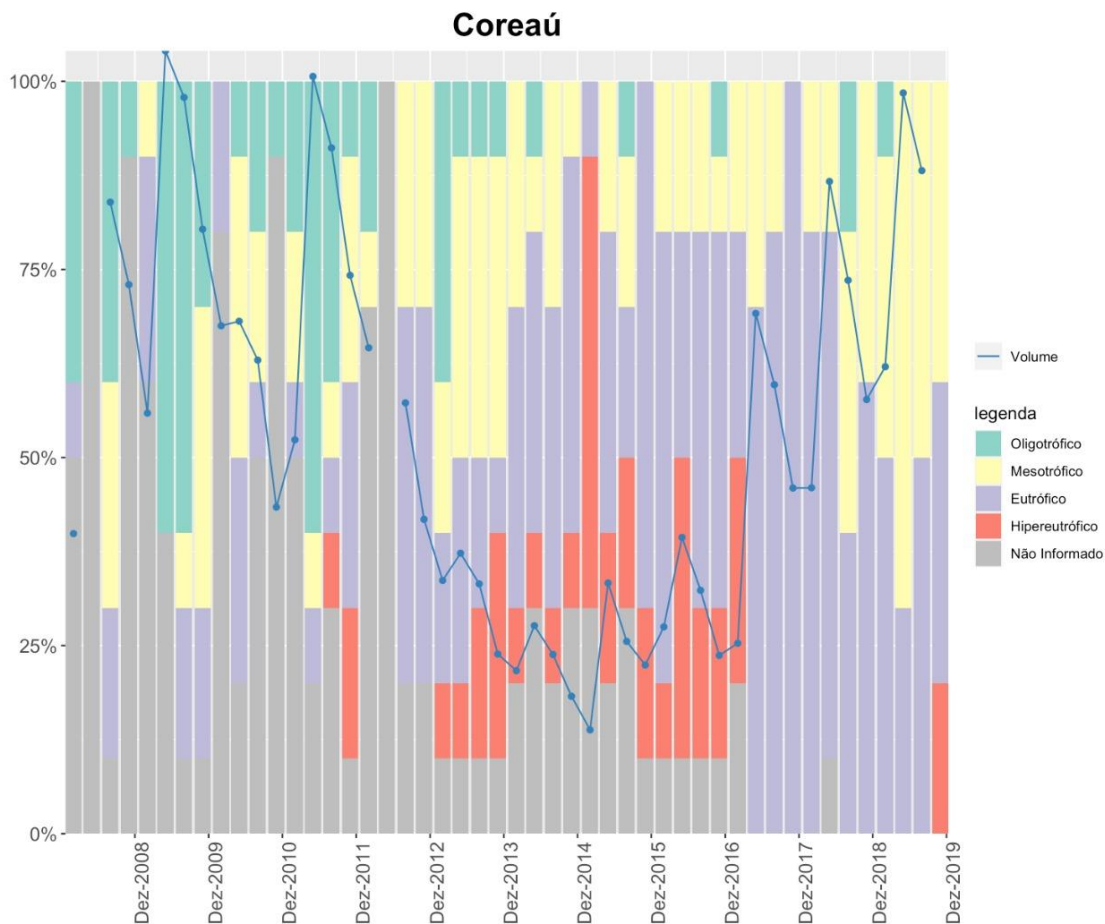
Tabela 4.6 - Frequência dos estados de trofia.

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

Na Figura 4.5 verifica-se que a soma do volume dos reservatórios da região em dezembro de 2014 estava baixo em função do prolongamento da seca. Nesse período, o estado hipereutrófico destacou-se, revelando que existe uma relação inversamente proporcional entre o volume e o estado de trofia. Para o período de 2016 a 2018 os açudes se concentram no nível eutrófico. A partir de 2018 inicia-se uma migração do estado eutrófico para o mesotrófico.

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

Figura 4.5 - Série temporal dos estados tróficos e volume armazenado na RH do Coreaú.



Fonte: Projeto Alocar (2021a).

4.2.2 Águas subterrâneas

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

Para a classificação quanto a qualidade, foi feito uso do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (STD), utilizando a classificação disponível no “Manual de Dessalinização da Água” (Silveira et al, 2015), apresentada na Tabela 4.6.

Tabela 4.7 - Classificação da salinidade da água.

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

Fonte: Silveira et al, 2015

A Tabela 4.6 apresenta os valores médios de STD por município, e o enquadramento dos poços quanto a classificação de salinidade. São 41 poços com dados de qualidade. Observa-se que cerca de 58,53% dos poços possuem ‘águas doces’, e cerca de 41,47% dos poços possuem “águas ligeiramente salobras” .



Observa-se ainda que, dos poços monitorados e classificados como “águas doces”, o município de Coreaú apresenta a maior quantidade enquanto que Senador Sá possui representativo número de poços classificados com “águas ligeiramente salobras” (Tabela 4.7).

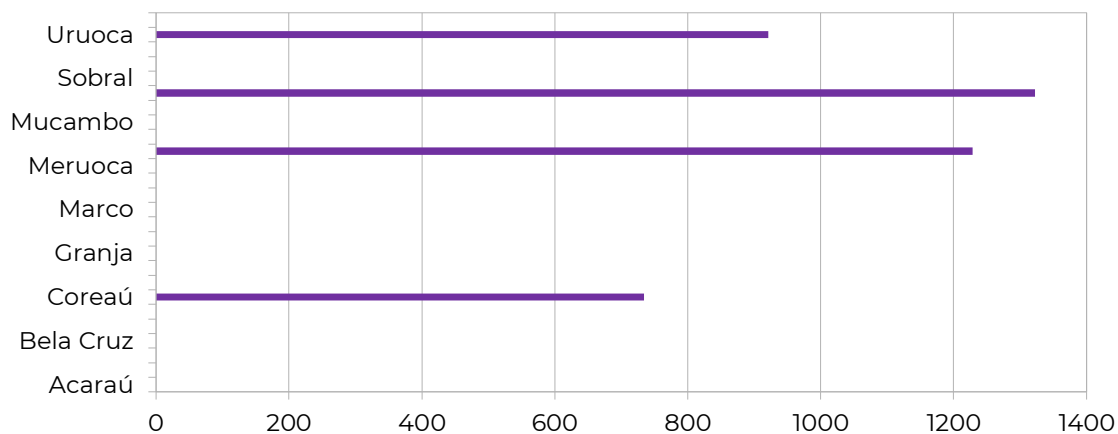
Tabela 4.8 - Classificação da salinidade da água por município na RH do Coreaú.

Município	STD Médio	Águas doces	Águas ligeiramente salobras
Acaraú	0	0	0
Alcântaras	0	0	0
Barroquinha	0	0	0
Bela Cruz	0	0	0
Camocim	0	0	0
Chaval	0	0	0
Coreaú	734,5	10	0
Cruz	0	0	0
Frecheirinha	0	0	0
Granja	0	0	0
Ibiapina	0	0	0
Jijoca de Jericoacoara	0	0	0
Marco	0	0	0
Martinópole	0	0	0
Massapê	0	0	0
Meruoca	0	0	0
Moraújo	1.228,2	4	3
Morrinhos	0	0	0
Mucambo	0	0	0
Santana do Acaraú	0	0	0
Senador Sá	1.322,14	5	9
Sobral	0	0	0
Tianguá	0	0	0
Ubajara	0	0	0
Uruoca	921, 4	5	5
Viçosa do Ceará	0	0	0
Total		24	17

Fonte: COGERH.

Na Figura 4.6, é possível observar os municípios que possuem poços com águas doces (STD <1000 mg/L) ao avaliar a média de STD, quais sejam: Uruoca e Coreaú

Figura 4.6 - STD médios por município da região hidrográfica do Coreaú.



Fonte: COGERH.

5 QUESTÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA

O equilíbrio ambiental e hidrológico deve ser avaliado a partir de uma visão sistêmica e integrada do ambiente, onde os estudos dos processos de degradação ambiental estejam correlacionados às influências das ações antrópicas, para tanto, Carvalho (2000) cita que a bacia hidrográfica deve ser a célula básica para essa análise ambiental.



Segundo Ross (1994) a importância de identificar as fragilidades ambientais se destaca pela capacidade de subsidiar o planejamento e gestão do território, evitando ainda mais a expansão da degradação ambiental.

Um desenvolvimento sustentável pressupõe o uso dos recursos para atendimento às necessidades de forma adequada e equilibrada. A inexistência dessa premissa se reflete na quebra da harmonia,

acarretando riscos à sobrevivência da fauna, da flora e do próprio homem.

Desta forma, um povoamento sem planejamento adequado, resultante, especialmente, do impacto antrópico, tem provocado desequilíbrios ambientais de forma distinta, em maior ou menor grau nas diferentes unidades geossistêmicas (CGEE, 2016). Assim, torna-se imprescindível conhecer o ambiente para que se avalie adequadamente as suas fragilidades.

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

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

Nas áreas de dunas fixas ocorrem algumas atividades extrativistas como a coleta de frutos silvestres e de madeira e fibras, no entanto, verifica-se

que nessa Região as áreas degradadas superam as conservadas, o que compromete essas práticas. Esse fato assume significativa importância na medida em que as dunas fixas são desestabilizadas pela supressão da cobertura vegetal que induz a retomada da deflação eólica, com repercussões na descaracterização das paisagens litorâneas, além de comprometer o equilíbrio ecológico local.

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

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

Na RH do Coreaú algumas lagoas fazem parte de sistema fluviolacustre, sendo barradas por dunas e recebendo contribuições das águas pluviais e fluviais de pequenos córregos que dissecam os tabuleiros e do lençol

freático. Grande parte dessas lagoas e lagunas compõem as paisagens, de grande importância para o turismo e lazer, porém existem àquelas cuja maior importância é o abastecimento, a pesca, a agricultura e o uso das águas para a pecuária.

A COGERH (2010) aponta o mau uso dessas áreas, como a: urbanização, desmatamento, retirada de areia, lavagem de roupas e animais, pastagem do gado dentro do lago de forma confinada, deposição de resíduos sólidos nas suas proximidades. Tudo isso vem causando o assoreamento; a poluição; o alargamento e conseqüentemente as enchentes na época das chuvas; a redução crítica do volume das águas e o comprometimento das condições de vida das comunidades biológicas que dependem da lagoa para sua sobrevivência e reprodução.

Analisando-se os inventários ambientais existentes para os reservatórios Angicos, Itaúna e Tucunduba (COGERH, 2011), verifica-se que um problema comum na Região é a inexistência total ou parcial de rede de coleta e tratamento de esgoto, em algumas situações não existindo nem mesmo banheiros, fazendo com que o destino final do lançamento dos resíduos sólidos seja os mananciais. Além disso, tem-se o problema das ocupações das áreas dos talwegues e circunvizinhança para a criação de animais: bovinos, equinos, suínos o que contribui diretamente para eutrofização, devido aos seus dejetos, bem como pela possibilidade de contaminação por patógenos, o que também ocorre devido à proximidade de cemitérios, devido ao neochorume, líquido liberado durante a decomposição dos cadáveres.



ÁREA COM DESMATAMENTO EM TUCUNDUBA – Foto: Cogerh

Os IVAs citam ainda os desmatamentos, que ocorrem principalmente nas propriedades particulares as margens do açude, muitas vezes decorrentes da utilização da terra, ou da extração de madeira, em especial para a produção de carvão. Tal processo influencia na dinâmica local, torna o regime do açude cada vez mais irregular, possibilita ou aumenta o assoreamento, além de facilitar o carreamento de materiais e substâncias para os reservatórios, influenciando também a qualidade das águas. Na utilização da terra para uso agrícola, o desmatamento e a queimada são práticas comuns na preparação dos terrenos, empobrecendo o solo e contribuindo para o assoreamento e comprometimento da qualidade dos corpos hídricos.

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

Na área da Depressão Sertaneja o desmatamento e as queimadas levam a uma alta vulnerabilidade e degradação da biodiversidade e a expansão da desertificação em função de processos erosivos muito ativos e regime pluviométrico muito irregular e com secas recorrentes; das taxas elevadas de evaporação e de evapotranspiração com balanço hídrico deficitário; do baixo potencial de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e dos solos rasos e pedregosos. Áreas fortemente degradadas em processo de Desertificação ocorrem na RH do Coreaú, especialmente nos municípios de Granja, Senador Sá, Moraújo, Coreaú, Uruoca, Chaval e Tianguá (MAPA ÁREAS FORTEMENTE DEGRADADAS).

Assim, tem-se como maiores impactos a erosão, especialmente nas áreas de maior declividade; o empobrecimento dos solos; as mudanças paisagísticas; o assoreamento dos rios; a poluição dos mananciais; a diminuição dos índices pluviométricos; as perdas nos setores produtivos, especialmente na pesca, mariscagem; a proliferação de pragas e doenças; a salinização (irrigação inadequada) e o processo de criação ou ampliação das áreas desérticas, as quais podem ainda serem agravadas com as práticas inadequadas no manejo de ovinos e caprinos que levam ao sobrepastoreio e à diminuição da quantidade e qualidade da cobertura vegetal.

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

Análises realizadas no Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDTR 2011-2014) que abrangem os municípios da RH do Coreaú , bem como no Pacto das Águas, no Pacto pelo Saneamento Básico, nas atas das reuniões do Comitê da Bacia do Coreaú e em publicações da FUNCEME, corroboram que os principais problemas ambientais encontrados na Região Hidrográfica são os apontados pelo trabalho do CGEE (2016), quais sejam: degradação extensiva de manguezais e comprometimento da produtividade biológica; eliminação e diminuição progressiva de espécies piscícolas; despejo de efluentes; desmonte de dunas; erosão costeira intensificada; perda de atrativos turísticos e paisagísticos; vulnerabilidade à expansão da desertificação; degradação das matas ciliares das Planícies Fluviais e Fluvio-lacustres; desencadeamento de processos erosivos; o assoreamento do leito dos rios e dos lagos e a dificuldade de recuperação de matas ciliares.

As nascentes, topos de morro, áreas com declividades acentuadas, além das planícies fluviais, dunas, são contempladas no Código Florestal, sendo consideradas, legalmente, como Áreas de Preservação Permanente (APP), em tais áreas é proibido construir, plantar ou explorar atividade econômica, porém diretrizes não são observadas na maioria dos municípios da Região Hidrográfica e há ausência de fiscalização.

Na RH do Coreaú, assim como em todas as regiões do Estado, ocorre também o desmatamento da vegetação original, em áreas de proteção natural - especialmente das matas ciliares, faixas de proteção dos açudes e Serras - além disso, o desmatamento para uso do carvão, um dos principais produtos de extração vegetal na área, e para o preparo da terra para o cultivo das lavouras tradicionais, processo agravado quando se queima de forma indiscriminada para preparação da área, comprometendo ainda mais o ambiente.



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

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

Na Região são extraídos a argila areia e o saibro, para uso na construção civil; argila, para fabricação de cerâmica vermelha; o minério de cobre, minério de ferro, de mangânes, filito, ilmenita, zircão, sienito e argila para uso industrial; calcário, para uso como corretivo de solo; água mineral para engarrafamento; fosfato, para produção de fertilizantes; quartzito, granito, piroxenito e mármore, para revestimento; água mineral para engarrafamento; granito e calcário, para brita; calcário calcítico, para fabricação de cimento. Processos de extração mineral devem ser acompanhados e fiscalizados pelos órgãos competentes, tendo em vista que podem impactar o ambiente e ainda a saúde das populações próximas ao local da mineração (MAPA PROCESSOS MINERÁRIOS NA RH DO COREAÚ).

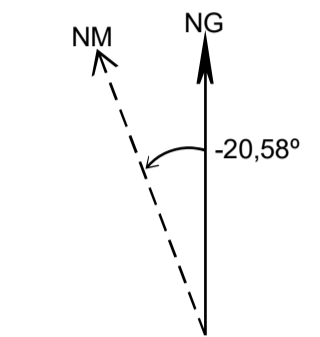
Muitas das extrações ocorrem nos leitos dos rios ou próximo aos recursos hídricos, no entanto, é importante salientar que para se dar início a qualquer solicitação de processos de extração uma etapa obrigatória e que precede esse procedimento diz respeito a emissão de uma licença ambiental, a qual pode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

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



PROCESSOS MINERÁRIOS



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

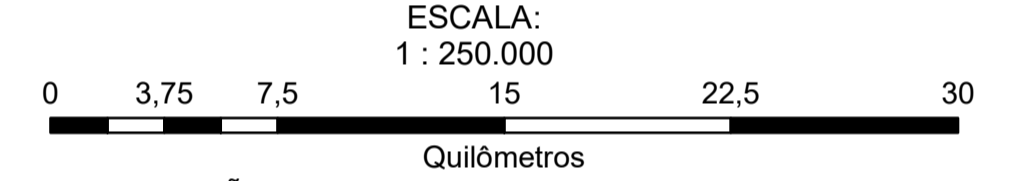
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

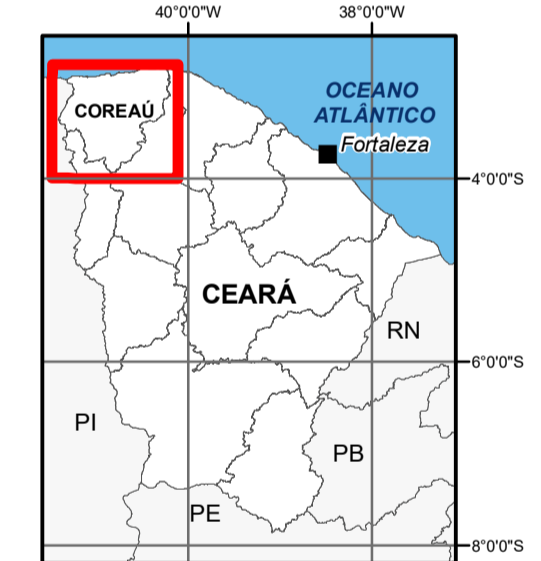
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

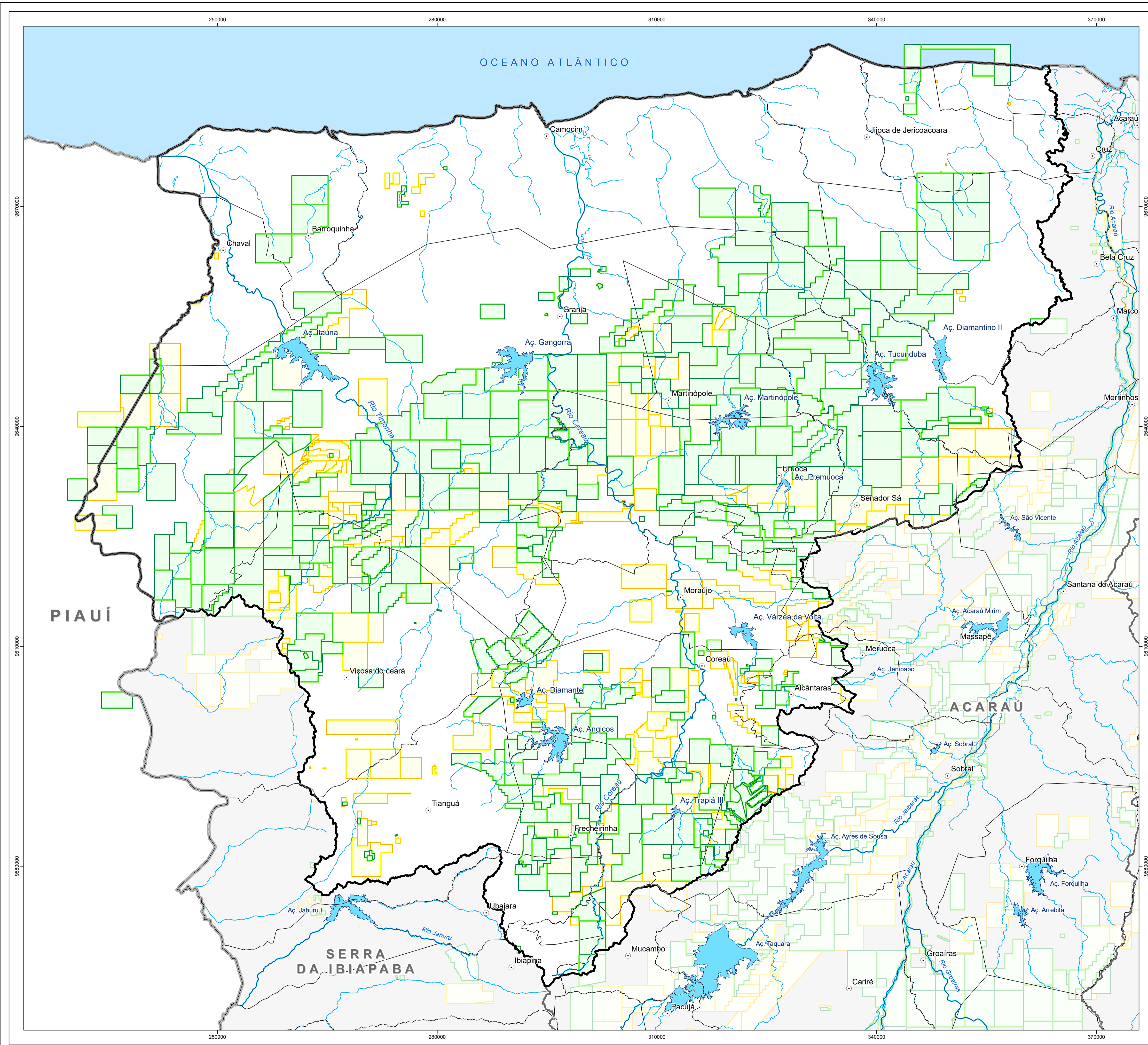
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Novembro - 2021



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

Assim, verifica-se a importância da criação de Unidades de Conservação (UC's), que se constituem em espaços territoriais, de características naturais relevantes, legalmente protegidos. Essa proteção objetiva garantir amostras significativas e ecologicamente viáveis de diferentes populações, habitats e ecossistemas, assegurando a preservação do patrimônio biológico, geológico e evolutivo de uma determinada área. (ICMBIO, 2016).

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

A partir da Constituição Federal de 1988, por meio do seu Artigo 225, já se garantia o direito ao “meio ambiente ecologicamente equilibrado,

bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, mas somente em 2000 esse dispositivo foi regulamentado por meio da Lei Nº 9.895/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação- SNUC) e do Decreto Nº 4.340/2002.



O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão dessas áreas especialmente protegidas. A gestão do SNUC é participativa, e deve contar com as três esferas do poder público (federal, estadual e municipal). Toda UC 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 Coreaú possui como Unidades de Conservação (UC) (Tabela 5.1, Mapa Unidades de Conservação) 02 (duas) APA's, a do Estuário do Rio Mundaú e a das Dunas da Lagoinha (SEMA, 2021), cujos Planos de Manejo estão sendo elaborados; 02 (duas) Reservas Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e 01 (uma) Reserva Ecológica Particular (REP).

Tabela 5.1 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica.

Unidades de Conservação			
Nome	Município na UC	Ecosistema	Área (ha)
APA da Lagoa de Jijoca	Jijoca de Jericoacoara e Cruz	Complexo vegetacional da zona litorânea	3.995,61
Parque Nacional de Jericoacoara	Itapipoca		8.850,00
Parque Nacional das Carnaúbas	Amontada	Mata seca: caatinga arbórea e vegetacional litorâneo	10.005,05
Reserva Ecológica Particular RPPN Paulino Veloso Camêlo	Tianguá		120,19
RPPN Fonte de Luz	Meruoca		7,00

Fonte: SEMA, 2021.

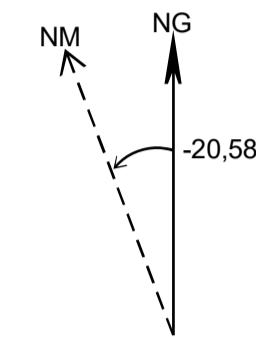
Para que as questões ambientais sejam trabalhadas pelos municípios, esforços devem ser implementados de forma que a Legislação seja obedecida e que se realize um processo de conscientização e capacitação das pessoas, a fim de que as restrições de uso, com vistas à proteção ambiental sejam concretizadas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

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

REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



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

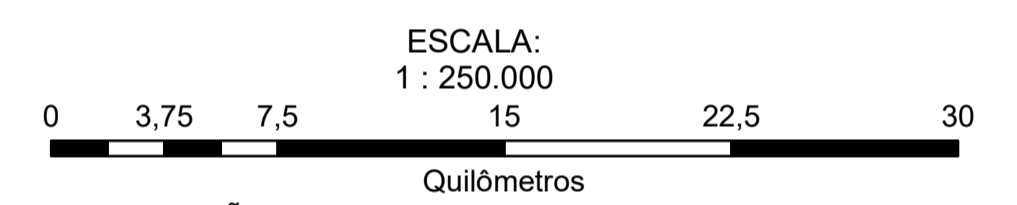
PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

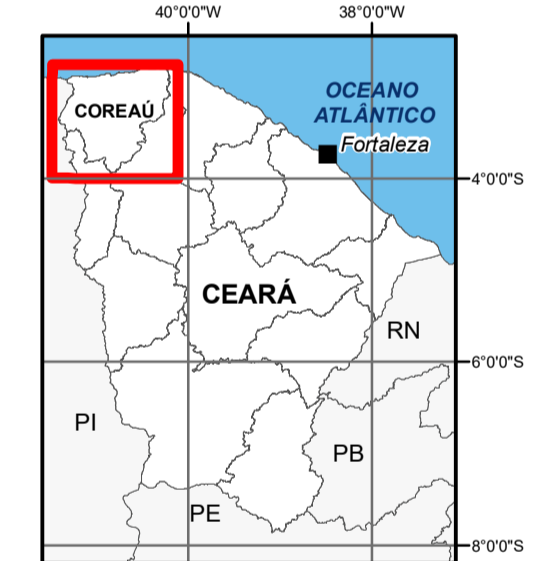
MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

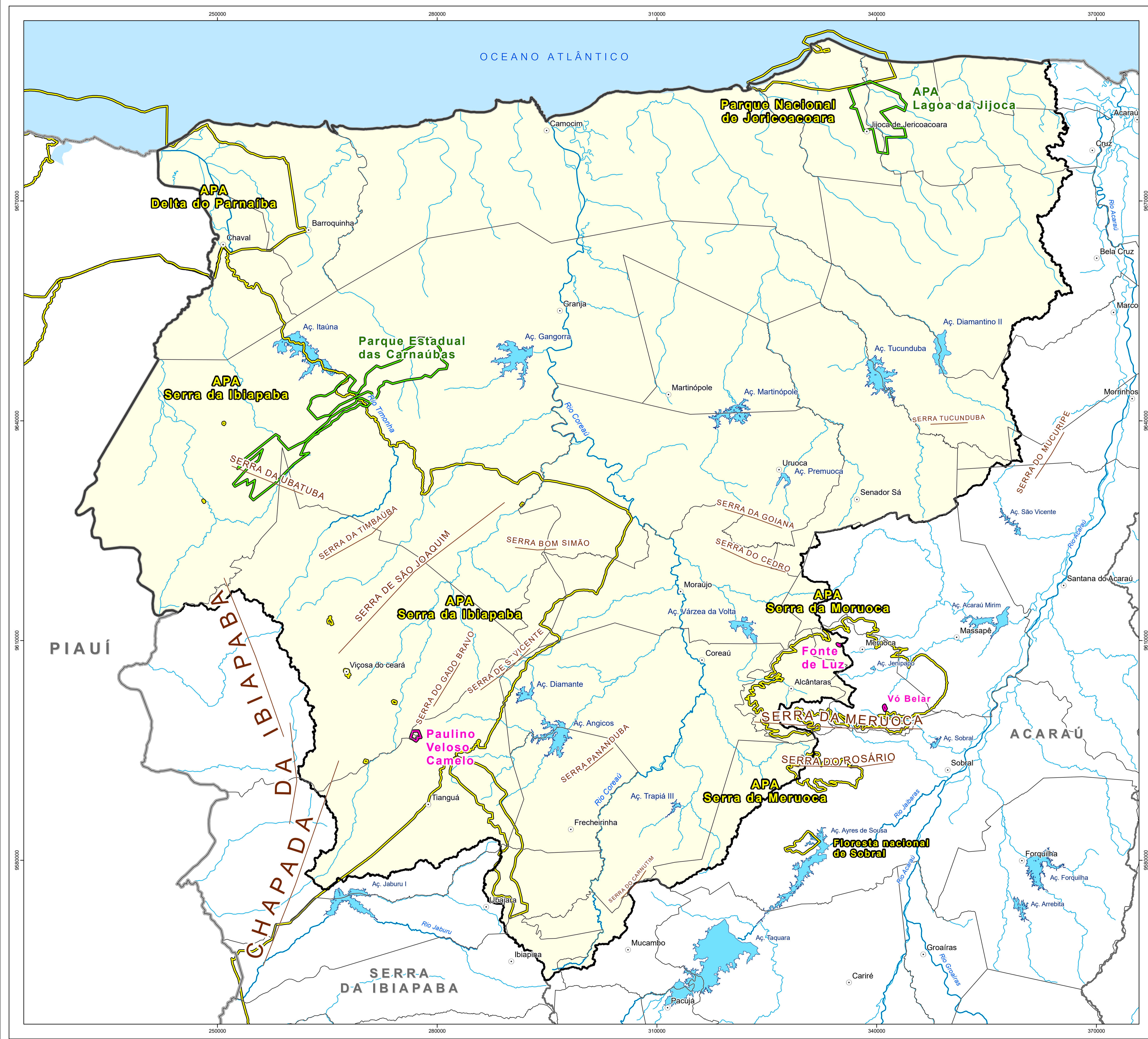
LEGENDA

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

REALIZAÇÃO:



ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogehr
Novembro - 2021



6 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 Coreaú, foi realizada uma pesquisa quali-quantitativa para conhecer o perfil dos membros do CBH Coreaú – tempo de participação no CBHC do membro e de sua instituição, motivações para participação - e suas percepções sobre os problemas hidro ambientais, conflitos existentes e potenciais, bem como aspectos institucionais de gestão na Região Hidrográfica do Coreaú.

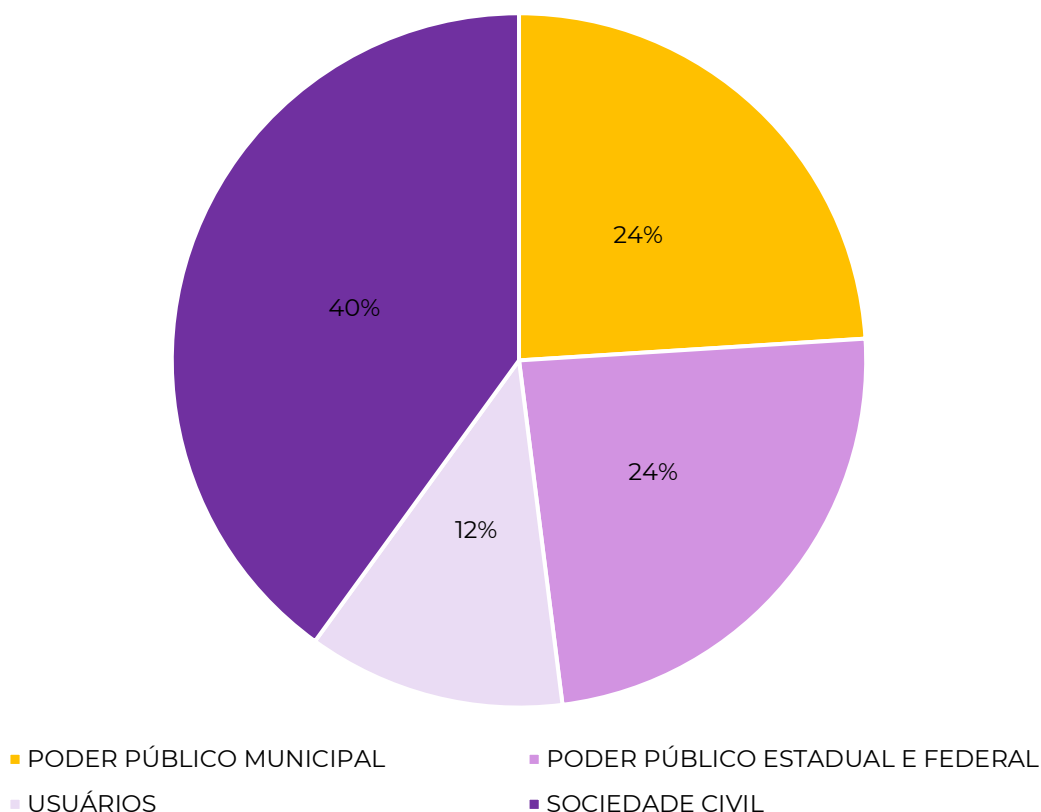


Trata-se de uma sondagem digital aplicada no período de 12 de abril a 16 de maio de 2021 com os membros dos comitês do CBH Coreaú em virtude do distanciamento social associado à pandemia da COVID-19. O propósito consistiu em realizar um levantamento de informações para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos de Coreaú, tendo sido encaminhado para os 29 membros (havia uma vacância) e responderam

o referido instrumento 25 representantes, sendo destes apenas 7 pessoas do gênero feminino.

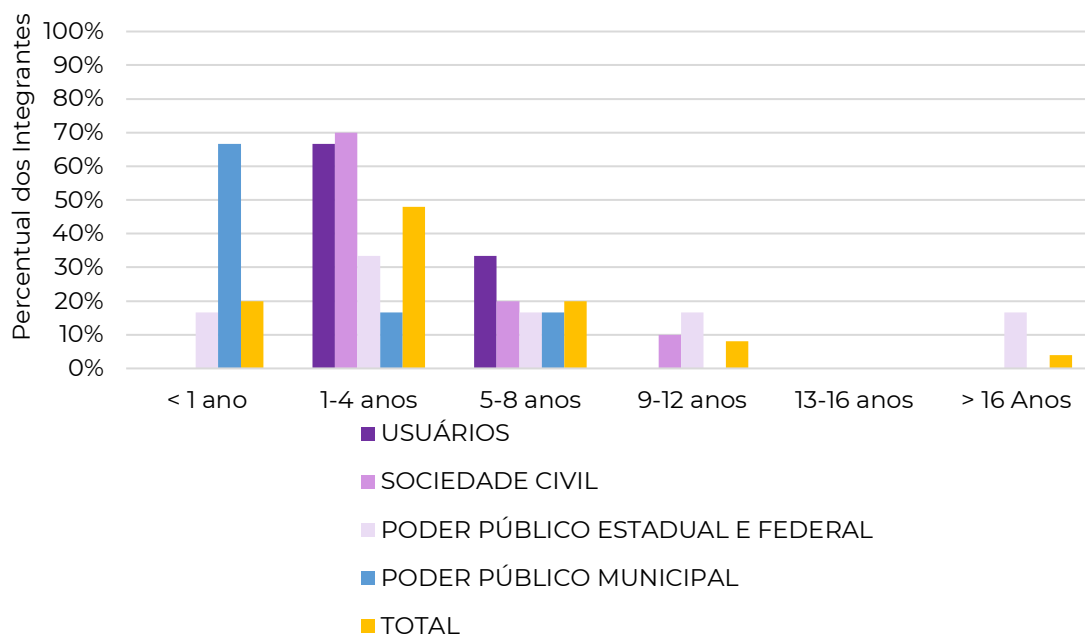
Os segmentos que participaram da pesquisa foram poder público municipal (24%), poder público estadual e federal (24%), usuários (12%) e sociedade civil (40%), conforme Figura 6.1.

Figura 6.1 - Porcentagem dos segmentos que participaram dos questionários.



Dos membros do CBH Coreaú que responderam os questionários, quando se observa na Figura 6.1 os percentuais totais, percebeu-se que mais de 88% possuem uma caminhada de até 8 anos como representantes, sendo que 48% afirmaram exercer essa representação num período de 1 a 4 anos, enquanto que 20% assumem esse papel de 5 a 8 anos. Observa-se, ainda, que 20% afirmam que assumem este papel a menos de 1 ano, 8% disseram que tem essa representação de 9 a 12 anos e com mais de 16 anos de representação totalizou 4.

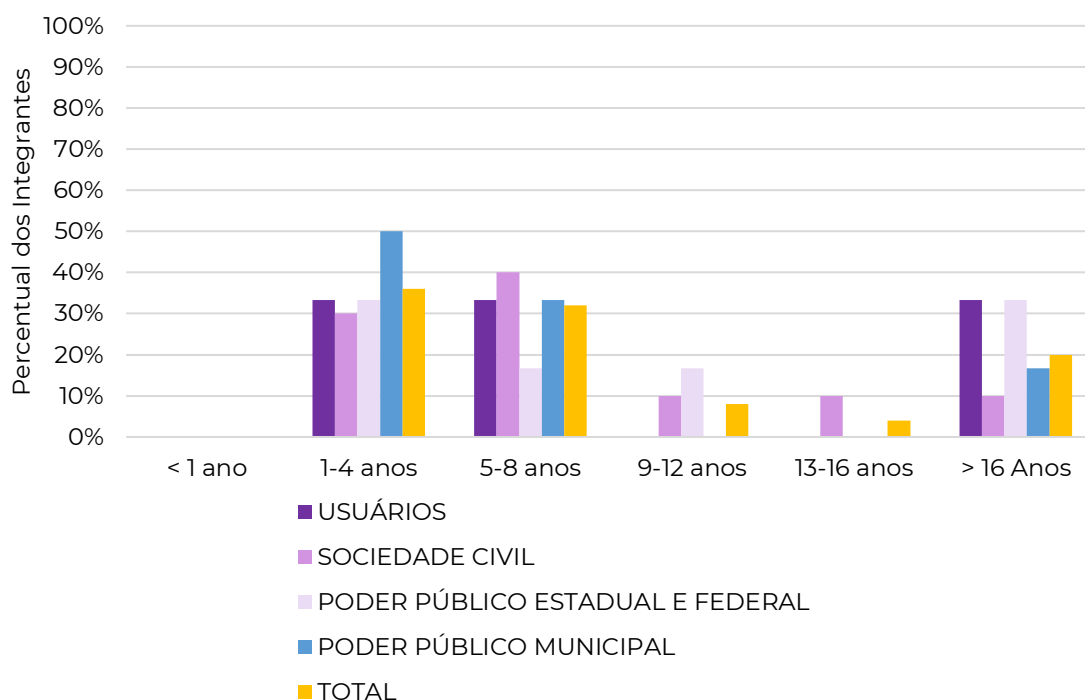
Figura 6.2 - Tempo de participação do representante no comitê de bacia hidrográfica.



Na Figura 6.2 pode-se observar que o segmento usuário está distribuído nas duas escalas temporais: entre 1 e 4 anos (67%) e entre 5 e 8 anos (33%). Nenhum membro deste setor afirmou estar no CBH Coreaú há menos de 1 ano ou acima de 8 anos. Na categoria sociedade civil, temos uma escala temporal entre 1 e 12 anos, ou seja, 70% disseram estar no comitê num período de 1 a 4 anos, 20% estão no colegiado no período de 5 a 8 anos e 10% entre 9 e 12 anos. Representantes do poder público municipal aparecem nas escalas inferior a 1 ano, entre 1-4 anos e 5- 8 anos, atingindo o maior percentual na primeira escala (< 1 ano) com 67%. Apenas o segmento poder público estadual e federal informou ter trajetória superior a 16 anos, tendo maior representatividade entre 1 a 4 anos de participação (33%), seguida de 17% nas demais escalas. Tendo em vista que o CBH Coreaú foi instalado em 2006, o que contabiliza 15 anos de trajetória, inferimos que o setor poder público estadual e federal tenha contabilizado o tempo quando ainda existiam apenas as comissões de acompanhamento que eram informais e antecederam a formalização do comitê.

Os sujeitos da pesquisa também responderam quanto ao tempo que a instituição que eles representam está no CBH Coreaú (Figura 6.3). As escalas temporais que agregam instituições com maior tempo correspondem aos períodos de 1 a 4 anos, com 36%, seguido do intervalo entre 5 e 8 anos, com 32%. 20% (envolvendo todas as categorias) ficaram no intervalo acima de 16 anos, o que não correspondem à realidade por extrapolar o tempo de existência do referido colegiado. Aqui, certamente, ocorre o mesmo equívoco identificado no gráfico referente ao tempo de participação do representante no Comitê de Bacia Hidrográfica.

Figura 6.3 - Tempo de participação da instituição no CBH Coreaú.



Ainda com relação ao tempo que a instituição integra o CBH Coreaú (Figura 6.3), verifica-se que nenhuma entidade participa do comitê há menos de 1 ano. Evidenciou-se que na escala temporal de 1 a 4 anos destaca-se a presença do poder público municipal com 50%, seguido do poder público estadual e federal e de usuários com 33% igualmente e sociedade civil com 30%. No período de 5 a 8 anos, o destaque fica para

a sociedade civil, com 40%, seguidos dos setores de usuários e poder público municipal com 33%, além do poder público estadual e federal com 17%.

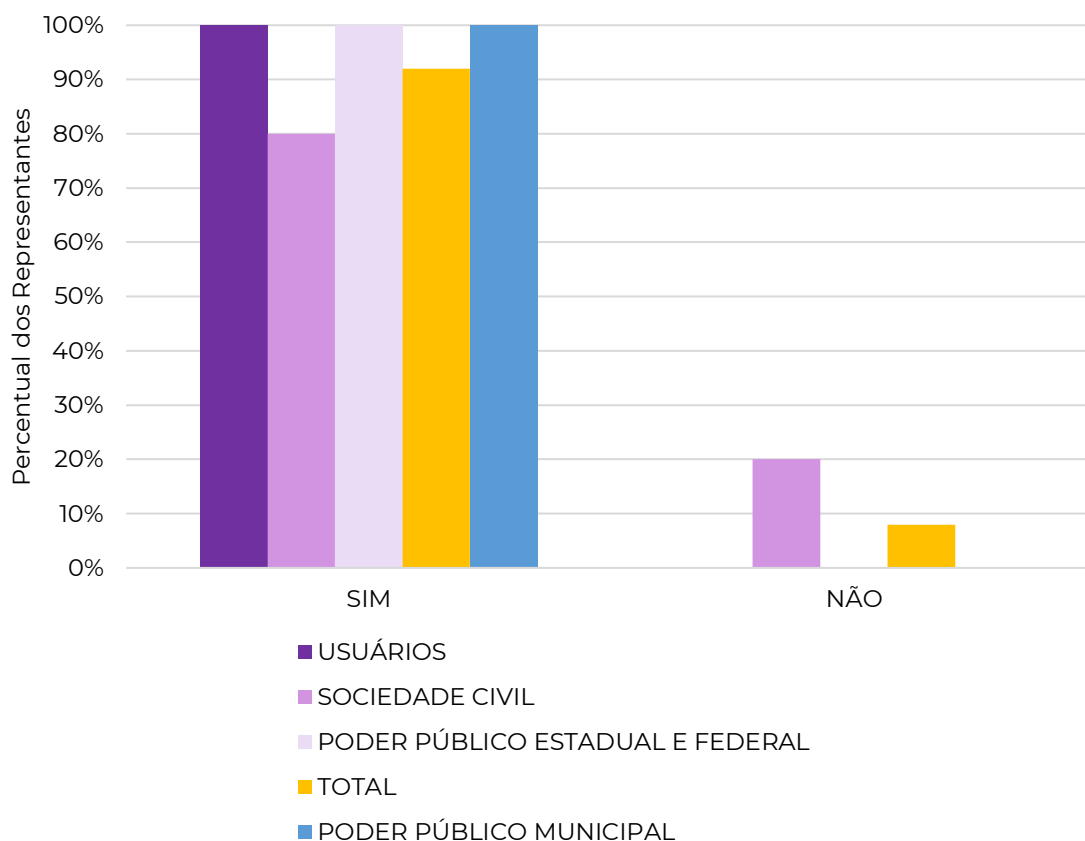
Em relação a motivação da participação da instituição/órgão no Comitê surgiram as seguintes respostas:

1. O reconhecimento da importância do papel do Comitê na boa gestão dos recursos hídricos, bem como a relevância da atuação da Companhia;
2. Buscar melhorias para os recursos hídricos do município;
3. Interesse pelas questões relacionadas aos recursos hídricos da Bacia;
4. Responsabilidade da entidade da sociedade civil em se fazer presente no Comitê;
5. Representar o município;
6. Ajudar no desenvolvimento de ações ambientais;
7. Uma melhor perspectiva sobre o uso e distribuição dos recursos hídricos;
8. A aprender as normas de respeito da bacia hidrográfica;
9. Por ser membro nato e o interesse afim;
10. Participar de deliberações a respeito da gestão dos recursos hídricos;
11. Por fazer parte de uma entidade cujo setor hídrico é uma das ações discutidas;
12. Faz parte de órgão relacionado ao Meio Ambiente, Biodiversidade e sustentabilidade;
13. Composição do Comitê;
14. Representação das entidades do município;
15. Contribuir com as questões relacionadas aos recursos hídricos do Território;
16. A identificação com a bacia e o interesse pela preservação dos recursos hídricos da mesma.
17. Fortalecer a luta em defesa do meio ambiente;
18. Parceria;
19. Por ser a maior detentora dos reservatórios do Estado do Ceará.

Ao analisar as respostas dos membros pode-se perceber que estes assumiram o compromisso de participar do Comitê porque suas entidades estão alinhadas aos objetivos do CBH Coreaú: a preocupação com os recursos hídricos e o papel do comitê na sua gestão. A defesa do meio ambiente também figurou entre as respostas dos membros do Comitê.

Indagados sobre o conhecimento quanto à existência do plano na Região Hidrográfica do Coreaú (Figura 6.4), 8% disseram saber da não existência deste tipo de documento, ao passo que 92% afirmaram que sabiam da sua existência. Apenas a sociedade civil (20%) está entre os que não sabem da existência do plano. Já dentre os que afirmaram positivamente sobre a existência do plano, tem-se 100% dos usuários, poder público estadual e federal e poder público municipal.

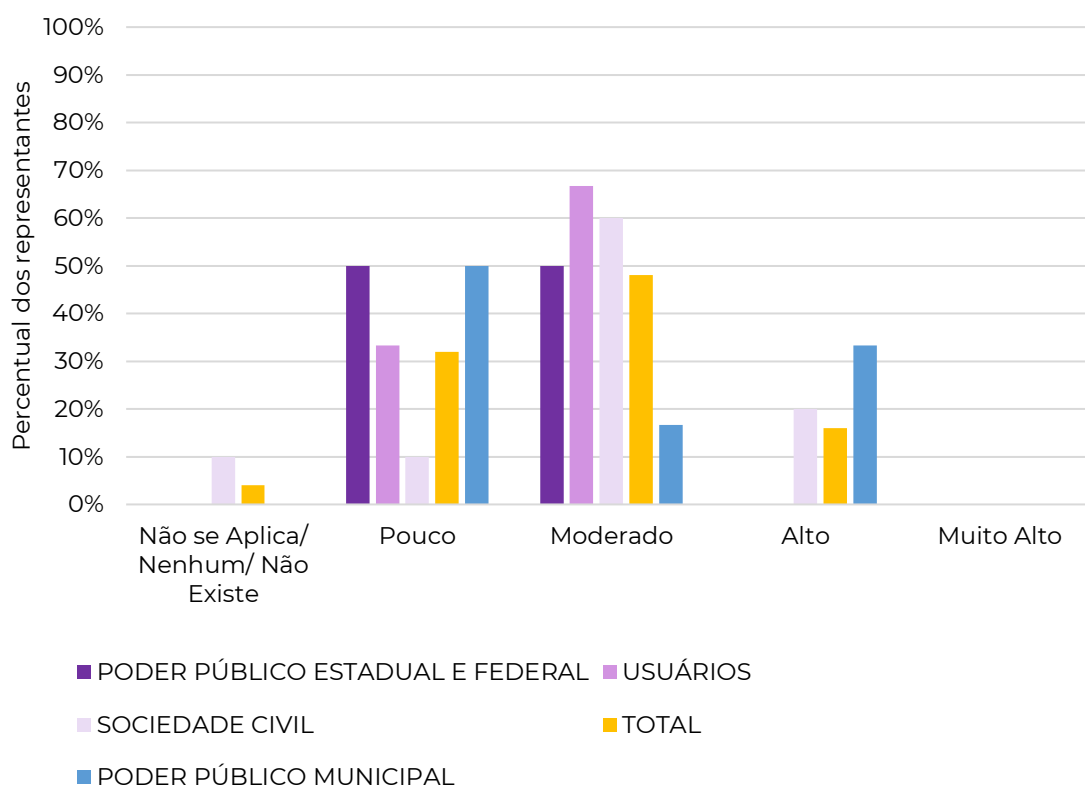
Figura 6.4 - Conhecimento quanto a existência do plano de bacia na Região Hidrográfica do Coreaú.



Dentre os que afirmaram conhecer o plano, 48% informou ter um conhecimento moderado e 16% indicou ter um alto conhecimento. Por outro lado, 32% conhecem pouco sobre o referido documento. Destes que conhecem pouco destaca-se o segmento poder público municipal com 50%.

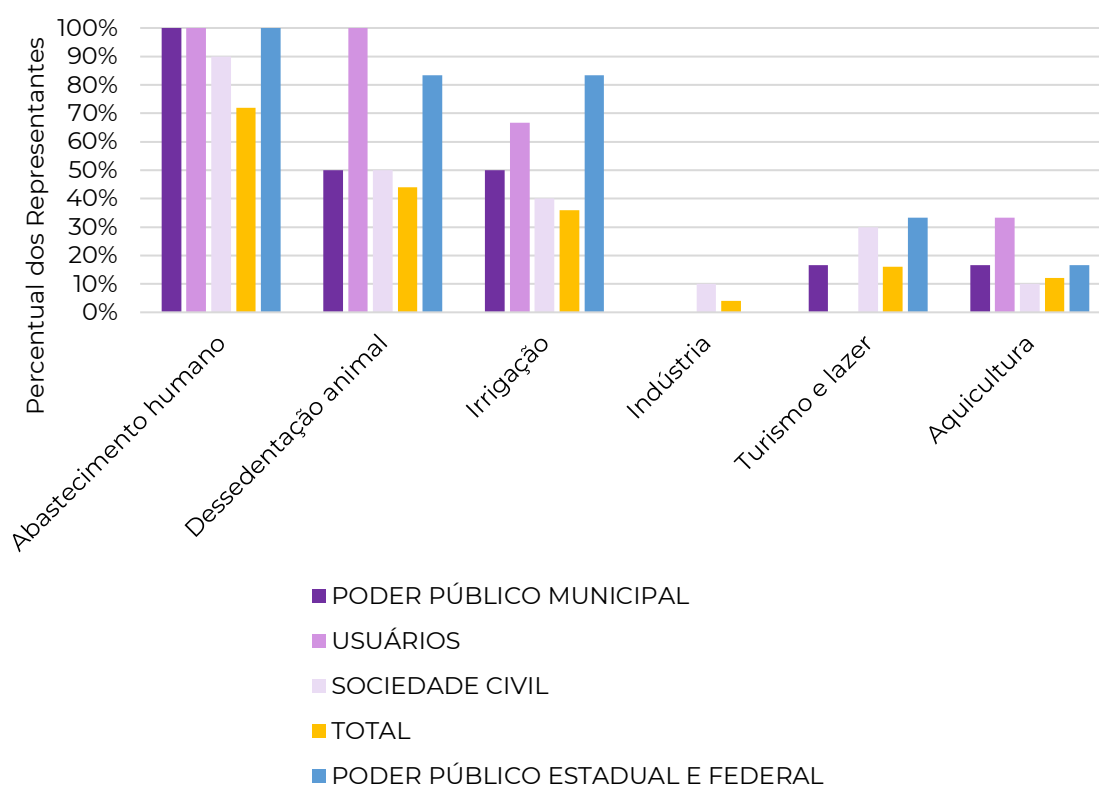
Vale destacar que entre os que afirmaram ter conhecimento moderado sobre o plano sobressai-se o segmento de usuários e sociedade civil, com 67% e 60% respectivamente. O segmento poder público estadual e federal obteve, dentre os que responderam saber da existência do plano na RH do Coreaú, o percentual de 50% nas categorias conhecimento pouco e moderado. Apenas a sociedade civil (10%) apresentou-se entre os segmentos que afirmaram não saber da existência do plano. Já dentre os que afirmaram deter um alto conhecimento sobre o plano, destaca-se o poder público municipal com 33%.

Figura 6.5 - . Porcentagem do aprofundamento de conhecimento dos membros do CBH Coreaú 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. Desse modo, nesta sondagem identificamos os usos que comportam uma multiplicidade de tipos de usuários, sem identificar e qualificar os usuários (pessoa física ou jurídica). Com isso, tem-se uma caracterização da Região Hidrográfica de Coreaú.

Figura 6.6 - Principais usos da Região Hidrográfica do Coreaú.



Os sujeitos da pesquisa identificaram como principais usos (Figura 6.6) da região hidrográfica de Coreaú as seguintes categorias: a) Abastecimento humano (72%); b) Dessedentação animal (44%); c) Irrigação (36%); d) Indústria (4%); Uso para lazer e turismo (16%), e f) Uso econômico para Aquicultura (12%). Logo, os principais usos ficam por conta dos setores abastecimento humano e dessedentação animal, usos considerados prioritários na Política de Recursos Hídricos. Merece

destacar que o abastecimento humano aparece na percepção de todos os segmentos com percentuais superiores a 90%, chegando à marca de 100% para o poder público municipal, usuários e poder público estadual e federal. A dessedentação animal aparece também com a marca de 100% para o segmento dos usuários e 83% para o poder público estadual e federal.

Quanto à irrigação, a percepção da existência desse tipo de uso atinge 83% para o poder público estadual e federal e 67% para os usuários. Apenas a sociedade civil (10%) reconheceu a indústria como um dos usos da Região Hidrográfica de Coreaú.

A pesquisa mapeou a percepção dos representantes do CBH Coreaú quanto a ocorrência de problemas hídricos e ambientais com uso da escala likert – 0 a 4-, possibilitando aos representantes assinalar mais de um item e atribuir graduações de intensidade de ocorrência ou informar que o problema listado não existe na sua região hidrográfica. Tal identificação fornece subsídios para pensar, na fase posterior de elaboração do plano, em programas ou ações mitigadoras, tomando como ponto de partida o conhecimento dos membros do comitê.

Os gráficos 11.7 - a, b, c, d “e” e- condensam a percepção desses atores sociais em três categorias de problemas - questões ambientais (abordando urbanização e exploração predatória), Qualidade da água (englobando piscicultura, saneamento, agropecuária, mineração, dentre outros) e Quantidade da água (considerando eventos extremos, água subterrânea, reservatórios e gestão).

A Figura 6.7 (a) traz o somatório da percepção de todos os entrevistados em relação às três categorias em análise. Na escala quantidade de água, a existência de poços irregulares e a excesso de poços aparecem como os problemas com ocorrência muito alta. Quanto à qualidade da água, o

uso indiscriminado de agrotóxico destaca-se juntamente com a destinação inadequada dos resíduos sólidos, uso de agrotóxico em vazantes e extração mineral (areia, argila, etc) nas margens de rios. Em relação aos problemas ambientais, sobressai a degradação das nascentes e as queimadas.

A percepção dos problemas hídricos e ambientais também foi analisada por segmentos (6.7b, 6.7c, 6.7d e 6.7e). Para o setor sociedade civil (6.7b), destacou-se o excesso de perfuração de poços como problemas hídricos, associados a qualidade da água com ocorrência muito alta. Os barramentos irregulares nos trechos perenizados figuram como problemas com alta incidência na percepção desses sujeitos da pesquisa. Por outro lado, as incertezas hidrológicas quanto à disponibilidade hídrica nos anos seguintes configuram-se como problemas com pouca ocorrência. Em relação aos problemas relativos à qualidade da água, a destinação inadequada dos resíduos sólidos revelou-se com percepção muito alta para este setor; já a destinação inadequada das embalagens dos agrotóxicos apareceu com percepção alta, enquanto a redução da qualidade da água devido à eutrofização apresentou percepção moderada.

No quesito questões ambientais, ainda para o setor sociedade civil, destacou-se com percepção muito alta a degradação das nascentes e as queimadas. O crescimento desordenado e a especulação imobiliária aparecem como alta incidência, enquanto o turismo e a salinização aparecem com incidência moderada.

Sobre esta mesma temática para setor poder público estadual e federal (6.7c), as queimadas, a especulação imobiliária, a degradação das nascentes e a ocupação das áreas de preservação permanente figuram como problemas ambientais com ocorrência muito alta. Em relação à

questão da qualidade da água, sobressai a extração mineral (areia, argila, etc) nas margens de rios. A questão do uso de agrotóxico, tanto pelo excesso, como sua aplicação nas vazantes e destinação inadequada de suas embalagens também se destacou com ocorrência muito alta. Em relação ao quesito quantidade de água, os sujeitos da pesquisa afirmaram que o excesso de perfuração de poços, a existência irregular destes, além da ocorrência de secas e as incertezas hidrológicas quanto à disponibilidade hídrica nos anos seguintes são os problemas na região hidrográfica com ocorrência muito alta.



Ao se analisar as percepções do poder público municipal (6.7d), em linhas gerais, os seus representantes entendem que, tanto os problemas relacionados a qualidade da água, a quantidade de água e no quesito questão ambiental, variaram, predominantemente, entre moderado, pouco ou não se aplica/nenhum, resultado que destoa dos outros segmentos, embora alguns problemas tenham sido considerados alto para 16,7% dos entrevistados. No quesito quantidade da água, por exemplo, apenas a questão do assoreamento foi considerada com ocorrência muito alta para 17% dos mesmos. No quesito qualidade da água, do mesmo modo, apenas o problema pesca predatória foi considerado com ocorrência muito alta para cerca de 17% dos entrevistados.

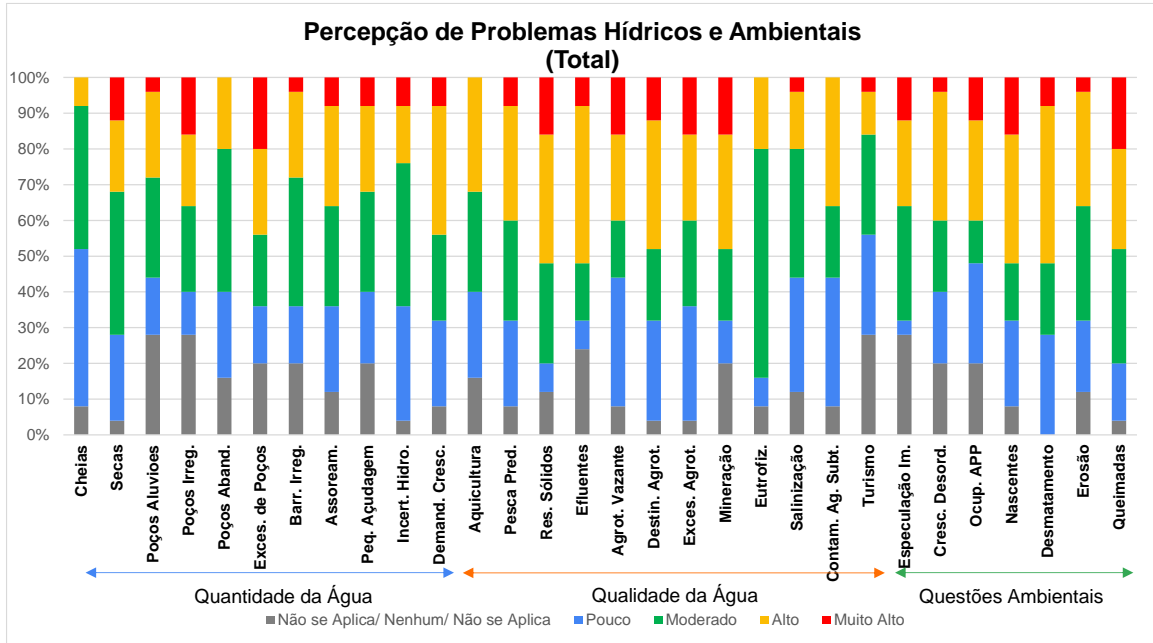
Para os usuários (6.7e), na categoria quantidade da água, a ocorrência de secas, os poços irregulares e o crescimento descontrolado da demanda pelo uso da água são percebidos como problemas com alta incidência. Em relação a qualidade de água, a questão do lançamento inadequado de efluentes urbanos obteve ocorrência muito alta (33,3%) e alta (66,7%) entre os respondentes. A destinação inadequada dos resíduos sólidos, o uso de agrotóxico, tanto pelo excesso, como sua aplicação nas vazantes, também destacam-se como problemas da classe qualidade da água.

Para esse mesmo público, nenhum problema ambiental citado recebeu a conceituação de “ocorrência muito alta”, contudo, a degradação das nascentes e o desmatamento são os problemas ambientais que se manifestam com ocorrência alta. Já a questão da erosão do solo e/ou desertificação aparece como um problema com pouca ou moderada ocorrência na percepção dos representantes do setor usuário.

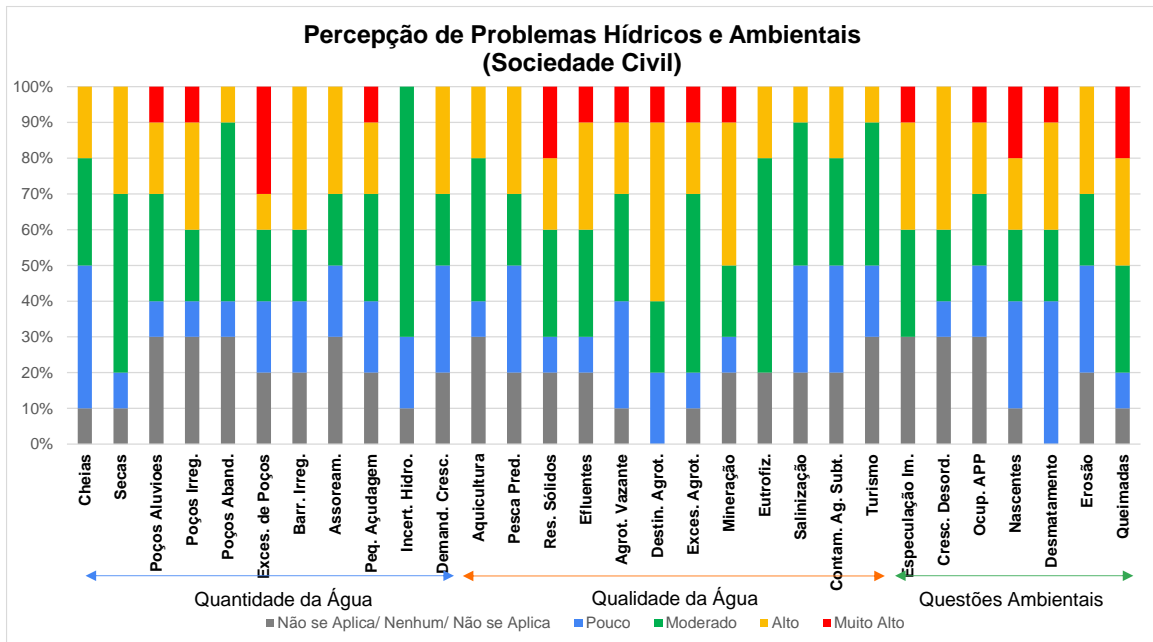
Vale destacar que, se compararmos as percepções dos entrevistados acerca dos eventos extremos – cheias e secas – a maioria considera que os eventos de secas tiveram ocorrência muito alta e alta para 12,0% e 20,0%, respectivamente, enquanto os eventos de cheias recebeu ocorrência alta apenas para 8,0% dos respondentes. A maioria, desse modo, considera moderada (40,0%) e pouca (44,0%).

Ainda em relação a essa análise comparativa, merece destaque as percepções dos usuários: enquanto os eventos de cheias recebeu ocorrência moderada (33,3%) e pouca (66,7%) para este público, os mesmos consideram que as secas se manifestam com ocorrência muito alta (33,3%). Seguindo a essa mesma tendência, o poder público estadual e federal considera que os eventos de cheias são 100% de ocorrência moderada, enquanto os mesmos afirmam que as secas têm ocorrência muito alta e alta, somando 66,6%.

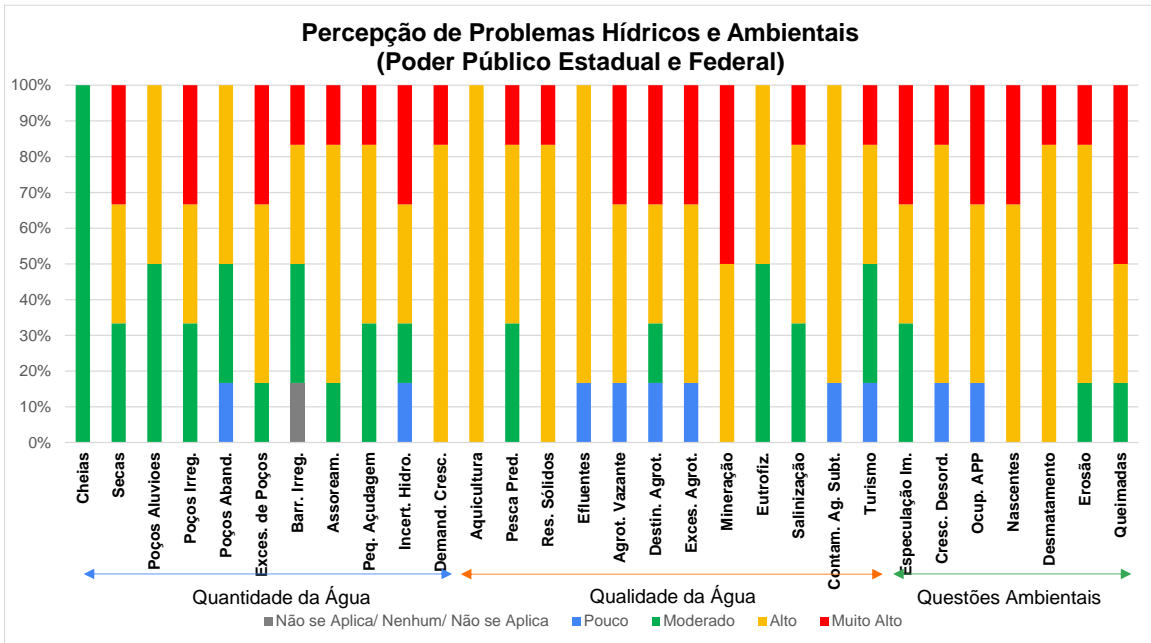
Figura 6.7 - Percepção de ocorrência de problemas hídricos e ambientais pelos membros do CBH Coreaú (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e) usuários.



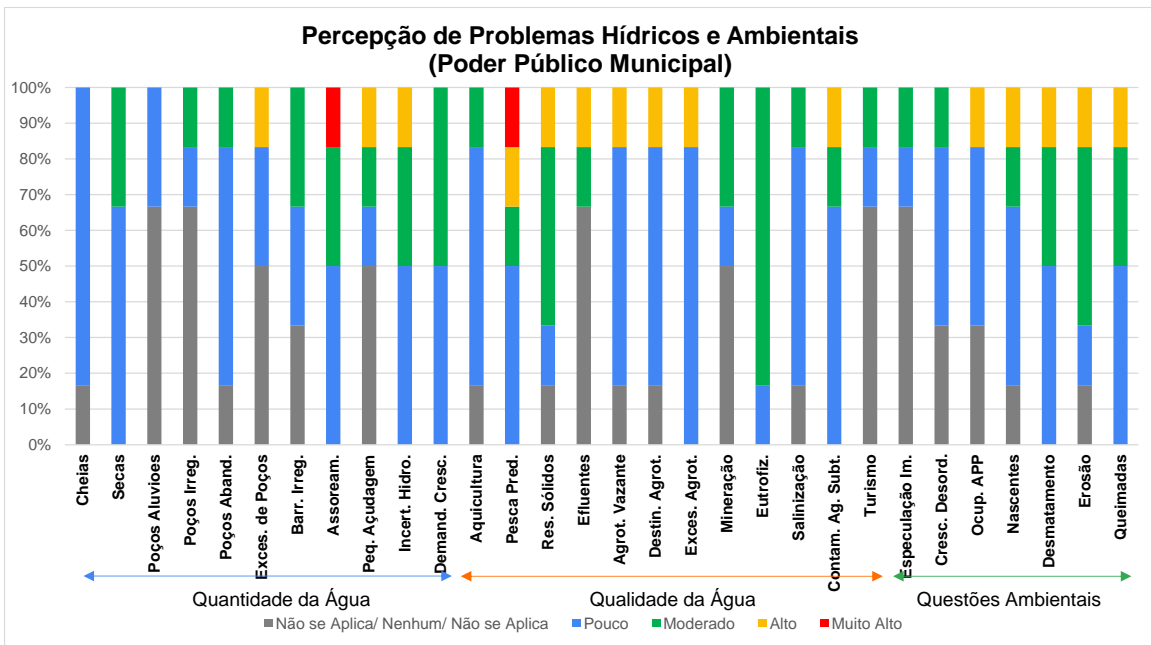
(A)



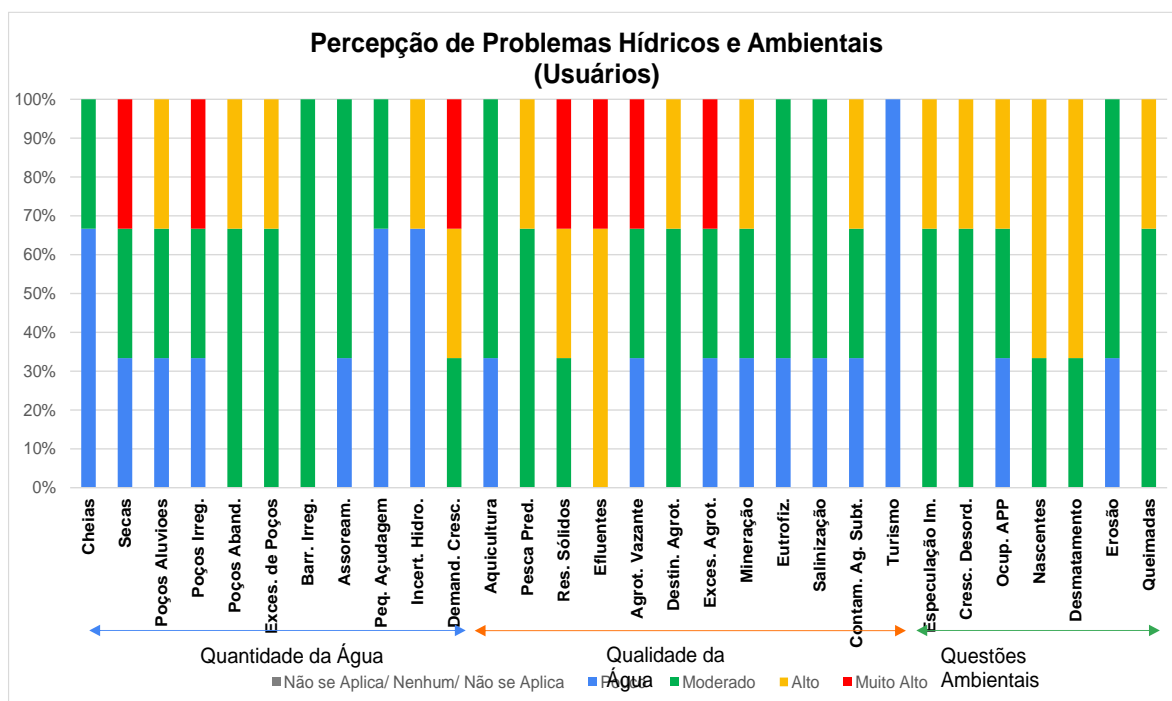
(B)



(C)



(D)



(E)

O mapeamento dos impactos ambientais e hídricos é apresentado em forma de gráfico radar (Figura 6.8) que permite avaliar diferentes escolhas com base em diversas variáveis. Quanto mais próximo ao centro (0) menor a percepção e a percepção do problema vai aumentando a medida em que migra entre os valores de 2 a 4, sendo este último valor correspondente ao maior grau de percepção.

O mapeamento apresentado na Figura 6.8 - percepção dos problemas hídricos e ambientais - revela que a maior preocupação para o poder público estadual e federal gira em torno dos seguintes problemas: queimadas, desmatamentos, degradação das nascentes e ocupações irregulares e desmatamentos nas Áreas de Preservação Permanente (APP), os quais apresentaram valores médios acima de 3,00, o que corrobora para percepção de incidência alta e muito alta.

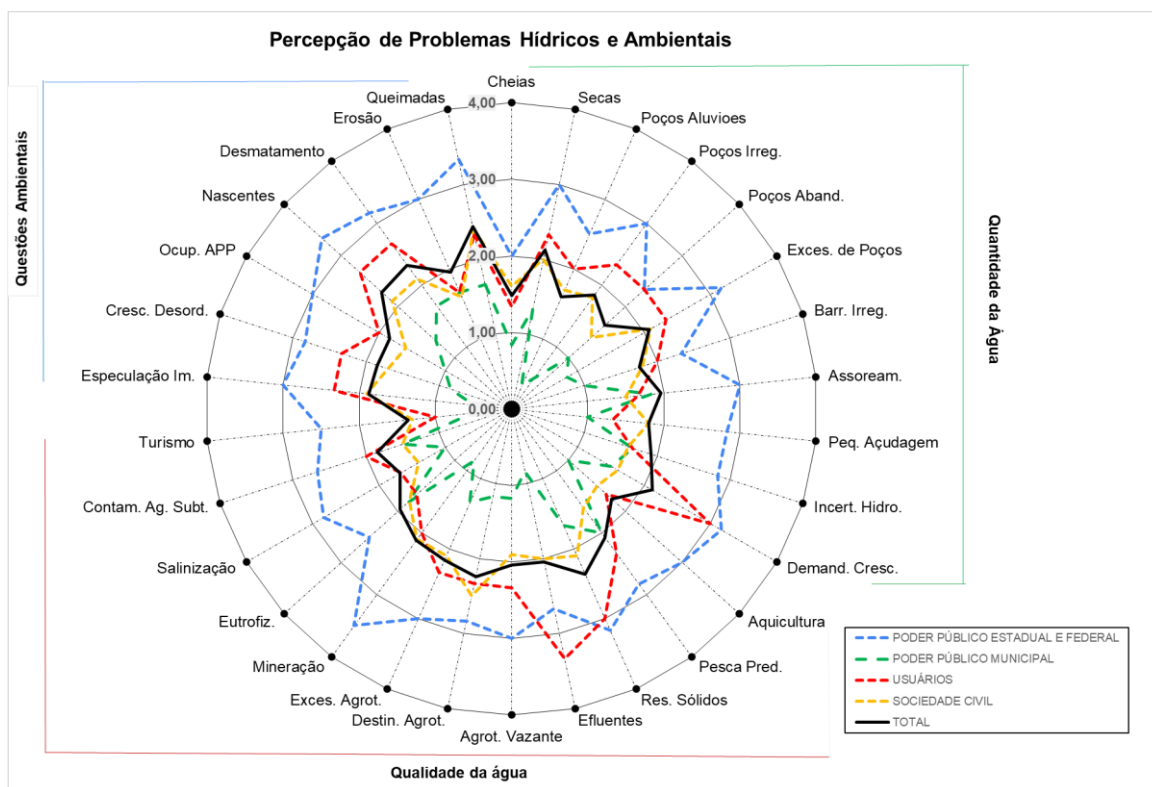
No quesito “qualidade da água”, para esse mesmo grupo, destaca-se a redução da qualidade da água devido à eutrofização e destinação

inadequada dos resíduos sólidos, que ficaram na escala acima de 3,00. Já o setor de usuários considerou apenas o lançamento inadequado de efluentes urbanos com os mesmos valores médios acima de 3, também no que se refere à qualidade da água. Com essa mesma incidência (alta e muito alta), no quesito “quantidade de água”, destaca-se o crescimento descontrolado da demanda pelo uso da água e excesso de perfuração de poços. O crescimento descontrolado da demanda pelo uso da água também foi apontado com alta incidência para os usuários, chegando ao patamar de 3,00.



Observa-se que o poder público municipal apresenta menores percepções em relação aos problemas hídricos e ambientais de um modo geral, variando entre 0 e menor que 2. Também a sociedade civil apresenta percepções, no geral, entre 1 e 2. Apenas a destinação inadequada das embalagens dos agrotóxicos e as queimadas ultrapassaram um pouco mais a marca de 2,0.

Figura 6.8 - Percepção de problemas hídricos e ambientais.



A pesquisa também buscou saber quais conflitos (6.9) - prováveis e existentes - entre usos e entre usuários referentes à alocação. A identificação desses problemas a partir da percepção dos membros do CBH Coreaú é fundamental para o aprimoramento do gerenciamento dos recursos hídricos e para a busca da justiça alocativa. Em relação aos conflitos entre usos, destacou-se as disputas entre abastecimento humano e lazer com incidência muito alta (12%) e alta (20%) e pecuária com alta ocorrência (48%). Os conflitos entre irrigação a jusante x pesca alcançou na escala likert pouca incidência.

Quando se observam os conflitos entre usuários, nenhum dos embates foram apontados com incidência muito alta. Apenas os conflitos entre irrigantes a jusante dos açudes foi apontado com alta incidência para 20% dos entrevistados. Já os conflitos entre irrigação a jusante x Uso de

vazante e entre Perímetros públicos irrigados x Irrigação privada se destacaram com ocorrência moderada.

Em relação aos conflitos alocativos, apenas o não cumprimento de acordo de alocação pelo poder público foi pontuado como um tipo de conflito com alta incidência na Região Hidrográfica do Coreaú, ainda que com um índice baixo (4%). O conflito referente a quebra do acordo de alocação por parte dos usuários foi considerado alto apenas para 12% dos entrevistados. Já a transferência de água entre açudes foi considerada um conflito alocativo entre pouca incidência (44%) e não se aplica/nenhum/não existe (36%). Os conflitos entre conservação de nascentes e propriedades particulares foram apontados na classe outros conflitos com incidência muita alta (16%) e alta (24%). Nessa mesma categoria, os embates entre comunidades tradicionais x especulação imobiliária foram considerados por 12% dos entrevistados com incidência muita alta e alta.

A percepção dos conflitos também foi analisada por segmentos que compõem o CBH Coreaú (Figura 6.9b, 6.9c, 6.9d e 6.9e). O setor sociedade civil (Figura 6.9b) destacou que as disputas entre abastecimento humano e lazer foi o único apontado na região hidrográfica com ocorrência muito alta (10%) para os conflitos entre usos. Com alta incidência, este público identificou conflitos entre abastecimento humano e pecuária (50%). Já os conflitos que ocorrem pouco na região, destacaram-se a água destinada para a irrigação e a pesca. No que se refere aos conflitos entre usuários, apenas os conflitos entre irrigantes a justante dos açudes foi apontado com alta incidência para 10% dos respondentes. Os demais, predominantemente, foram apontados como moderado ou pouco.

No que se refere aos outros conflitos, destaca-se a conservação de nascentes x propriedades particulares, com incidência muito alta (10%) e alta (20%). Já nos conflitos de alocação, destaca-se com alta incidência (10%), os conflitos relacionados a quebra do acordo de alocação por parte dos usuários, embora para 60% dos participantes este conflito tenha sido considerado com pouca ocorrência.

Para o setor poder público estadual e federal (Figura 6.9c), o conflito entre usos que apresenta incidência muito alta (16,7%) e alta (83,3%) refere-se ao abastecimento humano x pecuária. Nessa mesma categoria, foi destaque o conflito entre abastecimento humano e lazer, com incidência muito alta (16,7%) e alta (66,7%). Quanto à classe de conflito alocativo, a quebra de alocação por parte do poder público e a quebra de alocação por parte dos usuários receberam o mesmo percentual de alta incidência para 16,7% dos respondentes. A conservação das nascentes e propriedade privada (classe outros conflitos) foi indicada com ocorrência muito alta (50%) e alta (16,7%). Os representantes desse setor também apontaram que os conflitos entre irrigantes a jusante dos açudes é considerado alto (50%), enquanto os conflitos entre irrigação a jusante x Uso de vazante foram considerados moderados (66,7%) ou pouco (33,3%).

Na Figura 6.9d são apresentadas as percepções do poder público municipal quanto a ocorrência de conflitos na RHC. Este setor atribuiu graduação muito alta apenas para dois tipos de conflitos na categoria entre usos, sendo eles os seguintes: abastecimento humano x irrigação e abastecimento humano x lazer, ambos com o percentual de 16,7%. Já em relação ao abastecimento humano x indústria foi considerado moderado (33,3%) ou não se aplica/nenhum (66,7%). Na categoria conflitos entre usuários, todos foram considerados pouco ou não existente. Na categoria “outros conflitos”, apenas aqueles entre conservação de nascentes e propriedade privada foram considerados

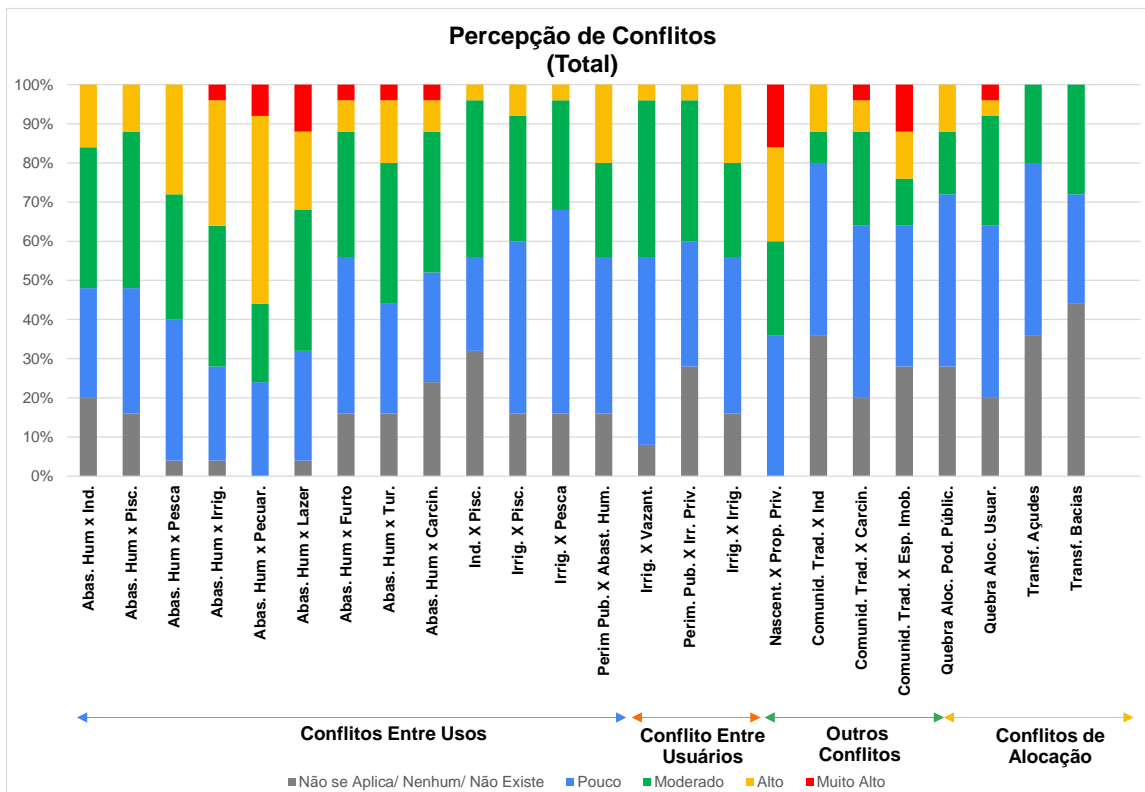
altos para 16,7 do público, embora 83,3% consideraram como pouca incidência. No que se refere aos conflitos alocativos, todos receberam percentuais que variaram entre moderado, pouco ou inexistente.



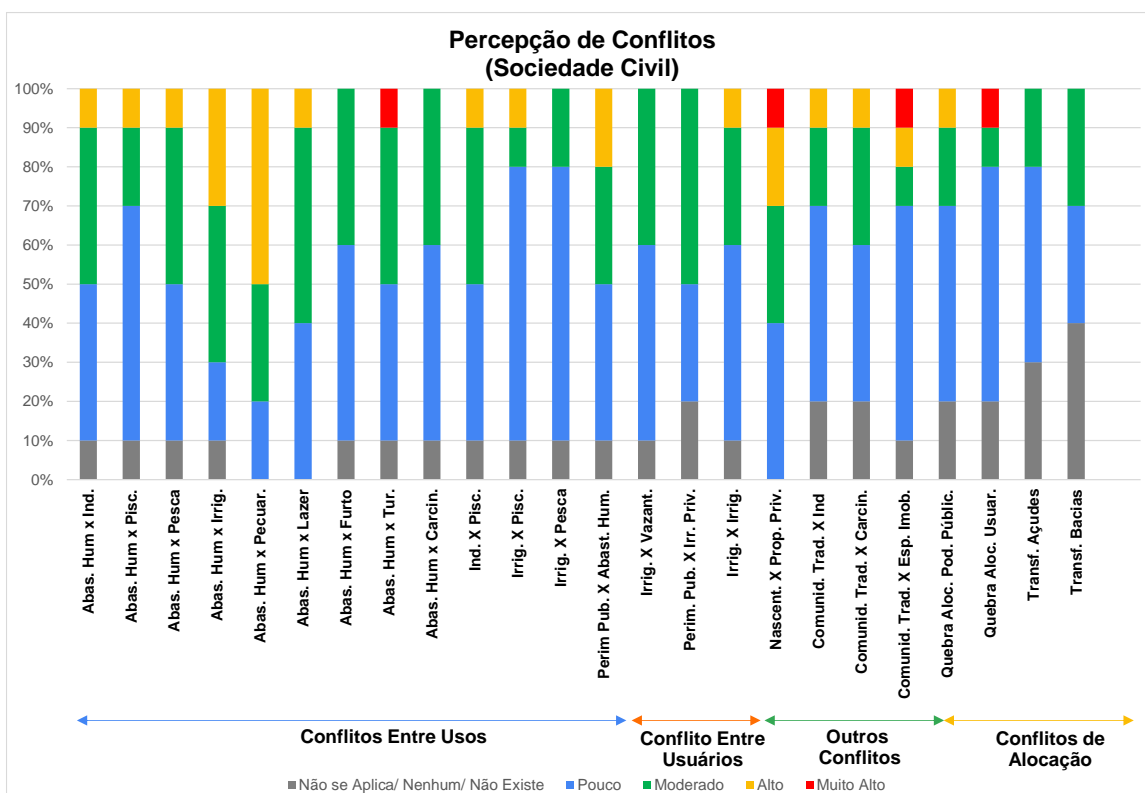
CÂMARA TÉCNICA DO MEIO AMBIENTE – Foto: Cogerh

O setor de usuário (Figura 6.9 e) apresentou como conflitos com incidência muito alta as disputas entre abastecimento humano e pecuária, com 33,33%. Do mesmo modo, com o mesmo percentual, esse público considerou esse conflito como alto. Já entre abastecimento humano e lazer, o mesmo percentual (33,3%) consideraram uma ocorrência muito alta, porém 66,7% consideraram como ocorrência moderada. 66,7% considera com alto nível de ocorrência os conflitos entre abastecimento humano e pesca. Em relação aos conflitos entre usuários, destacam-se conflitos entre irrigação a jusante x uso de vazantes e entre irrigantes a jusante dos açudes foram considerados altos (33,3%), embora 66,7% consideraram como um conflito moderado.

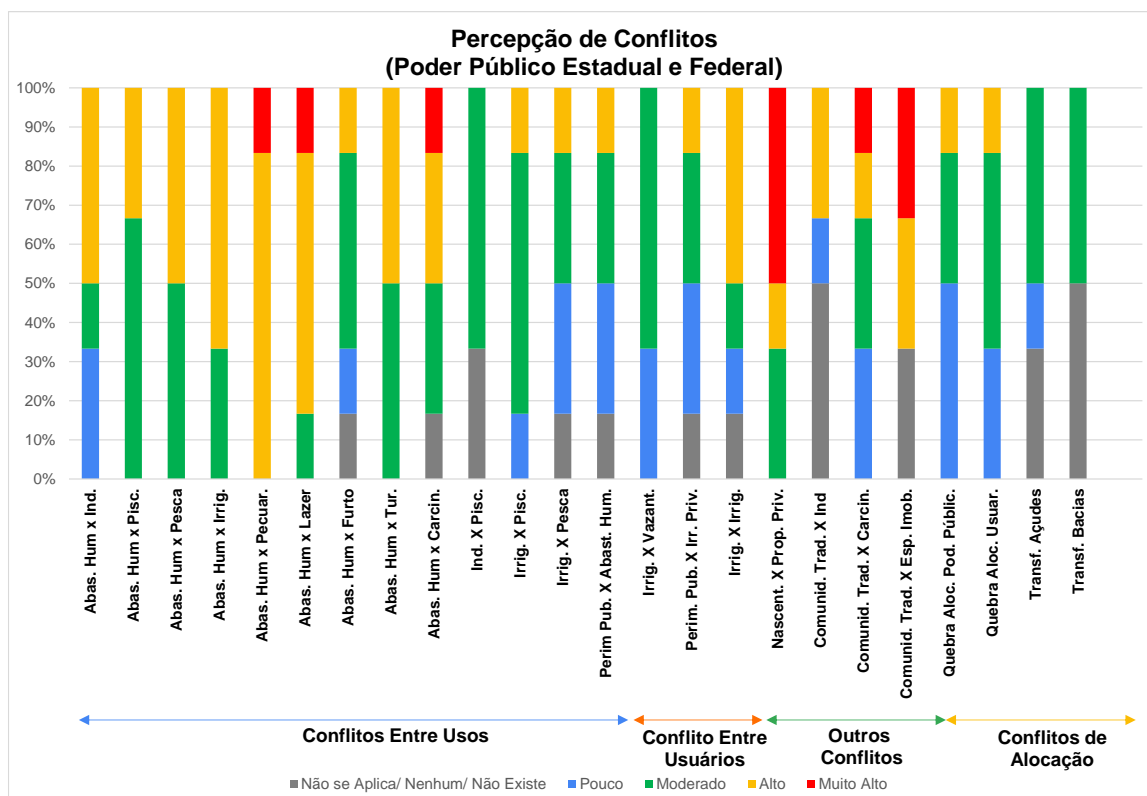
Figura 6.9 - Percepção de ocorrência de conflitos - prováveis e existentes – pelos membros do CBH Coreaú. (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e) usuários.



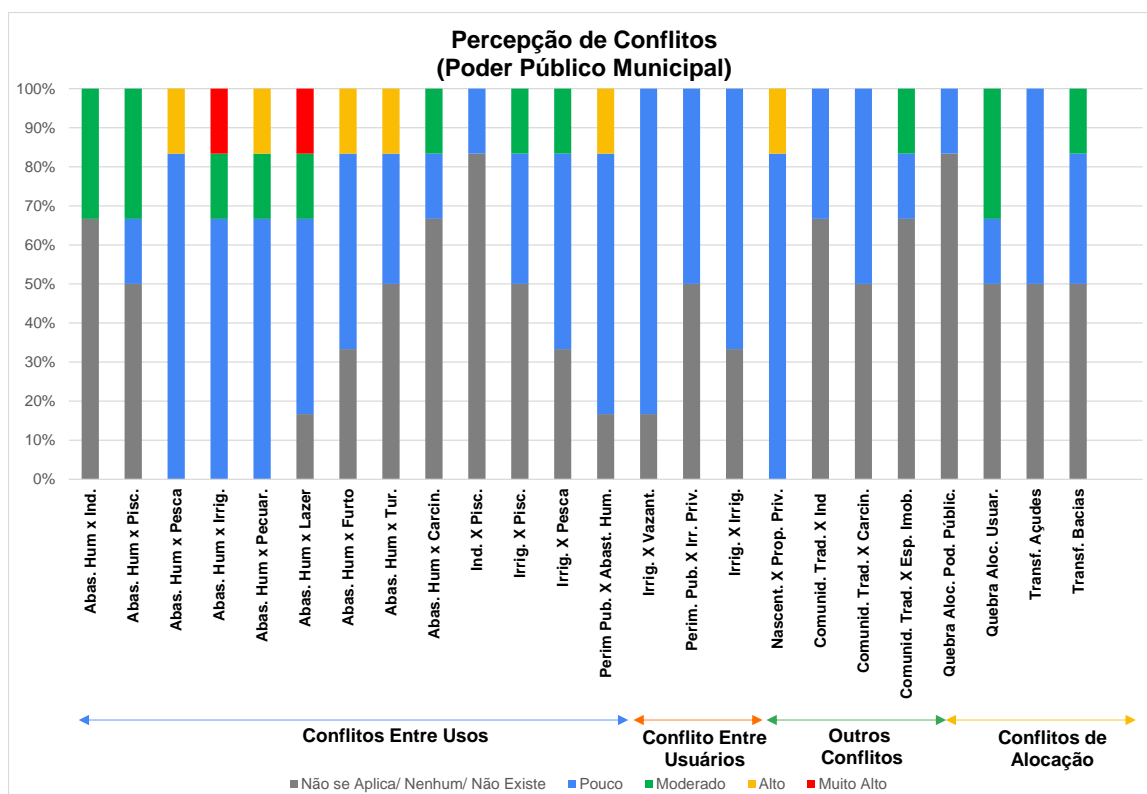
(A)



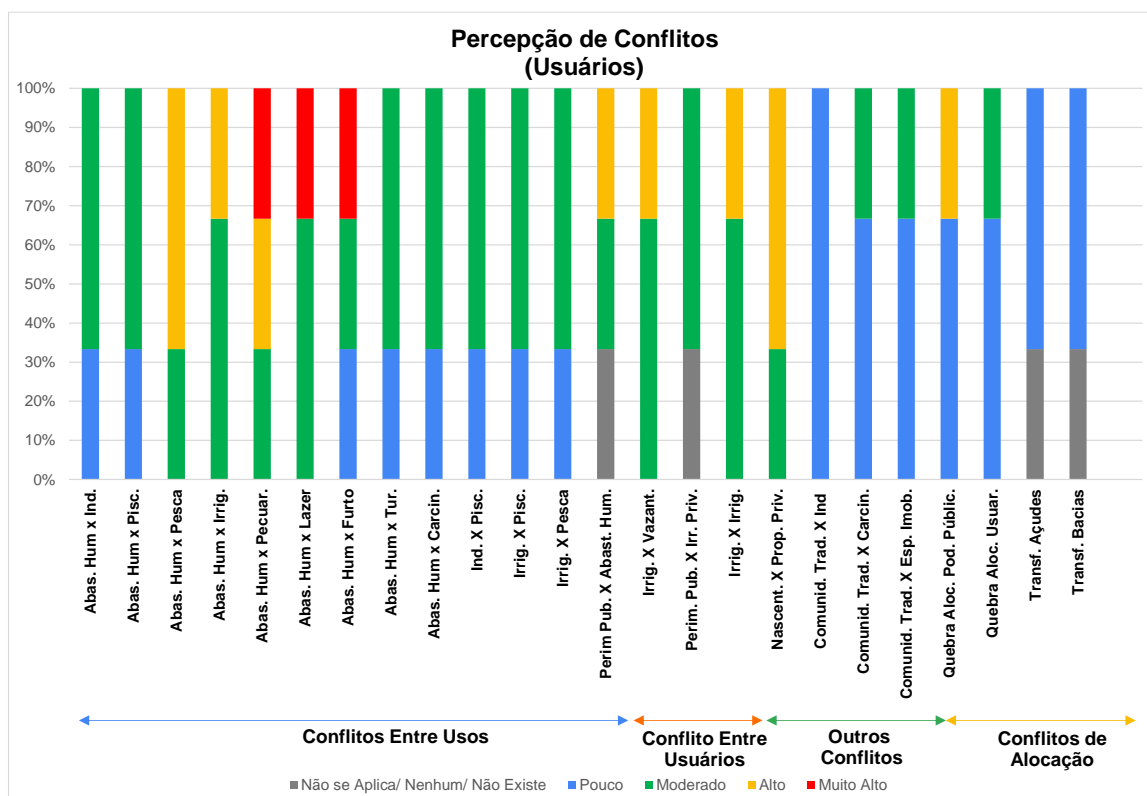
(B)



(C)



(D)

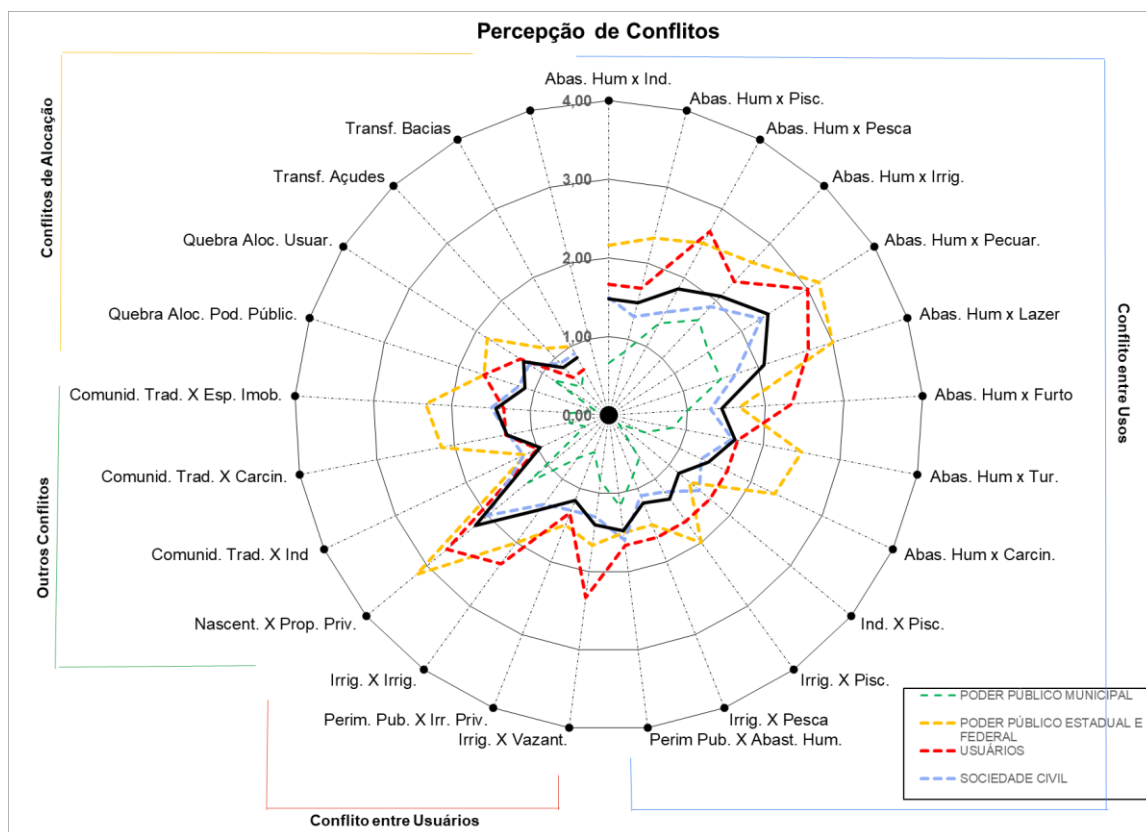


(E)

Quando se observa a Figura 6.10, constata-se que as disputas geradas entre a conservação das nascentes e a propriedade privada figura como o tipo de conflito que mais se destaca na percepção do poder público estadual e federal, juntamente com os conflitos entre abastecimento humano x lazer e abastecimento humano x turismo, os quais ultrapassaram a marca de 3,00. O grupo de usuários também atribuíram percepções aproximadas ao poder público estadual e federal, embora tenha sido menor que 3,00 e maior que 2,00.

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

Figura 6.10 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelas entidades do CBH Coreaú.



Outro foco desta pesquisa foram os aspectos institucionais e gerenciais da região hidrográfica em estudo (Tabela 6.11a). Todas as questões listadas no questionário receberam algum nível de graduação quanto a sua ocorrência. Em relação a efetividade dos instrumentos de gestão, destaca-se o acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água, que recebeu indicação de ocorrência muito alta (12%) e alta (32%). Quanto à fiscalização, observa-se que 12% considera com ocorrência alta, mas 40% do público entrevistado, considera ou moderado ou pouca ocorrência.

Na categoria “incorporações das decisões dos fóruns”, foi apontada a importância das comissões gestoras no processo de alocação de água com ocorrência muito alta e alta que juntas perfazem 76% (Figura 6.11a). Quanto à “gestão da água”, a questão do risco de privatização da água

foi apontada com incidência muito alta e alta para um somatório de 32% dos entrevistados, enquanto 36% considera uma incidência moderada e 20% pouca.

Dos aspectos institucionais e gerenciais listados nesta pesquisa, a realização de capacitação para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras apresenta alta incidência (28%) e muito alta (24%) para os respondentes. Quanto ao quesito “segurança de barragem”, eles consideraram a questão da deficiência na manutenção dos equipamentos hidromecânicos com incidência muito alta (16%) e alta (8%), contudo a maioria simples (40%), considera uma ocorrência pouca, seguida de 28% que considera moderada.

O setor sociedade civil (6.11b) destacou como funcionalidade muito alta o acesso aos dados de monitoramento quantitativo da água, com 20% e alta também para 20%; contudo 60% se dividiram entre ocorrência moderada e nenhuma/não se aplica/não existe. Ainda para este setor, 90% disseram que a implementação da cobrança pelo uso da água bruta apresenta incidência moderada ou pouca. Quanto ao item “incorporações das decisões dos fóruns”, merece destaque que 70% aponta a importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água como alta efetividade. Do mesmo modo, a realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras foi considerada alta para 40% e muito alta para 20% dos entrevistados, somando 60% de ocorrência.

A Figura 6.11c reúne a percepção dos membros do CBH Coreaú vinculados ao setor poder público estadual e federal. Em relação à efetividade dos instrumentos de gestão, todos os itens receberam a indicação de ocorrência alta, destacando-se o acesso aos dados de monitoramento qualitativo da água, que são vistos como instrumentos

com alta efetividade (66,7%). Na graduação percepção muito alta (66,7%), sobressai a importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água quando se observa as graduações dadas aos demais aspectos institucionais e gerenciais listados na referida figura. Nesse mesmo item, 33,3% consideraram alta incidência. O impacto das resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Conerh) na sua bacia hidrográfica foi citado com incidência muito alta para 33,3% e alta para 50%. A realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras também se destaca por receber o grau de incidência muito alta para 50% dos respondentes.

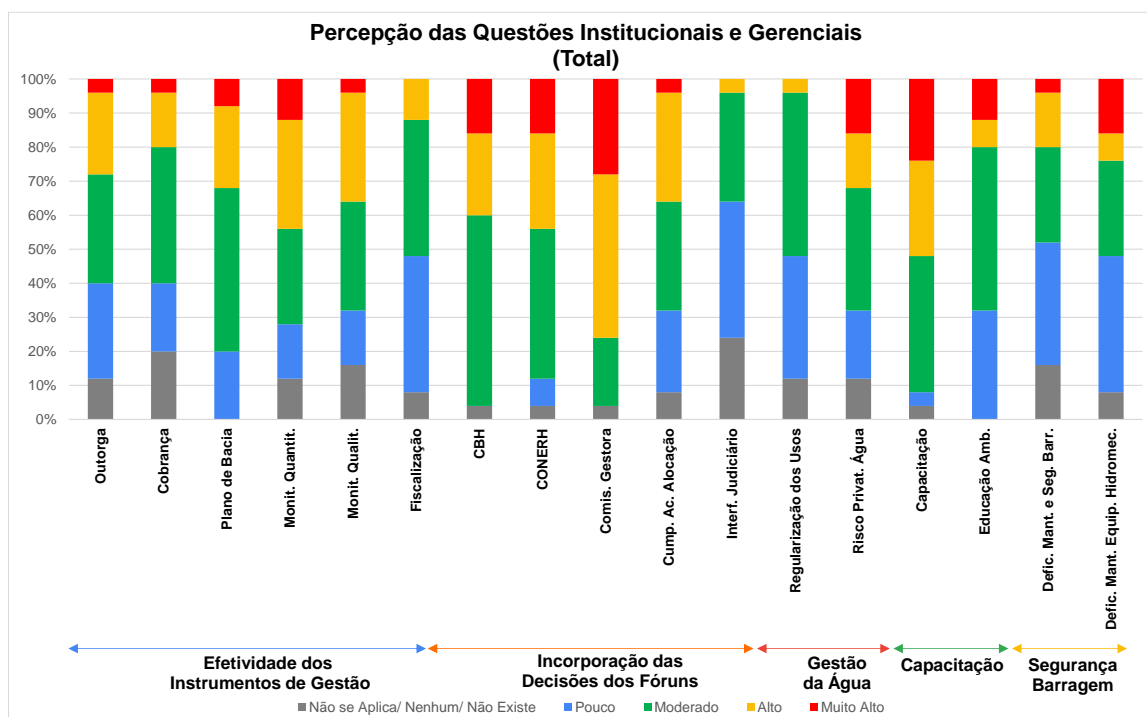
Para o setor poder público municipal, apenas as percepções sobre a importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água e deficiência na manutenção dos equipamentos hidromecânicos (do item segurança de barragem), receberam o indicativo de ocorrência muito alta (16,7%) e alta (16,7%), seguido dos itens implementação da cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica, que obteve 16,7% de alta incidência e implementação da educação ambiental na bacia hidrográfica com incidência muito alta para o mesmo percentual (16,7%). Os demais itens foram classificados, predominantemente, com incidência moderada ou pouca. A exemplo disso, pode-se observar os itens incorporação de decisões e recomendações dos Comitês de Bacia pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos e realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras, considerados para 100% dos entrevistados com incidência moderada.

A percepção dos usuários (6.11e) sinaliza que a efetividade do monitoramento quantitativo se destaca em relação aos outros instrumentos, sendo classificada com muito alta (33,3%) e alta (66,7%). Do mesmo modo, a efetividade do monitoramento qualitativo também se destaca, pois foi considerada alta para 100% dos entrevistados.

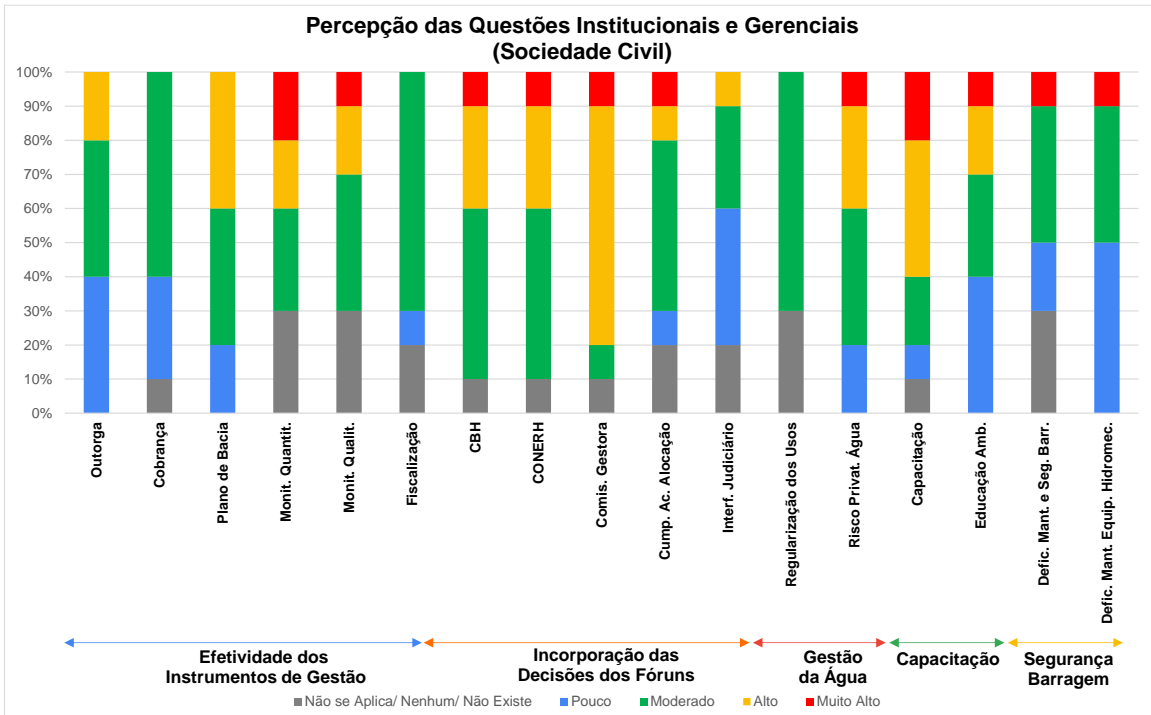
Em relação a incorporação das decisões dos fóruns, observou-se que a importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água é considerada como muito alta (33,3%) e alta (66,7%). Merece destaque, do mesmo modo, o cumprimento dos acordos da alocação negociada de água, que obteve classificação alta para 100% dos entrevistados.

Em relação a segurança da barragem, a deficiência na manutenção dessas obras varia entre alta e pouco, cada uma com percentual de 66,7% e 33,3% respectivamente. Destaca-se, ainda, a realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras, com indicações entre muito alta (33,3%) e alta (66,7%) (Figura 6.11e).

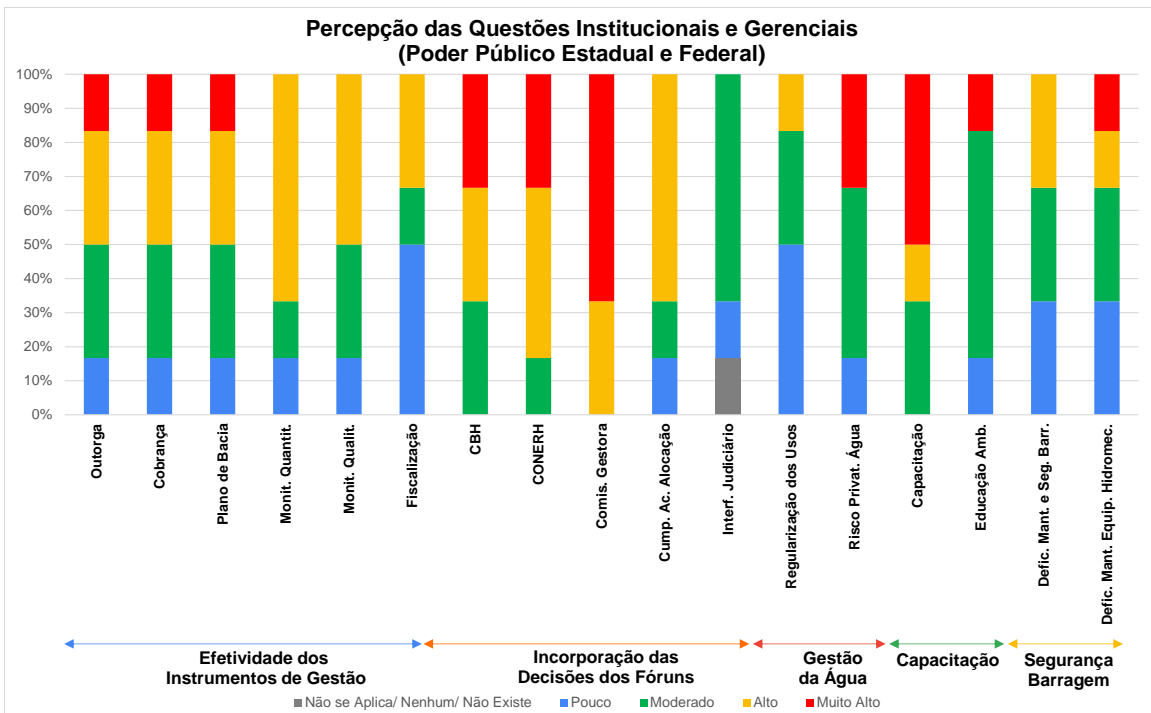
Figura 6.11 - Percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CBH Coreaú. (a) total; (b) sociedade civil; (c) poder público estadual e federal; (d) poder público municipal; (e)usuários.



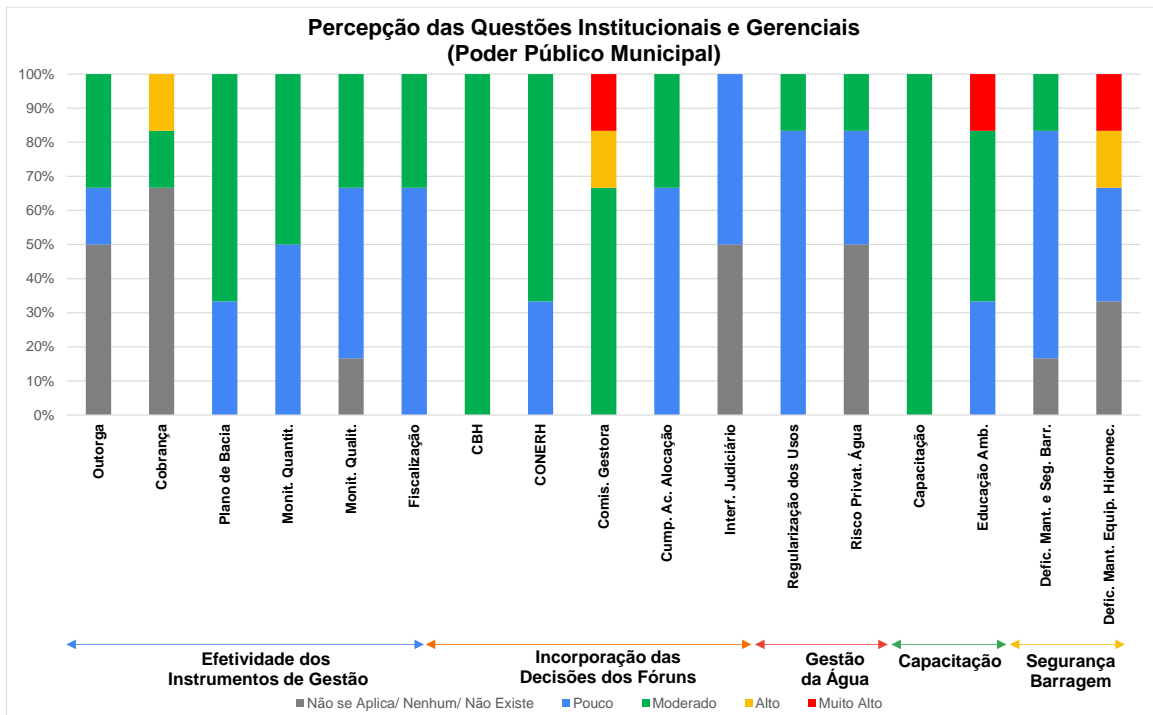
(A)



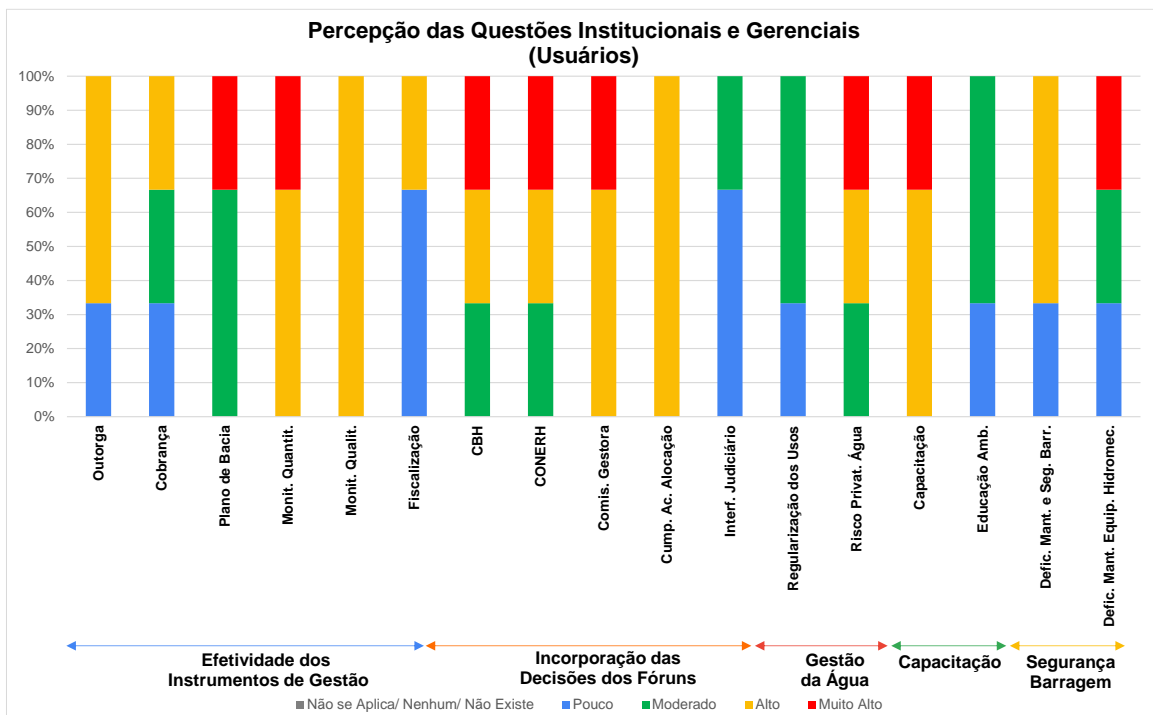
(B)



(C)



(D)



(E)

Na Figura 6.12, ao observar o grupo efetividade dos instrumentos de gestão, constata-se que para os usuários possui maior percepção dentre os outros setores quando se trata do monitoramento quantitativo e qualitativo, enquanto que o poder público municipal mostrou baixa percepção para este item.



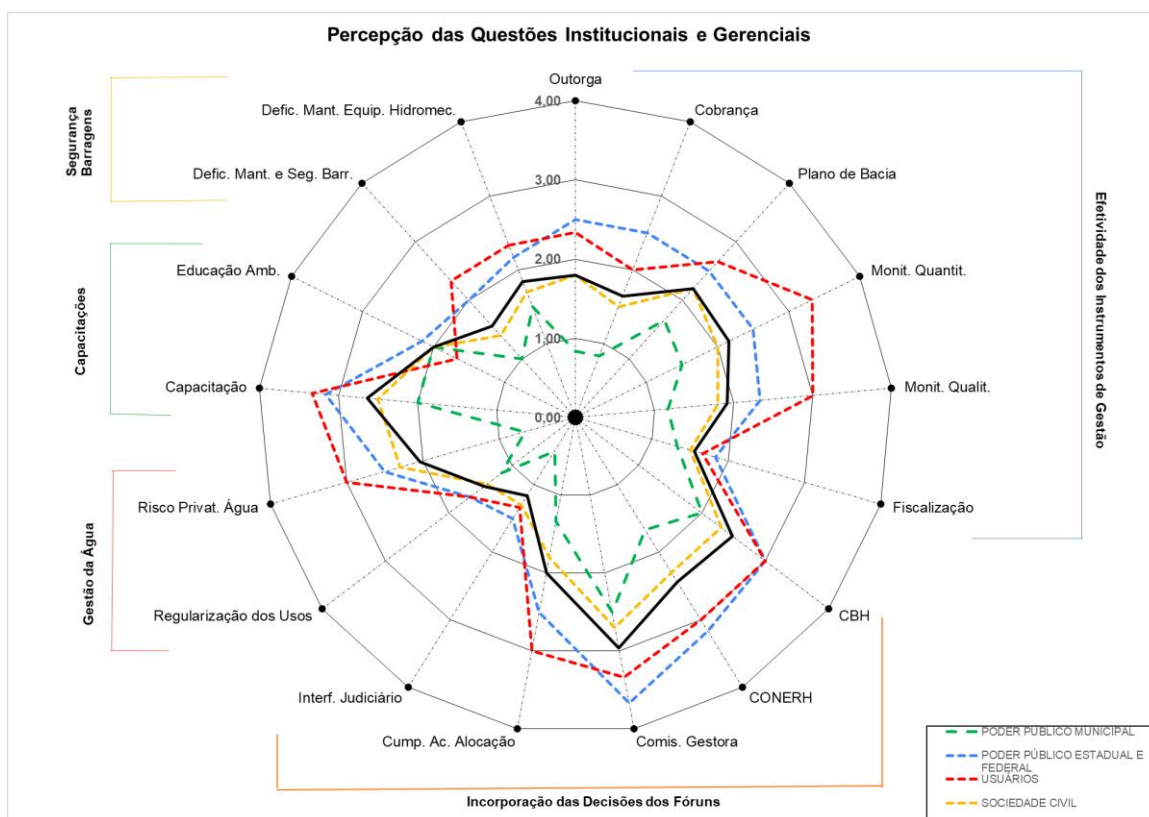
Já a realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras recebeu graduação acima de 3,00 para os usuários e o poder público estadual e federal. Já o risco de privatização da água recebeu graduação 3,00 para os usuários, enquanto para a sociedade civil e poder público estadual e federal alcançou percepção um pouco acima de 2,00.

Quanto à incorporação das decisões do fórum, destaca-se que o poder público estadual e federal apresenta maior percepção em relação à importância das Comissões Gestoras no processo de alocação de água, aproximando-se da graduação 4,00, seguida pelos usuários que ultrapassou a graduação 3,00. O cumprimento dos acordos da alocação negociada de água destaca-se com percepção alta para os usuários (3,00). Já a incorporação de decisões e recomendações dos Comitês de

Bacia pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos recebeu apresenta percepção alta (3,00) para os usuários e poder público estadual e federal. Por outro lado, a interferência do judiciário apresenta baixa percepção para todos os grupos, em especial para o poder público municipal.

A realização de capacitações para os Comitês de Bacias e Comissões Gestoras apresenta alta percepção para os usuários e poder público estadual e federal, ultrapassando a pontuação 3,00. Por outro lado, o item deficiência na manutenção e segurança de barragem é percebido por todos os grupos, tendo a maior percepção para o setor de usuários (acima de 2,00), seguido do poder público estadual e federal.

Figura 6.12 - Mapeamento da percepção dos aspectos institucionais e gerenciais pelos membros do CBH Coreaú.



Além das questões de percepções descritas anteriormente, os sujeitos da pesquisa foram indagados com uma questão aberta sobre a

importância do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos na sua região hidrográfica.

As respostas versaram sobre o reconhecimento deste instrumento de gestão por propiciar planejamento e monitoramento dos usos dos recursos hídricos e a previsão de estratégias pensadas a partir de um melhor conhecimento da realidade da região, destacando suas potencialidades e fragilidades. Além do mais, contribui para que a água seja garantida para a população e para os demais usos, desde que observadas a priorização e o manejo sustentável dos recursos hídricos. Isso porque fomenta a distribuição de forma racional para todos os setores, ao estabelecer diretrizes para a demanda. Para tanto, acreditam que o Plano deve ser executado com eficiência.

Eles afirmaram ainda que o plano de bacia promove o gerenciamento, o acompanhamento e monitoramento da política de Recursos Hídricos na região hidrográfica do Coreaú, além de fortalecer e direcionar as ações do Comitê e oferecer ações de mitigação para os conflitos existentes.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia, informando quais ações gostariam que fossem contempladas. Eles listaram ações e temáticas que esperam que sejam discutidas e incorporadas neste instrumento de gestão, a saber:

1. Estudos sobre situação das nascentes e ações de preservação; Intensificar fiscalizações e seu poder de atuação; buscar maior envolvimento do MP e poder judiciário nas práticas que possam causar impactos negativos nos diversos usos da Bacia; Pensar em ações que possam fortalecer a atuação do Comitê;
2. Recuperação de nascentes, ações de recuperação de reservatórios eutrofizados, fiscalização dos recursos hídricos, planejamento dos

- diferentes usos dos recursos hídricos na bacia, outorga e cobrança pelos recursos hídricos na bacia.
3. Uso e conservação dos recursos hídricos;
 4. Preservação das nascentes, conservação de lagos e lagoas e fiscalização quanto à perfuração de poços;
 5. Ações de conscientização da preservação e importância da mata ciliar;
 6. Educação ambiental, assistência técnica com foco no uso correto da água bruta;
 7. Orientar a sociedade e os tomadores de decisão para a recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias;
 8. Educação ambiental, com plano de oficinas onde possam atingir ainda mais as pessoas que usufruí da água, e assim todos possam cuidar melhor dela;
 9. Diagnóstico, projetos e programas para orientar as ações;
 10. Diagnóstico dos seus recursos hídricos e prognóstico de usos e conservação;
 11. Ações que venham a manter a preservação e os recursos da mesma;
 12. Sustentabilidade;
 13. Fiscalização;
 14. Capacitação;
 15. Melhor uso da água;
 16. Espero que o plano seja participativo na sua construção e que venha atender as demandas da bacia, para que tenhamos a bacia que queremos e podemos;
 17. Um monitoramento mais atuante;
 18. Que sejam ações simples e clara para atender as necessidades do homem que vivem em torno da bacia e

19. Planejamento de ações de médio e longo prazo na Bacia, fiscalização. Estabelecer uma relação integrada entre a política ambiental e recurso hídrico visto que grande parte dos problemas e infrações estão no âmbito do crime ambiental.

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 CBH - Coreaú podem fazer. Contudo, elas convocam outras instituições que não compõem o SIGERH e que são responsáveis por tais questões, inclusive os respondentes destacam essa necessária articulação, especialmente quando se trata das questões de ordem ambiental mais específica e que podem se configurar como crime ambiental, por exemplo.

Nesse sentido, todas são questões de grande relevância 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. Assim, verifica-se que as questões ambientais ocupam o centro das expectativas e revelam-se como aspectos fundamentais para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos da região.

A listagem das respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa evidencia a disposição dos atores sociais para contribuir com melhoria da sua região, aperfeiçoamento do gerenciamento dos recursos hídricos e reforçam que o processo de elaboração deva primar pela participação, evidentemente que sem desconsiderar as contingências impostas pela Covid-19.

7 REFERÊNCIAS

ADECE. Perímetros públicos irrigados do Ceará, (2011).

AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. In: Revista Estudos Avançados. v. 29, nº 84, São Paulo: 2015. pp 163-177. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200163. Acesso em 20 maio 2021.

ALLEN ET AL (1998). Crop evapotranspiration (guideline for computing crop water requirements). FAO Irrigation and drainage paper, 56. Roma

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

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

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Aerogeradores. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>. (Acessado em 15/06/2021)

ANA [AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS]. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2013. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dosrecursos-hidrico/conj2013_rel.pdf>. Acesso em: 03 abril de 2021.

ANA [AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS]. HIDROWEB. Disponível em: www.ana.gov.br, acessado em outubro de 2010

ANA [AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS]. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações / Agência. Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2020

ANA [AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS]. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada /Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.

ANA [AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS]. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

ANB [Águas do Nordeste do Brasil]. Governo do Estado do Ceará – Secretaria dos Recursos Hídricos. Estudo de Impacto Ambiental do Açude Público Itaúna. Fortaleza. 1997.

BRASIL. Lei N° 12305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?colegi=636>. Acesso em: 21/06/2021

AZEVEDO, B. M. **Determinação da evapotranspiração real utilizando lisímetros de drenagem com a cultura do milho.** Dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1993.

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Ibiapina. (CPRM, 1998)

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Tianguá. CPRM, 1998.

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Viçosa do Ceará. (CPRM, 1998)

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Marco. CPRM, 1998

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Santana do Acaraú

BENVENUTI, S. M. P.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Ubajara. CPRM, 1998

BRANDÃO, R de L.. Geodiversidade do estado do Ceará / Organização R de L. Brandão [e] Luís Carlos Bastos Freitas – Fortaleza : CPRM, 2014. 214 p.

BRANDÃO, R de L.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Massapê. CPRM, 1998

BRANDÃO, R de L.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Chaval. (CPRM, 1998)

BRANDÃO, R de L.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Coreaú. (CPRM, 1998)

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.

CARNEIRO, C. da S.; FERREIRA, E.M.; GUIMARÃES L.S.; LIMA, E.C. Análise geomorfológica e morfométrica da sub-bacia hidrográfica dos riachos Timbaúba e Poção Coreaú-Ce. Revista GeoUECE v.8 n.14, 2019, p 76-92.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno regional da Região Hidrográfica do Coreaú, Fortaleza: INESP, Assembleia Legislativa/Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. 2009.

CEARÁ. Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará: Mapeamento das Unidades geoambientais da Zona Costeira do Estado do Ceará. Fortaleza, 2005.

CEPED [Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil]. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012: volume Ceará. 1 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. 114p. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 27.06.2021

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

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

COGERH [Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico]. Manual de Operação da Sala. Março. 2016. 112p. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/progestao->

[1/acompanhamento-programa/aplicacao-dos-recursos/acompanhamento-das-metas-de-cooperacao-federativa/manuais-de-salas-de-situacao/manual-de-operacao-da-sala-de-situacao_cogerh_ce.pdf](#)

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

COGERH. Inventário Ambiental. Eixo monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos. Açude Angicos. 2011. 103p. Acesso em:07/11/2021. Disponível em: http://cdn.funceme.br/hidroce/data/arquivos/inventarios_synced_201605/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Angicos%202011.pdf

COGERH. Inventário Ambiental. Eixo monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos. Açude Itaúna. 2011. 103p. Acesso em:07/11/2021. Disponível em: http://cdn.funceme.br/hidroce/data/arquivos/inventarios_synced_201605/Inventario%20Ambiental%20do%20Acude%20Itauna%202011.pdf

COGERH. Relatório de impactos ambientais. Açude Tucunduba. 2009. 32p. Acesso em:07/11/2021. Disponível em: <http://cdn.funceme.br/hidroce/data/arquivos/inventarios/Relat%C3%B3rio%20de%20Impactos%20Ambientais%20do%20A%C3%A7ude%20Tucunduba%20%20%28Deborah%20Mithya,%20Josefa%20Marciana,%20Lilian%20Rodolfo%20e%20Raimundo%20-%20jul%202009%29%20MODIFICADO.pdf>

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

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

FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Alcântaras (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Moraújo. (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Mucambo. (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Meruoca. CPRM, 1998

FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Senador Sá. (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C; BENVENUTI, S. M. P.. VIEIRA, A. T.. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Cruz. (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C; BENVENUTI, S. M. P.. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Barroquinha (CPRM, 1998)

FEITOSA, F. A. C; OLIVEIRA, Francisco Vladimir Castro de. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Frecheirinha. (CPRM, 1998)

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

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

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

GOMES, F. E. M.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Uruoca. (CPRM, 1998)

GOMES, J. R de C.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Martinópole. CPRM, 1998.

GOMES, J. R de C.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Granja. (CPRM, 1998)

GONDIM, R., Silveira, C., de Souza Filho, F., Vasconcelos, F., & Cid, D. (2018). Climate change impacts on water demand and availability using CMIP5

models in the Jaguaribe basin, semi-arid Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 77(15), 2018. Disponível em <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7723-9>. Acesso em: 16 de junho de 2021.

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

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

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

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2016 – 2018. Rio de Janeiro 2020

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Produção Agrícola Municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/06/2021.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 19/06/2021.

IBGE. [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Série Estudos e Pesquisas em Geociências, nº 4, 111p. Rio de Janeiro, 1996.

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

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Agropecuária e extração vegetal. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Demografia. Disponível em <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/anuario.xhtml?cid=1>. Acesso em: 16/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Indústria. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 20/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 16/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Índices de Desenvolvimento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 18/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Renda. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 17/06/2021.

IPECE [Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará]. Saneamento. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/painel-dinamico.xhtml>. Acesso em: 17/06/2021.

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

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.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. (Org.). Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MOURA-FÉ, M. M. Planalto, cuesta, glint: a Geomorfologia da Ibiapaba Setentrional (região noroeste do Ceará, Brasil). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 6, p. 1846-1858, 2017.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. Revista Brasileira de Geografia Física, v.3, n. 1, 2010, pp. 18-22.

NOGUEIRA et al. Coeficiente de Cultivo e Lâminas de Irrigação do Maracujazeiro Amarelo nas Condições Semiáridas. (Artigo - II Inovagri International Meeting), 2014.

OLIVEIRA et al. Manejo da Irrigação na Produção Integrada do Cajueiro-anão precoce. Embrapa. 7p. (Circular Técnica, 15). Fortaleza, 2003.

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

Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Sobral – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 409p. Disponível em: <http://projects.mcrit.com/ceara/index.php/documentacao-de-referencia/documentos-de-planejamento-2/documentos-de-planejamento/plano-territorial-desenvolvimento-rural-sustentavel-2011-2014>

Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Vales do Curu Aracatiaçu – MDA/SDT/Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 422p. Disponível em: <http://projects.mcrit.com/ceara/index.php/documentacao-de-referencia/documentos-de-planejamento-2/documentos-de-planejamento/plano-territorial-desenvolvimento-rural-sustentavel-2011-2014>

PONTES FILHO, J. D.; SOUZA FILHO, F. D. A.; MARTINS, E. S. P. R.; STUART, 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.

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

RANGEL- PERAZA, J. G.; OBREGON, O.; NELSON, J.; WILLIAMS, G. P.; ANDA, J. de; González-Farías, F.; Miller, J. Modelling approach for characterizing thermal stratification and assessing water quality for a large tropical reservoir. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 2012.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia da USP*. São Paulo, n.8, 1994.

SANTOS F.L de A. e SOUZA, M.J.N. de. Caracterização geoambiental do planalto cuestasiforme da Ibiapaba – Ceará. *Revista Geonorte, Edição Especial*, V.2, N.4, p.301 – 309, 2012.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

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

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

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-de-conservacao-ceuc/painel-cadastro-estadual-de-unidades-de-conservacao/>. Acesso em: 15/10/2021.

SIGAUD, L. O caso das grandes barragens. Revista Brasileira de Ciências. S.P. 18 (7), fevereiro 1992

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

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

SOUSA, F.R., COSTA, L.H., & PAULA, D.P. (2017). Modelagem hidrológica chuva-vazão aplicada ao estudo de chuvas intensas na bacia hidrográfica Semiárida do Rio Pesqueiro (Ceará – Brasil).

SOUSA, L.A.; GUIMARÃES, L.L.; REIS, A.T.; Costa, I.S.C.; ARAÚJO, J.P.; DIAS, F.Y.E.C.; MONTEIRO, C.C.; BONILLA, O.H. Crescimento da fito invasora *cryptostegia madagascariensis* submetida a estresse salino. Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO (v.2) Universidade

Católica de Pernambuco - Recife - PE - Brasil - 11 a 14 de novembro de 2013

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

SOUZA, M.J.N. de. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, Luis Cruz (orgs.). Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará. Fortaleza: Editora FUNCEME, 2000.

SOUZA, Maria do Socorro Madeiros de; BEZERRA, Francisco Marcus Lima; VIANA, Thales Vinícius de Araújo; TEÓFILO, Elizita Maria; CAVALCANTE, Ítalo Herbert Lucena . Evapotranspiração do maracujá nas condições do Vale do Curu. Revista Caatinga, vol. 22, núm. 2, abril-junio, 2009, pp. 11-16 Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil.

SRH [Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará]. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Diagnóstico. Vol. 1. Fortaleza: SRH, 1992.

VASCONCELOS, A. M.; FEITOSA, F. A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Sobral. (CPRM, 1998)

VIDAL, F. W. H.; Sales, F.A.C.B.; Roberto, F.A.C.; Sousa, J.F.; Mattos, I.C. Rochas e Minerais Industriais do Estado do Ceará. Editora FUNCAP, Fortaleza, 176 pp, 2005.

VIEIRA, A. T.; FEITOSA, F. A. C.; BENVENUTI, S. M. P.. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Jijoca de Jericoacoara. CPRM, 1998

VIEIRA, A. T.; FEITOSA, F. A. C.; BENVENUTI, S. M. P.. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Morrinhos. (CPRM, 1998)

VIEIRA, A. T.; FEITOSA, F. A. C.; BENVENUTI, S. M. P.. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Camocim. (CPRM, 1998)

VIEIRA, A. T.; FEITOSA, F. A. C.; BENVENUTI, Sara Maria Pinott. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Bela Cruz. CPRM, 1998

VIEIRA, Ângela Trévia; FEITOSA, F. A. C; BENVENUTI, S. M. P. . Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Acaraú (CPRM, 1998)

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

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