PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO CEARÁ

DIAGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS





PRH
BACIAS METROPOLITANAS





VERSÃO FINAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FUNCAP

COGERH
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CEARÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS



CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

GOVERNADOR
Elmano de Freitas da Costa

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Marcos Robério Ribeiro Monteiro
Secretário

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
Yuri Castro de Oliveira
Diretor-Presidente

João Lúcio Farias de Oliveira
Diretor de Planejamento

Tércio Dantas Tavares
Diretor de Operações

João Ricardo Filgueiras Rios
Diretor Administrativo Financeiro



COMITÊ DE BACIA

DIRETORIA CBH REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

PRESIDENTE
Luís Alexandre Belém de Oliveira

VICE-PRESIDENTE
Humberto Bruno Queiroz Sena

SECRETÁRIO
Áquila José Fonseca Araújo Gondim

SECRETÁRIO ADJUNTO
Francisco José Menezes Batista



COMITÊ DE BACIA

USUÁRIOS

Aracoiaba Pescados de Cultivo Ltda
Titular: Eudes Medeiros Paulino da Silva
Suplente: Ítalo Teixeira Paulino

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará
Titular: Eduardo Freitas Gonçalves
Suplente: Ítalo Feitosa Lopes

CELIBA - Companhia Agroindustrial Ltda de Cascavel
Titular: João Batista da Ponte Sousa
Suplente: Raimundo Arilo Cavalcante Pinheiro

CGTF – Central Geradora Termelétrica Fortaleza - ENEL
Titular: William Espirito de Abreu
Suplente: Ítalo Macio Lira Rolim

Condomínio Aquiraz Riviera
Titular: Henrique Manuel Santos Belém de Oliveira
Suplente: Alexandre Romero

Hotel Dom Pedro Brasil Empreendimentos Turísticos S/A
Titular: Nathália Sá de Oliveira Gomes
Suplente: Thiago da Ponte Sousa Rodrigues

Itograss Agrícola Nordeste Ltda
Titular: Andersson Johnys Rebouças Pinho Cardoso
Suplente: Rogério de Castro Archangelo

J.J Comércio de Rações e Cereais Eireli
Titular: João Ricardo Rabello Franco
Suplente: Francisco Cristino Bezerra

M. Dias Branco S. A Indústria e Comércio de Alimentos
Titular: Kátia Diana Bandeira Ribeiro
Suplente: Inara Cristine Silva de Albuquerque

Petrobras - Petróleo Brasileiro S.A
Titular: Eugênio Cunha Oliveira
Suplente: Marcela Rodrigues de Souza Ferraz

Porto de Pecém Geração de Energia S/A
Titular: Cayo Cid de França Moraes
Suplente: Ivo Gonçalves Rolim

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto Morada Nova
Titular: José Alci Raulino
Suplente: Valdenis Rabelo Coutinho

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto Pindoretama
Titular: Aquila José Fonseca Araújo Gondim
Suplente: Felipe Xavier Costa

SISAR BME – Sistema Integrado de Saneamento Rural
Titular: Solon Ramalho do Carmo
Suplente: Cláudia Valéria Silva Melo

Norsa Refrigerantes - Coca cola
Titular: Joseline de Sá Aragão
Suplente: Aílla Thalita Carvalho do Nascimento

Sucos do Brasil S/A – Jandaia
Titular: André Vinícius Oliveira Gonçalves
Suplente: Valdenizio Gonçalves Moreira Júnior

Ypióca Indústrial de Bebidas Ltda
Titular: Jorgeana Morais Monteiro
Suplente: Lílian Késsia Alves Siebra

SOCIEDADE CIVIL

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
Titular: Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral
Suplente: Márcio Pessoa Botto

ACEAQ – Associação Cearense de Aquicultores
Titular: Antônio da Costa Albuquerque Filho
Suplente: José Alberto Costa Bessa Júnior

ACEM – Associação dos Bairros Ellery e Monte Castelo
Titular: Beethoven Silva Rodrigues
Suplente: Aguinaldo José de Aguiar

ADCLSJ – ADCLSJ - Associação do Desenvolvimento Comunitário da Lagoa de São João
Titular: Silvanar Soares Pereira
Suplente: Raimundo Nobre da Costa

AMAB – Associação dos Municípios do Maciço de Baturité
Titular: Maria Ines Rocha Fernandes Távora
Suplente: José Iramilson Costa Pereira

APARP - Associação dos Pequenos Agricultores do Riacho do Padre I
Titular: Ana Paula Vieira da Silva
Suplente: Antônia Paula da Silva

APGCE - Associação Profissionais dos Geólogos do Ceará
Titular: Carlos Alberto da Silva Albuquerque
Suplente: Irabson Mota Cavalcante

APREMACE – Associação de Preservação do Meio Ambiente e Cultura de Aquiraz
Titular: Carlos Antônio Mariano Pereira
Suplente: Francisca Alana Costa dos Santos

CKAFT - Comunidade Kolping da Agricultura Familiar de Tigipió
Titular: José Cláudio da Silveira
Suplente: Maria Tatiane Celestino da Silva

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará
Titular: João Bosco Andrade de Morais
Suplente: Maria Amélia Souza Menezes

FAEC - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará
Titular: Francisco José de Sousa
Suplente: Carlos Bezerra Filho

FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará
Titular: Heitor de Mendonça Studart
Suplente: Luiz Fernando Barbosa Bezerra

Fundação Terra - Fundação do Trabalho Educacional com Recursos Renováveis e Arte
Titular: Antônio Sílvio Nunes Costa
Suplente: Márcio Domingos Convalhal de Moura

GIA – Grupo de Interesse Ambiental
Titular: Cláudia Maria de Souza Bezerra
Suplente: Andrés Julian Martins Penã

IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Titular: Érika da Justa Teixeira Rocha
Suplente: Adahil Pereira de Sena

STTR – Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultores (as) Familiares de Caucaia
Titular: Samuel Ferreira Lima
Suplente: Eridan Bandeira Julião

STTR – Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Aracoiaba
Titular: José Soares da Silva Filho
Suplente: Francisco Aldo Nogueira Xavier

NIC – Núcleo de Iniciativas Comunitárias
Titular: Luis Gustavo Chaves da Silva
Suplente: Ismael Araújo Almeida



COMITÊ DE BACIA

PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Câmara Municipal de Capistrano
Titular: Manoel de Freitas Viana
Suplente: Isaías Xavier de Aguiar

Prefeitura Municipal de Aquiraz
Titular: Humberto Bruno Queiroz Sena
Suplente: Francisco Moysés Freitas da Silva

Prefeitura Municipal de Beberibe
Titular: Luís Alexandre Belém de Oliveira
Suplente: Marcelo Moreira Colaço

Prefeitura Municipal de Capistrano
Titular: Kelson Julio de Sousa Modesto
Suplente: Tiago Pinheiro Clarindo

Prefeitura Municipal de Cascavel
Titular: David Garcês Cruz
Suplente: José Mário da Silva Neto

Prefeitura Municipal de Caucaia
Titular: José Aurélio Ponte Dias Júnior
Suplente: Walnisio Cabral Sales Filho

Prefeitura Municipal de Chorozinho
Titular: Cdney Felício de Freitas
Suplente: Francisco Marinho dos Santos

Prefeitura de Guaramiranga
Titular: Paulo Alberto Cavalcante
Suplente: Israel Pimenta Camurça

Prefeitura Municipal de Itaitinga
Titular: Arilo dos Santos Veras Junior
Suplente: Francisco Orlando Holanda Costa

Prefeitura Municipal de Maranguape
Titular: Jaime Pinheiro de Almeida
Suplente: Antônio Patrick Meneses de Brito

Prefeitura Municipal de Pacatuba
Titular: Cláudio Henrique Chaves de Oliveira
Suplente: Francisco Bandeira Neto

PODER PÚBLICO ESTADUAL/FEDERAL

ADECE – Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará
Titular: José Reudson de Souza
Suplente: Frederico Jorge Barbosa Acário

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Titular: Álvaro Ernesto Studart Teles
Suplente: José Taylor Bezerra de Oliveira

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
Titular: Nizomar Falcao Berres
Suplente: Antônio Zival Fonteles

FUNAI – Fundação Nacional do Índio
Titular: Francisco dos Santos Carvalho Júnior
Suplente: Rosimar Ferreira de Sena Oliveira

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Titular: Dário Macedo Lima
Suplente: Rafaela da Silva Alves

SDA – Secretária de Desenvolvimento Agrário
Titular: Francisco José Menezes Batista
Suplente: Francisco Ademarzinho Ponte de Holanda

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Titular: Magda Marinho Braga
Suplente: Wlademir Theotônio Braga Gonzaga

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente
Titular: Joeni Bezerra Dantas
Suplente: Virgínia Adélia Rodrigues Carvalho

SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos
Titular: Carlos Magno Feijó Campelo
Suplente: Márcia Soares Caldas



COMITÊ DE BACIA

CÂMARA TÉCNICA DO PLANO

Abimael Moreira da Silva
Adahil Pereira de Sena
Álvaro Ernesto Studart Teles
Antônio Sílvio Nunes Costa
Áquila José Fonseca Araújo Gondim
Cláudia Maria de Souza Bezerra
Dário Macedo Lima
Fátima Lorena Magalhães Ferreira
Francisco José Menezes Batista
Heitor de Mendonça Studart
Henrique Manuel Santos Belém de Oliveira
Humberto Bruno Queiroz Sena
Joeni Bezerra Dantas
José Alci Raulimo
José Reudson de Souza
Luís Alexandre Belém de Oliveira
Magda Marinho Braga
Márcia Soares Caldas
Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral
Nizomar Falcão Berres

SECRETARIA EXECUTIVA
GERÊNCIA REGIONAL DAS BACIAS METROPOLITANAS

GERENTE
José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA
Cléa Rocha Rodrigues

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO
Johny Leanderson Lima dos Santos

EQUIPE TÉCNICA GEMET

Fátima Lorena Magalhães Ferreira
Maria Luana Maciel dos Santos
Maria de Jesus Lopes de Oliveira
Patrícia Trajano de Castro Silva



EQUIPE DE EXECUÇÃO



COORDENAÇÃO GERAL

João Lúcio Farias de Oliveira
Diretor de Planejamento da COGERH

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

COORDENAÇÃO TÉCNICA

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

FUNCAP-UFC

Amanda Rodrigues Costa
Andrea Pereira Cysne
Carla Beatriz Costa de Araújo
Enéas Oliveira Lousada
Flávio Rodrigues do Nascimento
Gamarra Kelson Souza de Oliveira
Lucas Falcão Muniz
Nicolas Mateus Almeida Rodrigues
Renata Mendes Luna
Rogério Soliani Studart Filho
Samiria Maria Oliveira da Silva
Sandra Helena Silva de Aquino
Thales Vieira Rocha
Victor Costa Porto

COGERH

Ana Christine de Araújo Campos
Ana Lúcia Maia de Souza
Cibele Garcia Reis
Claire Anne Viana de Sousa
Clara de Assis Jerônimo Sales
Davi Martins Pereira
Edecarlos Rulim de Souza
Elano Lamartine Leão Joca
Francisco Alves Veras Júnior
Henrique Silvestre Mendes
Itamara Mary Leite de Menezes Taveira
José Guilherme Filgueira da Silva
Mateus Perdigão de Oliveira
Micaella da Silva Teixeira Rodrigues
Renata Vinhas Cruz
Zulene Almada Teixeira

LISTA DE ABREVIAÇÕES

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
Arie	Área de Relevante Interesse Ecológico
ASA	Articulação do Semiárido
Cagece	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBHs	Comitê de Bacia Hidrográfica
Ceped	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
Cipp	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Cogerh	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Dnocs	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EB	Estação de Bombeamento
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
Esec	Estação Ecológica
Fiec	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
Fled	Faixa Litorânea de Escoamento Difuso
Funasa	Fundação Nacional da Saúde
Funcap	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Funceme	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

Ibge	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IMA	Índice Municipal de Alerta
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
Ipece	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
ISA	Índice de Sustentabilidade Ambiental
LI	Linhas de Instabilidade
Mona	Monumento Natural
NEB	Nordeste do Brasil
Pares	Parque Estadual
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PSMV	Programa Selo Município Verde
PIB	Produto Interno Bruto
PNQA	Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
Pnud	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PTDRS	Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável
Qualiágua	Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água
RAP	Reservatório Apoiado do Pecém
Revis	Refúgio da Vida Silvestre
RH	Região Hidrográfica
RHBM	Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
RNQA	Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas
RPPN	Reserva Particular de Patrimônio Natural
SDA	Secretaria do Desenvolvimento Agrário
Sefaz	Secretaria da Fazenda
Sema	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Semace	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
Siagas	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
Sigel	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
Sigerh	Sistema Integrado de Informação de Gestão de Recursos Hídricos
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
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
Sudene	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFC	Universidade Federal do Ceará
UC	Unidade de Conservação
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Dados de População - Censos de 1970 -2010 61

Figura 2.2 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Fortaleza 87

Figura 2.3 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Guaramiranga 87

Figura 2.4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Morada Nova 88

Figura 2.5 - Umidade relativa (%) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 89

Figura 2.6 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 90

Figura 2.7 - Insolação média nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova (em horas) 91

Figura 2.8 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 92

Figura 2.9 - Hietograma da estação Fortaleza (00338000) 97

Figura 2.10 - Hietograma da estação Itapiúna (00438032) 98

Figura 2.11 - Hietograma da estação Pacoti (00438036) 98

Figura 2.12 - Hietograma da estação Pacoti (00438036) 99

Figura 2.13 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008 103

Figura 2.14 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do Nordeste do Brasil (NEB) 104

Figura 2.15 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do estado da Bahia 105

Figura 2.16 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) 106

Figura 2.17 - Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho 106

Figura 2.18 - Vazões médias mensais nas estações fluviométricas da RH das Bacias Metropolitanas (m^3/s) 109

Figura 3.1 - Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH das Bacias Metropolitanas 115

Figura 3.2 - Percentual das vazões por tipo de uso em outorgas com outorgas válidas em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas 116

Figura 3.3 - Vazão outorgada (em l/s) por tipo de uso válida em 03/2023 na RH das Bacias Metropolitanas 116

Figura 3.4 - Outorgas em vigência em 02/2023 por tipo de uso e manancial na RH das Bacias Metropolitanas (em l/s) 121

Figura 3.5 - Quantidade de outorgas por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 03/2023) 123

Figura 3.6 - Demanda por município na RHBM (em l/s) (adaptado ANA, 2019) 131

Figura 3.7 - Demanda por tipo de uso na RHBM (adaptado ANA, 2019) 132

Figura 3.8 - Demanda instalada para abastecimento humano por município na RHBM 139

Figura 3.9 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho na RHBM 155

Figura 3.10 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM 157

Figura 4.1 - Localização da capital Fortaleza e do Sistema de Abastecimento Metropolitano 160

Figura 4.2 - Topologia simulada da RHBM 163

Figura 4.3 - Perfil esquemático das condições de ocorrência e circulação da água subterrânea nos sistemas aquíferos da região costeira do Ceará 168

Figura 4.4 - Condição trófica dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (2008 e 2023) 184

Figura 6.1 - Ilustração da duração e severidade das secas 193

Figura 6.2 - Dispersão da duração e severidade das secas registradas para a RHBM. Em vermelho sólido, a seca com início em 2012 195

Figura 6.3 - Período de retorno (em anos) das secas na RHBM. As linhas de contorno correspondem ao período de retorno; os pontos azuis são os eventos de seca que ocorreram ao longo da série temporal, e em vermelho, a seca i. 197

Figura 8.1 - Reunião de partida do CBH das Bacias Metropolitanas, no auditório da Cogerh em 09.03.2023 228

Figura 8.2 - Principais marcos políticos-institucionais da política cearense de recursos hídricos 229

Figura 10.1 - Distribuição das anomalias por magnitude por região hidrográfica 263

Figura 10.2 – Priorização das barragens para recuperação por região hidrográfica 265

Figura 10.3 - Percentual de anomalias corrigidas por Região hidrográfica (2022) 266

Figura 11.1 - Participação nos questionários aplicados na RHBMpor setor do CBH 270

Figura 11.2 - Tempo da Entidade no CBH-RMF - Poder Público, Sociedade Civil ou Usuário 271

Figura 11.3 - Tempo de participação do representante no CBH-RMF 272

Figura 11.4 - Nível de conhecimento dos membros do CBH-RMF em relação à existência de plano anterior 272

Figura 11.5 - Nível de conhecimento dos membros do CBH-RMF em relação ao Plano de Bacia anterior.....273

Figura 11.6 - Principais usos da Água na RH das Bacias Metropolitanas.....274

Figura 11.7 - Percepção de problemas hídricos e ambientais.....276

Figura 11.8 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelo CBH 279

Figura 11.9 - Percepção dos Conflitos – Todos os Entrevistados..... 280

Figura 11.10 - Mapeamento da percepção dos aspectos Institucionais e Gerenciais pelos membros do CBH-RMF.....282

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 - LOCALIZAÇÃO 28
MAPA 2 - RODOVIÁRIO 32
MAPA 3 - HIPSOMÉTRICO 35
MAPA 4 - GEOLÓGICO SIMPLIFICADO 38
MAPA 5 - ESPELHOS D'ÁGUA NA REGIÃO MAPEADOS DE 2008-2017 40
MAPA 6 - INFRAESTRUTURA HÍDRICA 45
MAPA 7 - EXPLORATÓRIO DE SOLOS 54
MAPA 8 - COBERTURA VEGETAL 58
MAPA 9 – LIMITES MUNICIPAIS 60
MAPAS 10 - FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA 73
MAPA 11 - CLIMA 85
MAPA 12 - POSTOS PLUVIOMETRICOS 93
MAPA 13 – PLUVIOMETRIA MÉDIA 100
MAPA 14 – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS 107
MAPA 15 - OUTORGAS 124
MAPA 16 - DISTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS NA RMF 169
MAPA 17 - ISOVALORES PARA OS DADOS DE STD NA RHBM 187
MAPA 18 - ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÃO 204
MAPA 19 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 218

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Agenda da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 26

Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RH das Bacias Metropolitanas 30

Tabela 2.2 - Características dos principais reservatórios 43

Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 43

Tabela 2.4 - Características Demográficas da População 62

Tabela 2.5 - População dos núcleos urbanos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 63

Tabela 2.6 - Distribuição do PIB por setores 68

Tabela 2.7 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM 70

Tabela 2.8 - Quantidade de Empresas Industriais 71

Tabela 2.9 - Lavouras temporárias e permanentes – 2021 Quantidade produzida (Toneladas) 74

Tabela 2.10 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura 75

Tabela 2.11 - Número de imóveis rurais e área ocupada – 2005 76

Tabela 2.12 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho – Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças) 78

Tabela 2.13 - Atendimento de água e esgoto 80

Tabela 2.14 - Gestão de Resíduos Sólidos 82

Tabela 2.15 - Índice Municipal de Alerta 83

Tabela 2.16 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Fortaleza 86

Tabela 2.17 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Guaramiranga 87

Tabela 2.18 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Morada Nova 88

Tabela 2.19 - Umidade relativa (%) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 88

Tabela 2.20 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 90

Tabela 2.21 - Insolação média nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova (em horas) 91

Tabela 2.22 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova 92

Tabela 2.23 - Estações pluviométricas da RHBM 94

Tabela 2.24 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) da estação Fortaleza (00338000) 97

Tabela 2.25 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) da estação Itapiúna (00438032) 97

Tabela 2.26 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) Pacoti (00438036) 98

Tabela 2.27 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) Pacoti (00438036) 98

Tabela 2.28 - Postos fluviométricos das Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 108

Tabela 2.29 - Estações fluviométricas selecionadas para representar as vazões médias mensais da RH das Bacias Metropolitanas (m³/s) 109

Tabela 2.30 - Pontos de monitoramento da qualidade da água realizada pela Cogerh na RH das Bacias Metropolitanas 110

Tabela 2.31 - Pontos de monitoramento de qualidade do Programa Qualiágua na RHBM 112

Tabela 3.1 - Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH das Bacias Metropolitanas 114

Tabela 3.2 - Vazões por tipo de uso em outorgas válidas em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas (em hm³/ano, m³/s e l/s) 115

Tabela 3.3 - Vazões outorgadas (em l/s) por tipo de uso e início da vigência em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas 117

Tabela 3.4 - Vazões outorgadas (em m³/s e l/s) por tipo de uso e manancial na RH das Bacias Metropolitanas vigentes em 02/2023 118

Tabela 3.5 - Vazão outorgada por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 02/2023) (em l/s e m³/s) 122

Tabela 3.6 - demandas por tipo de uso – metodologia ANA – para a totalidade do município (em m³/s e l/s) 127

Tabela 3.7 - Demandas da RHBM por município e por tipo de uso – metodologia ANA (em m³/s e l/s) 129

Tabela 3.8 - Demanda por tipo de uso na RHBM (adaptado ANA, 2017) 131

Tabela 3.9 - Demanda instalada para abastecimento humano urbano por município na RH das Bacias Metropolitanas 133

Tabela 3.10 - Demanda instalada para abastecimento humano rural por município na RH das Bacias Metropolitanas 137

Tabela 3.11 - Resumo das demandas humanas instaladas na RHBM 138

Tabela 3.12 - Coeficiente de eficiência por tipo de aplicação 140

Tabela 3.13 - Kc's calculados 141

Tabela 3.14 - Principal método de irrigação, principais culturas e kc' das culturas, por município 142

Tabela 3.15 - Demandas instaladas para irrigação na RHBM por município (em m³/s e l/s) 145

Tabela 3.16 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos de corte na RHBM 147

Tabela 3.17 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos de leite na RHBM 147

Tabela 3.18 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares na RHBM 148

Tabela 3.19 - Demanda instalada para dessedentação de caprinos/ovinos na RHBM 149

Tabela 3.20 - Demanda instalada para dessedentação de suínos na RHBM 150

Tabela 3.21 - Demanda instalada para dessedentação galináceos na RHBM 151

Tabela 3.22 - Demanda instalada para dessedentação bubalinos na RHBM 152

Tabela 3.23 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na RHBM 153

Tabela 3.24 - Comparativo da estimativa de demanda na RHBM 155

Tabela 3.25 – Resumo das demandas estimadas para a RHBM 157

Tabela 4.1 - Localização dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 161

Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 165

Tabela 4.3 - Volumes e percentuais regularizado, vertido e evaporado (G=90%) 166

Tabela 4.4 - Volumes regularizado, vertido e evaporado (G=95%) 167

Tabela 4.5 - Parâmetros dos sistemas hidrogeológicos nas Bacias Metropolitanas - CE 171

Tabela 4.6 - Estados de trofia de acordo com a metodologia da Cogerh 183

Tabela 4.7 - Frequência dos estados tróficos dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (2008 e 2023) 184

Tabela 5.1 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM 189

Tabela 5.2 - Oferta Hídrica em termos de Q_{90} dos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas 190

Tabela 5.3 - Balanço Hídrico concentrado para a RHBM 190

Tabela 6.1 - Estatística descritiva dos eventos de seca e das variáveis de duração e severidade para a RHBM no período de 1911 a 2018 194

Tabela 6.2 - Duração e severidade dos eventos de seca ocorridos na RHBM no período de 1911 a 2018 195

Tabela 6.3 - Período de retorno (em anos) das secas na RHBM 196

Tabela 7.1 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica 216

Tabela 8.1 - Marcos políticos e institucionais da gestão das águas do Ceará 229

Tabela 9.1 - Vazões aprovadas no Açude Aracoiaba (2011 a 2021) 246
Tabela 9.2 - Vazões aprovadas no Açude Batente (2015 a 2021) 248
Tabela 9.3 - Vazões aprovadas no Açude Castro (2009 a 2023) 249
Tabela 9.4 - Vazões aprovadas no Açude Itapebussu (2009 a 2021) 250
Tabela 9.5 - Vazões aprovadas no Açude Acarape do Meio (2019 a 2022) 251
Tabela 9.6 – Vazões aprovadas no Açude Tijuquinha (2009 a 2021) 251
Tabela 9.7 - Vazões aprovadas no Açude Pompeu Sobrinho (2009 a 2022) 252
Tabela 9.8 - Tipologia de conflitos de água 254
Tabela 10.1 - Pesos dos níveis de perigo 264
Tabela 10.2 - Nível de Priorização para Recuperação 264
Tabela 10.3 - Lista das barragens e seus volumes do PSB produzidos.....269
Tabela 11.1 - Ocorrência de problemas hídricos e ambientais na RHBM 275
Tabela 11.2 - Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes) ..278
Tabela 11.3 - Análise dos Aspectos Gerenciais e Institucionais.....281

SUMÁRIO

MENSAGEM DA SRH 22

MENSAGEM DA COGERH 24

1 APRESENTAÇÃO 26

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA 27

2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica 33

2.2 Aspectos físicos 46

2.3 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos 59

2.4 Clima 84

2.4.1 Dados Climatológicos 86

2.4.2 Estações pluviométricas 92

2.4.3 Variabilidade da Precipitação na RHBM 101

2.4.4 Estações Fluviométricas 106

2.4.5 Qualidade da água 110

3 DEMANDA ATUAL 113

3.1 Demanda hídrica outorgada 113

3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA 125

3.3 Demanda instalada 132

3.3.1 Abastecimento Humano 132

3.3.2 Irrigação 139

3.3.3 Dessedentação animal 146

3.4 Comparativo entre as fontes de dados 155

4 OFERTA HÍDRICA 158

4.1 Aspectos Quantitativos 158
4.1.1. Águas superficiais 158
4.1.2. Águas subterrâneas 168
4.2 Aspectos Qualitativos 182
4.2.1 Águas superficiais 182
4.2.2 Águas subterrâneas 185
5 BALANÇO HÍDRICO 189
6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS 191
12.1 Eventos extremos de seca 192
12.2 Eventos extremos de cheias 198
7 QUESTÕES AMBIENTAIS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS 205
8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL 221
8.1 A Política Nacional de Recursos Hídricos 221
8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos 223
8.3 A Formação do CBH das Bacias Metropolitanas 234
8.4 Funcionamento do CBH da Região Metropolitana de Fortaleza 236
8.4.1 Comissões Gestoras e Comissões de Acompanhamento 240
8.4.2 Câmaras Técnicas 241
9 ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA 244
9.1 Alocação Negociada de Água 244
9.2 Vazões alocadas 246
9.3 Conflitos pelo uso da água 252
10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS NA RH DAS BACIAS METROPOLITANAS 257

10.1 A gestão da segurança de barragens pela Cogerh 260

10.1.1 Classificação da barragem quanto à prioridade de recuperação 261

10.2 Ações desenvolvidas pela GESIN na RH das Bacias Metropolitanas 265

10.2.1 Correção de Anomalias em Barragens 265

10.2.2 Monitoramento da instrumentação das barragens da RH das Bacias Metropolitanas 266

10.3 Plano de segurança de barragens 267

11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS 270

12 REFERÊNCIAS 284

MENSAGEM DA SRH

Amigos,

O Sistema dos Recursos Hídricos do Ceará é referência para o país na gestão integrada e participativa e na implantação de políticas hídricas, contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento sustentável e econômico do Estado. Os vários eixos de atuação e as ações estratégicas desenvolvidas pelo sistema, permitem que se tenha um trabalho focado na ampliação da segurança hídrica e na promoção da demanda de água e da sustentabilidade.

Um dos produtos de planejamento da gestão é o Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará, que foi criado para orientar o Governo do Estado na área dos Recursos Hídricos, desenvolvendo estratégias para, de forma eficiente, buscar soluções para as demandas.

Espelhando o Plano Estadual, foi desenvolvido os Planos de Recursos Hídricos de Regiões Hidrográficas do Ceará, que organizou, de forma personalizada, as solicitações, problemas e possibilidades de cada região. Para a construção desse planejamento participativo, o Plano conta com o apoio da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh), da Fundação Cearense de Apoio Científico e Tecnológico (Funcap), da Universidade Federal do Ceará (UFC), além dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Ceará. Em conjunto, todas as organizações realizam a importante missão de sondar, mapear e validar as demandas e interesses de cada região cearense.

Com esse plano, que representa o avanço da Política de Recursos Hídricos no Ceará, podemos ter certeza de estarmos caminhando para um futuro em que a gestão dos recursos hídricos acontece de maneira participativa, descentralizada e efetiva.

Marcos Robério Ribeiro Monteiro
Secretário dos Recursos Hídricos

MENSAGEM DA COGERH

Os Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas, em conformidade com a Legislação vigente e as características próprias de regiões semiáridas foram circunscritos em Regiões Hidrográficas, em função das sub-bacias de rios importantes e de demandas de água para os diversos usos e usuários.

A construção destes planos vêm dar continuidade à Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará, resultado de um amplo e bem sucedido processo de diálogo entre Comitês de Bacias Hidrográficas e a COGERH, assessorados pela equipe de professores e pesquisadores da Universidade Federal do Ceará no âmbito do Programa Cientista Chefe, com a parceria da FUNCAP - Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, possibilitando, dessa forma, ações de fortalecimento da gestão hídrica nas regiões hidrográficas.

As revisões e atualizações dos planos de Bacias Hidrográficas são acompanhadas pelos Comitês destas, e, implementados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, na função de Secretaria Executiva, servindo, a médio e longo prazo, para orientação e tomadas de decisões visando um melhor aproveitamento dos recursos hídricos nas regiões contempladas.

Em uma região que apresenta majoritariamente clima semiárido, caracterizado por elevadas taxas de evapotranspiração, além de 80% do território cearense encontrar-se sob o embasamento cristalino, a elaboração desses Planos irá consolidar um processo democrático, participativo, descentralizado e sustentável no gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, se fortalecerá a integração com as demais políticas, e programas na área de abrangência das respectivas Regiões

Hidrográficas, tais como: abastecimento humano, meio ambiente, agricultura, indústria e demais usos.

Vale ressaltar que o estabelecimento de programas, projetos e ações contidas nestes planos facilitará o engajamento e a mobilização social com relação a sua implementação, contribuindo dessa maneira, para a redução dos impactos negativos que poderiam advir sobre os recursos hídricos nas diversas regiões do Estado. As informações que estão disponíveis nesses planos das Regiões Hidrográficas, no que se refere a disponibilidade dos Recursos Hídricos, dará subsídio na resolução da problemática e no atendimento das demandas, tendo em vista as diretrizes e orientações aqui explicitadas no que tange ao uso racional dos recursos hídricos do Estado Ceará.

Os Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas, orientam as ações de Investimentos Públicos e Privados, bem como a Gestão Racional dos Recursos Hídricos em conformidade com as demandas da sociedade, representados pelo Parlamento das Águas, que são os Comitês de Bacias e Comissões de Usuários nos vales e reservatórios estratégicos.

Yuri Castro de Oliveira
Diretor Presidente/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 de bacias hidrográficas.

Tabela 1.1 - Agenda da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

MARÇO/2023	
Dia 09	Reunião de Partida
JUNHO/2023	
Dia 22	Audiência Pública – Iniciando o Diálogo
AGOSTO/2023	
Dia 29	Reunião de aprovação do Diagnóstico
SETEMBRO/2023	
Dia 14	Workshop (Cenarização)
OUTUBRO/2023	
Dia 31	Aprovação dos cenários
NOVEMBRO/2023	
Dia 29	1º Workshop (Programas e ações)
JANEIRO/2024	
Dia 17	2º Workshop (Programas e ações)
MARÇO/2024	
Dia 21	Aprovação dos Programas e ações

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

Açude Germinal – Foto: Cogerh



A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (RHBM), possui uma área de 15.009,06 Km² (COGERH, 2021), sendo constituída por 18 bacias independentes, além Da Vertente Marítima, uma Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED), nela se encontra a capital do estado, Fortaleza. Localiza-se na porção nordeste do estado do Ceará, entre as latitudes 3°27'15"S - 4°58'00"S e longitudes 37°47'10"W - 39°26'28"W. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com a Região Hidrográfica do Banabuiú, à leste com a do Baixo Jaguaribe e à oeste com a Região Hidrográfica do Curu (MAPA 1).

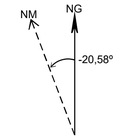
PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS



LOCALIZAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

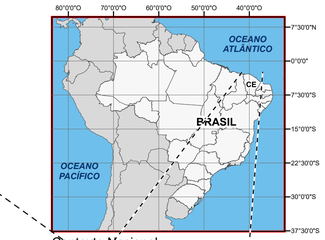
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

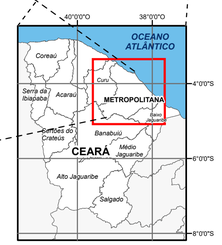
ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh

Junho - 2023

As bacias mais representativas desta Região são as drenadas pelos rios Pirangi, Choró, Pacoti e São Gonçalo, além dos sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu, os quais também podem ser consideradas como bacias independentes, por sua confluência ocorrer somente próximo ao mar; além dessas, tem-se as de menor porte, como as dos Rios Gereraú, Cahuípe, Catu, Malcozinhado, Uruaú e Parajuru, dos Riachos do Juá, Caponga Funda, Caponga Roseira e Caburé e dos Córregos Piquiri e do Sal (Cogerh, 2022).

A RHBM abrange 40 municípios do Ceará, alguns possuindo uma área representativa dentro da Região, outros não, conforme pode-se observar na Tabela 2.1, a qual apresenta a área de cada um desses municípios inseridos na Região Hidrográfica e o seu respectivo percentual em relação a sua área total. A área em km² possibilita verificar a referida representatividade do município na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, pois permite compará-la aos demais.

Os limites de uma região hidrográfica são determinados pelas condições naturais, as quais, por vezes, não coincidem com limites administrativos. Essas condições influenciarão tanto aspectos relacionados à oferta hídrica, quanto à demanda; desta forma, o estudo de uma Região Hidrográfica pode contemplar outros municípios que não somente os componentes do Comitê de Bacia da área. A Tabela 2.1 traz as áreas de cada município inserido na Região Hidrográfica em análise, bem como o percentual destes no território.

Tabela 2.1 - Percentual da área dos municípios inseridos na RH das Bacias Metropolitanas

Município	Área do Município pertencente à RH (Km²)	% da área do Município pertencente à RH (%)
Acarape	129,9	100,00%
Aquiraz	479,9	100,00%
Aracati	121,0	9,87%
Aracoiaba	643,5	100,00%
Aratuba	103,2	86,23%
Barreira	259,8	100,00%
Baturité	313,8	100,00%
Beberibe	1596,1	100,00%
Canindé	642,9	21,22%
Capistrano	226,4	100,00%
Cascavel	837,6	100,00%
Caucaia	1222,2	100,00%
Choró	812,3	100,00%
Chorozinho	296,2	100,00%
Eusébio	78,8	100,00%
Fortaleza	312,1	100,00%
Fortim	200,3	70,38%
Guaiúba	255,9	100,00%
Guaramiranga	65,4	72,11%
Horizonte	160,4	100,00%
Ibaretama	764,7	87,04%
Itaitinga	153,6	100,00%
Itapiúna	592,8	100,00%
Maracanaú	105,0	100,00%
Maranguape	545,4	93,55%
Morada Nova	639,1	23,14%
Mulungu	67,2	68,68%
Ocara	762,5	100,00%
Pacajus	250,1	100,00%
Pacatuba	133,1	100,00%
Pacoti	106,3	94,58%
Palhano	161,8	37,05%
Palmácia	125,7	97,60%
Paracuru	74,8	24,58%
Pentecoste	399,7	28,99%
Pindoretama	74,0	100,00%
Quixadá	436,3	21,61%
Redenção	247,8	100,00%
Russas	66,9	4,15%
São Gonçalo do Amarante	529,7	62,91%

Embora se verifique que alguns dos municípios possuam menos de 50% do seu território na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, serão considerados e trabalhados neste Plano por serem representativos, em termos de área quando comparadas com municípios integralmente pertencentes à RH, e/ou por pertencerem ao CBH, como é o caso de Canindé, Fortim, Morada Nova, Palhano, Pentecoste e Quixadá. Não serão considerados no presente estudo os municípios de Aracati,

Paracuru e Russas, devido à pequena área dos seus territórios na RH e por não possuírem nenhum distrito ou sua sede na RHBM.

Do total de municípios apresentados na Tabela 2.1, somente 31 fazem parte, oficialmente, do Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza CBH-RMF (não fazem parte: Aracati, Canindé, Fortim, Morada Nova, Palhano, Paracuru, Pentecoste, Quixadá e Russas). Quanto à denominação do CBH, apesar do Plano de Recursos Hídricos de 1992 já introduzir a nomenclatura de Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, a Lei nº 11.996, de 24.07.92, denomina o CBH desta região hidrográfica de "Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza".

Conforme CBH-RMF (2016), os municípios desta RH podem ser divididos em quatro unidades de trabalho: **Litoral** (Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Eusébio e Pindoretama), **Região Metropolitana de Fortaleza – RMF** (Caucaia, Chorozinho, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante), **Serra** (Acarape, Aratuba, Barreira, Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção) e **Sertão** (Aracoiaba, Capistrano, Choró, Ibaretama, Itapiúna e Ocara).

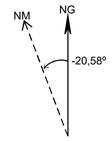
As principais rodovias que atravessam o território dos municípios desta Região Hidrográfica e a interligam com as demais áreas do estado do Ceará são as BRs- 222 e 304, no sentido Leste-Oeste, e as CEs - 010, 040, 085, 090, 253 e CE-350. Já no sentido Norte-Sul tem-se as CEs - 025, 040, 060, 065, 156, 341 e 421; no que diz respeito a rodovia federal tem-se a BRs- 020, 122 e 116, como pode ser observado no MAPA 2.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

SISTEMA DE RODOVIAS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- BR-CE Rodovias Base SRE Oficial (IBGE, 2019)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh

Junho - 2023

2.1 Hidrografia e infraestrutura hídrica

Cerca de 22% do território da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas - RHBM é ocupada por bacias litorâneas independentes de pequeno porte e pouca representatividade e pela Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED) (Ceará, 2010). Os outros 78% são ocupados por bacias maiores, com sentido predominante de escoamento sudoeste-nordeste: bacia do Rio Choró (4.750,7 km²), do Rio Pirangi (4.374,1 Km²), do Rio São Gonçalo (1.332,3 km²) e a do Rio Pacoti (1.257,5 Km²). Os principais rios dessas bacias possuem as seguintes extensões: Choró (200 km), Pirangi (177,5 km), São Gonçalo (90,0 Km) e Pacoti (112,5 km) (Fuck Júnior, 2008).

A RHBM encontra-se assentada, ao norte, sobre sedimentos Cenozóicos do período Quaternário (recentes), representados pelas Dunas e Paleodunas, Coberturas Colúvio-eluviais, Aluviões e depósitos de praia, presentes na Planície Litorânea, e sedimentos do período Neógeno da Formação Barreiras, nos Glacis pré-Litorâneos e na região central e ao sul, sobre as rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano (IPECE, 2011).

Conforme Fuck Júnior (2008) as altitudes da RHBM variam de 0 m, na região litorânea, a pouco menos de 900 m, em média, na área correspondente à Serra de Baturité, com a maior parte da área possuindo altitudes inferiores a 200 m.

Dentre esses terrenos, destaca-se, segundo Betarde *et al*. (2007), a região do maciço de Baturité, com relevo montanhoso de altitude moderada (800-900 metros em média, na parte central e topo do maciço), distinguindo-se das superfícies aplainadas pelas vertentes abruptas e sinuosas que circundam a área. Nesta área, localiza-se o ponto mais alto do relevo - o Pico Alto - no município de Guaramiranga, com 1.114 m

(Bastos, 2012). Seria, pois, o Teto de Paisagem Regional, conforme costuma afirmar Ab'Saber (2003).



Açude Acarape do Meio – Foto: Cogerh

Além do maciço de Baturité, os pequenos maciços montanhosos de Maranguape e Pacatuba, com cotas entre 600 e 800 m, destacam-se como elevados alinhamentos serranos de direção SW-NE, na RHBM (Brandão e Freitas, 2014). Estes altos Maciços, superiores a 500m, por efeitos adiabáticos e orográficos, justificariam refúgios ou disjunções biogeográficas de Mata Atlântica desenvolvidos em Argissolos Vermelho-Amarelos mais profundos que aqueles das Depressões Interplanálticas semiáridas.

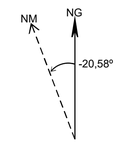
Por outro viés, os Complexo Juá-Conceição-Camará (Direção N-S-SO) em Caucaia, enquanto baixos Maciços, denotam cotas altimétricas entre 300 a 500m (MAPA 3).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

HIPSOMETRIA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 320.000

0 4,5 9 18 27 36
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

Relevo

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

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Açude Catucinzenta – Foto: Cogerh



Analisando-se a RHBM em escala regional, observa-se que está inserida em duas grandes províncias hidrogeológicas: a do Escudo Oriental (Subprovíncia Nordeste) e a Litorânea ou Costeira (Subprovíncia Ceará) e, para cada uma, tem-se um ou mais domínios hidrogeológicos. (CPRM, 1996).

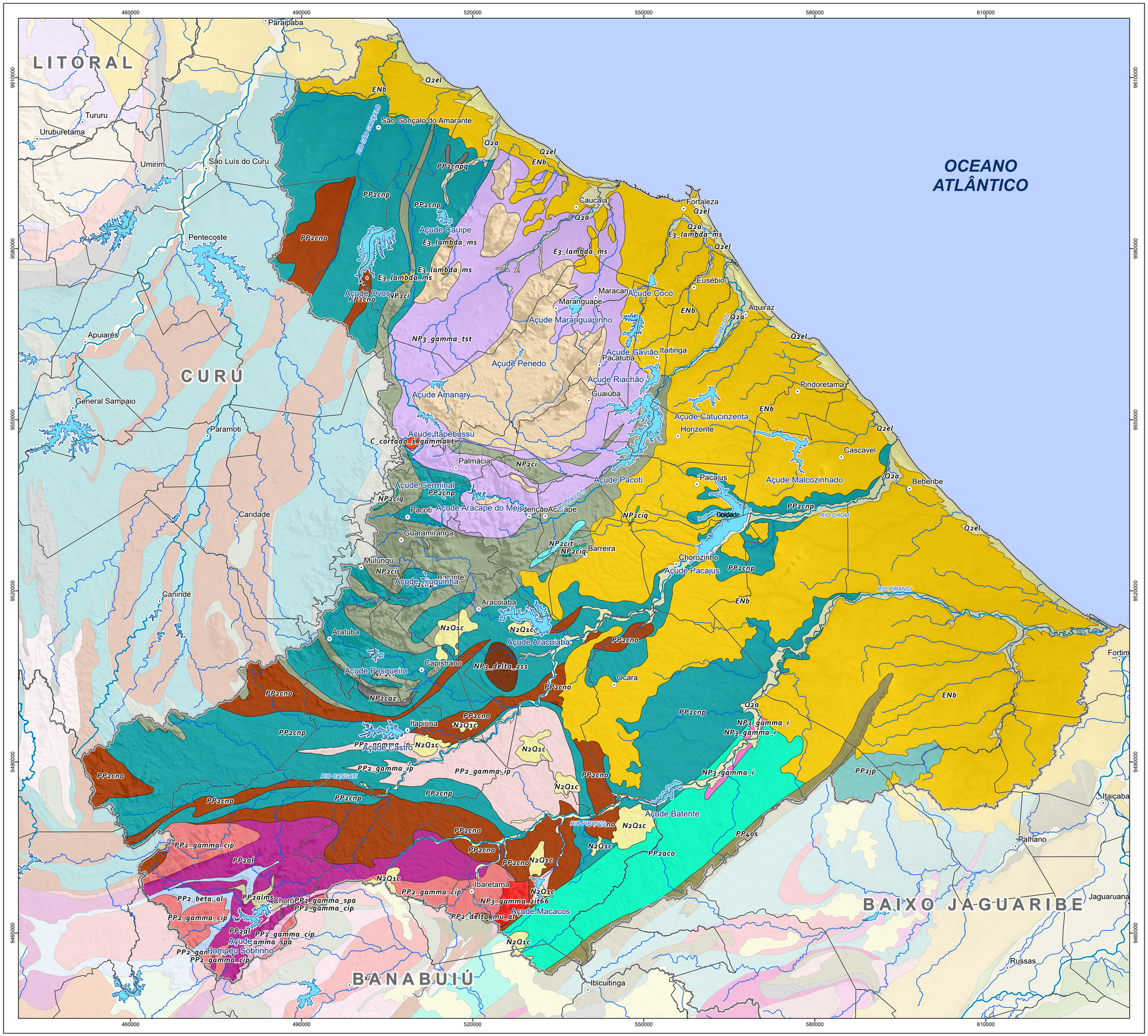
No Escudo Oriental predominam rochas cristalinas (gnaisses, xistos, migmatitos, granitos, quartzitos, entre outras), com o meio aquífero sendo representado pelas fissuras e diáclases interconectadas decorrentes dos esforços tectônicos sofridos, possuindo potencial hidrogeológico muito fraco (Feitosa *et al*., 2008). Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características minerais da rocha e do clima semiárido, provocando elevadas taxas de salinidade nas águas (CPRM, 2001).

Na Província Costeira, destacam-se como unidades aquíferas os sedimentos coluvionares Cenozóicos Neógenos do Grupo Barreiras (aquífero Barreiras), e os sedimentos Quaternários a recentes, de origem eólica, que compõem as dunas (aquífero Dunas) (Funceme, 2002).

Na calha dos grandes rios pode-se encontrar o Domínio representado pelos depósitos aluvionares, aquíferos livres ou freáticos, normalmente com boa potencialidade hídrica, dado ao fato de se constituir em um meio poroso e contínuo.

Conforme CEARÁ (2010) em termos regionais, na RHBM podem ser definidos quatro Sistemas Hidrogeológicos: Aluviões, Dunas/Paleodunas, Barreiras e Cristalino (Fissural) (MAPA 4).

Dados do Ipece (2017), catálogo de arquivos georreferenciados, em Ceará Mapas Interativos, trazem informações sobre a existência de 13.697 poços na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. Esses dados têm como fonte a Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra) (1.049 poços), a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) (61 poços) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (12.587 poços).



PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA METROPOLITANA

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

GEOLOGIA SIMPLIFICADA

NM NG
-20,58°

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 : 320.000

0 3,5 7 14 21 28
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional
Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica dos Metropolitana (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Relevo — *The Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (Nasa, 2000)*

LEGENDA

Unidades litoestratigráficas (CPRM, 2020)

Coberturas Sedimentares Cenozóicas

Q2a	Depósitos aluvionares
Q2el	Depósitos Eólicos Litorâneos
N2Q1c	Depósitos colúvios-eluviais
CyT	Corpo Granitóide Tanques
E3λms	Suíte Messejana
Enb	Grupo Barreiras
NP2caz	Formação Arneiroz
NP2cit	Formação Itataia
NP3λ2s1	Corpo Pedra Aguda
NP3γ2ms6	Corpo Plúton Serra Azul
NP3γi	Corpo Granitóides indiscriminados brasilianos
NP3γtst	Unidade Tamboril
PP2βal	Unidade Algodões, anfibolito
PP2δmual	Unidade Algodões, máfica-ultramáfica

Grupo Ceará (NP2ce)

NP2ci (q, ca)	Formação Independência Predomínio de xistos aluminosos e paragnaisses, por vezes milonitizados e migmatíticos: (q) Quartzitos (ca) Rochas calcissilicáticas e mármores
PP2γcip	Unidade Ortognaisse Cipó
PP2γip	Suíte Itapiúna
PP2γspa	Corpo Ortognaisse Serra da Palha
PP2aco	Complexo Acopiara
PP2al	Complexo Algodões
PP2alms	Unidade Algodões, metassedimentos
PP2cno	Unidade Canindé do Ceará, ortognaisse migmatítico
PP2cnp	Unidade Canindé do Ceará, paragnaisse migmatítico
PP2cnpq	Litofácies Canindé do Ceará, quartzito
PP2jp	Unidade Jaguaretama, paragnaisse migmatítico
PP4os	Formação Santarém

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO

ELABORAÇÃO:
Aquino, T. S. UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Fevereiro - 2023

Açude Batente – Foto: Cogerh



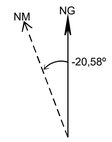
Na RHBM foram mapeados pela Funceme, no período de 2008-2017, 2.951 espelhos d'água, utilizando-se imagens dos satélites LANDSAT, Sentinel, ResourceSat e CBERS 4 (FUNCEME, 2020) (MAPA 5).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

ESPELHOS D'ÁGUA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Espelhos D'água (Funceme, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Além desses reservatórios, a RHBM conta ainda com a transferência de água de outras RH, principalmente para abastecimento da RMF, objetivando complementar as demandas intensas e os longos períodos de escassez de chuvas. E, não diferente de outras regiões do Estado, e do semiárido nordestino, observa-se a construção de pequenos açudes a montante de reservatórios estratégicos, sendo um dos fatores responsáveis pela redução do volume afluente desses reservatórios de características interanuais.

Açude Aracoiaba – Foto: Cogerh



A construção de reservatórios superficiais, em sua grande maioria de caráter intra-anual, impacta e dificulta a modelagem hidrológica em função, principalmente, da falta de informação para realizá-la. Além disso, ocorre uma 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). O impacto adquire especial importância durante os períodos de estiagem, que apresentam alguns anos seguidos de pluviosidade na média histórica ou abaixo desta, o que pode ser observado principalmente nas bacias que têm maior concentração de pequenos reservatórios (Campos *et al*. 2000). Campos (1995) ratifica a importância de se considerar a pequena açudagem nas propostas de planejamento e gestão das bacias hidrográficas semiáridas. Uma quantidade significativa de pequenos açudes pode até aumentar a disponibilidade hídrica de reservação da bacia, porém, levará a mais perdas por evaporação já que pequenos açudes possuem capacidade de regularização nula ou não significativa (Medeiros, 2016).

A RHBM possui cinco açudes públicos de grande porte (capacidade maior que 75 milhões de m³) com características plurianuais, gerenciados pela Cogerh, com capacidade total de acumulação de 1.060.610.928 m³, 11(onze) reservatórios de médio porte (capacidade entre 10 e 75 milhões de m³), acumulando 354.592.561 m³ e 07 (sete)açudes de pequeno porte (capacidade < 10 milhões de m³) (Ceará, 2022) (Tabela 2.2).

Existem 07 (sete) planejados: Maranguape I e II, em Maranguape (540.000 m³ e 9.100.000 m³, respectivamente), Anil e Ceará, em Caucaia (23.400.000 m³ e 51.500.000 m³), Alvorada em Itapiúna (21.000.000 m³), Candeia em Baturité (7.000.000 m³) e Feijão em Morada Nova, com 20.000.000 m³.

Tabela 2.2 - Características dos principais reservatórios

Reservatório	Município	Ano de construção	Rio barrado	Capacidade (m³)
Acarape do Meio	Redenção	1924	Rio Pacoti	29.276.260
Amanary	Maranguape	1921	Riacho Pocinhos	9.343.629
Amarelas	Beberibe	2021	Córrego Camará	47.679.378
Aracoiaba	Aracoiaba	2002	Rio Aracoiaba	163.423.760
Batente	Ocara	1998	Rio Pirangi	37.000.000
Castro	Itapiúna	1997	Riacho Castro	62.310.000
Catu	Aquiraz	2002	Riacho Catu	22.780.810
Cauhipe	Caucaia	1999	Cauhipe	10.951.259
Cocó	Fortaleza		Rio Cocó	5.095.672
Gavião	Pacatuba	1973	Rio Cocó	33.448.122
Germinal	Palmácia	2017	Rio Pacoti	2.107.000
Itapebussu	Maranguape	2006	São Gonçalo	7.082.804
Macacos	Ibaretama	2007	Riacho Macacos	13.195.355
Malcozinhado	Cascavel	2002	Malcozinhado	38.094.707
Maranguapinho	Maranguape	2012	Rio Cocó Maranguapinho	9.350.000
Pacajus	Pacajus	1993	Rio Choró	254.935.788
Pacoti	Horizonte	1981	Rio Pacoti	371.931.972
Penedo	Maranguape	1958	Rio Penedo	2.227.790
Pesqueiro	Capistrano	2008	Riacho Pesqueiro	10.044.522
Pompeu Sobrinho (Choró)	Choró	1934	Rio Choró	42.371.245
Riachão	Itaitinga	1981	Rio Pacoti	49.812.148
Sitios Novos	Caucaia	1999	Rio São Gonçalo	27.948.163
Tijuquinha	Baturité	1917	Rio Aracoiaba	482.920
TOTAL				1.450.893.304

Fonte: SRH (2022).

A RHBM possui 52 adutoras convencionais, conforme Tabela 2.3; além de eixos de integração, quais sejam: Canal do Trabalhador, Eixão das Águas e o Canal Sítios Novos – Pecém.

Tabela 2.3 - Adutoras da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Adutora	Extensão (Km)	Fonte (Reservatório)
Caucaia	4,3	Lagamar do Cauhípe
Caucaia	1,0	Poço
Caucaia	7,3	Estação de Bombeamento Catuana
Caucaia	9,5	Estação de Bombeamento Catuana
Caucaia	3,2	Reservatório Apoiado do Pecém - RAP
Pecém		Reservatório Apoiado do Pecém - RAP
São Gonçalo do Amarante	4,3	Reservatório Apoiado do Pecém - RAP
São Gonçalo do Amarante	12,7	Poço
São Gonçalo do Amarante	14,4	Reservatório Apoiado do Pecém - RAP
Maracanaú/CERBRÁS	3,7	Açude Cocó
Redenção	38,2	Açude Acarape do Meio
Acarape/Redenção/Barreira/ Maranguape/Pacatuba	54,0	Açude Acarape do Meio
Cascavel	8,8	Rio Choró
Aracoiaba/Ocara/Ideal	11,5	Rio Choró
Itapiúna/Caio Prado	12,0	Açude Castro
Itapiúna/Palmatória	12,1	Açude Castro
Itapiúna	12,0	Açude Castro

Adutora	Extensão (Km)	Fonte (Reservatório)
Capistrano	13,6	Açude Castro
Capistrano	8,0	Açude Pesqueiro
Capistrano	29,3	Açude Aracoiaba
Aracoiaba/Baturité	24,9	Açude Aracoiaba
Ibaretama	2,7	Poço
Ibaretama/Pirangi	28,5	Açude Macacos
Beberibe/Andreza	13,1	Rio Pirangi
Beberibe/Boqueirão do Cesário	18,7	Canal do Trabalhador
Beberibe/Umburanas	2,9	Canal do Trabalhador
Morada Nova/São João do Aruaru	1,0	Rio Pirangi
Chorozinho/Triângulo	15,0	Açude Castanhão
Pacajus/Chorozinho/Horizonte	29,8	Açude Pacoti
Pindoretama	10,3	Açude Malcozinhado
Aquiraz – AMBEV	2,4	Açude Pacoti
Horizonte		EB Distrito Industrial Pacajus – Horizonte
Pacajus/Vicunha		
Pacajus		Açude Castanhão
Maranguape	24,7	Açude Acarape do Meio – ETA Maranguape
Maranguape/Sapupara/Urucará	6,3	Açude Acarape do Meio
Maranguape – Desativada	12,2	Açude Acarape do Meio
Maranguape	7,4	Açude Acarape do Meio
Maranguape	3,8	EB Maranguapinho I
Maranguape	3,8	EB Maranguapinho II
Maracanaú – Distrito Industrial		Açude Acarape do Meio
Pacatuba – Aquavi		Açude Acarape do Meio
Pacatuba – Zanotti		Açude Acarape do Meio
Pacatuba – antiga		Açude Gavião (Açude Acarape do Meio)
Pacatuba – nova		Açude Gavião (Açude Acarape do Meio)
Pacatuba – EMAM	0,4	Açude Acarape do Meio
Pacatuba – Heineken	2,5	Açude Acarape do Meio
Pacatuba – Marisol	0,4	Açude Acarape do Meio
Pacatuba/Pavuna – antiga	0,1	Açude Acarape do Meio
Pacatuba/Pavuna – nova	1,2	Açude Acarape do Meio
Pacatuba – ETA	0,2	Açude Acarape do Meio
Aquiraz Usibrás		Lagoa do Catu
Pacatuba – nova		Açude Gavião (Açude Acarape do Meio)

Fonte: Cogerh, 2022.

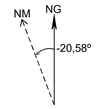
Além das estruturas hídricas já existentes, está planejado o Projeto Malha D'água, cujo objetivo é a implantação de uma rede de abastecimento de água tratada para os núcleos urbanos, de forma a suprir as fragilidades existentes no atual sistema (MAPA 6).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

INFRAESTRUTURA HÍDRICA



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

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar
ESCALA: 1 : 320.000

0 3,5 7 14 21 28
Quilômetros

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

Reservatórios
- Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Em Construção (SRH, 2020)
- Em Planejamento (SRH, 2020)

Projeto Malha D´água (SRH, 2020)
Em planejamento
- Captação
- Ramal Adutor
- Sistema Adutor Principal

Eixos de Transferência Hídrica
- Adutoras Emergenciais (Cogerh)
- Adutoras Convêncionais (Cogerh)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC. Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

O Projeto Malha D'água, além de adensar a rede de adutoras, considerando-se os centros urbanos, realizará a captação de água diretamente nos mananciais, conduzirá para estações de tratamento e, posteriormente, realizará a adução aos núcleos urbanos integrados ao sistema, desta forma, buscará garantir água de qualidade às populações.

A malha foi traçada de modo otimizado, considerando o dimensionamento dos sistemas e, quando viável, a população rural mapeada. Na RHBM, o Projeto Malha D'água contempla os seguintes sistemas adutores e municípios atendidos:

- Sistema Adutor 1 - Aracoiaba-Maciço de Baturité: Aracoiaba, Aratuba, Baturité, Capistrano, Itapiúna e Ocara;
- Sistema Adutor 2 - Eixão-Ocara-Ibaretama: Aracoiaba, Ibaretama e Ocara;
- Sistema Adutor 3 - Horizonte/Pacajus-Serra de Baturité: Acarape, Barreira, Chorozinho, Guaramiranga, Horizonte, Mulungu, Pacajus, Pacoti, Palmácia e Redenção;
- Sistema Adutor 4 - Sistema Adutor Metropolitano-Litoral Leste: Aquiraz, Beberibe (distritos de Sucatinga, Paripueira e Parajuru), Cascavel e Pindoretama;
- Sistema Adutor 5 - Pecém-Litoral Oeste: Caucaia (distrito de Catuana e Guararu) e São Gonçalo do Amarante;
- Sistema Adutor 6 - Serras Metropolitanas: Guaiúba, Maranguape (distrito de Sapupara, Ladeira Grande, Penedo, Amanari e Itapebussu) e Pacatuba. Além dos sistemas adutores, tem-se ainda nessa RH, o Sistema de Integração Eixão-Ocara.

2.2 Aspectos físicos

A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas engloba três domínios geológicos. O primeiro, mais antigo, é composto pelas rochas cristalinas (Pré-Cambriano), cujos principais litotipos são gnaisses e migmatitos

diversos, com eventuais jazimentos de metacalcários, quartzitos, anfibolitos, metabasitos e rochas gabros-dioríticas.

O segundo é formado pelas rochas sedimentares que compõem o Grupo Barreiras, depositadas no Neógeno, caracterizadas por uma extensa faixa granulométrica de sedimentos clásticos, desde argilitos e siltitos até conglomerados, tendo como litótipo mais frequente o arenito (arenito-argiloso, arenito-siltoso, etc.).

O terceiro domínio é constituído pelas coberturas recentes (Quaternário), caracterizadas por depósitos eólicos litorâneos, lacustres, flúvio-marinhos, estuarinos, aluvionares, coluvionares, entre outros (Funceme 2002).”

Os sedimentos eólicos litorâneos são constituídos por areias bem selecionadas de granulação fina a média, às vezes siltosas, do Sistema Dunas/Paleodunas e cascalhos, areias, silte e argilas, com ou sem matéria orgânica, formados em ambientes fluviais, lacustres e estuarinos recentes dos Depósitos Aluvionares e de Mangues (Ceará, 2009)

O relevo é consequente dos processos geotectônicos pretéritos, ocorridos nas rochas do embasamento cristalino, esculpidas pelo intemperismo e erosão ao longo do tempo, onde é possível distinguir compartimentos e subcompartimentos do modelado das paisagens em diferentes níveis topográficos (Unidades Morfoesculturais) na RHBM.

Estas morfoesculturas são de delimitações menores em relação as morfoestruturas, e com idades mais recentes. Estes modelados estão expressos no mapeamento geomorfológico da RHBM, exibindo a distribuição espacial e relacional entre as Unidades morfoestruturas e morfoesculturas. Das morfoesculturas é possível derivar, ainda, Padrões de Formas de Relevo.

Na RHBM, a compartimentação do relevo é representada pelas seguintes unidades geomorfológicas, da faixa costeira adentrando-se para o interior: Planície litorânea, Tabuleiros pré-litorâneos, Planícies fluviais, Depressão sertaneja e Maciços residuais (Funceme, 2002).

A área da planície litorânea corresponde a uma estreita faixa de terras, onde se destacam as feições geomorfológicas das praias que formam um depósito contínuo, alongado por toda a extensão da costa, as dunas móveis caracterizadas pela ausência de vegetação, ocorrendo mais próximas à linha de praia, e as dunas fixas, localizadas à retaguarda das dunas móveis. As planícies fluviomarinhas são caracterizadas pela ação conjunta de processos continentais e marinhos, criando ambientes formados pela deposição de sedimentos dominantemente argilosos e ricos em matéria orgânica, onde se desenvolve a vegetação de mangue, em ecossistêmica típico (manguezal).

Os tabuleiros pré-litorâneos, segunda maior unidade geomorfológica encontrada na RHBM, têm feição tabuliforme. Formam relevos tabulares, dissecados por vales alongados e de fundo chato com cotas altimétricas baixas e suave inclinação em direção ao mar.

São formados pelos sedimentos pertencentes ao Grupo Barreiras, e distribuem-se como uma faixa de largura variável acompanhando a linha de costa e, posteriormente, aos sedimentos eólicos antigos e atuais. Para o interior, repousa de modo discordante sobre o escudo cristalino das Depressões Sertanejas ou mesmo promovendo contato imediato com Maciços Residuais, sobretudo, alguns pré-litorâneos.

As planícies fluviais, no geral, são Áreas de Preservação Permanente (APP's), embora abriguem solos com elevada capacidade de exploração agrícola e boa disponibilidade hídrica. Sendo, pois, zonas de diferenciação geoambiental no contexto do semiárido quando se fala em condições edafológicas. Destacam-se na área, as planícies fluviais dos rios São Gonçalo, Ceará, Cocó, Pacoti, Choró e Pirangi e do riacho Catu.

A seguir, tem-se a Depressão Sertaneja que ocupa grande área da RH, correspondendo a uma superfície de aplainamento desenvolvida sobre as rochas cristalinas, com níveis altimétricos inferiores médios de 250 m, cuja morfologia é representada por extensas rampas que se inclinam suavemente em direção aos fundos de vales e ao litoral.

Nessa área também são encontrados os Maciços Residuais Cristalinos, imponentes relevos residuais de grandes dimensões e dispersos nas paisagens sertanejas, que atingem cotas que variam de 300 m às mais elevadas, entre altitudes variadas de 600 a 1.100 metros. Representam um conjunto de maciços montanhosos sobrelevados em meio ao piso regional de cotas baixas da Depressão Sertaneja, gerados por processos de erosão diferencial, estando sustentados por rochas graníticas e quartzíticas, em geral mais resistentes ao intemperismo e à erosão que o embasamento cristalino circundante nas superfícies aplainadas.

As serras do Estevão, de Baturité, de Maranguape e da Aratanha/Pacatuba, constituem maciços residuais cristalinos, tendo sido formadas a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes de constituição litológica menos resistente, caracterizando-se como importantes centros de dispersão de drenagem, portanto, com importante função hidroecológica.

Conforme Souza *et al*. (1979), nas serras de Baturité, de Maranguape e de Pacatuba, por estarem mais próximas à linha de costa, suas vertentes de barlavento se caracterizam geoecologicamente pelos brejos de altitude. Predomina na área o intemperismo químico e a formação de solos profundos areno-argilosos ou argilo-arenosos, bem drenados, revestidos por redutos de mata atlântica subperenifólia.

A unidade Serra de Baturité é encontrada desde o município de Canindé até Acarape e Barreira e, ao norte, até o município de Maranguape, estando posicionada ao sul da cidade de Fortaleza. Consiste em um imponente maciço montanhoso de formato alongado com direção aproximada SSW-NNE (Souza, 1988), com vertentes escarpadas tanto no flanco leste (encosta úmida, a barlavento), quanto no flanco oeste (encosta seca, a sotavento). A superfície de topo, com cotas em torno de 750 a 950m, encontra-se delimitada por afloramentos de quartzitos muito resistentes (Bétard *et al*., 2007), estando dissecada em colinas e morros. Ali podem ser encontradas elevações esporádicas, como o Pico Alto (1.112 metros), também sustentados por quartzitos.

Prevalece na área um clima úmido de brejo de altitude, revestido por mata atlântica e influenciado por chuvas orográficas, o que favorece a formação de solos bem desenvolvidos, profundos e bem drenados, em terrenos dissecados por uma rede de drenagem de alta densidade, sendo que a superfície se encontra inclinada para norte, tendo em vista um decréscimo gradual de altitude entre os municípios de Guaramiranga e Palmácia. (Rodriguez; Silva, 2002; Souza; Oliveira, 2006).

A unidade Serra do Juá-Maranguape-Aratanha, com disposição NE-SW, ocorre nos municípios de Maranguape, Guaiúba, Pacatuba, Maracanaú e Caucaia, apresentando oscilações climáticas úmidas e secas. Nos enclaves de matas úmidas, as condições hidroclimáticas são favoráveis aos solos férteis e produtivos, constituindo um ambiente de exceção.

Conforme Ab'Saber (1974), constituem-se verdadeiras "ilhas verdes" que recobrem as depressões interplanálticas e intermontanas semiáridas. A Serra de Maranguape apresenta-se como um pequeno dispersor de drenagem, que se orienta para o rio Ceará, a oeste, e para o rio Maranguapinho, a leste (Ceará, 2002). A impermeabilidade dos terrenos cristalinos, aliada ao acentuado grau de dissecação do relevo, reflete-se nas redes hidrográficas com padrões subdendríticos, eventualmente subparalelos e angulares, escavando vales em formas de "V".

A unidade Serra do Machado e das Matas, com direção predominantemente de amplo conjunto de alinhamentos serranos N- S, é encontrada em uma pequena área a oeste do município de Canindé, sudoeste da serra de Baturité. Configura-se um extenso divisor entre as bacias dos rios Acaraú e Curu. Suas altitudes atingem entre 550 e 1.000 metros com restrita zona planáltica alçada a cotas em torno de 600 a 700 metros, onde está situada a localidade de Itatira. Nessa paisagem acidentada observam-se vales aprofundados e vertentes íngremes e dissecadas, que se sobressaem entre 200 e 400 metros acima do piso regional da Depressão Sertaneja.

Geoecologicamente, estas áreas são caracterizadas como "serras secas". Na área predominam os processos de intemperismo físico e a formação de solos pouco profundos ou rasos, arenosos ou cascalhentos (Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos), com ocorrência de muitos blocos rochosos nas vertentes íngremes dos maciços residuais, recobertos por mata atlântica subcaducifólia, floresta estacional decídua (caducifólia) ou por caatinga arbórea (Pereira e Silva, 2005).

Solos e vegetação

Em linhas gerais, pode-se dizer que na RHBM são encontrados Afloramentos de Rochas, Dunas e as seguintes ordens de solo: Argissolo, Gleissolo, Luvissolo, Neossolo, Planossolo e Vertissolo, conforme dados obtidos através do Banco de Dados da CPRM (GEOBANK, 2014) e definições tipológicas obtidas em Embrapa (2018).

Os Argissolos são constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural, com argila de atividade baixa ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e, mais raramente, brunadas ou acinzentadas e de forte a moderadamente ácidos. São encontrados espalhados por quase toda a RH, exceto no leste e no extremo oeste. São representados pelos Argissolos Amarelo Distróficos, Amarelo Eutróficos, Vermelho-Amarelo Distróficos, Vermelho-Amarelo Eutróficos e Vermelho Eutrófico.

Os Gleissolos, caracterizados como solos mal ou muito mal drenados em condições naturais, são encontrados apenas nos estuários dos rios Ceará, Cocó, Pacoti e Pirangi. São representados pelo Gleissolo Sálico Sódico.

Os Luvissolos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos, moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos. Encontrados em grandes áreas ao sudoeste das bacias e nos municípios de Maranguape, Caucaia e Pentecoste, caracterizado pelo Luvissolo Crômico Órtico.

Os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem ou da influência dos demais fatores de formação (organismos, clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. Ocorrem espalhados por toda a RHBM, com uma grande área à oeste, nos municípios de Cascavel, Beberibe, Palhano, Fortim e Aracati. São representados pelos Neossolos Litólico Eutrófico, Quartzarênico Órtico, Rególito Distrófico e Flúvico “Ta” Eutrófico.

Os Planossolos ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada e até mesmo sob condições de clima semiárido. Encontram-se por todas a RH, principalmente na calha e margens dos principais cursos d’água. São representados pelos Planossolos Nátrico Sálico e Háplico Eutrófico.

Os Vertissolos são solos desenvolvidos normalmente em ambientes de bacias sedimentares ou a partir de sedimentos com predomínio de materiais de granulometria fina. São encontrados apenas em uma pequena área ao sul, nos municípios de Choró e Quixeramobim. É representado pelos Vertissolos Háplico Órtico (MAPA 7)

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

NG
NM -20,58°

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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

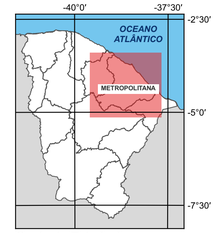
ESCALA:
1 : 350.000

10 0 10 20 30
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Sedes Municipais (IPECE, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

SISTEMA BRASILEIRO DE SOLOS (SiBCS, 2006)

1° nivel

- Água
- Cambissolos
- Dunas Móveis
- Gleissolos
- Latossolos
- Neossolos Quartizarênicos
- Neossolos Litólicos
- Neossolos Regolíticos
- Planossolos
- Vertissolos

ELABORAÇÃO:

FUNCAP
UFC
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Segundo Figueiredo (1997), a região costeira é uma das regiões fitoecológicas mais complexas e, no Ceará, observam-se nesta área espécies dos domínios fitogeográficos circundantes (Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica), e espécies típicas de vegetação praiana (restingas).



Açude Castro – Foto: Cogerh

Do cerrado e da caatinga observam-se os cerrados costeiros (áreas savânicas) e a mata de tabuleiro (floresta estacional semidecídua dos tabuleiros costeiros), e da restinga, os manguezais e os campos praianos.

Nos tabuleiros, em especial nas Falésias, pode-se verificar vegetação de porte arbustivo, composto por espécies típicas de caatinga, como as cactáceas. Nos campos de dunas encontra-se a vegetação psamófila.

São 12 (doze) os tipos de vegetação naturais encontrados nesta área, segundo dados de Ceará (2016) (MAPA 8). São eles:

- Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha Arbustiva: encontrada em todo o litoral, com exceção do litoral de Fortaleza e de Aquiraz;
- Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha Herbácea: presente no estuáRio do Rio Pirangi, no município de Fortim;
- Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre: ocorre às margens do Rio Pirangi, nos municípios de Beberibe e Fortim, e em uma área entre os municípios de Beberibe e Morada Nova;
- Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha Arbórea: identificada no estuário dos Rios Ceará, Cocó e Pacoti e na confluência entre o Córrego Grande e o Rio Choró;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Arborizada com Palmeiras: ocorre na região norte da RH;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Arborizada sem Palmeiras e sem Floresta-de-Galeria: presente nos municípios de Caucaia, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante;
- Contato Savana/Formações Pioneiras – Ecótono: encontrada nos municípios de Beberibe, próximo ao litoral;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) florestada: presente por grande área à leste da RH;

- Sanava-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Parque com Palmeiras: encontrada principalmente no norte das bacias, nos municípios de Caucaia, Maranguape, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Florestada sem Palmeiras: ocorre entre os municípios de Guaiúba, Maranguape e Maracanaú e entre os municípios de Caucaia, Maranguape e Maracanaú;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Parque: identificada em pequenas áreas ao longo dos Rios Choró e Pirangi, do Riacho Umburanas e em uma pequena área no município de Ocara;
- Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) Arborizada: encontrada em grande parte do sul, leste e oeste da RHBM.

A Savana-Estépica pertence ao Domínio das Caatingas, que atendem também pelos seguintes nomes: Caatinga do Cristalino, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta (Moro *et al.*, 2015); Caatinga Arbustiva Densa; Caatinga Arbustiva Aberta; Floresta Caducifólia Espinhosa (Iplance, 1997).

- Floresta Ombrófita Aberta (Fasciações da Floresta Tropical Pluvial) Submontana: encontra-se região da Serra de Baturité e nos seus arredores;

- Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia) Submontana: identificada ao norte de Canindé, em Aratuba e em Maranguape.

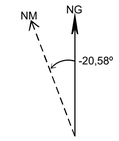
Além da vegetação natural, a RHBM possui ocupação pela agricultura, onde se observam tanto culturas permanentes, como culturas cíclicas, atividade pecuária, de áreas de pastagens e de influência urbana.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICADAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

COBERTURA VEGETAL



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitana s (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (Cogerh, 2020)
- Espelhos D'água (Funceme, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA
Classes de vegetação (IBGE, 2018)

FLORESTA OMBRÓFILA
- As - Floresta Ombrófila Aberta Submontana

SAVANA-ESTÉPICA
- Ta - Savana-Estépica Arborizada
- Tas - Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
- Td - Savana-Estépica Florestada
- TNt - Contato Savana-Estépica/Floresta Estacional - Ecótono
- STt - Contato Savana/Savana Estépica- Ecótono
- Tp - Savana-Estépica Arborizada com palmeiras

FORMAÇÃO PIONEIRA
- 1Dn - Dunas
- 2Pm - Contato (Ecótono e Encrave)

ÁREAS DE TENSÃO ECOLÓGICA
- Acc - Agricultura com Culturas Cíclicas
- Acp - Agricultura com Culturas Permanentes
- Ag - Agropecuária
- Ap - Pecuária (pastagens)
- Iu - Influência urbana

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC - Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh

Junho - 2023

2.3 Aspectos Demográficos e Socioeconômicos

A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas – RHBM intercepta 31 municípios do Ceará, conforme apresentado na descrição da RH (MAPA 9). Destes, três possuem área menor que 50% de seu território inserido nesta RH (Aracati, Paracuru e Russas), e não serão trabalhados neste Plano, mas sim no Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas onde possuem áreas representativas de seu território, tendo em vista que a condicionante referente às características fisiográficas é a determinante na delimitação das regiões.

As informações serão trabalhadas de forma que os dados disponíveis para caracterização das condições socioeconômicas permitam a análise de cada um dos municípios e também do conjunto de todos aqueles que compõem a RHBM. Assim, serão apresentados dados em relação a evolução e distribuição da população residente; a análise global do comportamento do Produto Interno Bruto (PIB) total e setorial, bem como do PIB *per capita* e de indicadores de desenvolvimento humano, como o índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), saneamento, indústrias dentre outros, além de indicadores sociais como educação e saúde também serão objetos dessa análise.

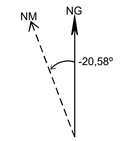
Dados do Censo Demográfico mostram intenso processo de urbanização da RHBM (Figura 2.1) ao longo dos anos. Observa-se que além do crescimento populacional houve um aumento da taxa de urbanização, uma vez que desde a década de 1970 há uma tendência para o aumento do contingente da população urbana, a qual em 1970 representava 62,4% da população da Região, passando para 89,9% em 2010.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

LIMITES MUNICIPAIS



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:





CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

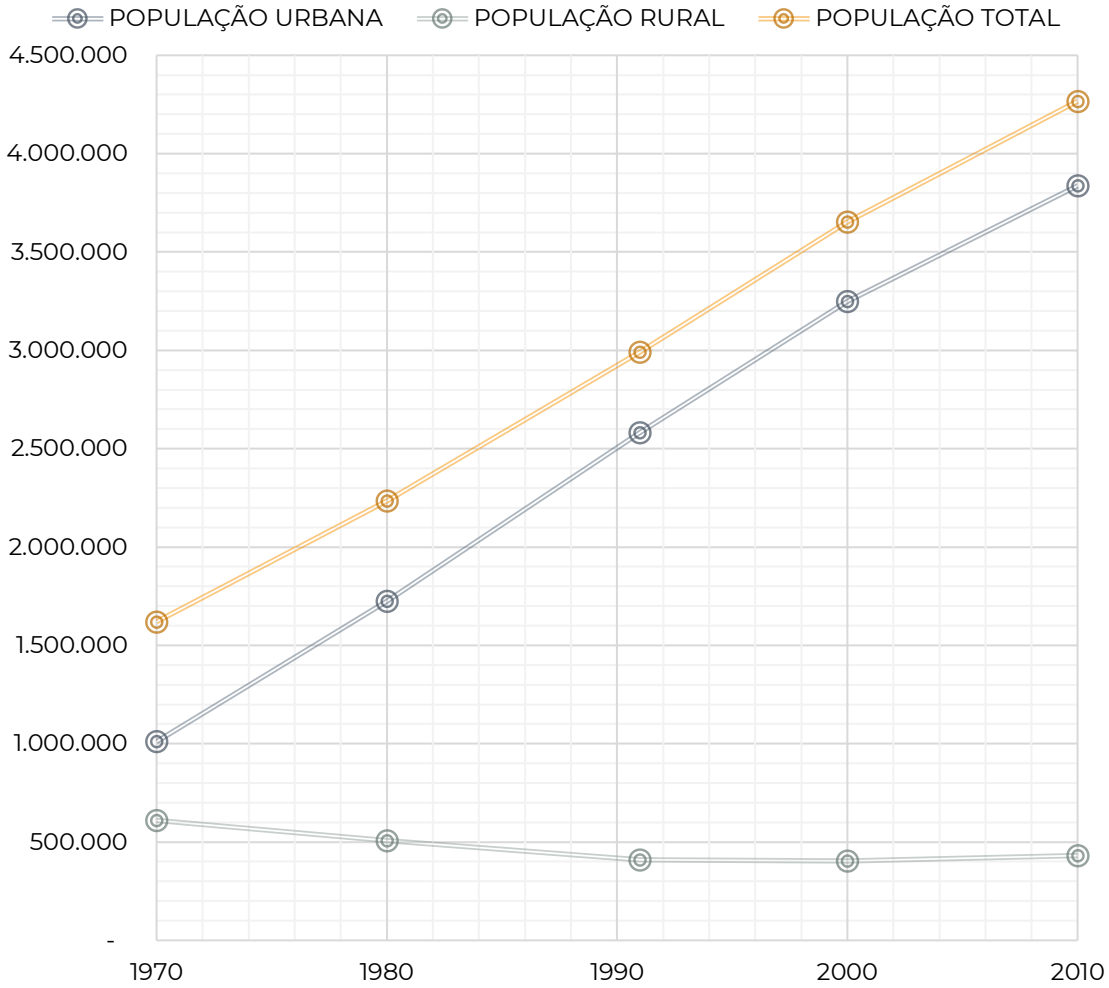
- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Figura 2.1 - Dados de População - Censos de 1970 -2010



Fonte: IBGE, 2010

Esta análise se consolida ao verificar o expressivo processo de urbanização em grande parte dos municípios, conforme indicado na Tabela 20, onde se verificam valores da Taxa Média Geométrica de incremento anual da população residente (Tabela 2.4), para a grande maioria dos municípios, indicando o decréscimo da população rural, especialmente Itaitinga.

O município de Fortaleza é o mais populoso, com quase 57% da população dessa Região Hidrográfica, seguido por Caucaia (7,6%) e Maracanaú (4,9%); esses três municípios contêm 69,5% da população, em 10,9% do seu território.

Tabela 2.4 - Características Demográficas da População

Municípios	População 2010			População estimada 2021	Taxa média geométrica de incremento anual da população residente (%) 2000-2010		
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Total
Acarape	7.982	7.356	15.338	15.140	1,29	2,23	1,72
Aquiraz	67.083	5.545	72.628	81.581	2,06	-0,43	1,85
Aracati	44.035	25.124	69.159	75.392	1,18	1,33	1,23
Aracoiaba	13.737	11.654	25.391	26.600	1,19	-0,17	0,54
Aratuba	3.769	7.760	11.529	11.759	5,74	-2,70	-0,69
Barreira	8.127	11.446	19.573	22.715	2,46	0,72	1,41
Baturité	24.437	8.884	33.321	36.127	1,60	-0,15	1,10
Beberibe	21.611	27.700	49.311	54.315	0,93	2,03	1,54
Canindé	46.875	27.598	74.473	77.484	1,71	-0,84	0,68
Capistrano	6.212	10.850	17.062	17.830	1,69	0,25	0,75
Cascavel	56.157	9.985	66.142	72.706	1,70	0,31	1,48
Caucaia	290.220	35.221	325.441	368.918	2,53	3,74	2,65
Choró	3.794	9.059	12.853	13.608	2,91	-0,10	0,69
Chorozinho	11.426	7.489	18.915	20.286	1,90	-2,08	0,11
Eusébio	46.033	-	46.033	55.035	3,87	-	3,87
Fortaleza	2.452.185	-	2.452.185	2.703.391	1,36	-	1,36
Fortim	9.608	5.209	14.817	16.776	1,10	4,19	2,08
Guaiúba	18.877	5.214	24.091	26.508	1,92	2,01	1,94
Guaramiranga	2.495	1.669	4.164	5.073	0,69	-6,82	-3,11
Horizonte	51.049	4.138	55.187	69.688	6,14	-3,10	5,03
Ibaretama	4.447	8.475	12.922	13.385	2,82	-0,81	0,28
Itaitinga	35.565	252	35.817	38.661	2,97	-21,03	2,06
Itapiúna	8.819	9.807	18.626	20.653	1,39	1,33	1,36
Maracanaú	207.623	1.434	209.057	230.986	1,49	9,73	1,52
Maranguape	86.309	27.252	113.561	131.677	2,83	1,77	2,57
Morada Nova	35.401	26.664	62.065	61.590	0,44	-1,35	-0,37
Mulungu	4.198	7.287	11.485	11.056	1,23	3,47	2,59
Ocara	7.605	16.402	24.007	25.958	1,78	0,76	1,07
Pacajus	50.675	11.163	61.838	74.145	3,98	1,34	3,45
Pacatuba	62.095	10.204	72.299	85.647	2,82	8,13	3,41
Pacoti	4.745	6.862	11.607	12.313	2,22	-0,37	0,60
Palhano	4.515	4.351	8.866	9.458	0,59	1,08	0,83
Palmácia	4.957	7.048	12.005	13.553	1,16	2,62	1,99
Paracuru	20.589	11.047	31.636	35.526	2,13	0,16	1,40
Pentecoste	21.394	14.006	35.400	38.045	1,08	0,45	0,83
Pindoretama	11.280	7.403	18.683	20.964	5,16	-0,94	2,25
Quixadá	57.485	23.119	80.604	88.899	2,06	0,15	1,47
Redenção	15.134	11.281	26.415	29.238	1,70	-0,78	0,55
São Gonçalo do Amarante	28.537	15.353	43.890	49.306	2,60	1,27	2,11

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

A distribuição dos núcleos urbanos da RHBM pode ser observada na Tabela 2.5, que mostra como esses núcleos estão distribuídos em seu território.

Tabela 2.5 - População dos núcleos urbanos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Municípios	Distritos com sede na RH	População 2010		
		Urbana	Rural	Total
Acarape	**Acarape** (sede)	7.982	7.356	15.338
Aquiraz	**Aquiraz** (sede)	25.377	-	25.377
	Camará	9.060	1.348	10.408
	Caponga da Bernarda	957	1.080	2.037
	Jacaúna	6.984	-	6.984
	João de Castro	5.927	-	5.927
	Justiniano de Serpa	5.318	3.117	8.435
	Patacas	4.625	-	4.625
	Tapera	8.835	-	8.835
Aracoiaba	**Aracoiaba** (sede)	8.505	3.444	11.949
	Ideal	1.078	3.415	4.493
	Jaguarão	730	353	1.083
	Jenipapeiro	352	676	1.028
	Lagoa de São João	413	605	1.018
	Milton Belo	538	1.854	2.392
	Pedra Branca	280	229	509
	Plácido Martins	426	424	850
	Vazantes	1.415	654	2.069
Aratuba	**Aratuba** (sede)	3.115	6.757	9.872
	Pai João	654	1.003	1.657
Barreira	**Barreira** (sede)	6.834	4.056	10.890
	Córrego	956	3.019	3.975
	Lagoa do Barro	98	1.840	1.938
	Lagoa Grande	239	2.531	2.770
Baturité	**Baturité** (sede)	23.476	6.923	30.399
	Boa Vista	304	869	1.173
	São Sebastião	657	1.092	1.749
Beberibe	**Beberibe** (sede)	12.654	7.215	19.869
	Forquilha	483	2.337	2.820
	Itapeim	244	1.799	2.043
	Parajuru	3.235	787	4.022
	Paripueira	779	5.426	6.205
	Serra do Félix	1.293	3.367	4.660
	Sucatinga	2.923	6.769	9.692
Canindé	Campos	30	2.052	2.082
	Esperança	76	762	838
	Iguaçu	275	1.173	1.448
	Targinos	480	3.064	3.544
Capistrano	**Capistrano** (sede)	6.212	10.850	17.062
Cascavel	**Cascavel** (sede)	36.418	782	37.200
	Caponga	12.100	-	12.100
	Cristais	451	78	529
	Guanacés	2.185	7.470	9.655
	Jacarecoara	4.485	-	4.485
Caucaia	Bom Princípio	1.196	2.061	3.257
	Catuana	1.878	7.214	9.092
	Caucaia (sede)	149.896	15.563	165.459
	Guararu	918	3.360	4.278
	Jurema	129.276	-	129.276
	Mirambé	2.609	2.467	5.076
	Sítios Novos	4.270	1.720	5.990
	Tucunduba	177	2.836	3.013
Choró	Barbada	60	1.755	1.815
	Caiçarinha	79	2.399	2.478

Municípios	Distritos com sede na RH	População 2010		
		Urbana	Rural	Total
	Choró (sede)	2.911	1.593	4.504
	Maravilha	269	1.529	1.798
	Monte Castelo	346	1.281	1.627
	Santa Rita	129	502	631
Chorozinho	Campestre	259	1.133	1.392
	Cedro	275	1.447	1.722
	Chorozinho (sede)	6.961	1.955	8.916
	Patos dos Liberatos	548	1.175	1.723
	Timbaúba dos Marinheiros	1.228	1.056	2.284
	Triângulo	2.155	723	2.878
Eusébio	Eusébio (sede)	46.033	-	46.033
Fortaleza	Antônio Bezerra	225.363	-	225.363
	Fortaleza (sede)	862.750	-	862.750
	Messejana	439.559	-	439.559
	Mondubim	606.965	-	606.965
	Parangaba	317.548	-	317.548
Fortim	Campestre	330	510	840
	Guajiru	769	199	968
Guaiúba	Água Verde	3.516	701	4.217
	Baú	1.552	486	2.038
	Dourado	581	143	724
	Guaiúba (sede)	10.869	1.218	12.087
	Itacima	1.427	2.260	3.687
	Núcleo Colonial Pio XII (São Gerônimo)	932	406	1.338
Guaramiranga	**Guaramiranga** (sede)	1.416	789	2.205
	Pernambuquinho	1.079	880	1.959
Horizonte	Aningas	314	1.628	1.942
	Dourados	919	1.440	2.359
	Horizonte (sede)	49.268	-	49.268
	Queimados	548	1.070	1.618
Ibaretama	**Ibaretama** (sede)	2.286	1.508	3.794
	Nova Vida	239	1.573	1.812
	Oiticica	487	1.362	1.849
	Pedra e Cal	580	2.051	2.631
	Pirangi	855	1.981	2.836
Itaitinga	Gererau	-	-	0
	Itaitinga (sede)	35.565	252	35.817
Itapiúna	Caio Prado	1.914	2.455	4.369
	Itans	555	1.503	2.058
	Itapiúna (sede)	5.202	3.847	9.049
	Palmatória	1.148	2.002	3.150
Maracanaú	**Maracanaú** (sede)	163.853	1.422	165.275
	Pajuçara	43.782	-	43.782
Maranguape	Amanari	3.650	3.384	7.034
	Antônio Marques	409	1.736	2.145
	Cachoeira	534	1.015	1.549
	Itapebussu	4.113	1.036	5.149
	Jubaia	1.457	727	2.184
	Ladeira Grande	264	2.074	2.338
	Lages	1.247	1.072	2.319
	Manoel Guedes	698	1.352	2.050
	Maranguape (sede)	59.636	2.964	62.600
	Papara	580	3.426	4.006
	Penedo	1.304	2.342	3.646
	São João do Amanari	1.644	331	1.975

Municípios	Distritos com sede na RH	População 2010		
		Urbana	Rural	Total
	Sapupara	7.344	886	8.230
	Tanques	635	2.605	3.240
	Umarizeiras	1.112	691	1.803
	Vertentes do Lagedo	144	305	449
Morada Nova	Aruaru	4.358	5.152	9.510
	Boa Água	546	2.363	2.909
Mulungu	**Mulungu** (sede)	4.198	7.287	11.485
Ocara	Arisco dos Marianos	159	1.049	1.208
	Curupira	431	8.162	8.593
	Novo Horizonte	650	644	1.294
	Ocara (sede)	4.351	1.757	6.108
	Sereno de Cima	1.325	2.460	3.785
	Serragem	689	2.330	3.019
Pacajus	Itaipaba	819	1.180	1.999
	Pacajus (sede)	49.346	8.090	57.436
	Pascoal	510	1.893	2.403
Pacatuba	Monguba	13.059	-	13.059
	Pacatuba (sede)	13.481	4.494	17.975
	Pavuna	8.236	5.710	13.946
	Senador Carlos Jereissati	27.319	-	27.319
Pacoti	Colina	138	2.662	2.800
	Fátima	69	1.403	1.472
	Pacoti (sede)	4.241	1.500	5.741
	Santa Ana	297	1.297	1.594
Palhano	**Palhano** (sede)	3.906	4.051	7.957
	São José	609	300	909
Palmácia	Gado	177	452	629
	Gados dos Rodrigues	230	447	677
	Palmácia (sede)	4.550	6.149	10.699
Pentecoste	Porfírio Sampaio	20	1.568	1.588
Pindoretama	Capim de Roça	590	1.521	2.111
	Caponguinha	44	1.561	1.605
	Ema	584	2.018	2.602
	Pindoretama (sede)	8.998	170	9.168
	Pratiús	1.064	2.133	3.197
Quixadá	Califórnia	865	564	1.429
	Dom Maurício	726	859	1.585
	Juá	802	594	1.396
	São Bernardo	528	638	1.166
	São João dos Queirozes	829	1.636	2.465
Redenção	Antônio Diogo	6.445	3.328	9.773
	Barra Nova	508	1.485	1.993
	Faísca	444	377	821
	Guassi	353	2.117	2.470
	Redenção (sede)	7.384	3.974	11.358
São Gonçalo do Amarante	Croatá	5.862	538	6.400
	Pecém	2.711	6.445	9.156
	São Gonçalo do Amarante (sede)	8.484	2.728	11.212
	Siupé	2.744	914	3.658
	Taíba	3.747	1.357	5.104
	Umarituba	1.302	126	1.428

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Nesta RH, segundo dados da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai) de 2023, tem-se uma Reserva Indígena (Taba dos Anacé), em São Gonçalo do Amarante, com uma área de 543 ha e três áreas tradicionalmente ocupadas: uma em Aquiraz (1.731 ha), onde se encontra a etnia Kanindé, uma em Pacatuba (1.728 ha) com a etnia Pitaguary, e uma em Caucaia com a etnia Tapeba.

Segundo dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) existem quatro áreas de quilombolas na RHBM: uma em Aquiraz, Lagoa do Ramo e Goiabeira, com 1.407,3 ha e 137 famílias; uma em Caucaia, Boqueirão da Arara, com 80 famílias em uma área de 718,6 ha; uma em Horizonte/Pacajus, onde estão 375 famílias em uma área de 588,3 ha e uma em Quixadá, Sítio Veiga, com área de 39 ha, onde se encontram 39 famílias. (Incra,2023)

O Produto Interno Bruto municipal (PIB Municipal), indicador que consolida as informações da atividade econômica dos municípios, tem como objetivo demonstrar a dinâmica e a performance econômica de cada município, a partir da consolidação de um conjunto de informações relativas a todos os segmentos produtivos. É disponibilizado a partir do Valor Adicionado Bruto (VAB) por atividade econômica e impostos, desconsiderando os subsídios. As atividades dizem respeito aos setores Agropecuária, Indústria e Serviços, destacando-se para este último a Administração, Saúde e Educação Públicas e a Seguridade Social, devido à relevância desse segmento na economia municipal.

Segundo Barreto *et al*. (2022), dentre as dez maiores participações para o ano de 2019, Fortaleza representa 41,21% do PIB do Ceará, Maracanaú veio logo em seguida com uma participação de 5,96%, e a terceira maior participação ficou com Caucaia, 4,23%.

Quanto às importações analisadas por Macrorregião de Planejamento, houve uma concentração na Região Metropolitana de Fortaleza, chegando a representar 95,31% em 2021. Do total de dezenove municípios da região, dezessete importaram em 2021, dentre os quais destacam-se entre os maiores: Fortaleza, São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Maracanaú, nessa ordem.

Fortaleza é o município com maior participação no PIB estadual, 39,04%, no entanto, tem perdido participação, o que caracteriza uma desconcentração da renda gerada no estado.

O segundo município com maior participação é Maracanaú, sendo um dos poucos municípios cearenses que possuem a atividade da Indústria de transformação dentre as mais importantes para a formação do seu PIB. Em seguida aparece Caucaia, como terceiro lugar em participação do PIB do estado e São Gonçalo do Amarante o sexto, destacando-se aí a produção de energia como a atividade que gera o maior valor adicionado no município, decorrente das termelétricas Pecém I e II, situadas no Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Em sétimo lugar no ano de 2020, com uma participação de 2,04%, o município do Aquiraz.

IPECE (2020) cita que analisando os grandes setores da economia, observa-se que Beberibe manteve a liderança *ranking* do setor agropecuário cearense em 2020, destacando-se como um dos maiores produtores de aves e ovos do Ceará. Em 2020 sua participação de 3,7% do valor total do setor, embora tendo sido a maior do estado, está abaixo da registrada em 2019, que foi de 4,63%. Beberibe é também um dos maiores produtores de camarão e um grande produtor de caju, dada suas características fitoclimáticas.

Na indústria, desde o ano de 2017, os municípios de Fortaleza, Maracanaú e São Gonçalo do Amarante se mantiveram como os três principais para manufatura estadual, São Gonçalo do Amarante e município mais

industrial no Ceará, cuja participação no VAB industrial, entre os anos de 2019 e 2020, aumentou em 1,52 p.p., passando para 64,51%. Essa importância expressiva da indústria na economia é diretamente associada ao desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). No município, o destaque continuou sendo a atividade de geração de energia elétrica. Ao lado de São Gonçalo do Amarante, encabeçaram a lista dos mais industrializados, em 2020, os municípios de Itarema e Horizonte. Nesses, a indústria respondeu, respectivamente, por 42,68% e 39,00% do VAB total gerado localmente.

A maioria dos municípios tem a maior participação de sua economia vinculada a atividade de Serviços, incluindo as atividades de Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas e Seguridade Social, isso é evidente para 149 municípios do estado e também para a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, conforme Tabela 2.6, onde se verificam os percentuais mais altos para este Setor.

Tabela 2.6 - Distribuição do PIB por setores

Municípios	PIB *per capta*	PIB (R$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Acarape	10.317,47	155.133,42	0,09	5,63	12,67	81,70
Aquiraz	42.147,15	3.411.179,42	2,04	3,35	35,84	60,81
Aracati	19.713,63	1.478.029,33	0,89	11,01	26,94	62,05
Aracoiaba	9.885,68	262.316,58	0,16	14,54	4,16	81,30
Aratuba	13.301,76	156.987,40	0,09	41,59	3,12	55,29
Barreira	9.089,71	205.182,03	0,12	11,70	7,24	81,06
Baturité	11.616,09	417.493,98	0,25	11,63	4,78	83,59
Beberibe	17.933,94	967.518,28	0,58	37,79	12,22	49,99
Canindé	12.879,01	994.826,14	0,60	6,97	9,69	83,34
Capistrano	10.611,27	188.732,03	0,11	23,97	3,48	72,55
Cascavel	13.215,06	954.550,10	0,57	14,03	11,15	74,82
Caucaia	19.873,31	7.257.970,71	4,35	1,00	30,56	68,43
Choró	12.734,33	172.741,16	0,10	8,18	4,77	87,05
Chorozinho	16.662,27	337.810,94	0,20	11,85	9,25	78,89
Eusébio	58.604,18	3.184.375,16	1,91	0,91	37,61	61,48
Fortaleza	24.253,93	65.160.893,26	39,04	0,19	13,75	86,06
Fortim	14.311,56	238.015,60	0,14	14,26	18,79	66,95
Guaiúba	8.231,80	216.414,01	0,13	12,50	5,36	82,14
Guaramiranga	14.182,54	72.784,77	0,04	13,79	4,91	81,30
Horizonte	25.074,33	1.718.318,55	1,03	6,43	39,00	54,57

Municípios	PIB *per capta*	PIB (R$ mil)	% sobre Estado	% Agropecuária	% Indústria	% Serviços
Ibaretama	9.285,37	124.136,11	0,07	15,40	4,29	80,31
Itaitinga	23.330,76	894.151,56	0,54	0,93	14,53	84,54
Itapiúna	7.944,20	163.015,03	0,10	18,06	3,48	78,46
Maracanaú	43.116,46	9.893.417,54	5,93	0,26	33,44	66,30
Maranguape	11.511,56	1.500.485,91	0,90	4,62	20,87	74,52
Morada Nova	18.928,48	1.168.606,48	0,70	17,57	26,42	56,00
Mulungu	11.284,98	123.468,94	0,07	30,50	3,89	65,60
Ocara	8.912,68	230.241,35	0,14	20,74	4,06	75,20
Pacajus	16.100,81	1.178.386,08	0,71	3,68	32,71	63,61
Pacatuba	13.059,07	1.104.196,87	0,66	2,03	27,14	70,84
Pacoti	11.105,20	136.460,67	0,08	29,92	3,72	66,35
Palhano	9.874,25	93.035,16	0,06	20,50	4,58	74,93
Palmácia	8.725,16	117.257,41	0,07	30,18	3,11	66,71
Paracuru	14.633,22	516.611,29	0,31	10,35	18,52	71,13
Pentecoste	12.798,17	485.050,70	0,29	14,16	19,29	66,55
Pindoretama	12.189,47	253.163,11	0,15	11,13	7,33	81,54
Quixadá	11.973,46	1.057.508,27	0,63	9,05	7,60	83,34
Redenção	13.216,42	385.205,89	0,23	23,79	8,46	67,75
São Gonçalo do Amarante	83.473,11	4.079.247,62	2,44	1,46	64,51	34,03

Fonte: Ipece, 2020.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) corresponde a um contraponto em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. O IDH é composto de dados relativos à expectativa de vida ao nascer, à educação e ao Produto Interno Bruto *per capita*- PIB *per capt*a, que possibilita conhecer a situação de diferentes localidades (países, regiões, estados e municípios) em dado período de tempo, ou em séries históricas, de modo a permitir um acompanhamento ao longo do tempo. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Brasil (PNUD Brasil) calcula o IDH-Municipal (IDHM) brasileiro, que nada mais é que um ajuste metodológico do IDH Global e segue as mesmas três dimensões: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1 e, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

O IDHM é obtido pela média aritmética simples de três subíndices: IDHM – Longevidade, obtido a partir da esperança de vida ao nascer; IDHM – Educação, resultado da combinação da porcentagem de adultos alfabetizados com taxa de matrícula nos ensinos elementar, médio e superior; IDHM – Renda, obtido a partir 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 IDHM são apresentados na Tabela 2.7 para os municípios, com dados do censo de 2010 (Ipece).

Tabela 2.7 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*
Acarape	0,606	109	0,56	70	0,71	184	0,56	91
Aquiraz	0,641	33	0,55	92	0,79	17	0,61	19
Aracati	0,655	20	0,62	18	0,74	146	0,61	20
Aracoiaba	0,615	87	0,56	82	0,76	106	0,55	105
Aratuba	0,622	65	0,59	44	0,78	51	0,53	141
Barreira	0,616	83	0,55	90	0,77	64	0,55	101
Baturité	0,619	74	0,55	96	0,75	127	0,57	52
Beberibe	0,638	36	0,57	60	0,78	34	0,59	34
Canindé	0,612	91	0,53	122	0,77	78	0,57	59
Capistrano	0,611	95	0,59	37	0,73	169	0,53	149
Cascavel	0,646	27	0,58	51	0,79	10	0,59	33
Caucaia	0,682	8	0,63	11	0,81	7	0,62	10
Choró	0,585	159	0,52	133	0,78	41	0,49	184
Chorozinho	0,604	122	0,52	135	0,74	148	0,57	60
Eusébio	0,701	4	0,62	20	0,79	9	0,70	2
Fortaleza	0,754	1	0,70	1	0,82	2	0,75	1
Fortim	0,624	61	0,59	43	0,73	163	0,56	80
Guaiúba	0,617	82	0,56	72	0,77	74	0,55	115
Guaramiranga	0,637	38	0,61	25	0,74	156	0,58	47
Horizonte	0,658	17	0,61	24	0,79	18	0,59	26
Ibaretama	0,577	169	0,49	167	0,76	108	0,52	166
Itaitinga	0,626	56	0,55	95	0,77	72	0,58	40
Itapiúna	0,604	124	0,54	104	0,78	52	0,53	155
Maracanaú	0,686	6	0,67	4	0,79	15	0,62	14
Maranguape	0,659	14	0,62	21	0,79	19	0,59	32
Morada Nova	0,610	102	0,53	127	0,76	111	0,57	62
Mulungu	0,607	108	0,53	115	0,76	105	0,55	103
Ocara	0,594	145	0,52	140	0,77	65	0,52	157
Pacajus	0,659	15	0,60	34	0,79	16	0,61	18

Municípios	Global		Educação		Longevidade		Renda	
	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*	Índice	*Ranking*
Pacatuba	0,675	11	0,65	5	0,78	24	0,61	21
Pacoti	0,635	42	0,58	50	0,77	59	0,57	58
Palhano	0,638	37	0,63	13	0,72	177	0,57	56
Palmácia	0,622	67	0,55	91	0,74	147	0,59	30
Paracuru	0,637	39	0,58	49	0,75	140	0,60	23
Pentecoste	0,629	50	0,60	28	0,73	162	0,56	79
Pindoretama	0,636	41	0,59	42	0,75	121	0,58	44
Quixadá	0,659	16	0,62	17	0,78	47	0,59	27
Redenção	0,626	58	0,58	53	0,75	135	0,57	65
São Gonçalo do Amarante	0,665	13	0,65	6	0,78	48	0,59	31

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)/ Ipece, 2020

Dentre os municípios da RHBM, dados de 2010 apontam que três apresentam valores de IDHM inferior a 0,599, representando um Baixo Desenvolvimento, são eles: Ibaretama, Choró e Ocara, reflexo principalmente das componentes Educação e Renda. Os demais municípios apresentam um IDHM variando no intervalo de 0,600 a 0,699, considerados como de Médio Desenvolvimento. Fortaleza e Eusébio apresentam IDHM superior a 0,699, indicando Alto Desenvolvimento.

Na RHBM destaca-se a Indústria de Transformação, conforme apresentado na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Quantidade de Empresas Industriais

Municípios	Empresas Industriais				
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	Total
Acarape	2	1	130	21	154
Aquiraz	11	37	639	14	701
Aracati	27	14	415	8	464
Aracoiaba	-	-	170	6	176
Aratuba	-	-	23	-	23
Barreira	-	-	416	2	418
Baturité	2	13	186	1	202
Canindé	6	46	245	12	309
Capistrano	-	4	49	1	54
Cascavel	2	8	500	8	518
Caucaia	29	88	2.959	2	3.078
Cedro	-	4	40	-	44
Choró	2	2	13	-	17
Chorozinho	-	1	234	2	237
Eusébio	10	120	751	9	890
Fortaleza	170	1.440	26.916	16	28.542
Fortim	5	7	74	4	90

Municípios	Empresas Industriais				
	Utilizada Pública	Construção Civil	Transformação	Extrativa Mineral	Total
Guaiúba	-	3	137	6	146
Guaramiranga	-	2	35	1	38
Horizonte	4	19	669	6	698
Itaitinga	2	19	436	15	472
Itapiúna	1	1	41	4	47
Maracanaú	26	100	2.546	8	2.680
Maranguape	3	33	960	3	999
Morada Nova	-	10	239	2	251
Mulungu	-	-	36		36
Ocara	7	2	99	3	111
Pacajus	7	24	749	2	782
Pacatuba	9	21	710	6	746
Pacoti	-	1	50		51
Palhano	-	-	52	2	54
Palmácia	-	1	33		34
Paracuru	4	10	214	6	234
Pentecoste	1	4	110	7	122
Pindoretama	-	5	196	1	202
Quixadá	17	41	389	2	449
Redenção	-	3	119	3	125
São Gonçalo do Amarante	20	27	230	6	283

Fonte: Sefaz, 2021.

Na RHBM existem 41 solicitações de pedidos de outorga para Produção Independente de Energia utilizando como fonte a radiação solar, as quais estão localizadas em Aquiraz, Caucaia, Ibaretama, Quixadá, Pentecoste e São Gonçalo do Amarante e 13 com construção ainda não iniciada, nos municípios de Aquiraz e São Gonçalo do Amarante. Existem na RH 39 usinas termoelétricas, uma desativada, em Maracanaú), 24 em operação e as demais aguardando o deferimento da outorga para Produção Independente de Energia usando combustível fóssil.

Tem-se, na área das RHBM, 17 Centrais Geradoras Eólicas, estando 11 em operação, em Beberibe, Fortim, Pindoretama e São Gonçalo do Amarante, conforme dados da Aneel de 2023 (MAPA 10).

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

SISTEMAS DE ENERGIAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

NG
NM -20,58°

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 : 320.000

0 10 20 30 40 50 60 km

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)
- Açudes Monitorados (COGERH, 2020)
- Usinas Fotovoltaicas (Sigel, Aneel 2019)
- Aerogeradores (Sigel, Aneel 2019)
- Usinas Termelétricas (Sigel, Aneel 2019)
- Usinas Eolioelétricas (Sigel, Aneel 2019)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP UFC COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Fevereiro - 2023

No que diz respeito à agricultura, as principais culturas permanentes produzidas na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas foram, para o ano de 2021, o coco-da-baía, a banana e a castanha de caju, em uma área de aproximadamente 130.600 hectares. Destaque para a produção de castanha de caju em Beberibe e de banana em Aratuba.

As culturas temporárias em destaque na Região são a cana-de-açúcar, a mandioca e o milho, cultivadas em uma área de 121.600 hectares, para essas culturas. Canindé foi o maior produtor de milho e feijão dessa Região Hidrográfica. (Tabela 2.9)

Tabela 2.9 - Lavouras temporárias e permanentes – 2021 Quantidade produzida (Toneladas)

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes					
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano - 2021					
	Cana-de-açúcar	Mandioca	Milho (em grão)	Coco-da-baía*	Banana (cacho)	Castanha de caju
Acarape	-	142	563	29	120	123
Aquiraz	14.000	4.344	216	11.690	34	319
Aracati	227	5.034	267	4.041	1.280	2.667
Aracoiaba	905	889	2.780	192	184	887
Aratuba	3.225	-	791	-	6.166	2
Barreira	71	546	869	37	43	4.976
Baturité	2.711	197	4.623	-	3.797	22
Beberibe	12.105	7.710	127	20.216	36	6.025
Canindé	428	119	2.277	209	67	19
Capistrano	-	-	1.577	-	5.858	28
Cascavel	48.269	5.672	130	13.669	223	2.764
Caucaia	422	6.484	540	1.056	1.479	271
Chorozinho	405	740	120	61	-	2.971
Choró	-	55	660	14	30	2
Eusébio	-	104	7	176	5	1
Fortaleza	-	-	-	31	-	1
Fortim	-	2.232	41	2.095	-	1.919
Guaiúba	647	277	167	560	1.566	2
Guaramiranga	-	29	78	-	1.195	-
Horizonte	2.665	3.100	72	1.496	-	510
Ibaretama	-	64	600	8	-	163
Itaitinga	140	1.536	150	270	98	34
Itapiúna	277	1.856	1.060	-		77
Maracanaú	33	353	403	41	71	3
Maranguape	2.034	228	495	78	2.139	6
Morada Nova	-	550	3.900	135	1.099	527
Mulungu	658	-	636	-	4.614	2
Ocara	265	1.933	3.487	18	26	3.486
Pacajus	154	5.575	150	16		1.585
Pacatuba	39	287	45	91	3.279	3
Pacoti	358	-	663	-	5.444	1

Município	Produto das lavouras temporárias e permanentes					
	Variável - Quantidade produzida (Toneladas) Ano - 2021					
	Cana-de-açúcar	Mandioca	Milho (em grão)	Coco-da-baía*	Banana (cacho)	Castanha de caju
Palhano	-	28.704	325	-		427
Palmácia	779	-	411	-	4.539	1
Paracuru	8.000	3.150	83	7.952	149	97
Pentecoste		348	1.387	2.077	1.395	12
Pindoretama	6.000	2.340	36	315		70
Quixadá		108	1.560	88	49	200
Redenção	4.009	208	1.215	44	18.714	340
Russas		2.067	380	6.280	11.160	236
São Gonçalo do Amarante	566	3.394	260	1.543	53	156
TOTAL	109.392	90.375	33.151	74.528	74.912	30.935

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2021

Tratando-se da extração vegetal, verifica-se na RHBM a predominância da extração de madeira, lenha e carvão vegetal, segundo dados do IBGE (2021) para Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, conforme Tabela 2.10.

Tabela 2.10 - Produção dos Principais Produtos da Extração Vegetal e da Silvicultura

Município	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Carvão vegetal (t)	Carnaúba (pó) (t)
Acarape	5.007	-	4	
Aquiraz	-	-	-	13
Aracati	396	-	-	326
Aracoiaba	36.000	-	25	24
Aratuba	480	-	0	-
Barreira	16.274	120	2	-
Baturité	5.301	-	23	-
Beberibe	7.176	892	-	217
Canindé	240.456	584	1.920	148
Capistrano	3.700	-	2	2
Cascavel	7.183	-	-	237
Caucaia	30.720	155	-	41
Choró	9.750	150	6	6
Chorozinho	11.610	-	8	2
Eusébio	v	-	-	-
Fortaleza		-	-	-
Fortim		-	-	17
Guaiúba	583	-	-	-
Guaramiranga	-	-	-	-
Horizonte	-	-	-	-
Ibaretama	7.420	650	24	7
Itaitinga	-	-	-	-
Itapiúna	17.500	-	2	14
Maracanaú	20			
Maranguape	15.400			
Morada Nova	29.143	8.912	17	23

Município	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Carvão vegetal (t)	Carnaúba (pó) (t)
Mulungu	3.000		1	2
Ocara	11.700	429	2	2
Pacajus	2.130	-	-	-
Pacatuba	825	-	-	-
Pacoti	245	-	1	
Palhano		-	-	63
Palmácia	1.100	-	3	-
Paracuru	4.527	-	1	-
Pentecoste	12.657	-	87	1
Pindoretama		-	-	-
Quixadá	16.850	2.850	10	4
Redenção	13.338	-	17	-
Russas	10.194	1.570	-	124
São Gonçalo do Amarante	15.086	-	6	36
TOTAL	**535.771**	**16.312**	**2.161**	**1.309**

Fonte: IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2021

A estrutura fundiária nos municípios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Tabela 2.11) reflete a realidade vigente no país, em que ocorrem grandes distorções quanto à distribuição e uso da terra. Especialmente no Nordeste observa-se um grande número de minifúndios, contrastando com poucos imóveis de grandes dimensões de terras. Os minifúndios, pequenas propriedades e os imóveis rurais não classificados correspondem a cerca de 90% da estrutura fundiária.

Tabela 2.11 - Número de imóveis rurais e área ocupada – 2005

Município	Dados do Imóvel	Grande propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificado	TOTAL
Acarape	Área (ha)	549	3.915	2.450	1.316	-	8.230
	Quantidade	1	17	43	105	5	171
Aquiraz	Área (ha)	8.366	6.542	4.369	1.896	11	21.184
	Quantidade	29	94	216	623	10	972
Aracati	Área (ha)	56.998	15.462	20.359	17.411	784	111.012
	Quantidade	17	54	250	2.082	21	2.424
Aracoiaba	Área (ha)	8.938	16.554	17.605	7.963	-	51.060
	Quantidade	10	64	234	495	12	815
Aratuba	Área (ha)	353	2.054	3.771	2.064	6	8.249
	Quantidade	1	18	99	307	12	437
Barreira	Área (ha)	3.166	3.644	5.787	5.896	16	18.510
	Quantidade	4	15	98	756	6	879
Baturité	Área (ha)	1.381	6.726	10.963	6.334	1	25.405
	Quantidade	2	25	143	663	9	842
Beberibe	Área (ha)	37.227	21.288	17.300	10.862	5	86.682
	Quantidade	37	105	323	1.335	21	1.821
Canindé	Área (ha)	109.015	62.954	56.090	17.865	695	246.618
	Quantidade	59	178	616	730	37	1.620
Capistrano	Área (ha)	840	4.377	6.890	5.192	-	17.299
	Quantidade	1	13	93	300	3	410

Município	Dados do Imóvel	Grande propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificado	TOTAL
Cascavel	Área (ha)	38.781	10.644	10.307	7.306	97	67.136
	Quantidade	27	51	205	840	17	1.140
Caucaia	Área (ha)	50.853	19.046	12.033	4.467	512	86.911
	Quantidade	84	174	396	1.153	26	1.833
Choró	Área (ha)	9.857	8.764	4.685	1.649	-	24.955
	Quantidade	6	25	47	69	-	147
Chorozinho	Área (ha)	19.380	3.602	3.680	1.653	-	28.315
	Quantidade	16	32	111	282	1	442
Eusébio	Área (ha)	166	232	377	243	-	1.018
	Quantidade	1	3	18	77	2	101
Fortaleza	Área (ha)	1.340	408	251	106	-	2.105
	Quantidade	7	12	27	48	2	96
Fortim	Área (ha)	5.448	2.010	2.377	2.095	-	11.930
	Quantidade	5	7	26	308	2	348
Guaiúba	Área (ha)	5.961	5.815	2.203	230	-	14.209
	Quantidade	16	50	60	31	5	162
Guaramiranga	Área (ha)	375	1.540	1.878	706	4	4.503
	Quantidade	1	10	48	128	7	194
Horizonte	Área (ha)	1.967	1.310	1.693	670	-	5.639
	Quantidade	4	15	53	123	2	197
Ibaretama	Área (ha)	21.494	18.500	22.435	10.234	-	72.662
	Quantidade	19	51	231	534	11	846
Itaitinga	Área (ha)	-	688	183	147	-	1.018
	Quantidade	-	5	7	30	-	42
Itapiúna	Área (ha)	8.793	14.228	16.669	5.446	-	45.136
	Quantidade	9	46	200	227	4	486
Maracanaú	Área (ha)	780	1.004	533	288	-	2.605
	Quantidade	1	8	15	70	1	95
Maranguape	Área (ha)	13.290	10.779	6.255	1.324	341	31.990
	Quantidade	27	95	204	200	14	540
Morada Nova	Área (ha)	33.748	43.131	55.956	30.042	2	162.879
	Quantidade	26	114	726	1.480	56	2.402
Mulungu	Área (ha)	488	2.695	3.830	2.567	32	9.613
	Quantidade	1	23	109	503	14	650
Ocara	Área (ha)	19.345	12.377	11.759	10.428	7	53.916
	Quantidade	12	45	164	918	5	1.144
Pacajus	Área (ha)	4.815	3.411	2.112	1.537	-	11.876
	Quantidade	3	27	68	330	8	436
Pacatuba	Área (ha)	3.594	3.181	1.700	670	9	9.154
	Quantidade	7	29	52	132	5	225
Pacoti	Área (ha)	391	2.737	3.453	1.632	421	8.633
	Quantidade	1	21	92	251	11	376
Palhano	Área (ha)	9.299	4.497	5.202	8.844	476	28.318
	Quantidade	4	12	56	630	13	715
Palmácia	Área (ha)	2.515	2.737	2.027	1.342	40	8.661
	Quantidade	3	21	59	214	5	302
Paracuru	Área (ha)	3.715	7.562	5.354	6.074	2	22.706
	Quantidade	3	23	67	936	14	1.043
Pentecoste	Área (ha)	37.262	27.997	26.913	11.171	-	103.343
	Quantidade	18	77	278	578	21	972
Pindoretama	Área (ha)	-	1.322	1.674	1.460	-	4.456
	Quantidade	-	8	33	224	3	268
Quixadá	Área (ha)	56.153	60.443	56.920	23.206	138	196.860
	Quantidade	43	163	591	1.141	41	1.979
Redenção	Área (ha)	1.031	5.931	9.323	5.813	1.130	23.228
	Quantidade	1	28	143	556	38	766
Russas	Área (ha)	36.819	25.090	18.801	19.244	11	99.965

Município	Dados do Imóvel	Grande propriedade	Média propriedade	Pequena propriedade	Minifúndio	Não classificado	TOTAL
São Gonçalo do Amarante	Quantidade	15	62	195	1.959	43	2.274
	Área (ha)	20.939	21.433	13.286	5.992	24	61.674
	Quantidade	11	60	141	467	18	697

Fonte: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2005

As informações quantitativas do efetivo de rebanhos, do tipo e da produção animal nessa RH são mostradas na Tabela 2.12. Destaca-se a produção de galináceos e a criação de ovinos e bovinos.

Tabela 2.12 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho – Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)

Município	Tipo de rebanho						
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos
Acarape	1.200	-	199	510	195	425	22.408
Aquiraz	9.850	36	1.112	18.762	958	6.281	1.412.047
Aracati	7.155	-	605	4.425	6.517	15.874	51.708
Aracoiaba	10.852	-	735	2.707	1.759	4.100	980.000
Aratuba	1.245	-	36	1.626	327	895	24.079
Barreira	3.829	-	550	1.241	425	1.200	256.000
Baturité	1.560	-	165	1.200	690	1.050	30.480
Beberibe	10.823	82	1.146	7.055	4.903	17.566	3.465.607
Canindé	22.075	-	1.929	29.872	21.910	57.596	97.981
Capistrano	2.956	6	157	1.422	760	1.778	14.793
Cascavel	6.568	-	751	5.664	2.287	9.765	1.718.954
Caucaia	19.390	88	1.728	12.600	3.576	11.600	407.736
Choró	9.025	-	723	3.150	8.065	15.420	49.152
Chorozinho	2.467	-	355	825	600	1.100	389.225
Eusébio	959	-	246	365	378	829	393.885
Fortaleza	828	-	147	536	85	90	2.205
Fortim	1.196	-	122	1.127	1.109	3.438	14.145
Guaiúba	4.605	42	305	11.336	2.071	4.293	242.984
Guaramiranga	240	-	20	120	128	-	5.842
Horizonte	4.220	-	376	4.940	828	4.148	2.800.207
Ibaretama	13.985	-	974	4.098	8.013	21.123	194.230
Itaitinga	2.023	30	391	4.203	1.140	2.053	36.304
Itapiúna	9.589	-	508	2.100	3.500	7.000	33.667
Maracanaú	1.470	-	420	2.248	1.026	953	674.100
Maranguape	16.079	14	1.711	14.659	5.835	18.580	900.400
Morada Nova	90.940	9	5.273	36.880	32.436	70.111	103.167
Mulungu	710	-	102	1.012	507	180	15.037
Ocara	10.118	7	1.119	4.070	1.156	6.032	103.802
Pacajus	5.369	24	696	4.300	441	3.190	948.307
Pacatuba	2.364	-	319	3.397	782	2.597	126.592
Pacoti	980	-	72	728	300	330	19.400
Palhano	3.517	-	298	3.610	6.065	8.798	20.905
Palmácia	3.105	-	140	780	432	761	57.503
Paracuru	3.725	482	244	1.810	382	2.546	880.813
Pentecoste	16.960	232	1.056	11.513	18.356	24.030	49.980
Pindoretama	2.997	-	423	1.504	865	1.788	777.951
Quixadá	42.512	18	2.945	6.742	14.985	44.952	3.652.365

Município	Tipo de rebanho						
	Bovino	**Bubalino**	**Equino**	**Suíno**	**Caprino**	**Ovino**	**Galináceos**
Redenção	2.125	6	284	8.150	650	680	45.000
Russas	23.541	-	1.177	10.115	20.128	42.600	44.684
São Gonçalo do Amarante	5.980	-	845	13.984	2.649	4.772	538.076
TOTAL	**379.132**	**1.076**	**30.404**	**245.386**	**177.219**	**420.524**	**21.601.721**

Fonte: IBGE- Pesquisa da Pecuária Municipal, 2021.

Em 2021, segundo dados da Pesquisa de Pecuária Municipal (IBGE, 2021), a produção de camarão na RHBM foi de 14.850,72 toneladas, com destaque para os municípios de Aracati (8.699,57 t), Beberibe (3.299,22 t), Fortim (1.426,60 t) e Morada Nova (555,28 t). Larvas e pós-larvas de camarão tiveram também bastante representatividade em 2021, com a produção de 3.942.875 milheiros, sendo Aracati e Beberibe os responsáveis por esses números.

Além do camarão, destaque se dá à produção de tilápia, com 952,26 t em 2021, sendo os maiores produtores Aracoiaba (234,3t) e Guaiúba (107,0 t).

Na RHBM foram produzidas 538 t de mel, especialmente nos municípios Chorozinho (69,0 t), Pacajus (65,8 t) e Morada Nova (63,0 t).

Outra informação importante para a socioeconomia diz respeito à infraestrutura hídrica, água para abastecimento humano e esgotamento sanitário. Segundo dados dos prestadores que responderam o SNIS (2021), a parcela da população urbana efetivamente atendida por rede de abastecimento de água em relação à população urbana residente, varia de 28,77% em Ibaretama a 99,91% em Morada Nova, no ano referência de 2021 (Tabela 2.13).

Já os dados referentes à situação da parcela da população urbana que foi efetivamente atendida por rede coletora de esgoto (com ou sem tratamento), em relação à população urbana residente do município com abastecimento de água, para o mesmo ano, deixou de ser repassado para o SNIS, por sete municípios. Cabe ressaltar que os municípios têm a responsabilidade de alimentar o banco de

informações do SNIS. Destaque se dá para Itapiúna e Pentecoste, por apresentarem maior percentual da população atendida, enquanto os demais apresentam índices baixos.

Tabela 2.13 - 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)
	2022	2021	2020
Acarape	94,42	65,43	21,06
Aquiraz	99,00	29,89	16,23
Aracati	98,29	70,60	21,45
Aracoiaba	99,30	63,67	-
Aratuba	98,84	67,33	22,53
Barreira	99,97	56,34	12,07
Baturité	98,83	75,47	2,28
Beberibe	90,08	30,67	17,01
Canindé	-	99,96	32,42
Capistrano	84,59	65,00	38,70
Cascavel	99,27	55,03	2,87
Caucaia	96,62	69,72	40,8
Choró	99,38	56,61	-
Chorozinho	99,52	51,21	-
Eusébio	95,38	67,87	14,12
Fortaleza	99,31	69,72	55,95
Fortim	98,37	56,78	-
Guaiúba	100,0	55,32	9,45
Guaramiranga	90,43	43,55	29,61
Horizonte	97,10	56,84	8,38
Ibaretama	92,69	28,77	-
Itaitinga	99,09	72,95	1,15
Itapiúna	99,13	71,47	100,00
Maracanaú	97,87	60,39	32,87
Maranguape	99,34	67,87	11,91
Morada Nova	98,02*	99,91	3,99
Mulungu	97,37	75,38	11,38
Ocara	96,29	52,67	8,96
Pacajus	99,60	52,66	2,74
Pacatuba	97,89	71,07	47,08
Pacoti	99,01	61,12	56,93
Palhano	97,59	67,69	5,40
Palmácia	99,78	75,96	20,09
Paracuru	88,18	36,31	17,57
Pentecoste	99,18	75,00	99,23
Pindoretama		81,10	-
Quixadá	98,33	70,66	22,03
Redenção	100,00	72,07	3,15
São Gonçalo do Amarante	95,89	40,10	38,70

Fonte: Cagece, 2022; SNIS, 2021; *SDA, 2019.

No âmbito do Programa Água Doce, cujo objetivo é a instalação de sistemas de dessalinização em comunidades rurais difusas, que

apresentam dificuldade de dispor de outras alternativas de fontes hídricas para o abastecimento humano, observa-se que 1.591 famílias são beneficiadas na RHBM, especificamente nos municípios de Aracoiaba, Barreira, Choró, Chorozinho, Ibaretama, Itapiúna e Ocara.

A construção de cisternas com recursos de diversas fontes do governo federal, sob a coordenação da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e da Articulação do Semiárido (ASA), beneficiou comunidades da maioria dos municípios da RHBM, totalizando 25.132 cisternas (12.148 – SDA e 12.984 ASA), das quais 27 são de reuso, além das cisternas tem-se 42 barragens subterrâneas. (Pacto pelo Saneamento Básico, 2020).

Também, a construção de sistemas de abastecimento de água e de chafarizes, com outros recursos de diversas fontes federais, possibilitaram a execução de 410 chafarizes, dos quais 397 se encontram em execução, atendendo cerca de 4.670 famílias na RH, conforme o documento do Pacto pelo Saneamento (Alece, 2020).

O Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) possibilitou o acesso à água para 173 localidades de 21 municípios: Acarape, Aquiraz, Aracoiaba, Barreira, Baturité, Beberibe, Capistrano, Cascavel, Caucaia, Choró, Guaiúba, Horizonte, Ibaretama, Itapiúna, Maranguape, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção.

No estado do Ceará, para atender à legislação de resíduos sólidos, tem-se trabalhado por meio da constituição legal de 21 consórcios públicos, contemplando 163 municípios, cuja finalidade é realiza o manejo dos resíduos sólidos.

Na RHBM foram criados os Consórcios: Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Comares), o Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Do Sertão Central Ibaretama (Conserce), o da Associação Pública dos Municípios do Maciço de Baturité para o

Saneamento Ambiental (AMSA) e o Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Metropolitana B (CPMRS/RMB), os quais são acompanhados pela Secretaria das Cidades (Tabela 2.14).

A Região Metropolitana foi dividida em duas áreas, A e B, a primeira ainda não possui consórcio e, a área B só possui consórcio para os municípios de Chorozinho, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Ocara e Pacajus.

Tabela 2.14 - Gestão de Resíduos Sólidos

Municípios	Planos regionais de gestão de resíduos sólidos consórcios públicos de gestão de resíduos sólidos	Planos regionais de gestão de resíduos sólidos consórcios públicos de gestão de resíduos sólidos
Acarape	MACIÇO DE BATURITÉ	Consórcio Associação Pública dos Municípios do Maciço de Baturité para o Saneamento Ambiental (AMSA)
Aracoiaba		
Aratuba		
Barreira		
Baturité		
Capistrano		
Guaramiranga		
Itapiúna		
Mulungu		
Pacoti		
Palmácia		
Redenção		
Beberibe	LITORAL LESTE	Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Comares
Cascavel		
Pindoretama		
Choró	SERTÃO CENTRAL	Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região do Sertão Central - CONSERCE
Ibaretama		
Chorozinho	Região Metropolitana de Fortaleza-RMF B	Consórcio Público de Manejo dos Resíduos Sólidos da Região Metropolitana B CPMRS/ RMB
Guaiúba		
Horizonte		
Itaitinga		
Ocara		
Pacajus		
Maracanaú	Região Metropolitana de Fortaleza-RMF B	SEM CONSÓRCIO
Maranguape		
Pacatuba		
Aquiraz	Região Metropolitana de Fortaleza-RMF A	SEM CONSÓRCIO
Caucaia		
Eusébio		
Fortaleza		
São Gonçalo do Amarante		

Fonte: Alece, 2020

Além dessas informações, o Índice Municipal de Alerta (IMA) é apresentado na Tabela 2.15, eferente aos municípios da Região

Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. O IMA é considerado uma importante ferramenta de identificação dos municípios, que potencialmente podem ser mais afetados pelas intempéries climáticas e pela falta de recursos hídricos adequados para atender às necessidades da população local (Ipece, 2020), visto que possibilita a avaliação da vulnerabilidade no que diz respeito às questões climatológicas, agrícolas e de assistência social, de forma integrada.

Tabela 2.15 - Índice Municipal de Alerta

Município	IMA 2022	*Ranking* IMA 2022 no Estado
Acarape	0,589	148
Aquiraz	0,524	171
Aracati	0,619	130
Aracoiaba	0,663	88
Aratuba	0,562	158
Barreira	0,596	145
Baturité	0,640	116
Beberibe	0,612	135
Canindé	0,726	27
Capistrano	0,676	78
Cascavel	0,529	170
Caucaia	0,615	132
Choró	0,694	56
Chorozinho	0,538	167
Eusébio	0,460	179
Fortaleza	0,394	183
Fortim	0,611	136
Guaiúba	0,488	176
Guaramiranga	0,482	177
Horizonte	0,574	153
Ibaretama	0,582	150
Itaitinga	0,522	172
Itapiúna	0,619	129
Maracanaú	0,508	174
Maranguape	0,546	163
Morada Nova	0,649	101
Mulungu	0,547	162
Ocara	0,544	164
Pacajus	0,565	157
Pacatuba	0,597	144
Pacoti	0,552	161
Palhano	0,696	53
Palmácia	0,467	178
Paracuru	0,639	117
Pentecoste	0,679	75
Pindoretama	0,606	139
Quixadá	0,732	25
Redenção	0,555	160
São Gonçalo do Amarante	0,606	137

Fonte: IPECE, 2022

Segundo as classes de IMA, para 2022, verifica-se um total de 18 municípios com Baixa Vulnerabilidade (valores inferiores a 0,5797), 20 municípios com Média Vulnerabilidade (valores entre 0,5797 e 0,6657) e seis municípios com Média-Alta Vulnerabilidade (valores entre 0,6657 e 0,7517), sendo eles: Capistrano, Pentecoste, Choró, Palhano, Canindé e Quixadá.

2.4 Clima

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

O clima da RHBM, segundo a classificação de Köppen, em estudo realizado por Muniz *et al*. (2017) para o estado do Ceará apresenta duas classificações, a o Semiárido quente (Bsh) e o Tropical de savana (As),

O clima Tropical de savana (As) ocorre na maior parte da RHBM. Caracteriza-se por ser quente e úmido, com duas estações bem definidas: o verão (chuvoso) e o inverno (seco), apresentando temperatura média do mês mais frio nunca é inferior a 18°C.

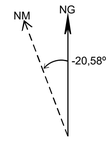
Conforme Embrapa Clima, o clima Semiárido quente (Bsh), presente em uma pequena área ao sudoeste da RHBM, é caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, baixa nebulosidade, forte insolação, índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas (por volta de 27°C). A umidade relativa do ar é normalmente baixa, e as poucas chuvas, de 250 mm a 750 mm por ano, concentram-se num espaço curto de tempo, provocando chuvas torrenciais. Mesmo durante a época das chuvas (fevereiro a maio), sua distribuição é irregular, deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas (MAPA 11).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

CLIMA



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)

LEGENDA

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

- Aw - Clima tropical com estação seca no inverno
- BSh - Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh

Junho - 2023

2.4.1 Dados Climatológicos

Para a caracterização climatológica da RHBM foram utilizados os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa, evaporação, insolação e nebulosidade das Normais Climatológicas do Brasil, registradas no período de 1991-2020 em três áreas características: litoral, serra e sertão.

Assim, utilizaram-se os dados da Estação Fortaleza (82397), localizada no município homônimo, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 03°48' S, longitude de 38°31' W, e a altitude é de 26,45 metros; da Estação Guaramiranga (82487), localizada no município de Guaramiranga, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 04°16' S, longitude de 39°00’ W e altitude 870,67 metros e da Estação Morada Nova (82588), localizada no município de Morada Nova, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 05°06' S, longitude de 38°21’ W e altitude 43,62 metros.

- **Temperatura**

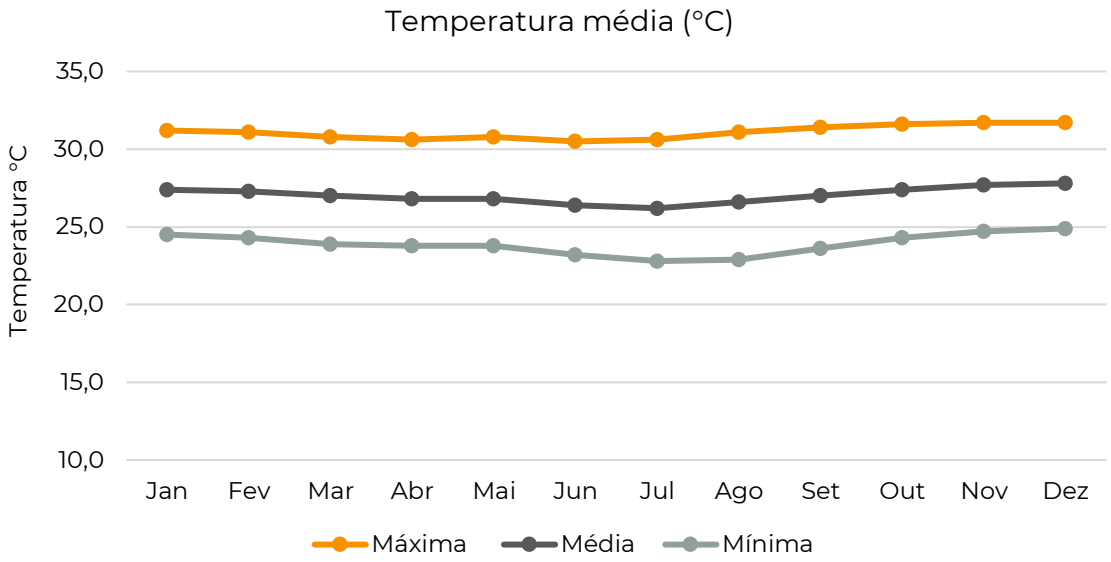
As temperaturas na RHBM são caracterizadas por média anual em torno de 26,7° C. Os maiores valores das médias das temperaturas máximas ocorrem nos meses de setembro a dezembro, com a média das máximas no período de 1991 a 2020 atingindo o maior valor (35,0°C), no mês de novembro. E as temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de junho e julho, com a médias das temperaturas mínimas atingindo o menor valor (26,5°C) nos meses de junho e julho. Nas Tabelas 2.16, 2.17 e 2.18 e nas Figuras 2.2, 2.3 e 2.4, são apresentadas as médias dos valores de temperaturas médias, máximas e mínimas nas estações Fortaleza (82397), Guaramiranga (82487) e Morada Nova (82588), respectivamente.

Tabela 2.16 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Fortaleza

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	31,2	31,1	30,8	30,6	30,8	30,5	30,6	31,1	31,4	31,6	31,7	31,7	31,1
Média	27,4	27,3	27,0	26,8	26,8	26,4	26,2	26,6	27,0	27,4	27,7	27,8	27,0
Mínima	24,5	24,3	23,9	23,8	23,8	23,2	22,8	22,9	23,6	24,3	24,7	24,9	23,9

Fonte: INMET (2020).

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



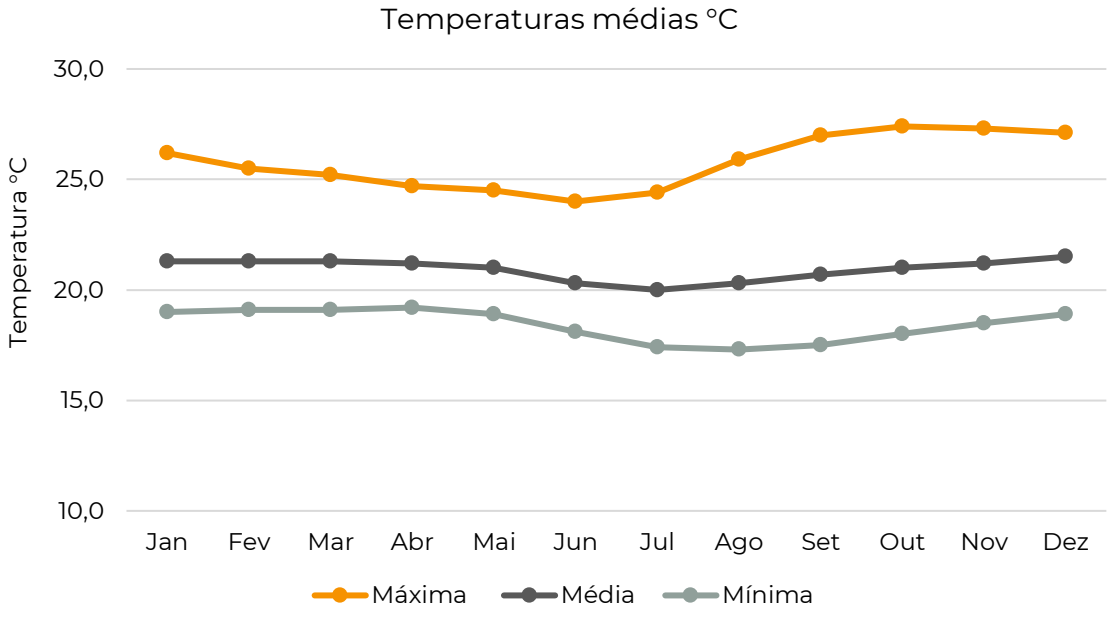
Fonte: INMET (2020).

Tabela 2.17 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Guaramiranga

T (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	26,2	25,5	25,2	24,7	24,5	24,0	24,4	25,9	27,0	27,4	27,3	27,1	25,8
Média	21,3	21,3	21,3	21,2	21,0	20,3	20,0	20,3	20,7	21,0	21,2	21,5	20,9
Mínima	19,0	19,1	19,1	19,2	18,9	18,1	17,4	17,3	17,5	18,0	18,5	18,9	18,4

Fonte: INMET (2020).

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



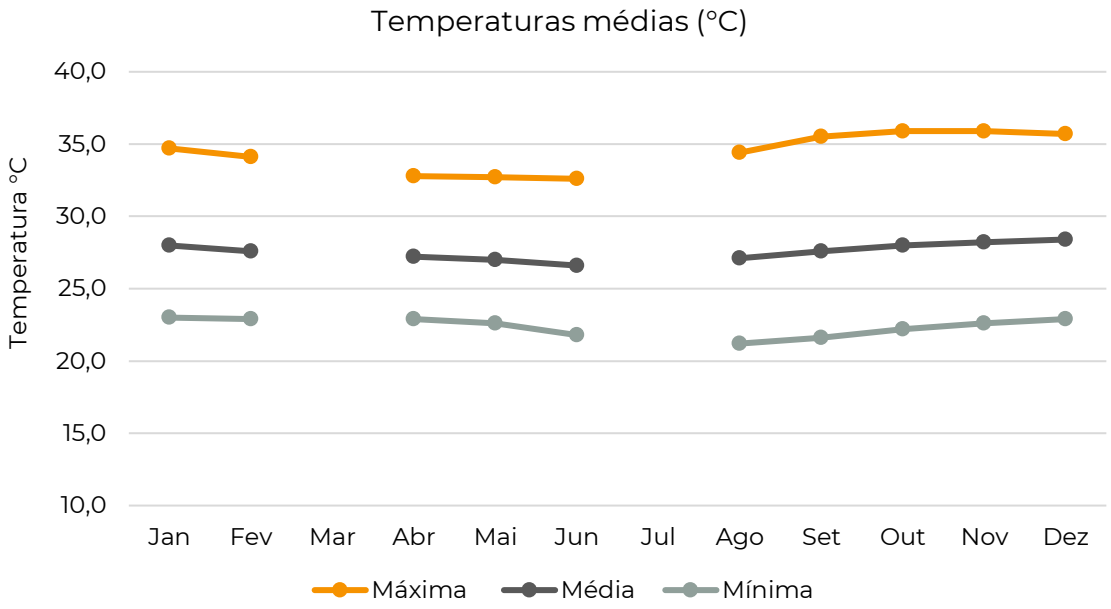
Fonte: INMET (2020).

Tabela 2.18 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) na estação Morada Nova

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

Fonte: INMET (2020).

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



Fonte: INMET (2020).

- **Umidade relativa do ar**

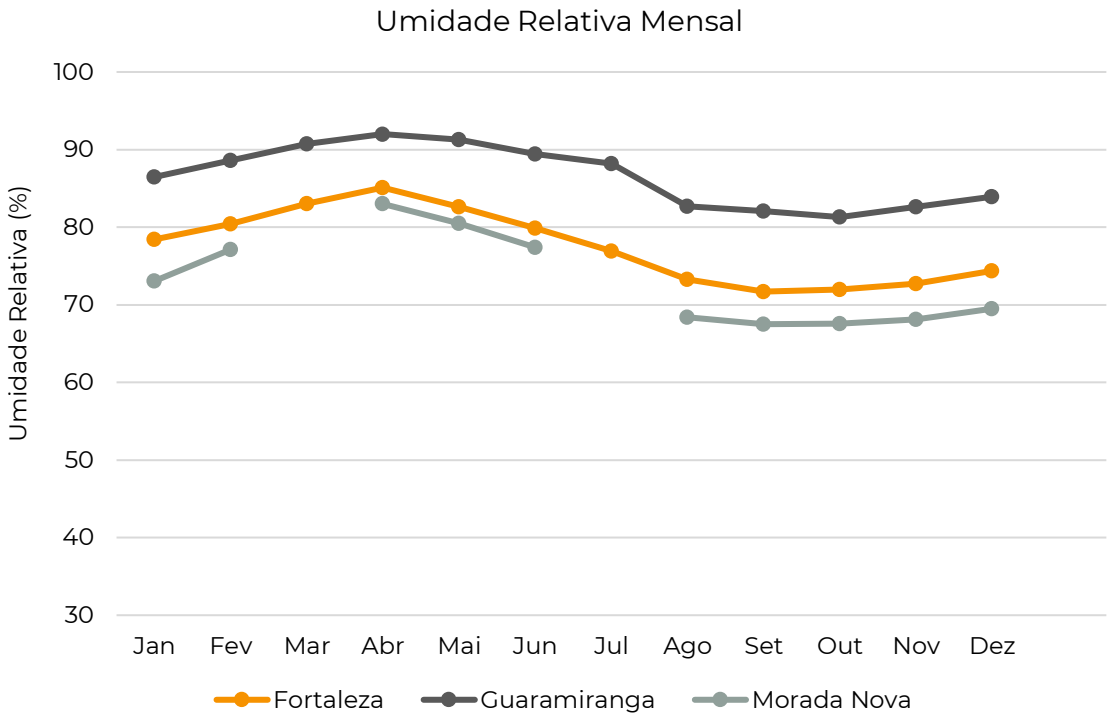
A umidade relativa na RHBM varia de 67,5% (Morada Nova) até 92,0% (Guaramiranga), dependendo da localização, sertão, litoral ou serra. Em termos gerais, observam-se maiores valores de umidade no mês de abril (Tabela 2.19 e Figura 2.5). No primeiro semestre a umidade relativa do ar é superior ao que se verifica no segundo semestre.

Tabela 2.19 - Umidade relativa (%) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Fortaleza	78,4	80,4	83,0	85,1	82,6	79,9	76,9	73,3	71,7	72,0	72,7	74,4	77,5
Guaramiranga	86,5	88,6	90,7	92,0	91,3	89,4	88,2	82,7	82,1	81,3	82,6	83,9	86,6
Morada Nova	73,1	77,1	-	83,0	80,5	77,4	-	68,4	67,5	67,6	68,1	69,5	-

Fonte: INMET (2020).

Figura 2.5 - Umidade relativa (%) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova



Fonte: INMET (2020).

- **Evaporação Média**

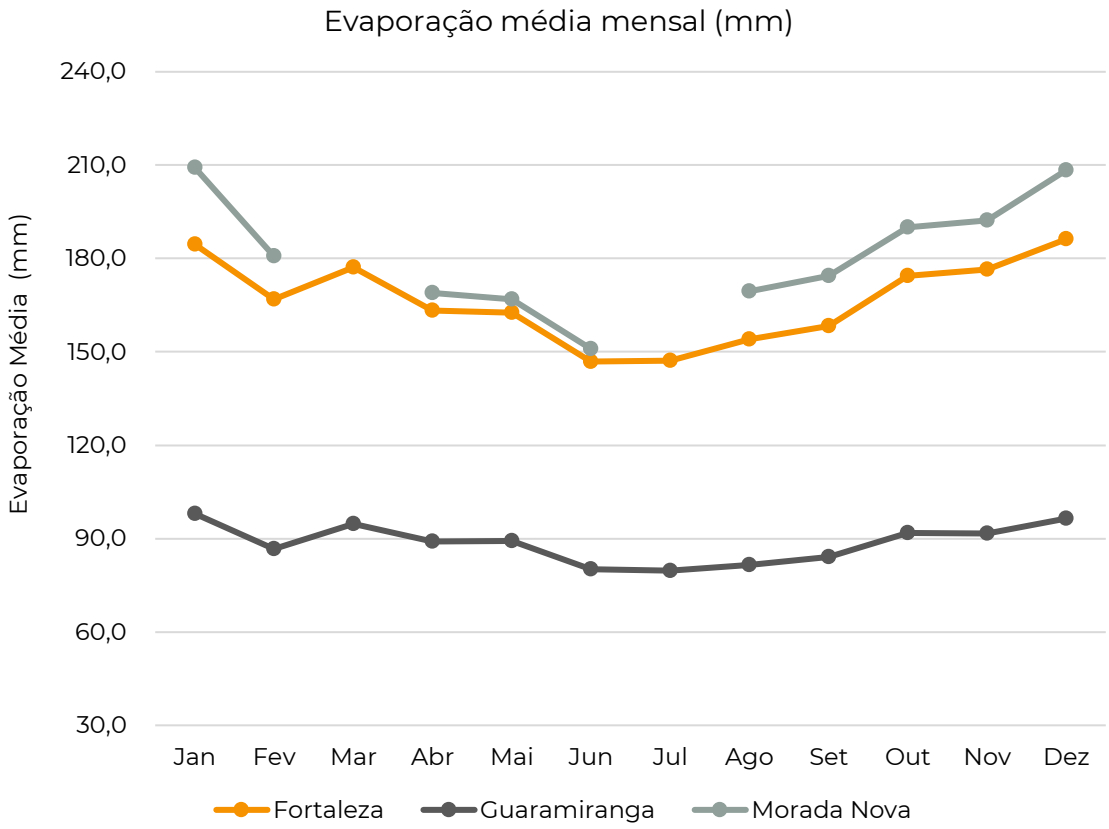
Os dados de evaporação média das estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova são medidos no Evaporímetro de Piché que, em média, apresenta valores inferiores aos medidos no Tanque Classe A, uma vez que é instalado no interior de abrigo meteorológico, ou seja, não exposto ao sol como o Tanque Classe A. Sendo assim, salienta-se que para adotar esses valores como representativos da evaporação em açudes é necessário utilizar um valor de correção. A RH das Bacias Metropolitanas exibe uma elevada taxa de evaporação. Embora não existam dados para todos os meses (1991-2020) para a estação Morada Nova, observa-se que na RHBM é nesta área onde se encontram os valores mais elevados de evaporação. Nos registros das Normais Climatológicas de 1981 a 2010, o valor para essa estação era de 2.459,3 mm. Observa-se, na Tabela 2.20 e na Figura 2.6, que as evaporações são mais elevadas nos meses de outubro a janeiro.

Tabela 2.20 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Fortaleza	184,5	166,8	177,2	163,3	162,6	146,9	147,1	154,1	158,3	174,5	176,4	186,2	1.997,9
Guaramiranga	98,0	86,6	94,8	89,0	89,3	80,2	79,7	81,6	84,1	91,8	91,7	96,4	1.063,2
Morada Nova	209,2	180,7	-	169,0	166,9	151,0	-	169,5	174,4	190,1	192,2	208,3	-

Fonte: INMET (2020).

Figura 2.6 - Evaporação média mensal de Piché (mm) nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova



Fonte: INMET (2020).

- **Insolação Média**

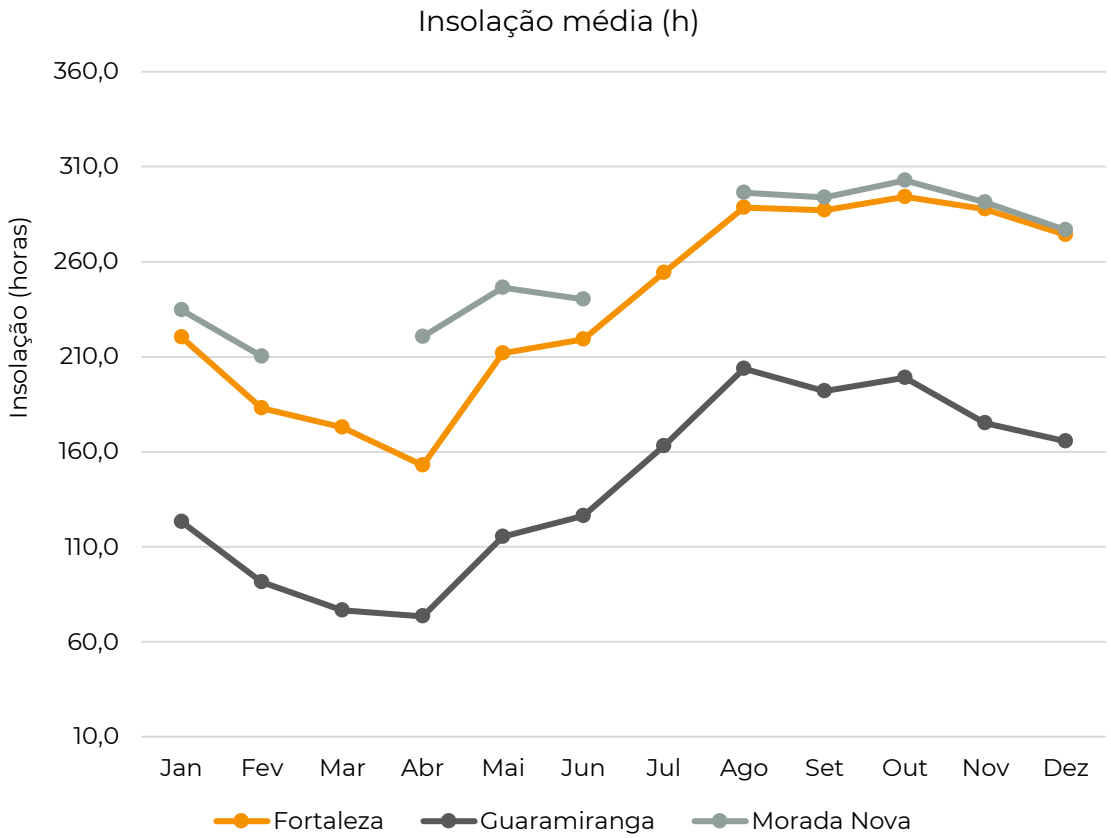
A Tabela 2.21 e a Figura 2.7 apresentam a distribuição mensal da insolação, ou seja, o número médio de horas de exposição ao sol na estação Fortaleza, Morada Nova e Guaramiranga. Em escala anual, a insolação da RH das Bacias Metropolitanas é de 3.010,30 horas, variando de 198,8 horas, no mês de abril até 308,2 horas no mês de outubro. Mesmo nos menores meses de insolação (março e abril) a insolação média é bastante alta.

Tabela 2.21 - Insolação média nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova (em horas).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Fortaleza	220,4	183,0	172,7	152,8	211,9	219,2	254,2	288,5	287,1	294,2	287,7	274,2	2.845,9
Guaramiranga	123,0	91,3	76,6	73,3	115,3	126,1	163,0	203,7	192,0	198,8	175,0	165,5	1.703,6
Morada Nova	234,6	210,2	-	220,5	246,4	240,3	-	296,4	293,8	302,8	291,4	276,8	-

Fonte: Inmet (2020).

Figura 2.7 - Insolação média nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova (em horas)



Fonte: Inmet (2020).

- **Nebulosidade**

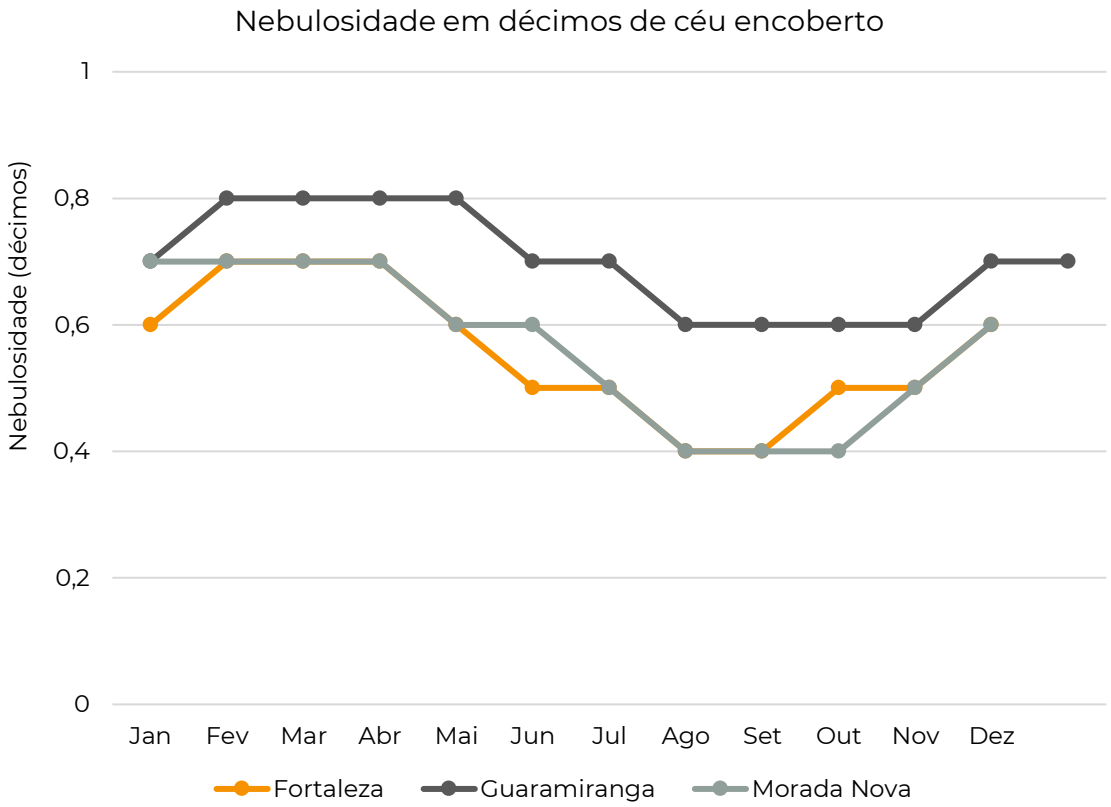
A nebulosidade é o parâmetro meteorológico que traduz a fração da abóbada celeste que é ocupada por nuvens. Dessa forma, de acordo com a Tabela 2.22, a maior fração de nebulosidade registrada nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova ocorreu nos meses de fevereiro a abril, com 0,8 décimos de céu encoberto em Guaramiranga e 0,7 nas demais; as menores frações observadas foram nos meses de agosto e setembro (Tabela 2.22 e Figura 2.8).

Tabela 2.22 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Fortaleza	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
Guaramiranga	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
Morada Nova	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6

Fonte: Inmet (2020).

Figura 2.8 - Nebulosidade em décimos de céu encoberto nas estações Fortaleza, Guaramiranga e Morada Nova



Fonte: INMET (2020).

2.4.2 Estações pluviométricas

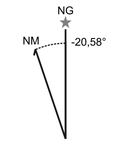
Conforme os dados do HidroWeb (ANA, 2020) existem um total de 119 estações pluviométricas na RH das Bacias Metropolitanas. Essas estações estão apresentadas na Tabela 2.23 e no MAPA 12. Dentre elas, 100 estações são operadas pela Funceme, cerca de 84%; sete são operadas pelo DNOCS, nove são operadas pela CPRM; apenas quatro operadas pela ANA e uma estação operada pela Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo (DEPV).

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

POSTOS PLUVIOMETRICOS



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

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA:24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar
ESCALA:
1 : 350.000

0 10 20 30 40 50 60 km

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Limites Municipais (Ipece,2019)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (COGERH, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)
- Postos Pluviométricos (COGERH, ANA, 2021)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC - Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

550000.000E
9570000.000N
9460000.000N
9460000.000N
9570000.000N
550000.000E

Tabela 2.23 - Estações pluviométricas da RHBM

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável	Operador
Acarape	438051	Acarape	-4.217	-38.700	Funceme	Funceme
Aquiraz	338007	Aquiraz	-3.900	-38.383	Funceme	Funceme
Berra Bode - ETS	338047	Aquiraz	-3.929	-38.393	Funceme	Funceme
Aracoiaba	438009	Aracoiaba	-4.367	-38.800	Funceme	Funceme
Arraial	438097	Aracoiaba	-4.379	-38.806	ANA	CPRM
Furnas	438118	Aracoiaba	-4.373	-38.811	Funceme	Funceme
Ideal	438096	Aracoiaba	-4.425	-38.673	ANA	CPRM
Ideal	438115	Aracoiaba	-4.417	-38.667	Funceme	Funceme
Ideal	438119	Aracoiaba	-4.317	-38.683	Funceme	Funceme
Vazantes	438049	Aracoiaba	-4.417	-38.683	Funceme	Funceme
Vila Pedra Branca	438063	Aracoiaba	-4.500	-38.817	Funceme	Funceme
Aratuba	439018	Aratuba	-4.417	-39.050	Funceme	Funceme
Pai João	439042	Aratuba	-4.433	-39.067	Funceme	Funceme
Barreira	438064	Barreira	-4.283	-38.633	Funceme	Funceme
São José	438065	Barreira	-4.283	-38.617	Funceme	Funceme
Baturité	438010	Baturité	-4.333	-38.867	Funceme	Funceme
Beberibe	438067	Beberibe	-4.217	-38.117	Funceme	Funceme
Boqueirão do Cesário	438015	Beberibe	-4.583	-38.217	Funceme	Funceme
Itapeim	438099	Beberibe	-4.357	-38.118	ANA	CPRM
Itapeim	438033	Beberibe	-4.350	-38.117	Funceme	Funceme
Serra Do Felix	438066	Beberibe	-4.517	-38.183	Funceme	Funceme
Sítio Forquilha - Cogerh	438106	Beberibe	-4.583	-38.033	Funceme	Funceme
Esperança	439049	Canindé	-4.700	-39.317	Funceme	Funceme
Targinos	439046	Canindé	-4.633	-39.233	Funceme	Funceme
Capistrano	438053	Capistrano	-4.467	-38.900	Funceme	Funceme
Cascavel	438110	Cascavel	-4.133	-38.233	Funceme	Funceme
Cristais	438022	Cascavel	-4.500	-38.361	ANA	CPRM
Cristais	438012	Cascavel	-4.483	-38.350	Funceme	Funceme
Guanacés	438016	Cascavel	-4.150	-38.317	Funceme	Funceme
Pitombeiras	438042	Cascavel	-4.433	-38.333	DNOCS	DNOCS
Bom Princípio	338033	Caucaia	-3.950	-38.883	Funceme	Funceme
Caucaia	338009	Caucaia	-3.750	-38.683	Funceme	Funceme
Fazenda Tio Cosme	338045	Caucaia	-3.683	-38.900	Funceme	Funceme
Lagoa da Serra	338028	Caucaia	-3.817	-38.950	Funceme	Funceme
Pitombeira	338030	Caucaia	-3.633	-38.783	Funceme	Funceme
Primavera	338032	Caucaia	-3.700	-38.817	Funceme	Funceme
Sítios Novos	338029	Caucaia	-3.750	-38.917	Funceme	Funceme
Tucunduba	338027	Caucaia	-3.867	-38.750	Funceme	Funceme
Caiçarinha	439055	Choró	-4.667	-39.250	Funceme	Funceme
Choró	439054	Choró	-4.850	-39.267	Funceme	Funceme
Chorozinho	438021	Chorozinho	-4.302	-38.497	ANA	CPRM
Chorozinho	438103	Chorozinho	-4.300	-38.500	Funceme	Funceme
Patos dos Liberatos	438018	Chorozinho	-4.283	-38.517	Funceme	Funceme
Eusébio	338034	Eusébio	-3.900	-38.500	Funceme	Funceme
Sítio Estrela Dalva	338046	Eusébio	-3.900	-38.450	Funceme	Funceme
Aeroporto (Fortaleza)	338018	Fortaleza	-3.767	-38.517	Funceme	Funceme
Castelão	338037	Fortaleza	-3.817	-38.533	Funceme	Funceme
Fortaleza	338000	Fortaleza	-3.767	-38.600	INMET	INMET
Fortaleza (Pinto Martins)	338020	Fortaleza	-3.767	-38.517	DEPV	DEPV
Funceme	338048	Fortaleza	-3.733	-38.567	Funceme	Funceme

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável	Operador
Fund.Ma.Nilva (Água Fria)	338038	Fortaleza	-3.783	-38.467	Funceme	Funceme
Messejana	338039	Fortaleza	-3.833	-38.467	Funceme	Funceme
Mondubim	338003	Fortaleza	-3.816	-38.579	Funceme	Funceme
Parque Ecológico Do Coco	338036	Fortaleza	-3.733	-38.483	Funceme	Funceme
Parqueândia	338050	Fortaleza	-3.733	-38.567	Funceme	Funceme
PICI	338001	Fortaleza	-3.750	-38.583	Funceme	Funceme
Água Verde	438108	Guaiúba	-4.650	-38.667	Funceme	Funceme
Carrapateira	438113	Guaiúba	-4.154	-38.726	Funceme	Funceme
Guaiúba	438111	Guaiúba	-4.033	-38.633	Funceme	Funceme
Guaramiranga	438100	Guaramiranga	-4.267	-38.933	Funceme	Funceme
Guaramiranga	439040	Guaramiranga	-4.250	-38.950	INMET	INMET
Horizonte	438069	Horizonte	-4.100	-38.483	Funceme	Funceme
Ibaretama	438071	Ibaretama	-4.817	-38.817	Funceme	Funceme
Pirangi	438070	Ibaretama	-4.683	-38.683	Funceme	Funceme
Itaitinga	338040	Itaitinga	-3.950	-38.517	Funceme	Funceme
Caio Prado	438061	Itapiúna	-4.655	-38.944	ANA	CPRM
Caio Prado	438017	Itapiúna	-4.650	-38.967	DNOCS	DNOCS
Caio Prado	438073	Itapiúna	-4.650	-38.933	Funceme	Funceme
Itapiúna	438032	Itapiúna	-4.583	-38.950	Funceme	Funceme
Palmatória	439058	Itapiúna	-4.550	-39.000	Funceme	Funceme
Maracanaú	338005	Maracanaú	-3.900	-38.633	Funceme	Funceme
Novo Maracanaú	338053	Maracanaú	-3.862	-38.623	Funceme	Funceme
Açude Amanary	438056	Maranguape	-4.017	-38.883	Funceme	Funceme
Fazenda Columinjuba	338049	Maranguape	-3.967	-38.750	Funceme	Funceme
Itapebussu	438031	Maranguape	-4.017	-38.933	Funceme	Funceme
Jubaia	438075	Maranguape	-4.033	-38.717	Funceme	Funceme
Ladeira Grande	338044	Maranguape	-3.967	-38.717	Funceme	Funceme
Lagoa do Juvenal	438078	Maranguape	-4.017	-38.950	Funceme	Funceme
Maranguape	338016	Maranguape	-3.900	-38.667	Funceme	Funceme
São Vicente (Ponte BR-020)	338043	Maranguape	-3.999	-38.944	ANA	CPRM
Tanques	438077	Maranguape	-4.083	-38.783	Funceme	Funceme
Aruaru	438080	Morada Nova	-4.567	-38.350	Funceme	Funceme
Boa Água	438081	Morada Nova	-4.767	-38.500	Funceme	Funceme
Patos	438079	Morada Nova	-4.683	-38.400	Funceme	Funceme
Mulungu	439008	Mulungu	-4.300	-38.983	Funceme	Funceme
Arisco dos Marianos	438087	Ocara	-4.650	-38.550	Funceme	Funceme
Curupira	438082	Ocara	-4.533	-38.550	Funceme	Funceme
Fazenda Nova Cima	438107	Ocara	-4.493	-38.556	Funceme	Funceme
Novo Horizonte	438086	Ocara	-4.467	-38.550	Funceme	Funceme
Ocara	438084	Ocara	-4.483	-38.600	Funceme	Funceme
Sereno de Cima	438085	Ocara	-4.517	-38.617	Funceme	Funceme
Serragem	438083	Ocara	-4.450	-38.500	Funceme	Funceme
Itaipaba	438088	Pacajus	-4.167	-38.583	Funceme	Funceme
Pacajus	438101	Pacajus	-4.183	-38.467	Funceme	Funceme
Baú	438011	Pacatuba	-4.122	-38.576	ANA	CPRM
Escola Luiza Teodoro	338052	Pacatuba	-3.871	-38.609	Funceme	Funceme
Guaiúba	438028	Pacatuba	-4.154	-38.726	Funceme	Funceme
Pacatuba	338002	Pacatuba	-3.983	-38.617	Funceme	Funceme
Pacoti	438036	Pacoti	-4.217	-38.917	Funceme	Funceme
Palmácia	438114	Palmácia	-4.150	-38.833	Funceme	Funceme
Sítio Bica	438038	Palmácia	-4.150	-38.850	Funceme	Funceme
Casa De Pedra	339068	Pentecoste	-3.750	-39.067	Funceme	Funceme

Estação	Código	Município	Latitude	Longitude	Responsável	Operador
Comunidade Lemos	339065	Pentecoste	-3.900	-39.000	Funceme	Funceme
Pindoretama	438089	Pindoretama	-4.050	-38.333	Funceme	Funceme
Açude Pompeu Sobrinho	439078	Quixadá	-4.800	-39.117	Funceme	Funceme
Açude Pompeu Sobrinho	439025	Quixadá	-4.800	-39.117	Funceme	Funceme
Dom Maurício	439036	Quixadá	-4.833	-39.150	Funceme	Funceme
Fazenda Feijão	439024	Quixadá	-4.567	-39.167	DNOCS	DNOCS
Olho D'água	438035	Quixadá	-4.750	-38.850	DNOCS	DNOCS
Queimadas	439027	Quixadá	-4.883	-39.183	DNOCS	DNOCS
Açude Acarapé do Meio	438005	Redenção	-4.183	-38.817	DNOCS	DNOCS
Antônio Diogo	438112	Redenção	-4.317	-38.750	Funceme	Funceme
Antônio Diogo	438003	Redenção	-4.317	-38.750	DNOCS	DNOCS
Redenção	438095	Redenção	-4.200	-38.817	Funceme	Funceme
Sítio Livramento	438116	Redenção	-4.217	-38.717	Funceme	Funceme
São Gonçalo do Amarante	338008	São Gonçalo do Amarante	-3.583	-38.967	Funceme	Funceme
Sede	338056	São Gonçalo do Amarante	-3.611	-38.970	Funceme	Funceme
Siupé	338055	São Gonçalo do Amarante	-3.533	-38.946	Funceme	Funceme
Umarituba Nova	338014	São Gonçalo do Amarante	-3.671	-38.983	ANA	CPRM

Fonte: ANA (2020).

- **Regime Pluviométrico**

O regime pluviométrico em nível mensal e anual na RHBM será apresentado por meio de valores mínimos, médios e máximos em três postos representativos: Fortaleza (00338000) para a região do litoral, Itapiúna (00438032) para a região do sertão, e Pacoti (00438036) para a região da serra. Nas Tabelas 2.24 a 2.27 apresentam-se as médias, máximas e mínimas mensais de cada posto, enquanto a distribuição das precipitações pode ser verificada nos hietogramas das Figuras 2.9 a 2.12 para cada posto pluviométrico.

Na região litorânea, a precipitação média anual dada pela estação Fortaleza foi cerca de 1.526,8 mm (Tabela 2.24 e Figura 2.9), no sertão, conforme dados da estação Itapiúna a média anual atinge cerca de 778,8 mm (Tabela 2.25 e Figura 2.10). E na região serrana da RHMB, na estação Pacoti, a precipitação média anual ficou em torno de 1.426,6 mm (Tabela 2.26 e Figura 2.11). Além das tabelas, observa-se nas Figuras 2.9 a 2.12 que

os meses com as maiores médias pluviométricas estão entre os meses de março e maio. Essa Região Hidrográfica apresenta uma alta variabilidade interanual das precipitações, o que é característico do Nordeste semiárido.

Tabela 2.24 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) da estação Fortaleza (00338000)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	668,3	552,8	662,4	667,9	680,9	568,2	259,6	211,2	109,4	40,4	150,7	234,5
Média	117,3	198,2	330,1	356,1	236,4	126,7	63,6	21,62	18,00	9,9	13,2	35,7
Mínima	6,4	0,0	0,0	53,3	28,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8

Fonte: ANA, 2020.

Figura 2.9 - Hietograma da estação Fortaleza (00338000)

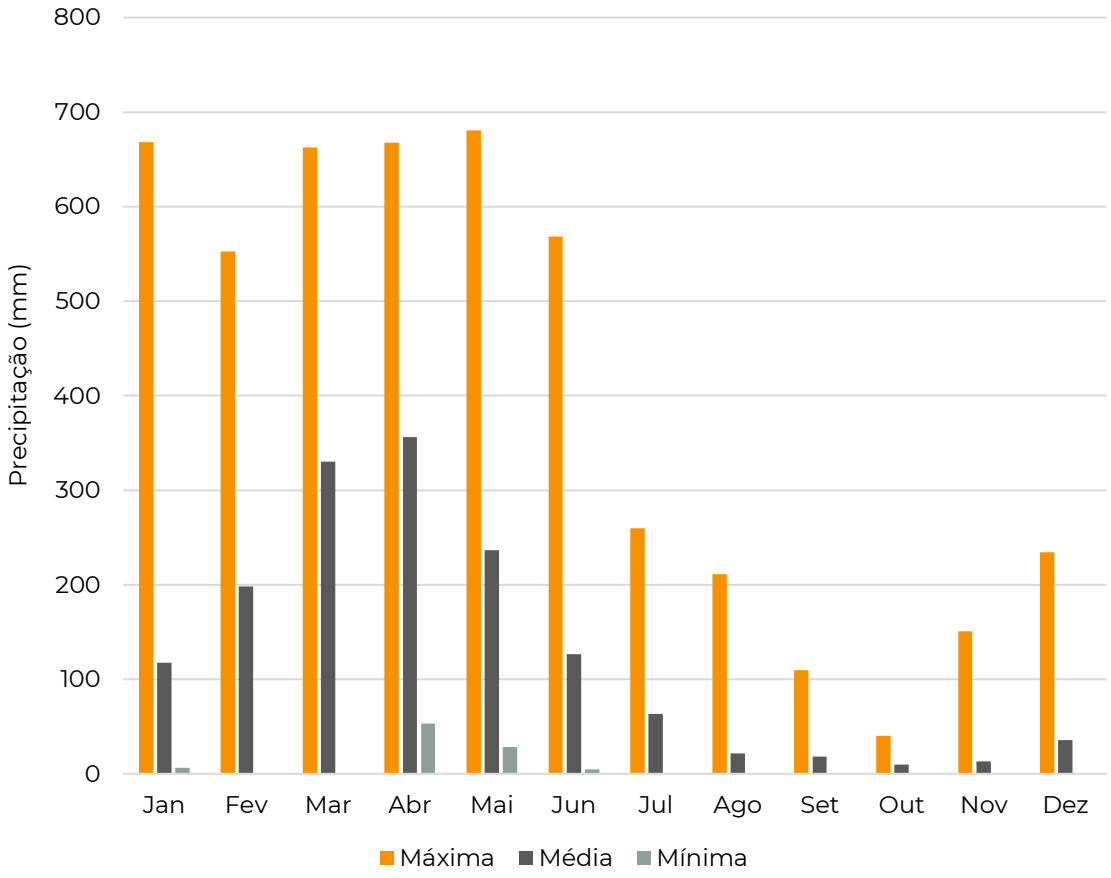


Tabela 2.25 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) da estação Itapiúna (00438032)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	391,0	321,8	430,3	522,7	359,0	183,1	103,8	127,2	23,0	17,6	46,0	142,9
Média	81,8	113,9	175,0	171,8	120,3	56,6	26,2	6,5	1,3	1,9	4,2	19,3
Mínima	0,0	7,7	18,6	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA, 2020.

Figura 2.10 - Hietograma da estação Itapiúna (00438032)

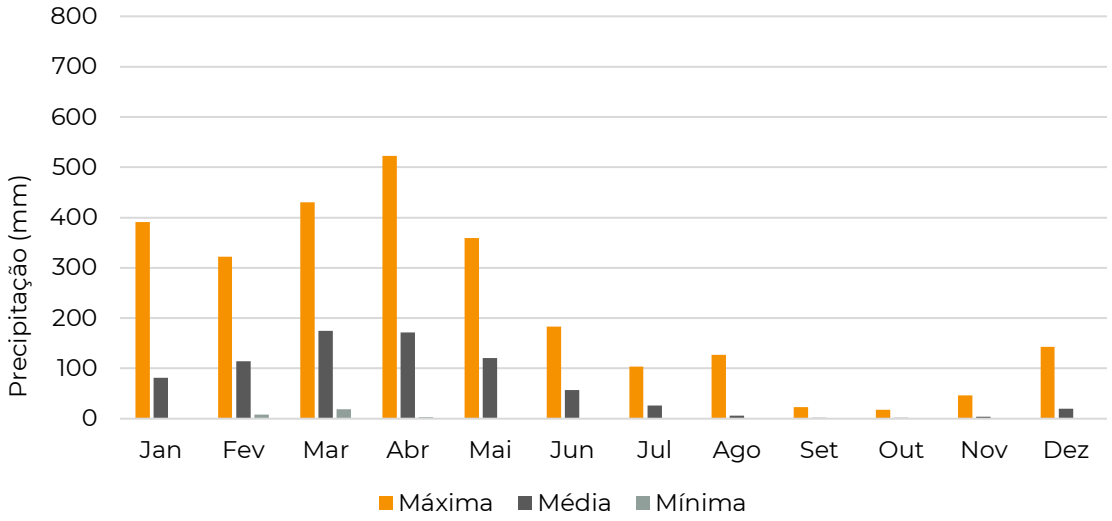


Tabela 2.26 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) Pacoti (00438036)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	563,8	468,3	628,9	606,2	505,4	410,5	382,7	191,6	144,1	124,1	99,4	197,7
Média	137,4	167,1	275,6	267,2	197,8	131,8	89,017	31,5	23,3	27,6	27,9	50,4
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA, 2020.

Figura 2.11 - Hietograma da estação Pacoti (00438036)

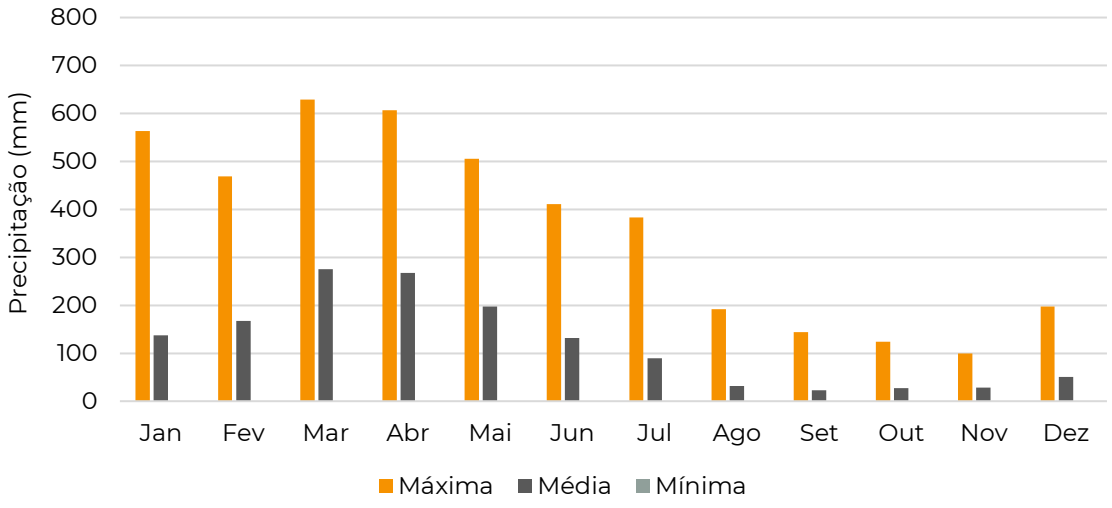
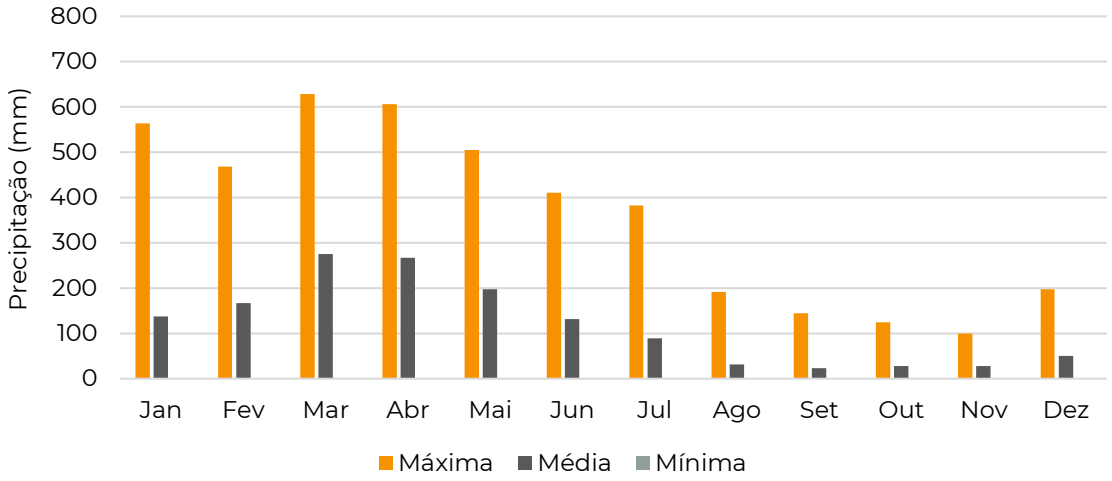


Tabela 2.27 - Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) Pacoti (00438036)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	563,8	468,3	628,9	606,2	505,4	410,5	382,7	191,6	144,1	124,1	99,4	197,7
Média	137,4	167,1	275,6	267,2	197,8	131,8	89,017	31,5	23,3	27,6	27,9	50,4
Mínima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: ANA, 2020.

Figura 2.12 - Hietograma da estação Pacoti (00438036)



- **Precipitação Média sobre a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas**

Para a obtenção de dados de precipitação média em uma região hidrográfica é necessário calcular a altura média precipitada, tendo em vista não ocorrer de modo uniforme sobre toda a área.

Uma das formas para o cálculo dessa altura média é utilizar métodos de interpolação baseados em distâncias. Para isto, não é necessário que os postos pluviométricos estejam uniformemente distribuídos, uma vez que a ponderação é realizada a partir dos valores obtidos em cada posto, por sua área de influência.

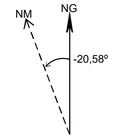
No mapa de pluviometria média apresenta-se a distribuição das precipitações médias anuais, calculadas por interpolação baseada na Ponderação do Inverso das Distâncias dos dados obtidos para o período de 1984 a 2016, em estudo desenvolvido pela Funceme (2016). Observa-se que as precipitações médias na RHBM são da ordem de 900 mm à leste da região, aumentando para a ordem de 1300 mm quando se avança para noroeste em direção às serras e litoral, com maiores precipitações nas cercanias da Região Metropolitana de Fortaleza, da ordem de 1.400 mm a 1.500 mm (MAPA 13).

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

PLUVIOMETRIA MÉDIA 1984-2016



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 320.000

0 4,5 9 18 27 36
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sedes Municipais (Ipece, 2019)
- Limites Municipais (Ipece, 2021)
- Limites Estaduais (Ipece, 2021)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (SRH/Cogerh, 2008)
- Rios Principais (ANA, 2016)
- Drenagem (ANA, 2016)
- Mancha Urbana (IPECE, 2019)

LEGENDA

Pluviometria média anual (mm) 1984-2016 (Funceme, 2017)

- 600 - 800
- 801 - 1200
- 1201 - 1500

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC- Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

2.4.3 Variabilidade da Precipitação na RHBM

As condições hidroclimáticas da Região Nordeste do Brasil podem ser consideradas como um complexo conjunto influenciado por diversos fatores. A enorme extensão territorial da Região Nordeste, o relevo constituído por amplas planícies, por vales baixos, geralmente inferiores a 500 m, entre superfícies que se alçam, muitas vezes, a cotas de 800 m na Borborema, Araripe, Ibiapaba e de 1.200 m na Diamantina, somados à conjunção de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia desta Região uma das mais complexas do mundo (Nimer, 1979 apud Costa, 2017).

Marengo *et al*. (2011) ressalta que 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.

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 se caracterizam pela ocorrência de dois períodos definidos, um mais longo, seco, alternando com uma precipitação em curto período de tempo (em geral concentradas em quatro meses) e irregular. Essa precipitação na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas caracteriza-se pela sazonalidade, concentrando-se em poucos meses, o que indica uma estação chuvosa definida, podendo-se dizer que se inicia em fevereiro e finaliza em maio. Essa variabilidade

ocorre, principalmente, em função das oscilações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Essa variabilidade pluviométrica abrange períodos de estiagem, incidindo secas trágicas e chuvas excepcionais que provocam cheias, principalmente nas áreas adjacentes aos grandes vales fluviais, como por exemplo, o caso do rio Jaguaribe (Souza *et al*., 2002).

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, nessa Região Hidrográfica pode ser relacionada ao sistema atmosférico denominado Ondas de Leste.

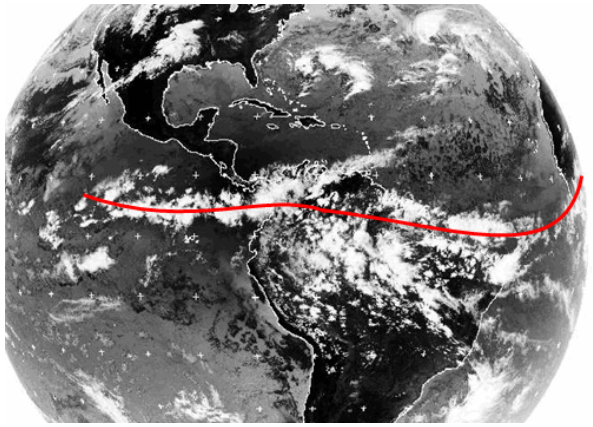
A seguir apresenta-se, de forma sucinta, os principais fenômenos atmosféricos causadores de chuvas sobre o Nordeste Brasileiro e, especificamente, sobre o estado do Ceará e a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, conforme Funceme (2021).

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

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 2.13). 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 2.13 - Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008



Fonte: NOAA

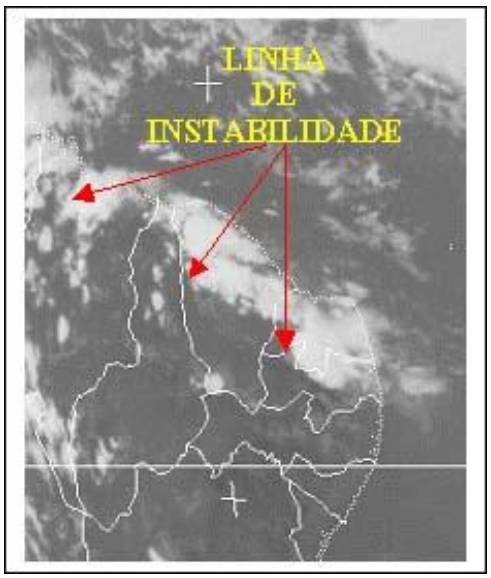
Linha de Instabilidade (LI)

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 nas regiões adjacentes, que ocorrem no período da tarde e início da noite.

As LIs 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 2.14), sobretudo nos meses de fevereiro e março,

é a proximidade da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva no litoral norte do Ceará e a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte, ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente, registra-se ausência de precipitação na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas.

Figura 2.14 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do Nordeste do Brasil (NEB)



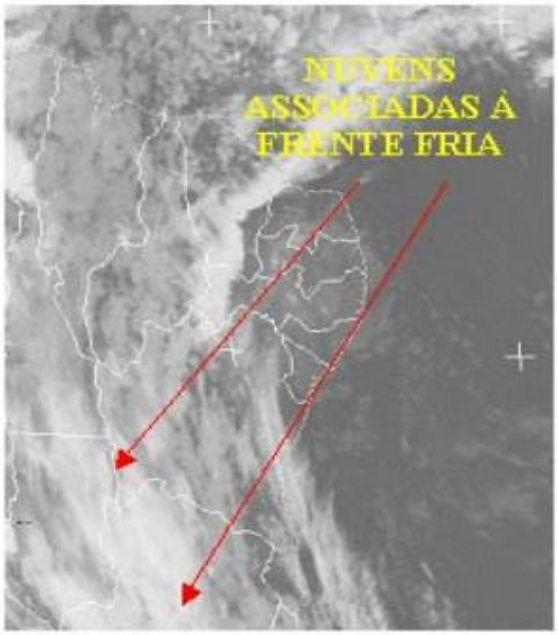
Fonte: Funceme

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 consequentemente as chuvas (Figura 2.15). As precipitações que ocorrem na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, alcançando seu máximo nos meses de dezembro e janeiro, são destacadas por esse mecanismo.

Figura 2.15 - Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando o posicionamento de uma Frente Fria próxima ao sul do estado da Bahia



Fonte: FUNCEME.

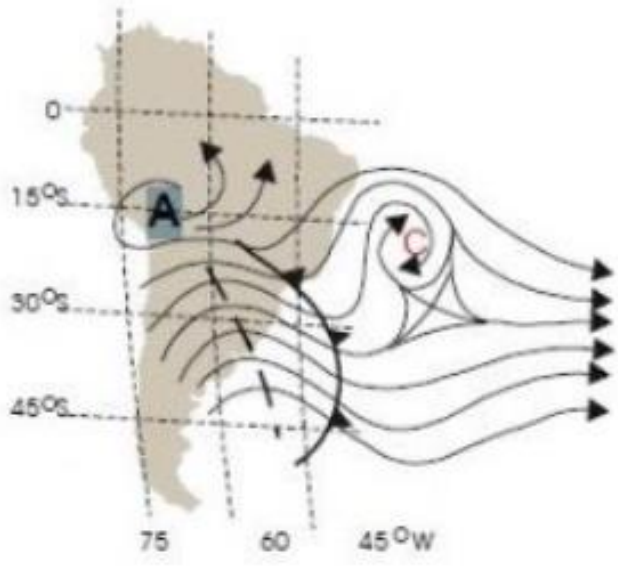
Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

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 tem 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 (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (Figuras 2.16 e 2.17).

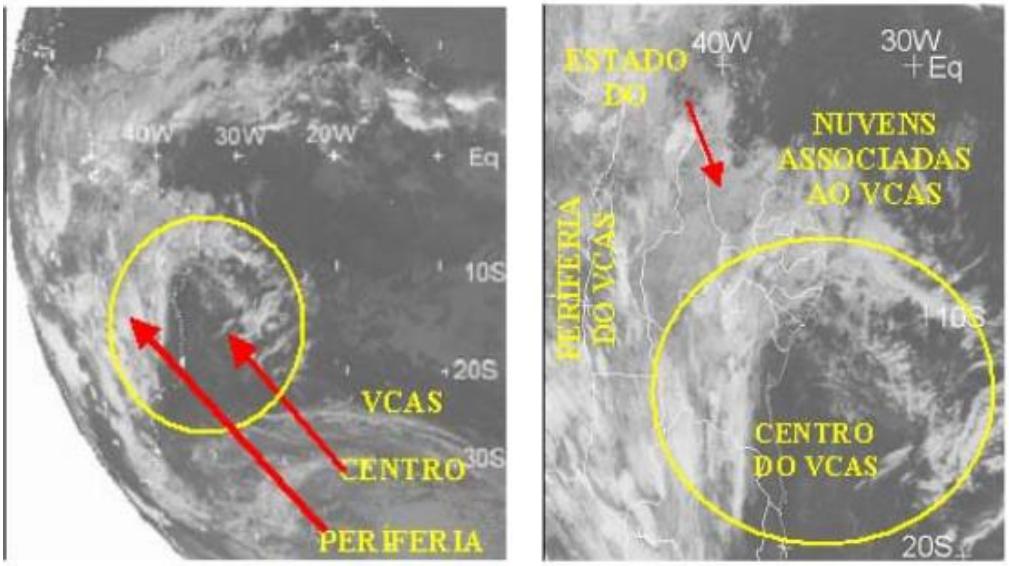
As estações pluviométricas da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas que, climatologicamente apresentam os máximos em março-abril, são influenciadas por vários sistemas meteorológicos, dentre eles o VCAS.

Figura 2.16 - Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)



Fonte: Funceme.

Figura 2.17 - Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho



Fonte: Funceme.

2.4.4 Estações Fluviométricas

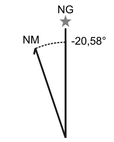
Conforme os dados do HidroWeb (ANA, 2020), existem um total de 19 estações fluviométricas na RHBM. Essas estações estão apresentadas na Tabela 2.28 e no MAPA 14. Dentre essas estações, 10 são operadas pela Cogerh, e nove pela CPRM.

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

POSTOS FLUVIOMETRICOS



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

PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)
ZONA:24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar
ESCALA:
1 : 350.000

0 10 20 30 40 50 60 km

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:

Contexto Nacional

Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Limites Municipais (Ipece,2019)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2020)
- Açudes Monitorados (COGERH, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)
- Postos Fluviometricos (COGERH, ANA, 2021)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC - Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Tabela 2.28 - Postos fluviométricos das Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Estação	Código	Município	Latitude (decimais)	Longitude (decimais)	Responsável	Operadora
Arraial	35871000	Aracoiaba	-4,3781	-38,8069	ANA	CPRM
Ideal	35832000	Aracoiaba	-4,4250	-38,6775	ANA	CPRM
Itapeim	35900000	Beberibe	-4,3531	-38,1178	ANA	CPRM
Cristais	35950000	Cascavel	-4,4997	-38,3611	ANA	CPRM
Açude Cauhipe	35721000	Caucaia	-3,7369	-38,8669	Cogerh	Cogerh
Açude Sítios Novos	35651000	Caucaia	-3,7692	-38,9581	Cogerh	Cogerh
Campo Grande	35630000	Caucaia	-3,7619	-38,6844	ANA	CPRM
Açude Riachão	35780000	Itaitinga	-4,0014	-38,5222	Cogerh	Cogerh
Caio Prado	35830000	Itapiúna	-4,6242	-38,9100	ANA	CPRM
Açude Castro	35840000	Itapiúna	-4,5675	-38,9350	Cogerh	Cogerh
Açude Penedo	35700000	Maranguape	-3,9672	-38,7458	Cogerh	Cogerh
Açude Amanari	35605000	Maranguape	-4,0147	-38,8842	Cogerh	Cogerh
São Vicente (Ponte Br-020)	35640000	Maranguape	-3,9983	-38,9417	ANA	CPRM
Açude Pacajus	35890000	Pacajus	-4,2225	-38,3839	Cogerh	Cogerh
Açude Gavião	35710000	Pacatuba	-3,9019	-38,5542	Cogerh	Cogerh
Açude Pompeu Sobrinho	35801000	Quixadá	-4,8386	-39,1417	Cogerh	Cogerh
Açude Acarapé Do Meio	35730000	Redenção	-4,1833	-38,8000	Cogerh	Cogerh
Barra Nova	35740000	Redenção	-4,1933	-38,7797	ANA	CPRM
Umarituba Nova	35668000	São Gonçalo do Amarante	-3,6706	-38,9825	ANA	CPRM

Fonte: ANA (2020).

Para representar o regime de vazões da RH das Bacias Metropolitanas selecionaram-se três estações fluviométricas, que monitoram os rios Pacoti, Choró, Pirangi e São Gonçalo do Amarante, por serem essas as estações com maior quantidade de dados. As estações selecionadas são:

- Barra Nova (35740000);
- Caio Prado (35830000);
- Cristais (35950000);
- Umarituba Nova (35668000).

Na Tabela 2.29 apresentam-se as vazões médias anuais da estação Barra Nova (35740000), localizada no rio Pacoti, com vazão média anual de 1,78 m³/s. Na estação Caio Prado (35830000), localizada no rio Choró, a vazão média anual é de 3,55 m³/s. Já ao sul do município de Cascavel, na divisa com Ocara e Morada Nova, a vazão média mensal na estação Cristais (35950000), no rio Pirangi, é de 85,53 m³/s. E em São Gonçalo do Amarante, na estação de Umarituba Nova (35668000), tem-se uma vazão média de 1,81 m³/s.

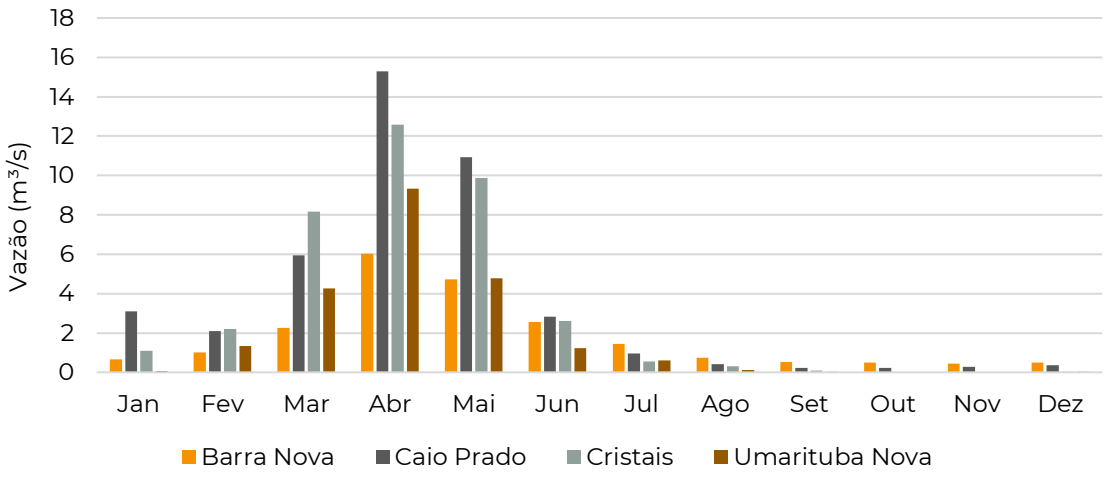
Na Figura 2.18 apresentam-se as vazões médias para a RH das Bacias Metropolitanas, evidenciando a variabilidade, uma vez que no primeiro semestre apresentam-se as maiores vazões médias (período da estação chuvosa), nos meses de fevereiro a maio, e as menores vazões médias são verificadas entre os meses de agosto e novembro.

Tabela 2.29 - Estações fluviométricas selecionadas para representar as vazões médias mensais da RH das Bacias Metropolitanas (m³/s)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Barra Nova	0,655	1,012	2,260	6,017	4,717	2,567	1,456	0,752	0,512	0,499	0,453	0,509	0,655
Caio Prado	3,085	2,097	5,934	15,296	10,916	2,815	0,95	0,402	0,224	0,219	0,276	0,366	3,085
Cristais	1,102	2,199	8,151	12,587	9,860	2,599	0,559	0,311	0,088	0,000	0,000	0,004	1,102
Umarituba Nova	0,053	1,331	4,250	9,331	4,770	1,234	0,605	0,122	0,006	0,000	0,000	0,006	0,053

Fonte: ANA, 2020.

Figura 2.18 - Vazões médias mensais nas estações fluviométricas da RH das Bacias Metropolitanas (m³/s)



Fonte: HidroWeb (2020)

2.4.5 Qualidade da água

A disponibilidade não é único fator a se considerar na oferta de água, uma vez que a qualidade assume papel de grande importância, tendo em vista que limita o seu uso e reflete na escolha do melhor tipo de tratamento a ser realizado, para que possa ser destinada ao consumo. Para conhecer o estado d'arte da qualidade de suas águas, o Ceará possui uma Rede de Monitoramento da Qualidade da Água (RMQA), cujo objetivo é monitorar os principais corpos hídricos do Estado; diagnosticar os reservatórios, avaliando sua conformidade com a Resolução Conama n.º 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 atender a informações solicitadas por órgãos, entidades e sociedade em geral.

Essa Rede é monitorada pela Cogerh e, na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, existem 38 pontos de monitoramento, conforme apresentado na Tabela 2.30.

Tabela 2.30 - Pontos de monitoramento da qualidade da água realizada pela Cogerh na RH das Bacias Metropolitanas

Corpo Hídrico	Ponto	Latitude	Longitude
Açude Acarape do Meio	ACA-09	9536490	522247
Açude Amanary	AMA-01	9556394	513013
Açude Amarelas	AMR-01	9507742	606066
Açude Aracoiaba	ARC-10	9513432	533423
Açude Batente	BAT-01	9485902	556373
Açude Castro	CAS-11	9495306	507535
Açude Catucinzenta	CAT-02	9555288	562251
Açude Cauhipe	CAU-01	9586360	514929
Açude Gavião	GAV-05	9568200	549215
Açude Germinal	GER-01	9537713	514863
Açude Itapebussu	ITP-01	9551254	510957
Açude Macacos	MAC-01	9469216	532097
Açude Malcozinhado	MAL-02	9545952	578543
Açude Maranguapinho	MAR-01	9571256	538724

Corpo Hídrico	Ponto	Latitude	Longitude
Açude Pacajus	PAC-06	9533302	568049
Açude Pacoti	PCT-18	9553124	551271
Açude Penedo	PEN-01	9561406	528385
Açude Pesqueiro	PES-01	9508696	504192
Açude Pompeu Sobrinho	PMS-02	9465072	484114
Açude Riachão	RIA-10	9557952	552634
Açude Sítios Novos	SIN-14	9583120	504186
Açude Tijuquinha	TJQ-01	9522906	511752
Lagamar do Cahuipe	LCP-01	9595361	521764
Lagamar do Cahuipe	LCP-02	9598747	522163
Lagoa do Catu	LCA-01	9564592	569817
Lagoa do Catu	LCA-02	9566462	571495
Canal Pacoti Riachão	CPR-01	9554656	550169
Canal Riachão Gavião	CRG-01	9563592	548878
Canal Eixão das águas	CIN-09	9532046	568360
Canal Eixão das águas	CIN-10	9540681	558561
Canal do Pecém	CPE-01	9593008	509931
Canal do Pecém	CPE-02	9599438	516552
Canal do Pecém	CPE-04	9583120	504666
Canal do Pecém	CPE-05	9585720	505482
Canal do Pecém	CPE-06	9602318	517732
Canal do Trabalhador	CTR-04	9491370	599758
Canal do Trabalhador	CTR-08	9488718	611901
Poços Pecém	PPE-01	9602747	517523

Fonte: Cogerh, 2021

Além da RMQA, o Estado conta com dados do 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, por meio da divulgação de dados sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil para toda a sociedade; do estímulo à padronização dos critérios e métodos de monitoramento de qualidade da água, contribuindo para o fortalecimento de um monitoramento sistemático e da promoção à implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA.

No Ceará, dois órgãos são responsáveis pela realização das atividades previstas pelo Qualiágua: a Semace e a Cogerh. De acordo com a Tabela 2.31 existem 31 pontos de monitoramento no âmbito desse Programa, para a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas.

Tabela 2.31 - Pontos de monitoramento de qualidade do Programa Qualiágua na RHBM

Código Semace	Código Hidro	Município	Corpo Hídrico	Lat	Long
Me-1	35879000	Chorozinho	Rio Choró	9523890	555451
Me-3	35960000	Cascavel	Canal do Trabalhador	9513894	579914
Me-4		Guaramiranga	Rio Pacoti	9533009	504751
Me-5		Pacoti	Rio Pacoti	9532342	510502
Me-6		Redenção	Rio Pacoti	9533760	529214
Me-7		Acarape	Rio Pacoti	9532234	533170
Me-8		Aquiraz	Rio Pacoti	9577338	564490
Me-9		Horizonte	Rio Catu	9550650	558337
Me-10		Horizonte	Rio Malcozinhado	9547718	569227
Me-11		Cascavel	Rio Malcozinhado	9546022	579834
Me-12		Cascavel	Rio Malcozinhado	9546118	583370
Me-13	35680000	Caucaia	Rio Ceará	9586481	540962
Me-14		Fortaleza	Rio Ceará	9590810	545498
Me-15		Caucaia	Rio Ceará	9576780	525806
Me-16		Maranguape	Rio Ceará	9550968	515518
Me-17		Caucaia	Rio Ceará	9561896	512818
Me-18		Maranguape	Rio Maranguapinho	9569934	532934
Me-19		Maracanaú	Rio Maranguapinho	9574380	541566
Me-20		Maracanaú	Rio Maranguapinho	9574533	541678
Me-21		Fortaleza	Rio Maranguapinho	9582434	544865
Me-22		Fortaleza	Rio Maranguapinho	9584986	544496
Me-23		Caucaia	Rio Maranguapinho	9586466	544274
Me-24	35705000	Pacatuba	Rio Cocó	9559525	541843
Me-25		Fortaleza	Rio Cocó	9576758	552396
Me-26	35712000	Fortaleza	Rio Cocó	9578760	553867
Me-27		Fortaleza	Rio Cocó	9581804	554114
Me-28	35714000	Fortaleza	Rio Cocó	9583968	554796
Me-29		Fortaleza	Rio Cocó	9585272	556597
Me-30		Fortaleza	Rio Cocó	9585112	557436
Me-31		Fortaleza	Rio Cocó	9582702	562510

Fonte: Semace – junho/2020

3 DEMANDA ATUAL

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

3.1 Demanda hídrica outorgada

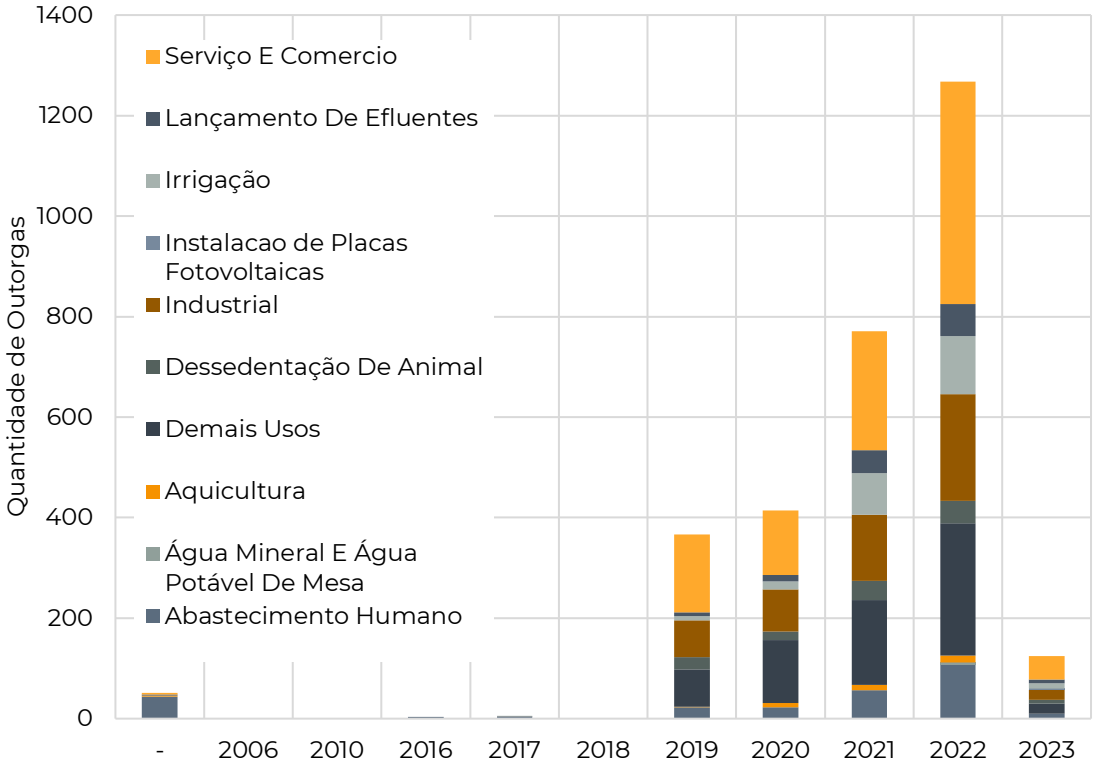
As outorgas de direito de uso da água, utilizadas nesta análise, foram retiradas da plataforma Outorga *Online* da Cogerh/SRH, e se referem às outorgas em vigência no mês de fevereiro de 2023. No cadastro de outorgas das bacias metropolitanas estão disponíveis os seguintes usos: abastecimento humano, água mineral e água potável de mesa, aquicultura, dessedentação animal, industrial, Instalação de placas fotovoltaicas, irrigação, lançamento de efluentes, serviço, comércio e demais usos.

A Tabela 3.1 e a Figura 3.1 apresentam a quantidade de outorgas vigentes, por ano de início de vigência na RHBM, em relação aos tipos de uso da água, totalizando 3.007 outorgas vigentes, sendo 1.012 para serviço e comércio (34%), 652 para demais usos (21,7%), 526 para uso industrial (17,50%) e 273 para abastecimento humano (9%).

Tabela 3.1 - Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH das Bacias Metropolitanas

Ano	Abastecimento Humano	Água Mineral e Água Potável de Mesa	Aquicultura	Demais Usos	Dessedentação de Animal	Industrial	Instalação de Placas Fotovoltaicas	Irrigação	Lançamento de Efluentes	Serviço e Comércio	Total
-	44	0	2	0	0	0	0	0	2	3	51
2006	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2010	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2016	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2017	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
2018	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2019	23	0	1	74	24	74	0	8	7	155	366
2020	23	0	8	125	17	84	0	16	13	128	414
2021	57	0	10	169	38	132	0	83	45	237	771
2022	107	5	14	263	44	213	0	115	64	443	1268
2023	10	0	0	20	7	21	2	10	8	46	124
Total	**273**	**5**	**35**	**652**	**130**	**526**	**2**	**233**	**139**	**1012**	**3007**

Figura 3.1 - Quantidade de outorgas concedidas por tipo e início da vigência na RH das Bacias Metropolitanas

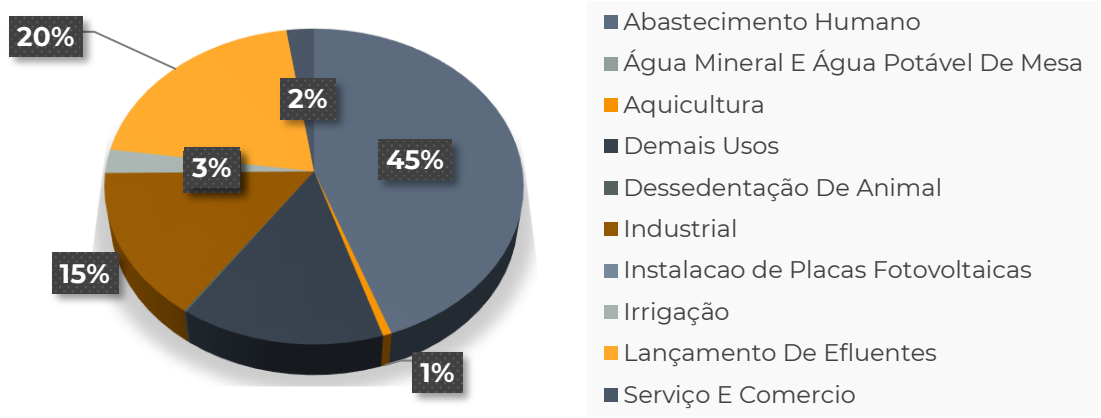


A Tabela 3.2 e a Figura 3.2 apresentam o volume outorgado por tipo de uso em outorgas válidas em fevereiro de 2023. Conforme pode ser observado o abastecimento humano representa cerca de 44,50% do volume outorgado (344,18 hm³/ano), enquanto o uso Industrial representa 15,14% do volume outorgado (117,04 hm³).

Tabela 3.2 - Vazões por tipo de uso em outorgas válidas em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas (em hm³/ano, m³/s e l/s)

Tipo de uso	Volume Outorgado (hm³/ano)	Vazão Outorgada (l/s)	Vazão Outorgada (m³/s)	Vazão Outorgada (%)
Abastecimento Humano	344,18	10914,03	10,91	44,51%
Água Mineral E Água Potável De Mesa	0,11	3,34	0,00	0,01%
Aquicultura	4,76	150,86	0,15	0,62%
Demais Usos	111,37	3531,52	3,53	14,40%
Dessedentação De Animal	1,23	38,93	0,04	0,16%
Industrial	117,04	3711,42	3,71	15,14%
Instalação de Placas Fotovoltaicas	0,00	0,00	0,00	0,00%
Irrigação	18,79	595,93	0,60	2,43%
Lançamento De Efluentes	157,86	5005,72	5,01	20,41%
Serviço E Comercio	17,96	569,40	0,57	2,32%
Total	**134,70**	**4271,36**	**4,27**	**-**

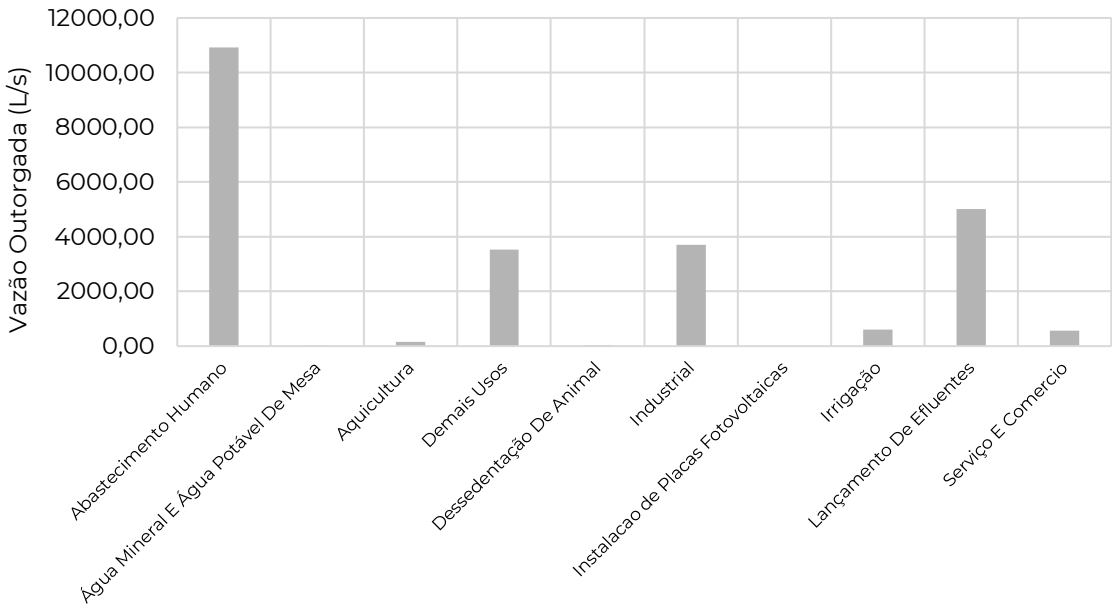
Figura 3.2 - Percentual das vazões por tipo de uso em outorgas com outorgas válidas em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas



A vazão total outorgada na RH das Bacias Metropolitanas soma 773,30 hm³/ano, o que equivale a 24,52 m³/s. É importante destacar que como 5,02 m³/s refere-se a outorga para lançamento de efluentes, 19,52 m³/s, são outorgados para usos consuntivos.

A Figura 3.3 apresenta as vazões outorgadas por tipo de uso na RH das Bacias Metropolitanas.

Figura 3.3 - Vazão outorgada (em l/s) por tipo de uso válida em 03/2023 na RH das Bacias Metropolitanas



A Tabela 3.3 apresenta a evolução das outorgas aprovadas entre 2006 e 2023.

Tabela 3.3 - Vazões outorgadas (em l/s) por tipo de uso e início da vigência em 02/2023 na RH das Bacias Metropolitanas

Ano	Abastecimento Humano	Água Mineral E Água Potável De Mesa	Aquicultura	Demais Usos	Dessedentação De Animal	Industrial	Instalação de Placas Fotovoltaicas	Irrigação	Lançamento de Efluentes	Serviço E Comercio	Total
-	1,52	0,00	37,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,33	1,76	126,56
2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	125,25	0,00	0,00	0,00	0,00	125,25
2010	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
2016	111,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,95
2017	127,41	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	136,53	0,00	0,00	263,96
2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00
2019	454,20	0,00	0,00	1532,69	6,04	310,86	0,00	20,84	546,68	52,92	2924,22
2020	9099,80	0,00	18,86	32,42	5,95	850,75	0,00	46,59	248,07	79,10	10381,54
2021	421,05	0,00	81,10	101,59	14,57	567,00	0,00	66,22	2474,78	149,27	3875,58
2022	685,37	3,34	12,95	1858,36	9,17	832,31	0,00	273,49	944,36	281,41	4900,75
2023	12,40	0,00	0,00	6,43	3,20	25,24	0,00	52,28	706,49	4,95	810,99
Total	**10914,03**	**3,34**	**150,86**	**3531,52**	**38,93**	**3711,42**	**0,00**	**595,93**	**5005,72**	**569,40**	**24521,14**

Tabela 3.4 - Vazões outorgadas (em m³/s e l/s) por tipo de uso e manancial na RH das Bacias Metropolitanas vigentes em 02/2023

MANANCIAL	Abastecimento Humano		Água Mineral E Água Potável De Mesa		Aquicultura		Demais Usos		Dessedentação De Animal		Industrial		Instalação de Placas Fotovoltaicas		Irrigação		Lançamento de Efluentes		Serviço e Comercio		Total	
	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)
Aç Batente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00
Aç. Amanary	12,49	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,49	0,01
Aç. Aracoiaba	34,63	0,03	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,96	0,04	0,00	0,00	91,34	0,09	166,56	0,17
Aç. Batente	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00
Aç. Castro	18,71	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,88	0,02
Aç. Catucinzenta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00
Aç. Cauhipe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,42	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,42	0,01
Aç. Cocó	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,37	0,00
Aç. Croatá (Choró)	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Aç. Gaviao	6605,43	6,61	0,00	0,00	0,00	0,00	276,16	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6881,58	6,88
Aç. Germinal	10,88	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,88	0,01
Aç. Itapebussu	5,58	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58	0,01
Aç. Macacos	9,91	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,91	0,01
Aç. Malcozinhado	23,33	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,64	0,03
Aç. Malcozinhado	10,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,31	0,01
Aç. Maranguapinho	278,01	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	16,20	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	294,81	0,29
Aç. Pacajus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00
Aç. Pacoti	248,83	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	350,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	598,83	0,60
Aç. Penedo	11,61	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,18	0,01
Aç. Pesqueiro	16,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,27	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	24,40	0,02
Aç. Pompeu Sobrinho	8,78	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	9,17	0,01
Aç. Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48	0,00
Aç. Sítios Novos	115,73	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,25	0,01	0,00	0,00	0,93	0,00	124,91	0,12
Aç. Tijuquinha	60,20	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,20	0,06
Aç. Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,46	0,01
Açude não monitorado	2,64	0,00	0,00	0,00	38,24	0,04	12,56	0,01	7,30	0,01	15,82	0,02	0,00	0,00	148,79	0,15	1,73	0,00	4,27	0,00	231,35	0,23
Adutora ou Canal	2943,91	2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	1604,25	1,60	0,79	0,00	2841,80	2,84	0,00	0,00	160,33	0,16	6,12	0,01	6,84	0,01	7564,04	7,56
Fonte	43,43	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,43	0,04
Lagoa	60,45	0,06	0,00	0,00	0,05	0,00	39,14	0,04	0,00	0,00	55,06	0,06	0,00	0,00	42,40	0,04	5,77	0,01	7,76	0,01	210,63	0,21

MANANCIAL	Abastecimento Humano		Água Mineral E Água Potável De Mesa		Aquicultura		Demais Usos		Dessedentação De Animal		Industrial		Instalação de Placas Fotovoltaicas		Irrigação		Lançamento de Efluentes		Serviço e Comercio		Total	
	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)
Poço	322,31	0,32	3,34	0,00	44,40	0,04	1555,70	1,56	28,32	0,03	420,73	0,42	0,00	0,00	107,28	0,11	30,55	0,03	450,51	0,45	2963,13	2,96
Rio ou Riacho	68,71	0,07	0,00	0,00	67,55	0,07	17,08	0,02	2,43	0,00	11,43	0,01	0,00	0,00	77,97	0,08	4961,55	4,96	6,40	0,01	5213,14	5,21
Total	**10914,03**	**10,91**	**3,34**	**0,00**	**150,86**	**0,15**	**3531,52**	**3,53**	**38,93**	**0,04**	**3711,42**	**3,71**	**0,00**	**0,00**	**595,93**	**0,60**	**5005,72**	**5,01**	**569,40**	**0,57**	**24521,14**	**24,52**



Açude Macacos – Foto: Cogerh

As vazões são outorgadas em diferentes mananciais, classificados como açudes monitorados, açudes não monitorados, água subterrânea (fontes), água subterrânea (lagoas), lago (ou lagoa) e rios (ou riacho) (Tabela 3.4 e Figura 3.4).

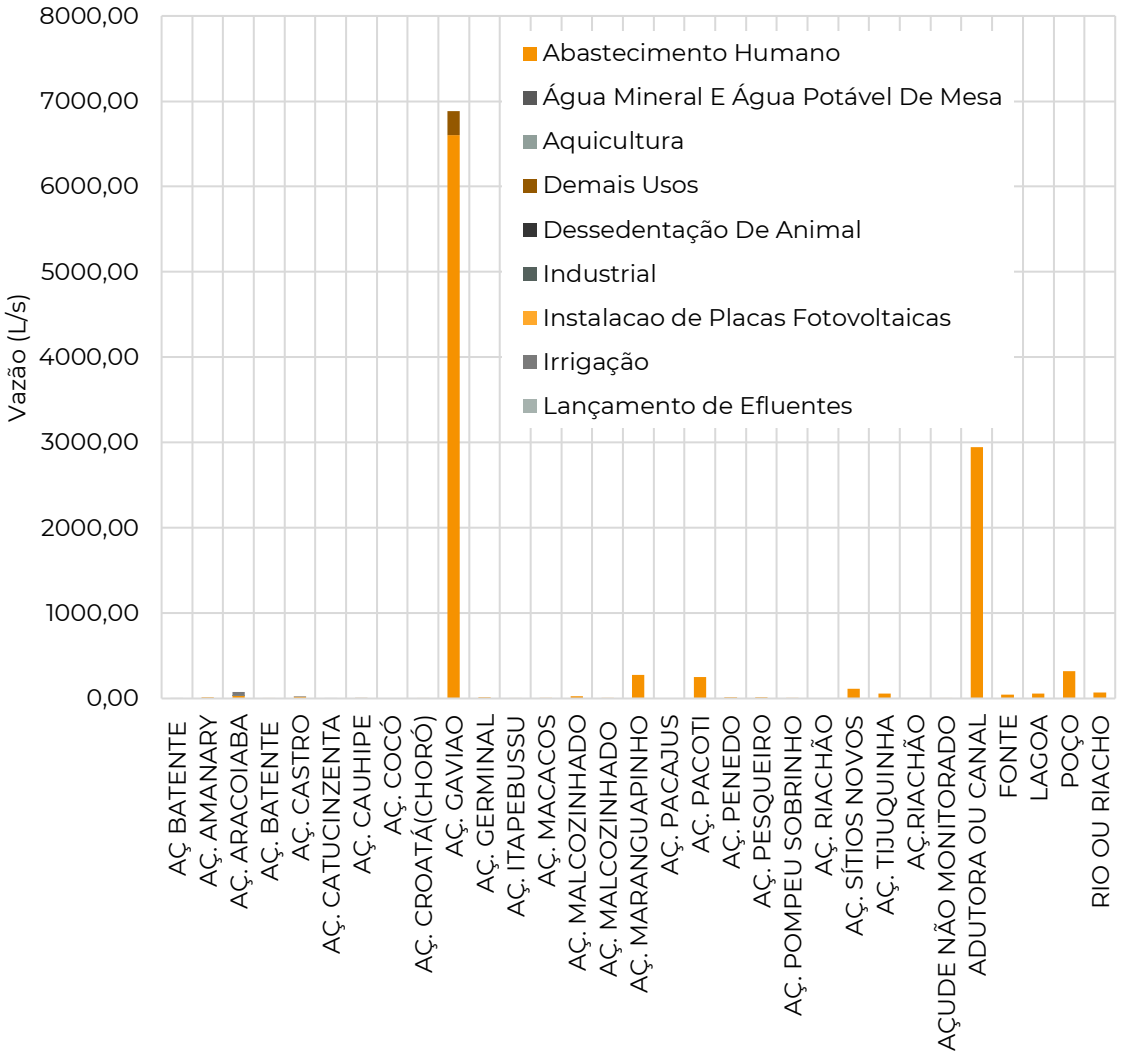
Nota-se que as vazões outorgadas para Irrigação são majoritariamente de águas subterrâneas, açudes não monitorados e infraestrutura hídrica (Canal ou Adutora).

As demandas industriais são majoritariamente de adutoras ou canais e do açude Pacoti.

Já o abastecimento humano possui origem diversas, com principal fonte o açude Gavião. Importante destacar que tal reservatório é destino final do sistema Pacajus-Pacoti-Riachão e recebe águas provenientes do Eixão das Águas.

Atualmente a maioria das outorgas são provenientes dos açudes monitorados, em especial o Gavião (28%), de canais ou adutoras (31%) e de leitos de rios (20%), ou seja, majoritariamente as outorgas na RHBM é proveniente de fontes naturais.

Figura 3.4 - Outorgas em vigência em 02/2023 por tipo de uso e manancial na RH das Bacias Metropolitanas (em l/s).

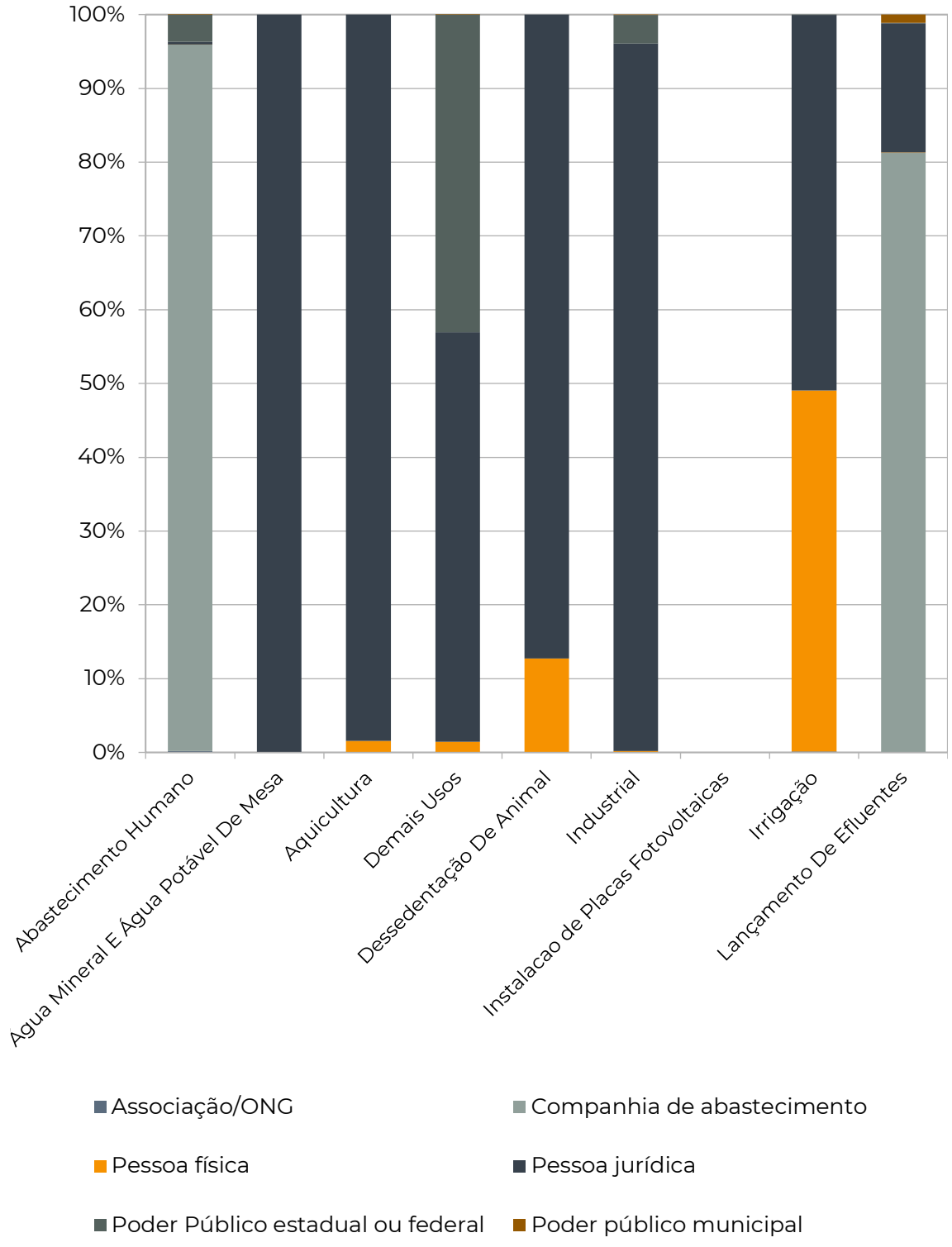


A Figura 3.5 e Tabela 3.5 apresentam os tipos de requerentes das outorgas, por tipo de uso. Observa-se que as outorgas para abastecimento humano são realizadas por parte das companhias de abastecimento e pelo poder público, enquanto as outorgas para Indústria, Irrigação, Serviço e Comércio e Demais Usos são solicitadas por pessoas jurídicas.

Tabela 3.5 - Vazão outorgada por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 02/2023) (em l/s e m³/s)

Tipo de usos	Associação/ONG		Companhia de abastecimento		Pessoa física		Pessoa jurídica		Poder Público estadual ou federal		Poder público municipal		Total	
	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)
Abastecimento Humano	23,71	0,02	10448,26	10,45	1,13	0,00	38,66	0,04	401,01	0,40	1,26	0,00	10914,03	10,91
Água Mineral E Água Potável De Mesa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,34	0,00
Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	0,00	148,49	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	150,86	0,15
Demais Usos	0,65	0,00	0,58	0,00	49,66	0,05	1960,70	1,96	1519,82	1,52	0,10	0,00	3531,52	3,53
Dessedentação De Animal	0,00	0,00	0,00	0,00	4,95	0,00	33,98	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	38,93	0,04
Industrial	0,17	0,00	0,17	0,00	7,69	0,01	3556,73	3,56	144,57	0,14	2,08	0,00	3711,42	3,71
Instalacao de Placas Fotovoltaicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Irrigação	0,79	0,00	0,00	0,00	291,64	0,29	303,23	0,30	0,28	0,00	0,00	0,00	595,93	0,60
Lançamento De Efluentes	0,00	0,00	4068,61	4,07	0,66	0,00	877,69	0,88	2,78	0,00	55,98	0,06	5005,72	5,01
Serviço E Comercio	7,12	0,01	1,37	0,00	40,40	0,04	518,74	0,52	1,65	0,00	0,12	0,00	569,40	0,57
Total	**32,45**	**0,03**	**14518,99**	**14,52**	**398,51**	**0,40**	**7441,54**	**7,44**	**2070,11**	**2,07**	**59,55**	**0,06**	**24521,14**	**24,52**

Figura 3.5 - Quantidade de outorgas por tipos de requerentes e por tipo de uso da água (outorgas válidas em 03/2023)



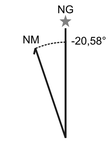
O MAPA 15 apresenta a localização das outorgas em vigência, utilizadas neste estudo.

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

OUTORGAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS



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 : 320.000

0 10 20 30 40 50 60 km
QUILOMETROS

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Bacia Hidrográfica da Região Metropolitana (Cogerh, 2021)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Limite Municipal (Ipece, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

3.2 Demanda hídrica calculada pela ANA

Visto que os dados de outorga não correspondem necessariamente à demanda hídrica real na RH das Bacias Metropolitanas, em função do período de escassez hídrica que se iniciou em 2012, associado a usuários que não solicitam a outorga da água, foram analisadas outras fontes de dados secundários, a fim de se determinar a existência de uma demanda reprimida na RH.



Açude Malcozinhado – Foto: Cogerh

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

As metodologias indiretas surgem como alternativa necessária para o cálculo do uso da água, orientando o planejamento e a gestão setorial e de recursos hídricos. De forma geral, essas metodologias utilizam coeficientes técnicos que associam variáveis inventariadas (população, por exemplo) a uma necessidade média de água (litros por habitante por ano, por exemplo). Os coeficientes técnicos são geralmente calculados a partir de medições com elevado grau de precisão, sendo sua aplicação nas estimativas uma extrapolação espacial e temporal. A aplicação desses coeficientes é comum nos estudos nacionais e internacionais de referência.

As demandas dos municípios da RHBM são apresentadas na Tabela 3.6. Há que se lembrar que alguns municípios estão inseridos parcialmente na RHBM. Para evitar o cômputo em dobro das demandas em municípios partilhados por outras RH, foram adotadas as seguintes premissas para o cálculo das demandas na RHBM, com base nos dados da ANA.

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

A Tabela 3.7 apresenta as demandas calculadas com base nos critérios adotados para a RHBM, totalizando 13,98 m^3/s de demanda com base nos dados disponíveis no documento de “Usos Consuntivos da Água” elaborado pela ANA.

Tabela 3.6 - demandas por tipo de uso – metodologia ANA – para a totalidade do município (em m³/s e l/s)

Município	Demandas Totais Municipais													
	Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Industria de Transformação		Mineração		Total	
	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)
Acarape	0,03	26,56	0,01	9,19	0,00	0,00	0,00	2,14	0,01	5,63	0,00	1,04	0,04	44,57
Aquiraz	0,11	110,51	0,00	4,87	0,64	640,47	0,02	20,58	0,11	114,12	0,00	0,49	0,89	891,03
Aracoiaba	0,05	52,71	0,01	12,99	0,01	5,86	0,01	9,64	0,00	2,57	0,00	0,05	0,08	83,83
Aratuba	0,01	5,77	0,01	6,44	0,02	19,46	0,00	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	34,84
Barreira	0,02	20,36	0,01	13,23	0,00	0,00	0,00	4,37	0,00	0,72	0,00	0,04	0,04	38,72
Baturité	0,04	43,58	0,01	9,86	0,01	10,84	0,01	5,98	0,00	0,87	0,00	0,00	0,07	71,12
Beberibe	0,04	36,12	0,03	34,55	0,20	198,91	0,02	20,18	0,00	1,24	0,00	0,00	0,29	291,01
Canindé	0,05	48,67	0,03	28,66	0,00	0,00	0,03	31,77	0,02	15,76	0,00	0,03	0,12	124,90
Capistrano	0,01	12,60	0,01	12,31	0,01	11,24	0,00	4,49	0,00	0,06	0,00	0,00	0,04	40,70
Cascavel	0,09	93,23	0,01	11,36	0,11	107,75	0,02	15,48	0,07	66,61	0,00	0,14	0,29	294,56
Caucaia	0,75	746,26	0,05	45,64	0,21	205,28	0,03	28,50	0,06	61,37	0,00	4,87	1,09	1091,93
Choró	0,01	8,52	0,01	9,67	0,00	0,00	0,01	10,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	28,68
Chorozinho	0,02	18,32	0,01	6,92	0,00	0,00	0,00	4,85	0,00	2,63	0,00	0,41	0,03	33,13
Eusébio	0,12	121,03	0,00	0,00	0,01	5,19	0,00	2,46	0,10	101,32	0,00	0,00	0,23	230,01
Fortaleza	6,89	6890,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,07	0,69	690,60	0,01	6,64	7,59	7590,76
Fortim	0,02	16,37	0,01	6,63	0,00	0,00	0,00	2,21	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	25,23
Guaiúba	0,03	28,78	0,01	6,61	0,02	17,20	0,01	7,64	0,00	0,60	0,00	0,02	0,06	60,85
Guaramiranga	0,00	3,72	0,00	1,33	0,01	9,96	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02	15,77
Horizonte	0,09	86,30	0,00	4,30	0,04	36,75	0,01	12,67	0,27	265,29	0,00	3,90	0,41	409,21
Ibaretama	0,01	9,27	0,01	8,58	0,00	0,00	0,02	15,41	0,00	0,61	0,00	0,00	0,03	33,88
Itaitinga	0,14	138,08	0,00	0,02	0,01	6,64	0,00	3,83	0,01	6,79	0,00	1,56	0,16	156,92
Itapiúna	0,03	25,60	0,01	12,17	0,01	5,79	0,01	10,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	53,75
Maracanaú	0,32	319,27	0,00	1,82	0,00	0,00	0,00	3,45	0,30	300,57	0,00	0,90	0,63	626,01
Maranguape	0,15	153,54	0,03	32,95	0,01	10,22	0,04	35,08	0,06	56,62	0,00	0,00	0,29	288,42
Morada Nova	0,04	42,92	0,03	27,65	0,41	412,60	0,08	80,58	0,04	43,50	0,00	0,01	0,61	607,26
Mulungu	0,01	5,57	0,01	9,43	0,00	4,75	0,00	2,09	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	21,87
Ocara	0,02	15,32	0,02	19,43	0,00	0,00	0,01	8,66	0,00	1,41	0,00	0,07	0,04	44,88
Pacajus	0,08	76,13	0,01	12,51	0,00	1,08	0,01	9,65	0,03	30,10	0,00	0,00	0,13	129,47
Pacatuba	0,07	67,00	0,01	13,61	0,01	7,41	0,00	4,90	0,04	41,55	0,00	0,32	0,13	134,79
Pacoti	0,01	8,99	0,01	7,33	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,85	0,00	0,17	0,02	18,59
Palhano	0,02	16,86	0,01	5,28	0,00	0,00	0,01	5,04	0,00	1,54	0,00	0,00	0,03	28,71

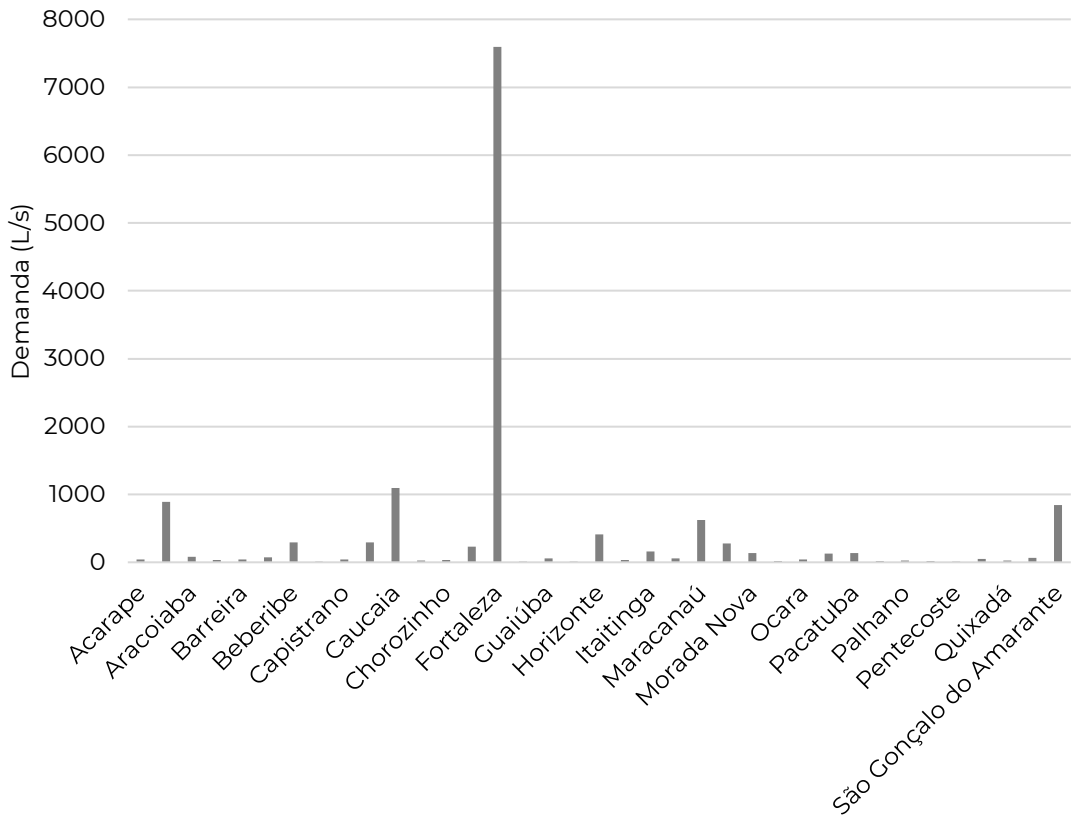
Município	Demandas Totais Municipais													
	Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Industria de Transformação		Mineração		Total	
	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)
Palmácia	0,01	6,00	0,01	8,94	0,00	2,63	0,00	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	21,36
Pentecoste	0,07	68,53	0,02	16,47	0,00	0,00	0,02	20,22	0,04	41,68	0,00	0,00	0,15	146,90
Pindoretama	0,01	12,49	0,01	7,84	0,00	1,76	0,00	4,40	0,02	20,70	0,00	0,00	0,05	47,18
Quixadá	0,12	117,15	0,03	25,68	0,01	6,21	0,05	52,06	0,02	17,83	0,00	0,10	0,22	219,03
Redenção	0,05	51,10	0,01	11,70	0,00	1,74	0,00	2,22	0,00	0,77	0,00	0,00	0,07	67,53
São Gonçalo do Amarante	0,05	51,57	0,02	18,13	0,35	348,16	0,01	11,87	0,65	645,19	0,00	0,48	1,08	1075,41
Total	**9,56**	**9555,27**	**0,46**	**464,07**	**2,08**	**2077,89**	**0,46**	**464,98**	**2,54**	**2539,14**	**0,02**	**21,45**	**15,12**	**15122,81**

Tabela 3.7 - Demandas da RHBM por município e por tipo de uso – metodologia ANA (em m³/s e l/s)

Município	% do Município na RHBM (Área)	% da População Urbana na RHBM (Área)	c													
			Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Industria de Transformação		Mineração		Total	
			(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)
Acarape	100,00%	100,00%	0,03	26,56	0,01	9,19	0,00	0,00	0,00	2,14	0,01	5,63	0,00	1,04	0,04	44,57
Aquiraz	100,00%	100,00%	0,11	110,51	0,00	4,87	0,64	640,47	0,02	20,58	0,11	114,12	0,00	0,49	0,89	891,03
Aracoiaba	100,00%	100,00%	0,05	52,71	0,01	12,99	0,01	5,86	0,01	9,64	0,00	2,57	0,00	0,05	0,08	83,83
Aratuba	86,23%	100,00%	0,01	5,77	0,01	5,55	0,02	16,78	0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	30,84
Barreira	100,00%	100,00%	0,02	20,36	0,01	13,23	0,00	0,00	0,00	4,37	0,00	0,72	0,00	0,04	0,04	38,72
Baturité	100,00%	100,00%	0,04	43,58	0,01	9,86	0,01	10,84	0,01	5,98	0,00	0,87	0,00	0,00	0,07	71,12
Beberibe	100,00%	100,00%	0,04	36,12	0,03	34,55	0,20	198,91	0,02	20,18	0,00	1,24	0,00	0,00	0,29	291,01
Canindé	21,22%	1,84%	0,00	0,89	0,01	6,08	0,00	0,00	0,01	6,74	0,00	0,29	0,00	0,01	0,01	14,01
Capistrano	100,00%	100,00%	0,01	12,60	0,01	12,31	0,01	11,24	0,00	4,49	0,00	0,06	0,00	0,00	0,04	40,70
Cascavel	100,00%	99,08%	0,09	92,37	0,01	11,36	0,11	107,75	0,02	15,48	0,07	66,00	0,00	0,14	0,29	293,08
Caucaia	100,00%	100,00%	0,75	746,26	0,05	45,64	0,21	205,28	0,03	28,50	0,06	61,37	0,00	4,87	1,09	1091,93
Choró	100,00%	100,00%	0,01	8,52	0,01	9,67	0,00	0,00	0,01	10,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	28,68
Chorozinho	100,00%	100,00%	0,02	18,32	0,01	6,92	0,00	0,00	0,00	4,85	0,00	2,63	0,00	0,41	0,03	33,13
Eusébio	100,00%	100,00%	0,12	121,03	0,00	0,00	0,01	5,19	0,00	2,46	0,10	101,32	0,00	0,00	0,23	230,01
Fortaleza	100,00%	100,00%	6,89	6890,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,07	0,69	690,60	0,01	6,64	7,59	7590,76
Fortim	70,38%	11,44%	0,00	1,87	0,00	4,67	0,00	0,00	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	8,09
Guaiúba	100,00%	100,00%	0,03	28,78	0,01	6,61	0,02	17,20	0,01	7,64	0,00	0,60	0,00	0,02	0,06	60,85
Guaramiranga	72,11%	100,00%	0,00	3,72	0,00	0,96	0,01	7,19	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	12,41
Horizonte	100,00%	100,00%	0,09	86,30	0,00	4,30	0,04	36,75	0,01	12,67	0,27	265,29	0,00	3,90	0,41	409,21
Ibaretama	87,04%	100,00%	0,01	9,27	0,01	7,47	0,00	0,00	0,01	13,41	0,00	0,61	0,00	0,00	0,03	30,77
Itaitinga	100,00%	100,00%	0,14	138,08	0,00	0,02	0,01	6,64	0,00	3,83	0,01	6,79	0,00	1,56	0,16	156,92
Itapiúna	100,00%	100,00%	0,03	25,60	0,01	12,17	0,01	5,79	0,01	10,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	53,75
Maracanaú	100,00%	100,01%	0,32	319,29	0,00	1,82	0,00	0,00	0,00	3,45	0,30	300,59	0,00	0,90	0,63	626,05
Maranguape	93,55%	98,22%	0,15	150,81	0,03	30,83	0,01	9,56	0,03	32,82	0,06	55,61	0,00	0,00	0,28	279,62
Morada Nova	23,14%	13,85%	0,01	5,95	0,01	6,40	0,10	95,47	0,02	18,65	0,01	6,03	0,00	0,00	0,13	132,49
Mulungu	68,68%	100,00%	0,01	5,57	0,01	6,48	0,00	3,27	0,00	1,44	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	16,76
Ocara	100,00%	100,00%	0,02	15,32	0,02	19,43	0,00	0,00	0,01	8,66	0,00	1,41	0,00	0,07	0,04	44,88
Pacajus	100,00%	100,00%	0,08	76,13	0,01	12,51	0,00	1,08	0,01	9,65	0,03	30,10	0,00	0,00	0,13	129,47
Pacatuba	100,00%	100,00%	0,07	67,00	0,01	13,61	0,01	7,41	0,00	4,90	0,04	41,55	0,00	0,32	0,13	134,79
Pacoti	94,58%	100,00%	0,01	8,99	0,01	6,93	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,85	0,00	0,16	0,02	18,12

Município	% do Município na RHBM (Área)	% da População Urbana na RHBM (Área)	c													
			Abastecimento Urbano		Abastecimento Rural		Irrigação		Dessedentação Animal		Industria de Transformação		Mineração		Total	
			(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)	(m3/s)	(L/s)
Palhano	37,05%	100,00%	0,02	16,86	0,00	1,95	0,00	0,00	0,00	1,87	0,00	1,54	0,00	0,00	0,02	22,22
Palmácia	97,60%	100,00%	0,01	6,00	0,01	8,73	0,00	2,57	0,00	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	20,99
Pentecoste	28,99%	0,09%	0,00	0,06	0,00	4,77	0,00	0,00	0,01	5,86	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	10,74
Pindoretama	100,00%	100,00%	0,01	12,49	0,01	7,84	0,00	1,76	0,00	4,40	0,02	20,70	0,00	0,00	0,05	47,18
Quixadá	21,61%	6,52%	0,01	7,64	0,01	5,55	0,00	1,34	0,01	11,25	0,00	1,16	0,00	0,02	0,03	26,97
Redenção	100,00%	100,00%	0,05	51,10	0,01	11,70	0,00	1,74	0,00	2,22	0,00	0,77	0,00	0,00	0,07	67,53
São Gonçalo do Amarante	62,91%	87,08%	0,04	44,91	0,01	11,40	0,22	219,03	0,01	7,47	0,56	561,83	0,00	0,30	0,84	844,95
Total			**9,27**	**9267,81**	**0,37**	**368,35**	**1,62**	**1619,10**	**0,31**	**308,92**	**2,34**	**2342,90**	**0,02**	**21,11**	**13,93**	**13928,19**

Figura 3.6 - Demanda por município na RHBM (em l/s) (adaptado ANA, 2019)



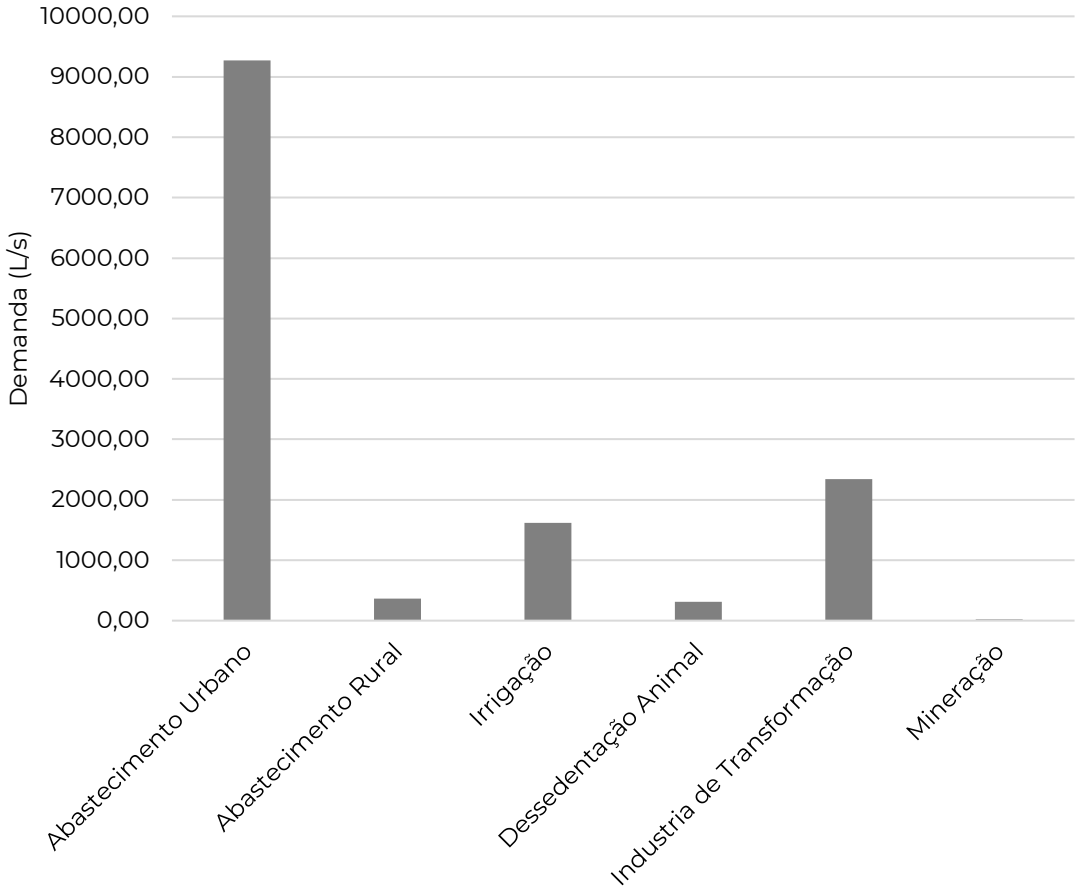
Segundo a metodologia da ANA, a demanda hídrica da RHBM é de 13,93 m³/s (13.928,19 L/S), dos quais 57,50% se devem à demanda de Fortaleza. Aquiraz, Caucaia, Maracanaú e São Gonçalo do Amarante representam 24,80% da demanda, principalmente devido as demandas industriais (Figura 3.6).

A Figura 3.7 e Tabela 3.8 apresentam a divisão das demandas por tipo de uso, onde 66,54% da se refere ao abastecimento humano, 16,82% para indústria e 11,62% para Irrigação.

Tabela 3.8 - Demanda por tipo de uso na RHBM (adaptado ANA, 2017)

Tipo de Uso	Demanda (l/s)	Demanda (m³/s)	%
Abastecimento Urbano	9267,81	9,27	66,54%
Abastecimento Rural	368,35	0,37	2,64%
Irrigação	1619,10	1,62	11,62%
Dessedentação Animal	308,92	0,31	2,22%
Industria de Transformação	2342,90	2,34	16,82%
Mineração	21,11	0,02	0,15%
Total	**13928,19**	**13,93**	

Figura 3.7 - Demanda por tipo de uso na RHBM (adaptado ANA, 2019)



3.3 Demanda instalada

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

3.3.1 Abastecimento Humano

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

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

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

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

Assim, a demanda hídrica para abastecimento humano urbano da RH das Bacias Metropolitanas foi de 6238,75 L/s, com média por habitante de 148,63 L/dia (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 - Demanda instalada para abastecimento humano urbano por município na RH das Bacias Metropolitanas

Município	Unidade Geográfica	População (habitantes)	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda (L/s)	
Acarape	**Acarape** (sede)	7.982	150	13,86	13,86
Aquiraz	**Aquiraz** (sede)	25.377	150	44,06	114,30
	Camará	9.060	150	15,73	
	Caponga da Bernarda	957	100	1,11	
	Jacaúna	6.984	150	12,13	
	João de Castro	5.927	150	10,29	
	Justiniano de Serpa	5.318	150	9,23	

Município	Unidade Geográfica	População (habitantes)	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda (L/s)	
	Patacas	4.625	120	6,42	
	Tapera	8.835	150	15,34	
Aracoiaba	**Aracoiaba** (sede)	8.505	150	14,77	21,40
	Ideal	1.078	120	1,50	
	Jaguarão	730	100	0,84	
	Jenipapeiro	352	100	0,41	
	Lagoa de São João	413	100	0,48	
	Milton Belo	538	100	0,62	
	Pedra Branca	280	100	0,32	
	Plácido Martins	426	100	0,49	
	Vazantes	1.415	120	1,97	
Aratuba	**Aratuba** (sede)	3.115	120	4,33	5,08
	Pai João	654	100	0,76	
Barreira	**Barreira** (sede)	6.834	150	11,86	13,36
	Córrego	956	100	1,11	
	Lagoa do Barro	98	100	0,11	
	Lagoa Grande	239	100	0,28	
Baturité	**Baturité** (sede)	23.476	150	40,76	41,87
	Boa Vista	304	100	0,35	
	São Sebastião	657	100	0,76	
Beberibe	**Beberibe** (sede)	12.654	150	21,97	34,06
	Forquilha	483	100	0,56	
	Itapeim	244	100	0,28	
	Parajuru	3.235	120	4,49	
	Paripueira	779	100	0,90	
	Serra do Félix	1.293	120	1,80	
	Sucatinga	2.923	120	4,06	
Canindé	Campos	30	100	0,03	1,00
	Esperança	76	100	0,09	
	Iguaçu	275	100	0,32	
	Targinos	480	100	0,56	
Capistrano	**Capistrano** (sede)	6.212	150	10,78	10,78
Cascavel	**Cascavel** (sede)	36.418	150	63,23	94,02
	Caponga	12.100	150	21,01	
	Cristais	451	100	0,52	
	Guanacés	2.185	120	3,03	
	Jacarecoara	4.485	120	6,23	
Caucaia	Bom Príncipio	1.196	120	1,66	499,76
	Catuana	1.878	120	2,61	
	Caucaia (sede)	149.896	150	260,24	
	Guararu	918	100	1,06	
	Jurema	129.276	150	224,44	
	Mirambé	2.609	120	3,62	
	Sítios Novos	4.270	120	5,93	
	Tucunduba	177	100	0,20	
Choró	Barbada	60	100	0,07	5,07
	Caiçarinha	79	100	0,09	
	Choró (sede)	2.911	120	4,04	
	Maravilha	269	100	0,31	
	Monte Castelo	346	100	0,40	
	Santa Rita	129	100	0,15	
Chorozinho	Campestre	259	100	0,30	18,04
	Cedro	275	100	0,32	
	Chorozinho (sede)	6.961	150	12,09	

Município	Unidade Geográfica	População (habitantes)	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda (L/s)	
	Patos dos Liberatos	548	100	0,63	
	Timbaúba dos Marinheiros	1.228	120	1,71	
	Triângulo	2.155	120	2,99	
Eusébio	Eusébio (sede)	46.033	150	79,92	79,92
Fortaleza	Antônio Bezerra	225.363	150	391,26	4.257,27
	Fortaleza (sede - capital*)	862.750	150	1.497,83	
	Messejana	439.559	150	763,12	
	Mondubim	606.965	150	1.053,76	
	Parangaba	317.548	150	551,30	
Fortim	Campestre	330	100	0,38	1,27
	Guajiru	769	100	0,89	
Guaiúba	Água Verde	3.516	120	4,88	29,64
	Baú	1.552	120	2,16	
	Dourado	581	100	0,67	
	Guaiúba (sede)	10.869	150	18,87	
	Itacima	1.427	120	1,98	
	Núcleo Colonial Pio XII (São Gerônimo)	932	100	1,08	
Guaramiranga	**Guaramiranga** (sede)	1.416	120	1,97	3,47
	Pernambuquinho	1.079	120	1,50	
Horizonte	Aningas	314	100	0,36	87,60
	Dourados	919	100	1,06	
	Horizonte (sede)	49.268	150	85,53	
	Queimados	548	100	0,63	
Ibaretama	**Ibaretama** (sede)	2.286	120	3,18	5,68
	Nova-Vida	239	100	0,28	
	Oiticica	487	100	0,56	
	Pedra e Cal	580	100	0,67	
	Piranji	855	100	0,99	
Itaitinga	Gererau		100	0,00	61,74
	Itaitinga (sede)	35565	150	61,74	
Itapiúna	Caio Prado	1914	120	2,66	13,93
	Itans	**555**	100	0,64	
	Itapiúna (sede)	5202	150	9,03	
	Palmatória	1148	120	1,59	
Maracanaú	**Maracanaú** (sede)	163853	150	284,47	360,48
	Pajuçara	43782	150	76,01	
Maranguape	Amanari	3650	120	5,07	140,24
	Antônio Marques	409	100	0,47	
	Cachoeira	534	100	0,62	
	Itapebussu	4113	120	5,71	
	Jubaia	1457	120	2,02	
	Ladeira Grande	264	100	0,31	
	Lages	1247	120	1,73	
	Manoel Guedes	698	100	0,81	
	Maranguape (sede)	59636	150	103,53	
	Papara	580	100	0,67	
	Penedo	1304	120	1,81	
	São João do Amanari	1644	120	2,28	
	Sapupara	7344	150	12,75	

Município	Unidade Geográfica	População (habitantes)	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda (L/s)	
	Tanques	635	100	0,73	
	Umarizeiras	1112	120	1,54	
	Vertentes do Lagedo	144	100	0,17	
Morada Nova	Aruaru	4358	120	6,05	6,68
	Boa Água	546	100	0,63	
Mulungu	**Mulungu** (sede)	4198	120	5,83	5,83
Ocara	Arisco dos Marianos	159	100	0,18	10,12
	Curupira	431	100	0,50	
	Novo Horizonte	650	100	0,75	
	Ocara (sede)	4351	120	6,04	
	Sereno de Cima	1325	120	1,84	
	Serragem	689	100	0,80	
Pacajus	Itaipaba	819	100	0,95	87,21
	Pacajus (sede)	49346	150	85,67	
	Pascoal	510	100	0,59	
Pacatuba	Monguba	13059	150	22,67	107,80
	Pacatuba (sede)	13481	150	23,40	
	Pavuna	8236	150	14,30	
	Senador Carlos Jereissati	27319	150	47,43	
Pacoti	Colina	138	100	0,16	6,47
	Fátima	69	100	0,08	
	Pacoti (sede)	4241	120	5,89	
	Santa Ana	297	100	0,34	
Palhano	**Palhano** (sede)	3906	120	5,43	6,13
	São José	609	100	0,70	
Palmácia	Gado	177	100	0,20	6,79
	Gados dos Rodrigues	230	100	0,27	
	Palmácia (sede)	4550	120	6,32	
Pentecoste	Porfírio Sampaio	20	100	0,02	0,02
Pindoretama	Capim de Roça	590	100	0,68	18,51
	Caponguinha	44	100	0,05	
	Ema	584	100	0,68	
	Pindoretama (sede)	8998	150	15,62	
	Pratiús	1064	120	1,48	
Quixadá	Califórnia	865	100	1,00	4,34
	Dom Maurício	726	100	0,84	
	Juá	802	100	0,93	
	São Bernardo	528	100	0,61	
	São João dos Queirozes	829	100	0,96	
Redenção	Antônio Diogo	6445	150	11,19	25,52
	Barra Nova	508	100	0,59	
	Faísca	444	100	0,51	
	Guassi	353	100	0,41	
	Redenção (sede)	7384	150	12,82	
São Gonçalo do Amarante	Croatá	5862	150	10,18	39,50
	Pecém	2711	120	3,77	
	São Gonçalo do Amarante (sede)	8484	150	14,73	
	Siupé	2744	120	3,81	
	Taiba	3747	120	5,20	
	Umarituba	1302	120	1,81	

A demanda humana rural foi estimada em 257,36 L/s (0,25 m³/s), conforme apresentado na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Demanda instalada para abastecimento humano rural por município na RH das Bacias Metropolitanas

Municípios	% do Município na RHBM	População Rural no Município	População Rural na RHBM	Cons. Per Capita (L/hab/dia)	Demanda Rural	
					(m³/s)	(L/s)
Acarape	100,00%	7.356	7356	70	0,01	5,96
Aquiraz	100,00%	5.545	5545	70	0,00	4,49
Aracoiaba	100,00%	11.654	11654	70	0,01	9,44
Aratuba	86,23%	7.760	6692	70	0,01	5,42
Barreira	100,00%	11.446	11446	70	0,01	9,27
Baturité	100,00%	8.884	8884	70	0,01	7,20
Beberibe	100,00%	27.700	27700	70	0,02	22,44
Canindé	21,22%	27.598	5857	70	0,00	4,75
Capistrano	100,00%	10.850	10850	70	0,01	8,79
Cascavel	100,00%	9.985	9985	70	0,01	8,09
Caucaia	100,00%	35.221	35221	70	0,03	28,54
Choró	100,00%	9.059	9059	70	0,01	7,34
Chorozinho	100,00%	7.489	7489	70	0,01	6,07
Eusébio	100,00%	-	0	70	0,00	0,00
Fortaleza	100,00%	-	0	70	0,00	0,00
Fortim	70,38%	5.209	3667	70	0,00	2,97
Guaiúba	100,00%	5.214	5214	70	0,00	4,22
Guaramiranga	72,11%	1.669	1204	70	0,00	0,98
Horizonte	100,00%	4.138	4138	70	0,00	3,35
Ibaretama	87,04%	8.475	7377	70	0,01	5,98
Itaitinga	100,00%	252	252	70	0,00	0,20
Itapiúna	100,00%	9.807	9807	70	0,01	7,95
Maracanaú	100,00%	1.434	1434	70	0,00	1,16
Maranguape	93,55%	27.252	25495	70	0,02	20,66
Morada Nova	23,14%	26.664	6171	70	0,00	5,00
Mulungu	68,68%	7.287	5005	70	0,00	4,05
Ocara	100,00%	16.402	16402	70	0,01	13,29
Pacajus	100,00%	11.163	11163	70	0,01	9,04
Pacatuba	100,00%	10.204	10204	70	0,01	8,27
Pacoti	94,58%	6.862	6491	70	0,01	5,26
Palhano	37,05%	4.351	1613	70	0,00	1,31
Palmácia	97,60%	7.048	6879	70	0,01	5,57
Pentecoste	28,99%	14.006	4061	70	0,00	3,29
Pindoretama	100,00%	7.403	7403	70	0,01	6,00
Quixadá	21,61%	23.119	4997	70	0,00	4,05
Redenção	100,00%	11.281	11281	70	0,01	9,14
São Gonçalo do Amarante	62,91%	15.353	9659	70	0,01	7,83
TOTAL		**405.140**	**317.655**	**70**	**0,257**	**257,36**

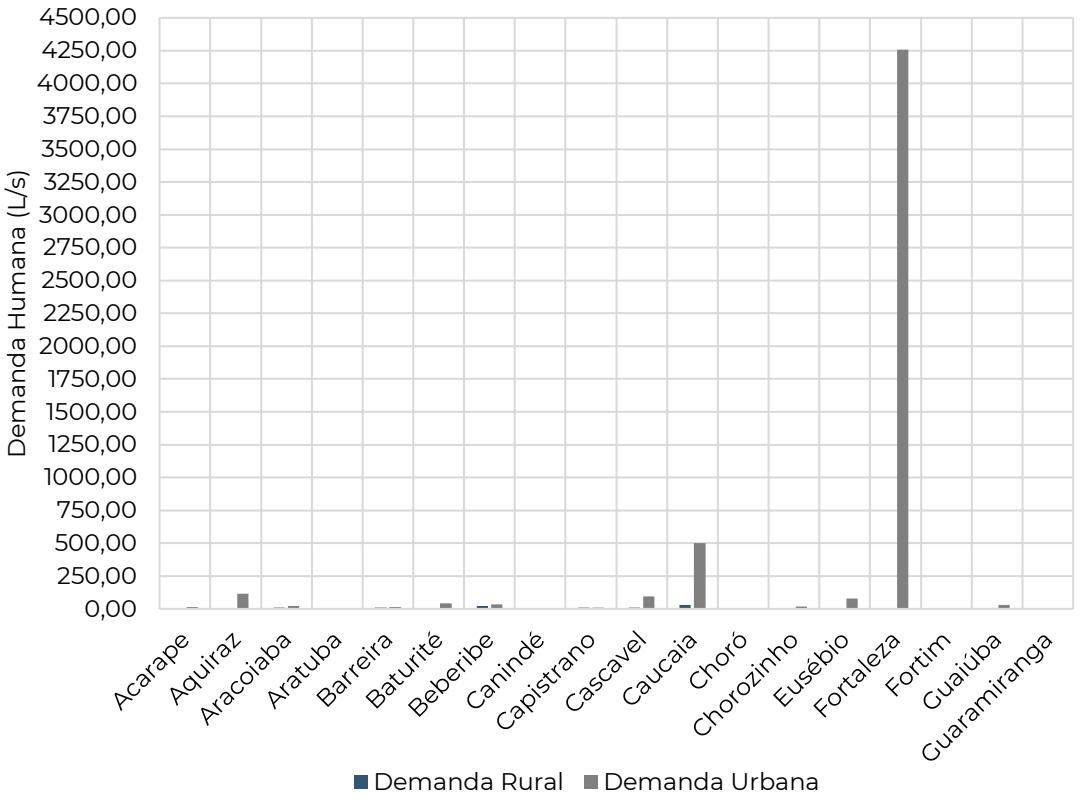
A Figura 3.8 e Tabela 3.11, apresentam a demanda hídrica instalada para abastecimento humano – urbana e rural - na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, estratificada por município.

Observa-se que a demanda instalada para abastecimento humano, calculada para RHBM totalizou 6496 L/s, sendo 6238 L/s (96%) de demanda humana urbana e 257 L/s (4%) de demanda humana rural.

Tabela 3.11 - Resumo das demandas humanas instaladas na RHBM

Município	Demanda Rural		Demanda Urbana		Demanda Humana Total	
	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)	(m³/s)	(L/s)
Acarape	0,01	5,96	0,01	13,86	0,02	19,82
Aquiraz	0,00	4,49	0,11	114,30	0,12	118,80
Aracoiaba	0,01	9,44	0,02	21,40	0,03	30,84
Aratuba	0,01	5,42	0,01	5,08	0,01	10,51
Barreira	0,01	9,27	0,01	13,36	0,02	22,63
Baturité	0,01	7,20	0,04	41,87	0,05	49,07
Beberibe	0,02	22,44	0,03	34,06	0,06	56,50
Canindé	0,00	4,75	0,00	1,00	0,01	5,74
Capistrano	0,01	8,79	0,01	10,78	0,02	19,58
Cascavel	0,01	8,09	0,09	94,02	0,10	102,11
Caucaia	0,03	28,54	0,50	499,76	0,53	528,30
Choró	0,01	7,34	0,01	5,07	0,01	12,40
Chorozinho	0,01	6,07	0,02	18,04	0,02	24,10
Eusébio	0,00	0,00	0,08	79,92	0,08	79,92
Fortaleza	0,00	0,00	4,26	4257,27	4,26	4257,27
Fortim	0,00	2,97	0,00	1,27	0,00	4,24
Guaiúba	0,00	4,22	0,03	29,64	0,03	33,87
Guaramiranga	0,00	0,98	0,00	3,47	0,00	4,44
Horizonte	0,00	3,35	0,09	87,60	0,09	90,95
Ibaretama	0,01	5,98	0,01	5,68	0,01	11,65
Itaitinga	0,00	0,20	0,06	61,74	0,06	61,95
Itapiúna	0,01	7,95	0,01	13,93	0,02	21,87
Maracanaú	0,00	1,16	0,36	360,48	0,36	361,64
Maranguape	0,02	20,66	0,14	140,24	0,16	160,89
Morada Nova	0,00	5,00	0,01	6,68	0,01	11,68
Mulungu	0,00	4,05	0,01	5,83	0,01	9,89
Ocara	0,01	13,29	0,01	10,12	0,02	23,40
Pacajus	0,01	9,04	0,09	87,21	0,10	96,25
Pacatuba	0,01	8,27	0,11	107,80	0,12	116,07
Pacoti	0,01	5,26	0,01	6,47	0,01	11,73
Palhano	0,00	1,31	0,01	6,13	0,01	7,44
Palmácia	0,01	5,57	0,01	6,79	0,01	12,36
Pentecoste	0,00	3,29	0,00	0,02	0,00	3,31
Pindoretama	0,01	6,00	0,02	18,51	0,02	24,51
Quixadá	0,00	4,05	0,00	4,34	0,01	8,39
Redenção	0,01	9,14	0,03	25,52	0,03	34,66
São Gonçalo do Amarante	0,01	7,83	0,04	39,50	0,05	47,32
TOTAL	**0,26**	**257,36**	**6,24**	**6238,75**	**6,50**	**6496,11**

Figura 3.8 - Demanda instalada para abastecimento humano por município na RHBM



3.3.2 Irrigação

Para calcular a demanda por irrigação instalada na RH das Bacias Metropolitanas foram utilizados os dados de áreas irrigadas disponíveis no Censo Agropecuário de 2017.

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

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

Onde:

n é a eficiência média de aplicação;

A é a área irrigada (m²);

ETP é a evapotranspiração (1.999 m);

Kc é o coeficiente de cultura.

A eficiência de aplicação é um indicador de perdas e da quantidade efetivamente disponibilizadas às plantas. Ela depende do método de irrigação e o valor utilizado para seu cálculo foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2019) apresentados na Tabela 3.12. Os tipos de aplicação foram definidos conforme dados disponíveis no Censo Agropecuário de 2017.

Segundo O Censo Agropecuário de 2017, a irrigação na RHBM é realizada por meio de gotejamento, microaspersão, aspersão convencional, inundação e molhação, os dois primeiros com alto coeficiente de eficiência, e os dois últimos com baixo índice de eficiência.

Tabela 3.12 - Coeficiente de eficiência por tipo de aplicação

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

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

O Kc foi adotado considerando o tipo de cultura mais representativo para cada município, para a classe de lavouras temporárias e de lavouras permanentes, conforme disposto no Capítulo 2. Na RH das Bacias Metropolitanas, as lavouras temporárias são predominantemente de milho mandioca, enquanto as lavouras permanentes são predominantemente de banana e castanha de caju. Os Kc's médios por tipo de cultura foram os propostos por Allen, *et al* (1998) para feijão, coco e banana, para milho os contidos em Azevedo (1993) e para caju foi utilizado Oliveira *et al*. (2003).

A Tabela 3.13 apresenta os Kc's médios utilizados por cultura. As culturas temporárias possuem Kc diferentes a depender do estágio do cultivo; assim foi utilizado o Kc médio em função do Kc de cada estágio e a duração deles.

Tabela 3.13 - Kc's calculados

Cultura	Estágio da Cultura			Kc Médio
	Inicial	Intermediário	Final	
	Dias	Dias	Dias	
Kc (Feijao)	15	50	10	0,89
	0,40	1,15	0,35	
Kc (Milho)	8	68	29	0,89
	0,49	1,06	0,60	
Kc (Banana)	90	135	30	1,11
	1,00	1,20	1,00	
Kc (Mandioca)	30	40	60	0,67
	0,30	1,10	0,50	
Kc (Melancia)	23	32	15	0,91
	0,41	1,36	0,71	
Kc (Caju)	0,65			0,65
Kc (Coco)	1,00			1,00

A Tabela 3.14 apresenta os dados de principal tipo de aplicação no município, e principal cultura cultivada por município, com os respectivos coeficientes de eficiência de aplicação (n) e coeficientes de cultura médios (Kc), obtidos a partir do Censo Agropecuário.

Tabela 3.14 - Principal método de irrigação, principais culturas e kc' das culturas, por município

Município	% do Município na RHBM	Tipo de Irrigação no Município			Principal Cultura Temporária do Município		Principal Cultura Permanente no Município	
		Principal Método Irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc
Acarape	100,0%	Inundação	11,76%	0,6	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Aquiraz	100,0%	Molhação	99,63%	0,6	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Aracoiaba	100,0%	Aspersão convencional	65,79%	0,8	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Aratuba	86,2%	Molhação	87,79%	0,6	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Barreira	100,0%	Microaspersão	76,56%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Baturité	100,0%	Aspersão convencional	34,64%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Beberibe	100,0%	Gotejamento	46,84%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Canindé	21,2%	Microaspersão	38,73%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Capistrano	100,0%	Microaspersão	27,94%	0,9	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Cascavel	100,0%	Microaspersão	15,68%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Caucaia	100,0%	Aspersão convencional	41,89%	0,8	Mandioca	0,64	Banana (cacho)	1,11
Choró	100,0%	Aspersão convencional	58,49%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Chorozinho	100,0%	Sem Informação	0,00%	0,6	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Eusébio	100,0%	Molhação	99,96%	0,6	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Fortaleza	100,0%	Gotejamento	41,02%	0,9	-	-	Castanha de caju	0,65
Fortim	70,4%	Microaspersão	56,00%	0,9	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Guaiúba	100,0%	Aspersão convencional	44,45%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Guaramiranga	72,1%	Aspersão convencional	48,79%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Horizonte	100,0%	Aspersão convencional	44,69%	0,8	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Ibaretama	87,0%	Microaspersão	72,20%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Itaitinga	100,0%	Microaspersão	36,31%	0,9	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Itapiúna	100,0%	Aspersão convencional	43,06%	0,8	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Maracanaú	100,0%	Microaspersão	4,53%	0,9	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Maranguape	93,6%	Aspersão convencional	45,74%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Morada Nova	23,1%	Inundação	42,19%	0,6	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Mulungu	68,7%	Molhação	61,46%	0,6	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Ocara	100,0%	Gotejamento	85,28%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Pacajus	100,0%	Molhação	43,65%	0,6	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65
Pacatuba	100,0%	Aspersão convencional	99,18%	0,8	Mandioca	0,64	Banana (cacho)	1,11
Pacoti	94,6%	Microaspersão	53,13%	0,9	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Palhano	37,1%	Sem Informação	0,00%	0,6	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65

Município	% do Município na RHBM	Tipo de Irrigação no Município			Principal Cultura Temporária do Município		Principal Cultura Permanente no Município	
		Principal Método Irrigação	Área (%)	n	Tipo	Kc	Tipo	Kc
Palmácia	97,6%	Microaspersão	19,58%	0,9	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
Pentecoste	29,0%	Microaspersão	61,86%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Pindoretama	100,0%	Microaspersão	99,47%	0,9	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Quixadá	21,6%	Aspersão convencional	9,06%	0,8	Milho	0,89	Castanha de caju	0,65
Redenção	100,0%	Aspersão convencional	32,57%	0,8	Milho	0,89	Banana (cacho)	1,11
São Gonçalo do Amarante	62,9%	Microaspersão	27,67%	0,9	Mandioca	0,64	Castanha de caju	0,65



Açude Pesqueiro – Foto: Cogerh

Os dados por município foram extraídos do Censo Agropecuário 2017, a área irrigada com base nesses dados totalizou 112.491 ha. Tal valor se mostra inapropriado quando comparado com outras regiões que possuem maior potencial para irrigação, como a RH do Acaraú (13.086 ha) que possui dois grandes perímetros irrigados (DIBAU e DIBAN), e RH do Banabuiú (4.141 ha).

Os municípios de Aquiraz, Eusébio, Pacatuba e Pindoretama apresentam dados de áreas irrigadas inconsistentes, com base no Censo Agropecuário de 2017.

A Tabela 3.15 apresenta os dados de áreas de cultivo, subdivididas por áreas de lavouras permanentes e temporárias e áreas irrigadas. Observa-se que os municípios de Aquiraz, Euzébio, Pacatuba e Pindoretama apresentam áreas de lavouras temporárias e área total irrigada demasiadamente grandes.

Tabela 3.15 - Demandas instaladas para irrigação na RHBM por município (em m³/s e l/s)

Município	% do Município na RHBM	Áreas Irrigadas Totais na RHBM (ha)			Demanda Total	
		Área Lavouras Permanentes /Horticultura/Florestas	Área Lavouras Temporárias	Área Total Irrigada	(m³/s)	(l/s)
Acarape	100,0%	7,00	12,00	19,00	0,016	16,08
Aquiraz*	100,0%	70,00	30.143,00	30.213,00	28,375	28374,97
Aracoiaba	100,0%	674,00	281,00	955,00	0,545	545,18
Aratuba	86,2%	187,12	41,39	228,51	0,258	257,51
Barreira	100,0%	41,00	280,00	321,00	0,194	194,19
Baturité	100,0%	70,00	195,00	265,00	0,199	198,78
Beberibe	100,0%	31,00	220,00	251,00	0,152	152,02
Canindé	21,2%	28,65	63,02	91,67	0,053	52,60
Capistrano	100,0%	27,00	39,00	66,00	0,045	45,46
Cascavel	100,0%	174,00	110,00	284,00	0,149	148,57
Caucaia	100,0%	36,00	172,00	208,00	0,119	118,56
Choró	100,0%	0,00	40,00	40,00	0,028	28,19
Chorozinho	100,0%	0,00	1,00	1,00	0,001	0,67
Eusébio*	100,0%	18,00	50.003,00	50.021,00	33,740	33739,98
Fortaleza	100,0%	95,00	6,00	101,00	0,043	43,49
Fortim	70,4%	0,00	70,38	70,38	0,032	31,65
Guaiúba	100,0%	77,00	506,00	583,00	0,424	424,11
Guaramiranga	72,1%	18,03	112,49	130,52	0,095	95,08
Horizonte	100,0%	18,00	32,00	50,00	0,025	25,46
Ibaretama	87,0%	90,52	20,02	110,54	0,054	53,98
Itaitinga	100,0%	9,00	70,00	79,00	0,036	35,60
Itapiúna	100,0%	46,00	112,00	158,00	0,080	80,35
Maracanaú	100,0%	147,00	19,00	166,00	0,126	126,40
Maranguape	93,6%	33,68	471,49	505,17	0,362	361,82
Morada Nova	23,1%	220,52	280,92	501,44	0,522	521,64
Mulungu	68,7%	34,34	44,64	78,98	0,082	82,07
Ocara	100,0%	15,00	121,00	136,00	0,083	82,67
Pacajus	100,0%	81,00	48,00	129,00	0,088	88,00
Pacatuba*	100,0%	0,00	15.145,00	15.145,00	7,662	7661,61
Pacoti	94,6%	70,94	53,91	124,85	0,089	89,03
Palhano	37,1%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Palmácia	97,6%	0,00	254,74	254,74	0,160	159,59
Pentecoste	29,0%	12,18	87,26	99,44	0,060	60,24
Pindoretama*	100,0%	37,00	10.026,00	10.063,00	6,298	6298,23
Quixadá	21,6%	302,76	41,28	344,03	0,185	185,02
Redenção	100,0%	69,00	469,00	538,00	0,391	391,02
São Gonçalo do Amarante	62,9%	66,06	93,11	159,16	0,072	72,11
Total		**2.806,78**	**109.684,65**	**112.491,43**	**80,84**	**80.841,94**

Assim, por essa metodologia, a irrigação possuiria uma demanda hídrica média de 80,84 m³/s, valor esse muito alto, incompatível com o esperado para a Região Hidrográfica.

3.3.3 Dessedentação animal

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

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

Entretanto os dados disponíveis no PPM não desagregam o rebanho de bovinos por tipo de produção. Assim os rebanhos de bovinos foram divididos entre corte e leite, utilizando-se a média nacional, sendo 74% dos bovinos para corte e 26% dos bovinos para leite.

O maior rebanho na Região Hidrográfica é de galináceos, com cerca de 17.257.204 cabeças, seguido por caprinos ou ovinos com cerca de 272.000 cabeças e de bovinos de corte, cerca de 163.000 cabeças. O consumo hídrico por cabeça/dia por tipo de rebanho foi retirado do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017).

Para os municípios que não possuem seu território na totalidade na RHBM, foi adotado que o total de cabeças no município é proporcional à parcela do município inserido na RH.

A Tabela 3.16 a Tabela 3.25, apresentam a quantidade de cabeças por tipo de rebanho, o consumo específico por cabeça, e ainda o consumo total por tipo de rebanho por município, e ajustadas para a RHBM.

Tabela 3.16 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos de corte na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Bovinos (Corte)				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Demanda Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	960	960	50	0,56	0,001
Aquiraz	100,00%	7880	7880	50	4,56	0,005
Aracoiaba	100,00%	8682	8682	50	5,02	0,005
Aratuba	86,23%	996	859	50	0,50	0,000
Barreira	100,00%	3063	3064	50	1,77	0,002
Baturité	100,00%	1248	1248	50	0,72	0,001
Beberibe	100,00%	8658	8659	50	5,01	0,005
Canindé	21,22%	17660	3748	50	2,17	0,002
Capistrano	100,00%	2365	2365	50	1,37	0,001
Cascavel	100,00%	5254	5255	50	3,04	0,003
Caucaia	100,00%	15512	15512	50	8,98	0,009
Choró	100,00%	7220	7220	50	4,18	0,004
Chorozinho	100,00%	1974	1974	50	1,14	0,001
Eusébio	100,00%	767	768	50	0,44	0,000
Fortaleza	100,00%	662	663	50	0,38	0,000
Fortim	70,38%	957	674	50	0,39	0,000
Guaiúba	100,00%	3684	3684	50	2,13	0,002
Guaramiranga	72,11%	192	139	50	0,08	0,000
Horizonte	100,00%	3376	3376	50	1,95	0,002
Ibaretama	87,04%	11188	9739	50	5,64	0,006
Itaitinga	100,00%	1618	1619	50	0,94	0,001
Itapiúna	100,00%	7671	7672	50	4,44	0,004
Maracanaú	100,00%	1176	1176	50	0,68	0,001
Maranguape	93,55%	12863	12034	50	6,96	0,007
Morada Nova	23,14%	72752	16835	50	9,74	0,010
Mulungu	68,68%	568	391	50	0,23	0,000
Ocara	100,00%	8094	8095	50	4,68	0,005
Pacajus	100,00%	4295	4296	50	2,49	0,002
Pacatuba	100,00%	1891	1892	50	1,09	0,001
Pacoti	94,58%	784	742	50	0,43	0,000
Palhano	37,05%	2814	1043	50	0,60	0,001
Palmácia	97,60%	2484	2425	50	1,40	0,001
Pentecoste	28,99%	13568	3934	50	2,28	0,002
Pindoretama	100,00%	2398	2398	50	1,39	0,001
Quixadá	21,61%	34010	7350	50	4,25	0,004
Redenção	100,00%	1700	1700	50	0,98	0,001
São Gonçalo do Amarante	62,91%	4784	3010	50	1,74	0,002
Total	**-**	**275769**	**163081**	**50**	**94,38**	**0,09**

Tabela 3.17 - Demanda instalada para dessedentação de bovinos de leite na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Bovinos (Leite)				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	240	240	127,5	0,35	0,000
Aquiraz	100,00%	1970	1970	127,5	2,91	0,003
Aracoiaba	100,00%	2170	2171	127,5	3,20	0,003
Aratuba	86,23%	249	215	127,5	0,32	0,000

Município	% do Município na RHBM	Bovinos (Leite)				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Barreira	100,00%	766	766	127,5	1,13	0,001
Baturité	100,00%	312	312	128,5	0,46	0,000
Beberibe	100,00%	2165	2165	127,5	3,19	0,003
Canindé	21,22%	4415	937	127,5	1,38	0,001
Capistrano	100,00%	591	592	127,5	0,87	0,001
Cascavel	100,00%	1314	1314	127,5	1,94	0,002
Caucaia	100,00%	3878	3878	127,5	5,72	0,006
Choró	100,00%	1805	1805	127,5	2,66	0,003
Chorozinho	100,00%	493	494	127,5	0,73	0,001
Eusébio	100,00%	192	192	127,5	0,28	0,000
Fortaleza	100,00%	166	166	127,5	0,24	0,000
Fortim	70,38%	239	169	127,5	0,25	0,000
Guaiúba	100,00%	921	921	127,5	1,36	0,001
Guaramiranga	72,11%	48	35	127,5	0,05	0,000
Horizonte	100,00%	844	844	127,5	1,25	0,001
Ibaretama	87,04%	2797	2435	127,5	3,59	0,004
Itaitinga	100,00%	405	405	127,5	0,60	0,001
Itapiúna	100,00%	1918	1918	127,5	2,83	0,003
Maracanaú	100,00%	294	294	127,5	0,43	0,000
Maranguape	93,55%	3216	3009	127,5	4,44	0,004
Morada Nova	23,14%	18188	4209	127,5	6,21	0,006
Mulungu	68,68%	142	98	127,5	0,14	0,000
Ocara	100,00%	2024	2024	127,5	2,99	0,003
Pacajus	100,00%	1074	1074	127,5	1,58	0,002
Pacatuba	100,00%	473	473	127,5	0,70	0,001
Pacoti	94,58%	196	186	127,5	0,27	0,000
Palhano	37,05%	703	261	127,5	0,39	0,000
Palmácia	97,60%	621	607	127,5	0,90	0,001
Pentecoste	28,99%	3392	984	127,5	1,45	0,001
Pindoretama	100,00%	599	600	127,5	0,89	0,001
Quixadá	21,61%	8502	1838	127,5	2,71	0,003
Redenção	100,00%	425	425	127,5	0,63	0,001
São Gonçalo do Amarante	62,91%	1196	753	127,5	1,11	0,001
Total	**-**	**68942**	**40779**	**127,50**	**60,18**	**0,06**

Tabela 3.18 - Demanda instalada para dessedentação de equinos/asininos/muares na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Equinos/Asininos/Muares				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	199	199	40	0,09	0,000
Aquiraz	100,00%	1112	1112	40	0,51	0,001
Aracoiaba	100,00%	735	735	40	0,34	0,000
Aratuba	86,23%	36	32	40	0,01	0,000
Barreira	100,00%	550	550	40	0,25	0,000
Baturité	100,00%	165	165	40	0,08	0,000
Beberibe	100,00%	1146	1146	40	0,53	0,001
Canindé	21,22%	1929	410	40	0,19	0,000
Capistrano	100,00%	157	157	40	0,07	0,000
Cascavel	100,00%	751	751	40	0,35	0,000
Caucaia	100,00%	1728	1728	40	0,80	0,001
Choró	100,00%	723	723	40	0,33	0,000

Município	% do Município na RHBM	Equinos/Asininos/Muares				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Chorozinho	100,00%	355	355	40	0,16	0,000
Eusébio	100,00%	246	246	40	0,11	0,000
Fortaleza	100,00%	147	147	40	0,07	0,000
Fortim	70,38%	122	86	40	0,04	0,000
Guaiúba	100,00%	305	305	40	0,14	0,000
Guaramiranga	72,11%	20	15	40	0,01	0,000
Horizonte	100,00%	376	376	40	0,17	0,000
Ibaretama	87,04%	974	848	40	0,39	0,000
Itaitinga	100,00%	391	391	40	0,18	0,000
Itapiúna	100,00%	508	508	40	0,24	0,000
Maracanaú	100,00%	420	420	40	0,19	0,000
Maranguape	93,55%	1711	1601	40	0,74	0,001
Morada Nova	23,14%	5273	1221	40	0,57	0,001
Mulungu	68,68%	102	71	40	0,03	0,000
Ocara	100,00%	1119	1119	40	0,52	0,001
Pacajus	100,00%	696	696	40	0,32	0,000
Pacatuba	100,00%	319	319	40	0,15	0,000
Pacoti	94,58%	72	69	40	0,03	0,000
Palhano	37,05%	298	111	40	0,05	0,000
Palmácia	97,60%	140	137	40	0,06	0,000
Pentecoste	28,99%	1056	307	40	0,14	0,000
Pindoretama	100,00%	423	423	40	0,20	0,000
Quixadá	21,61%	2945	637	40	0,29	0,000
Redenção	100,00%	284	284	40	0,13	0,000
São Gonçalo do Amarante	62,91%	845	532	40	0,25	0,000
Total	**-**	**28378**	**18932**	**40,00**	**8,76**	**0,01**

Tabela 3.19 - Demanda instalada para dessedentação de caprinos/ovinos na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Caprinos/Ovinos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	620	620	10	0,07	0,000
Aquiraz	100,00%	7239	7239	10	0,84	0,001
Aracoiaba	100,00%	5859	5859	10	0,68	0,001
Aratuba	86,23%	1222	1054	10	0,12	0,000
Barreira	100,00%	1625	1625	10	0,19	0,000
Baturité	100,00%	1740	1740	10	0,20	0,000
Beberibe	100,00%	22469	22469	10	2,60	0,003
Canindé	21,22%	79506	16872	10	1,95	0,002
Capistrano	100,00%	2538	2538	10	0,29	0,000
Cascavel	100,00%	12052	12052	10	1,39	0,001
Caucaia	100,00%	15176	15176	10	1,76	0,002
Choró	100,00%	23485	23485	10	2,72	0,003
Chorozinho	100,00%	1700	1700	10	0,20	0,000
Eusébio	100,00%	1207	1207	10	0,14	0,000
Fortaleza	100,00%	175	175	10	0,02	0,000
Fortim	70,38%	4547	3201	10	0,37	0,000
Guaiúba	100,00%	6364	6364	10	0,74	0,001
Guaramiranga	72,11%	128	93	10	0,01	0,000
Horizonte	100,00%	4976	4976	10	0,58	0,001
Ibaretama	87,04%	29136	25360	10	2,94	0,003
Itaitinga	100,00%	3193	3193	10	0,37	0,000

Município	% do Município na RHBM	Caprinos/Ovinos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Itapiúna	100,00%	10500	10500	10	1,22	0,001
Maracanaú	100,00%	1979	1979	10	0,23	0,000
Maranguape	93,55%	24415	22841	10	2,64	0,003
Morada Nova	23,14%	102547	23730	10	2,75	0,003
Mulungu	68,68%	687	472	10	0,05	0,000
Ocara	100,00%	7188	7188	10	0,83	0,001
Pacajus	100,00%	3631	3631	10	0,42	0,000
Pacatuba	100,00%	3379	3379	10	0,39	0,000
Pacoti	94,58%	630	596	10	0,07	0,000
Palhano	37,05%	14863	5507	10	0,64	0,001
Palmácia	97,60%	1193	1165	10	0,13	0,000
Pentecoste	28,99%	42386	12288	10	1,42	0,001
Pindoretama	100,00%	2653	2653	10	0,31	0,000
Quixadá	21,61%	59937	12953	10	1,50	0,001
Redenção	100,00%	1330	1330	10	0,15	0,000
São Gonçalo do Amarante	62,91%	7421	4669	10	0,54	0,001
Total	**-**	**509696**	**271879**	**10**	**31,47**	**0,03**

Tabela 3.20 - Demanda instalada para dessedentação de suínos na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Suínos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	510	510	18,7	0,110	0,000
Aquiraz	100,00%	18762	18762	18,7	4,061	0,004
Aracoiaba	100,00%	2707	2707	18,7	0,586	0,001
Aratuba	86,23%	1626	1403	18,7	0,304	0,000
Barreira	100,00%	1241	1241	18,7	0,269	0,000
Baturité	100,00%	1200	1200	18,7	0,260	0,000
Beberibe	100,00%	7055	7055	18,7	1,527	0,002
Canindé	21,22%	29872	6339	18,7	1,372	0,001
Capistrano	100,00%	1422	1422	18,7	0,308	0,000
Cascavel	100,00%	5664	5664	18,7	1,226	0,001
Caucaia	100,00%	12600	12600	18,7	2,727	0,003
Choró	100,00%	3150	3150	18,7	0,682	0,001
Chorozinho	100,00%	825	825	18,7	0,179	0,000
Eusébio	100,00%	365	365	18,7	0,079	0,000
Fortaleza	100,00%	536	536	18,7	0,116	0,000
Fortim	70,38%	1127	794	18,7	0,172	0,000
Guaiúba	100,00%	11336	11336	18,7	2,454	0,002
Guaramiranga	72,11%	120	87	18,7	0,019	0,000
Horizonte	100,00%	4940	4940	18,7	1,069	0,001
Ibaretama	87,04%	4098	3567	18,7	0,772	0,001
Itaitinga	100,00%	4203	4203	18,7	0,910	0,001
Itapiúna	100,00%	2100	2100	18,7	0,455	0,000
Maracanaú	100,00%	2248	2248	18,7	0,487	0,000
Maranguape	93,55%	14659	13714	18,7	2,968	0,003
Morada Nova	23,14%	36880	8535	18,7	1,847	0,002
Mulungu	68,68%	1012	696	18,7	0,151	0,000
Ocara	100,00%	4070	4070	18,7	0,881	0,001
Pacajus	100,00%	4300	4300	18,7	0,931	0,001
Pacatuba	100,00%	3397	3397	18,7	0,735	0,001
Pacoti	94,58%	728	689	18,7	0,149	0,000
Palhano	37,05%	3610	1338	18,7	0,290	0,000

Município	% do Município na RHBM	Suínos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Palmácia	97,60%	780	762	18,7	0,165	0,000
Pentecoste	28,99%	11513	3338	18,7	0,722	0,001
Pindoretama	100,00%	1504	1504	18,7	0,326	0,000
Quixadá	21,61%	6742	1457	18,7	0,315	0,000
Redenção	100,00%	8150	8150	18,7	1,764	0,002
São Gonçalo do Amarante	62,91%	13984	8798	18,7	1,904	0,002
Total	**-**	**229036**	**153802**	**18,70**	**33,29**	**0,03**

Tabela 3.21 - Demanda instalada para dessedentação galináceos na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Galináceos				
		Nº Cabeças (Município)	Nº Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%	22408	22408	0,27	0,070	0,000
Aquiraz	100,00%	1412047	1412047	0,27	4,413	0,004
Aracoiaba	100,00%	980000	980000	0,27	3,063	0,003
Aratuba	86,23%	24079	20764	0,27	0,065	0,000
Barreira	100,00%	256000	256000	0,27	0,800	0,001
Baturité	100,00%	30480	30480	0,27	0,095	0,000
Beberibe	100,00%	3465607	3465607	0,27	10,830	0,011
Canindé	21,22%	97981	20792	0,27	0,065	0,000
Capistrano	100,00%	14793	14793	0,27	0,046	0,000
Cascavel	100,00%	1718954	1718954	0,27	5,372	0,005
Caucaia	100,00%	407736	407736	0,27	1,274	0,001
Choró	100,00%	49152	49152	0,27	0,154	0,000
Chorozinho	100,00%	389225	389225	0,27	1,216	0,001
Eusébio	100,00%	393885	393885	0,27	1,231	0,001
Fortaleza	100,00%	2205	2205	0,27	0,007	0,000
Fortim	70,38%	14145	9956	0,27	0,031	0,000
Guaiúba	100,00%	242984	242984	0,27	0,759	0,001
Guaramiranga	72,11%	5842	4213	0,27	0,013	0,000
Horizonte	100,00%	2800207	2800207	0,27	8,751	0,009
Ibaretama	87,04%	194230	169058	0,27	0,528	0,001
Itaitinga	100,00%	36304	36304	0,27	0,113	0,000
Itapiúna	100,00%	33667	33667	0,27	0,105	0,000
Maracanaú	100,00%	674100	674100	0,27	2,107	0,002
Maranguape	93,55%	900400	842325	0,27	2,632	0,003
Morada Nova	23,14%	103167	23873	0,27	0,075	0,000
Mulungu	68,68%	15037	10328	0,27	0,032	0,000
Ocara	100,00%	103802	103802	0,27	0,324	0,000
Pacajus	100,00%	948307	948307	0,27	2,963	0,003
Pacatuba	100,00%	126592	126592	0,27	0,396	0,000
Pacoti	94,58%	19400	18349	0,27	0,057	0,000
Palhano	37,05%	20905	7746	0,27	0,024	0,000
Palmácia	97,60%	57503	56123	0,27	0,175	0,000
Pentecoste	28,99%	49980	14490	0,27	0,045	0,000
Pindoretama	100,00%	777951	777951	0,27	2,431	0,002
Quixadá	21,61%	3652365	789277	0,27	2,466	0,002
Redenção	100,00%	45000	45000	0,27	0,141	0,000
São Gonçalo do Amarante	62,91%	538076	338504	0,27	1,058	0,001
Total	**-**	**20624516**	**17257204**	**0,27**	**53,93**	**0,05**

Tabela 3.22 - Demanda instalada para dessedentação bubalinos na RHBM

Município	% do Município na RHBM	Bubalinos				
		N° Cabeças (Município)	N° Cabeças (RHBM)	Demanda por Cabeça (L/cab/dia)	Consumo Total	
					(l/s)	(m³/s)
Acarape	100,00%		0	50	0,000	0,000
Aquiraz	100,00%	36	36	50	0,021	0,000
Aracoiaba	100,00%		0	50	0,000	0,000
Aratuba	86,23%		0	50	0,000	0,000
Barreira	100,00%		0	50	0,000	0,000
Baturité	100,00%		0	50	0,000	0,000
Beberibe	100,00%	82	82	50	0,047	0,000
Canindé	21,22%		0	50	0,000	0,000
Capistrano	100,00%	6	6	50	0,003	0,000
Cascavel	100,00%		0	50	0,000	0,000
Caucaia	100,00%	88	88	50	0,051	0,000
Choró	100,00%		0	50	0,000	0,000
Chorozinho	100,00%		0	50	0,000	0,000
Eusébio	100,00%		0	50	0,000	0,000
Fortaleza	100,00%		0	50	0,000	0,000
Fortim	70,38%		0	50	0,000	0,000
Guaiúba	100,00%	42	42	50	0,024	0,000
Guaramiranga	72,11%		0	50	0,000	0,000
Horizonte	100,00%		0	50	0,000	0,000
Ibaretama	87,04%		0	50	0,000	0,000
Itaitinga	100,00%	30	30	50	0,017	0,000
Itapiúna	100,00%		0	50	0,000	0,000
Maracanaú	100,00%		0	50	0,000	0,000
Maranguape	93,55%	14	14	50	0,008	0,000
Morada Nova	23,14%	9	3	50	0,002	0,000
Mulungu	68,68%		0	50	0,000	0,000
Ocara	100,00%	7	7	50	0,004	0,000
Pacajus	100,00%	24	24	50	0,014	0,000
Pacatuba	100,00%		0	50	0,000	0,000
Pacoti	94,58%		0	50	0,000	0,000
Palhano	37,05%		0	50	0,000	0,000
Palmácia	97,60%		0	50	0,000	0,000
Pentecoste	28,99%	232	68	50	0,039	0,000
Pindoretama	100,00%		0	50	0,000	0,000
Quixadá	21,61%	18	4	50	0,002	0,000
Redenção	100,00%	6	6	50	0,003	0,000
São Gonçalo do Amarante	62,91%		0	50	0,000	0,000
Total	**-**	**594**	**410**	**50**	**0,24**	**0,00**

Desta forma, estimou-se a demanda instalada para dessedentação animal na RH das Bacias Metropolitanas em 282 L/s.

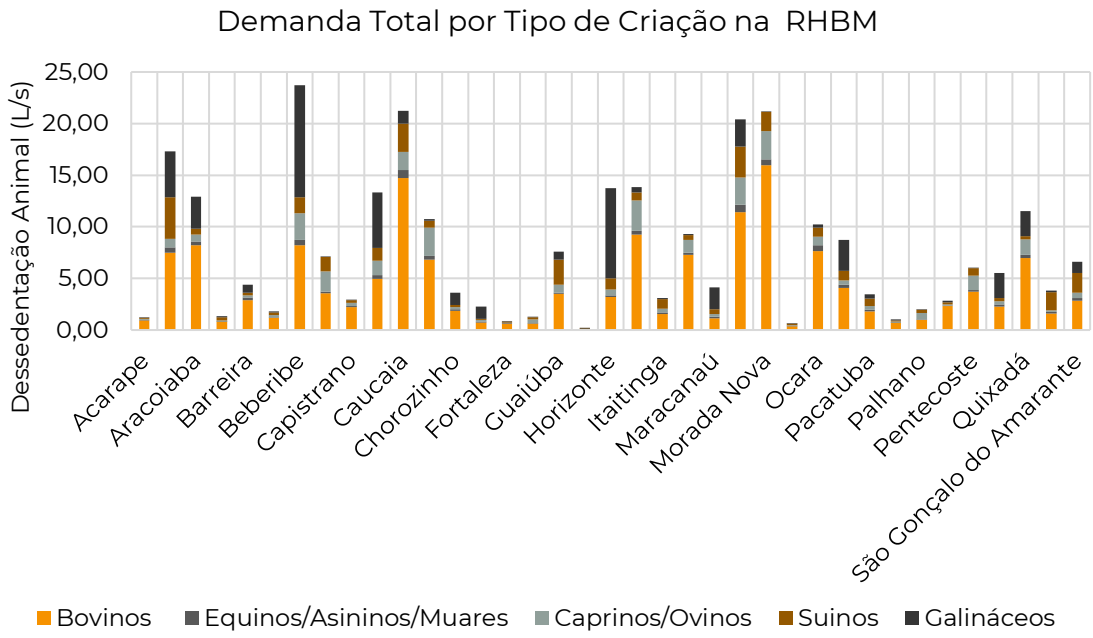
A Tabela 3.23 e a Figura 3.9 apresentam a demanda total para dessedentação animal na RH das Bacias Metropolitanas por tipo de rebanho e por município.

Tabela 3.23 - Resumo da demanda instalada para dessedentação animal na RHBM

Município	Bovinos		Equinos/Asininos/Muares		Caprinos/Ovinos		Suínos		Galináceos		Bubalinos		Total	
	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)
Acarape	0,91	0,00	0,09	0,00	0,07	0,00	0,11	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00
Aquiraz	7,47	0,01	0,51	0,00	0,84	0,00	4,06	0,00	4,41	0,00	0,02	0,00	17,31	0,02
Aracoiaba	8,23	0,01	0,34	0,00	0,68	0,00	0,59	0,00	3,06	0,00	0,00	0,00	12,89	0,01
Aratuba	0,81	0,00	0,01	0,00	0,12	0,00	0,30	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	1,32	0,00
Barreira	2,90	0,00	0,25	0,00	0,19	0,00	0,27	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	4,41	0,00
Baturité	1,19	0,00	0,08	0,00	0,20	0,00	0,26	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00
Beberibe	8,21	0,01	0,53	0,00	2,60	0,00	1,53	0,00	10,83	0,01	0,05	0,00	23,74	0,02
Canindé	3,55	0,00	0,19	0,00	1,95	0,00	1,37	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	7,13	0,01
Capistrano	2,24	0,00	0,07	0,00	0,29	0,00	0,31	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	2,97	0,00
Cascavel	4,98	0,00	0,35	0,00	1,39	0,00	1,23	0,00	5,37	0,01	0,00	0,00	13,32	0,01
Caucaia	14,70	0,01	0,80	0,00	1,76	0,00	2,73	0,00	1,27	0,00	0,05	0,00	21,31	0,02
Choró	6,84	0,01	0,33	0,00	2,72	0,00	0,68	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	10,73	0,01
Chorozinho	1,87	0,00	0,16	0,00	0,20	0,00	0,18	0,00	1,22	0,00	0,00	0,00	3,63	0,00
Eusébio	0,73	0,00	0,11	0,00	0,14	0,00	0,08	0,00	1,23	0,00	0,00	0,00	2,29	0,00
Fortaleza	0,63	0,00	0,07	0,00	0,02	0,00	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00
Fortim	0,64	0,00	0,04	0,00	0,37	0,00	0,17	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00
Guaiúba	3,49	0,00	0,14	0,00	0,74	0,00	2,45	0,00	0,76	0,00	0,02	0,00	7,61	0,01
Guaramiranga	0,13	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
Horizonte	3,20	0,00	0,17	0,00	0,58	0,00	1,07	0,00	8,75	0,01	0,00	0,00	13,77	0,01
Ibaretama	9,23	0,01	0,39	0,00	2,94	0,00	0,77	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	13,86	0,01
Itaitinga	1,53	0,00	0,18	0,00	0,37	0,00	0,91	0,00	0,11	0,00	0,02	0,00	3,13	0,00
Itapiúna	7,27	0,01	0,24	0,00	1,22	0,00	0,45	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	9,28	0,01
Maracanaú	1,11	0,00	0,19	0,00	0,23	0,00	0,49	0,00	2,11	0,00	0,00	0,00	4,13	0,00
Maranguape	11,40	0,01	0,74	0,00	2,64	0,00	2,97	0,00	2,63	0,00	0,01	0,00	20,40	0,02
Morada Nova	15,95	0,02	0,57	0,00	2,75	0,00	1,85	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	21,19	0,02
Mulungu	0,37	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,15	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00
Ocara	7,67	0,01	0,52	0,00	0,83	0,00	0,88	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	10,23	0,01
Pacajus	4,07	0,00	0,32	0,00	0,42	0,00	0,93	0,00	2,96	0,00	0,01	0,00	8,72	0,01
Pacatuba	1,79	0,00	0,15	0,00	0,39	0,00	0,74	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	3,46	0,00
Pacoti	0,70	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,15	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00
Palhano	0,99	0,00	0,05	0,00	0,64	0,00	0,29	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	1,99	0,00
Palmácia	2,30	0,00	0,06	0,00	0,13	0,00	0,16	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	2,84	0,00
Pentecoste	3,73	0,00	0,14	0,00	1,42	0,00	0,72	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	6,10	0,01

Município	Bovinos		Equinos/Asininos/Muares		Caprinos/Ovinos		Suínos		Galináceos		Bubalinos		Total	
	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)
Pindoretama	2,27	0,00	0,20	0,00	0,31	0,00	0,33	0,00	2,43	0,00	0,00	0,00	5,53	0,01
Quixadá	6,97	0,01	0,29	0,00	1,50	0,00	0,32	0,00	2,47	0,00	0,00	0,00	11,54	0,01
Redenção	1,61	0,00	0,13	0,00	0,15	0,00	1,76	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00
São Gonçalo do Amarante	2,85	0,00	0,25	0,00	0,54	0,00	1,90	0,00	1,06	0,00	0,00	0,00	6,60	0,01
Total	154,56	0,15	8,76	0,01	31,47	0,03	33,29	0,03	53,93	0,05	0,24	0,00	282,24	0,28

Figura 3.9 - Demanda instalada para dessedentação animal por tipo de rebanho na RHBM



3.4 Comparativo entre as fontes de dados

Foram apresentadas neste capítulo a demanda hídrica na RH das Bacias Metropolitanas através de diversas metodologias. Tal medida foi necessária visto as especificidades da região, e atual condição de escassez hídrica presente no estado do Ceará desde 2012, a qual pode representar uma demanda reprimida.

A Tabela 3.24 apresenta estimativa de demanda na RH das Bacias Metropolitanas.

Tabela 3.24 - Comparativo da estimativa de demanda na RHBM

Uso	Dados de Outorgas		Usos Consuntivos (ANA)		Demanda Instalada Vazão (m³/s)	
	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)	(l/s)	(m³/s)
Abastecimento Humano	10914,03	10,91	9636,16	1,09	6496,11	6,5
Industria	3711,42	3,71	2342,9	2,34	-	-
Irrigação	595,93	0,60	1619,1	1,62	80841,9	80,84
Dessedentação Animal	38,93	0,04	308,92	0,31	282,24	0,282
Demais Usos	4255,12	4,26	21,11	0,02	-	-

No que se refere aos usos para abastecimento humano nota-se que a política atual para disponibilização de outorgas representa bem a demanda da região, visto que os dados de demanda calculada pela ANA convergem para o mesmo resultado, possivelmente pois os dados de demanda humana urbana representam cerca de 96% da demanda total humana.

Já os dados de demanda instalada calculada apresentaram valores inferiores ao esperado, possivelmente devido à defasagem dos dados populacionais utilizados, Censo 2010.

No que se refere aos dados de demanda por irrigação, nota-se que os dados outorgados podem apresentar uma demanda reprimida, e uma necessidade de regularização de outorgas. Enquanto os dados obtidos pelo Censo de 2017 apresentaram valores inconsistentes e não devem ser utilizados para esse tipo de análise.

Para dessedentação animal, entende-se uma maior dificuldade para outorga de tal uso, visto que o consumo pode ocorrer de forma dispersa nas áreas dos municípios, e estando muito associado a um corpo hídrico nas proximidades da produção.

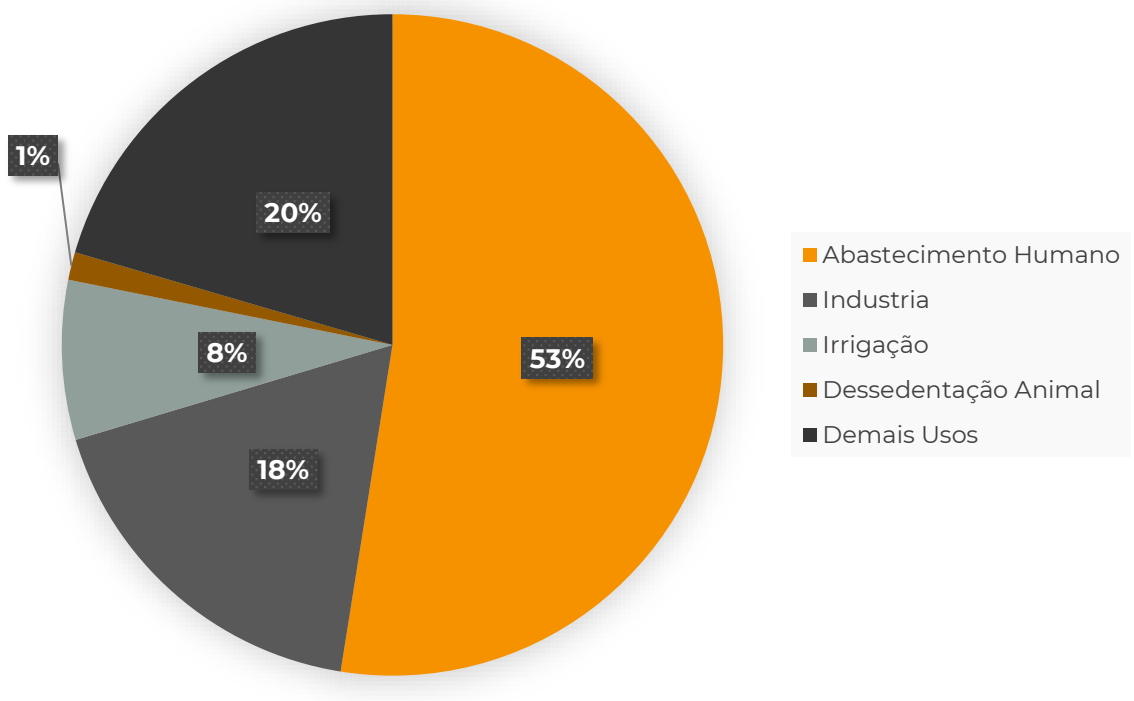
Para os usos industriais, entende-se que o banco de outorgas representa bem essas demandas, possivelmente pelo grande porte dos maiores consumidores industriais da região, que tendem a se regularizar no quesito das outorgas.

A Tabela 3.25 e Figura 3.10 apresentam os resultados de demanda calculada para a RH das Bacias Metropolitanas, a qual foi estimada em 20.781 L/s, sendo cerca de 53% de demanda para abastecimento humano, 20% para Demais Usos e 18% para uso Industrial.

Tabela 3.25 – Resumo das demandas estimadas para a RHBM

Uso	Demanda		Fonte
	(l/s)	(m³/s)	
Abastecimento Humano	10914,03	10,91	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Industria	3711,42	3,71	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Irrigação	1619,1	1,62	Usos Consusntivos (ANA, 2019)
Dessedentação Animal	282,24	0,282	Demanda Instalada (PPM, 2022)
Demais Usos	4255,12	4,26	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Total	**20781,91**	**20,78**	

Figura 3.10 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM



Importante destacar que no caso da RHBM estimasse que o cadastro de outorgas é um instrumento eficiente para a determinação das demandas da Região, visto que atualmente existe cerca de 19,51 m³/s outorgados para usos consuntivos.

4 OFERTA HÍDRICA

Neste capítulo é analisada a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos situados na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da RHBM. São analisados os aspectos quantitativos e qualitativos, com base em estudos já realizados.

4.1 Aspectos Quantitativos

4.1.1. Águas superficiais

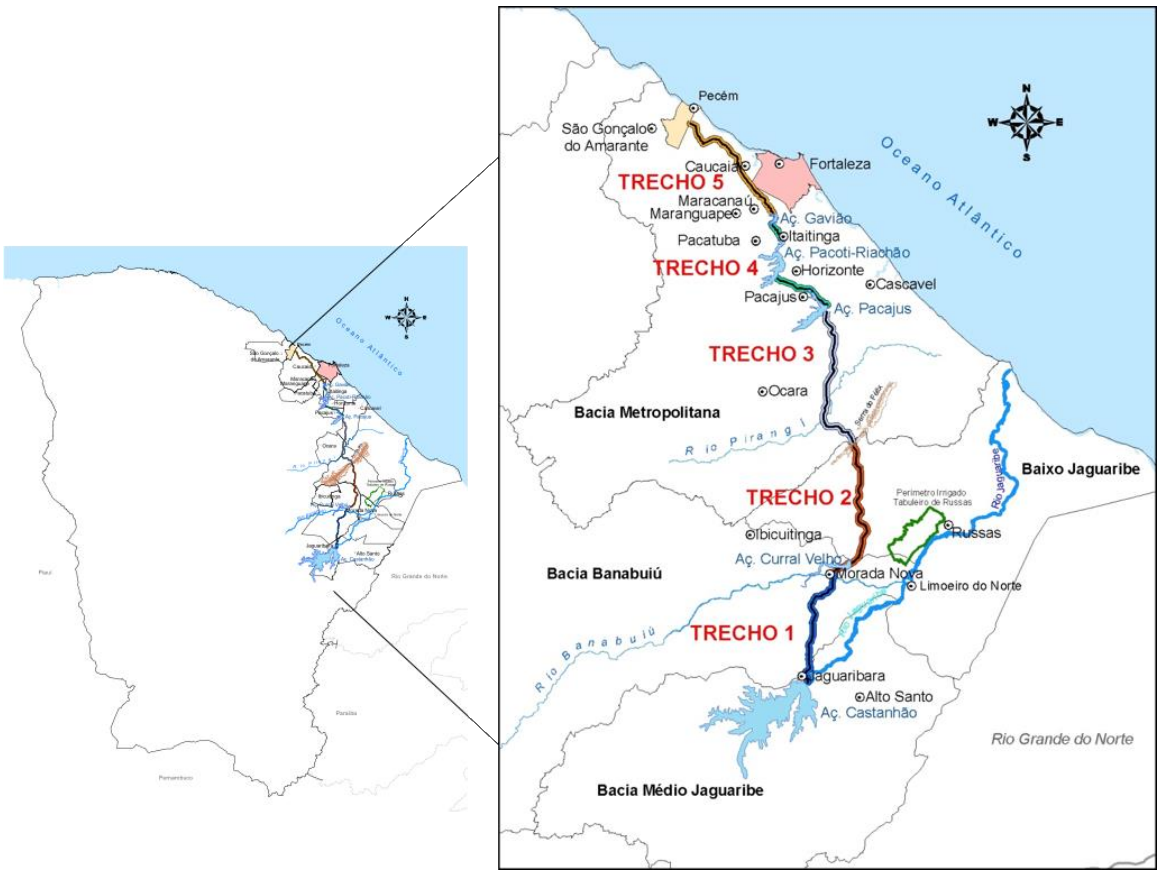
A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (RHBM) está localizada no setor norte do estado do Ceará, abrangendo uma área de 15.009,06 km² (COGERH, 2021), sendo constituída por 18 bacias independentes, além de uma Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (Fled). As bacias mais representativas são as dos rios Piranji, Choró, Pacoti, São Gonçalo e os sistemas Ceará/Maranguapinho e Cocó/Coaçu; além dessas, mas de menor porte, tem-se as dos rios Gereraú, Cahuípe, Juá, Catu, Caponga Funda, Caponga Roseira, Malcozinhado e Uruaú (Planerh, 2005; SRH, 2018).

A RHBM apresenta clima e geomorfologia próprios do Semiárido Nordestino e, considerando a alta incidência de terrenos pouco permeáveis, os rios são intermitentes. A variabilidade sazonal e interanual das precipitações, associada a altas taxas de evaporação fazem com que a bacia seja assolada por episódios cíclicos de secas. A pouca cobertura vegetal aliada a chuvas intensas cria, no entanto, situações de alto escoamento superficial.

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

A RH das Bacias Metropolitanas não possui mananciais de grande porte em sua abrangência geográfica. Com o crescimento urbano e desenvolvimento de atividades industriais no seu território, alavancado pelo Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp), a RHBM tornou-se cada vez mais dependente das estruturas de transposição das águas da bacia do Rio Jaguaribe, a partir do início dos anos 1990. Até então, o abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza era suprido pelo sistema integrado Pacoti-Riachão-Gavião, situado no próprio território da Região Hidrográfica. Em 1993, com a construção do Canal do Trabalhador, primeira transposição de bacias do estado, as águas do Rio Jaguaribe, através do Açude Orós passaram a fazer parte do Sistema Metropolitano de Abastecimento. Em 2004, com a conclusão do Castanhão, maior reservatório do Ceará, situado também na Bacia do Rio Jaguaribe (6,2 bilhões de metros cúbicos), a segurança hídrica do Sistema Metropolitano foi progressivamente reforçada: primeiro, pela perenização do Rio Jaguaribe, que já abastecia parte da Metrópole, e sobretudo, a partir de 2012, com a conclusão do Eixão das Águas, que passou a levar água diretamente do açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). A Figura 4.1 apresenta a localização da capital Fortaleza e do Sistema de Abastecimento Metropolitano, incluindo o açude Castanhão e os cinco trechos do Eixão das Águas que levam água para Fortaleza e Porto de Pecém.

Figura 4.1 - Localização da capital Fortaleza e do Sistema de Abastecimento Metropolitano



Fonte: SRH, 2017 a

A segurança hídrica da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas foi novamente reforçada com a transposição do Rio São Francisco. A Resolução n.º 145/2023 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) estabeleceu, no Plano de Gestão Anual (PGA), os volumes de água disponibilizados no ano de 2023 à Paraíba e Pernambuco (no Eixo Leste) e a Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte (no Eixo Norte). No PGA foi definido para o Ceará, em 2023, uma vazão média de 5,42 m^3/s para abastecimento humano e uma vazão média de 0,52 m^3/s para irrigação e demais usos. No PGA são definidas para quais finalidades de uso as águas da transposição do Rio São Francisco poderão ser utilizadas, como: abastecimento humano, irrigação e demais usos.

4.1.1.1. Principais reservatórios

São 23 os reservatórios monitorados pela COGERH na RH das Bacias Metropolitanas, que totalizam uma capacidade de acumulação de 1.429,70 hm³.

A localização desses reservatórios é apresentada na Tabela 4.1. e no MAPA 5 do Capítulo 2.

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

Tabela 4.1 - Localização dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Reservatório	Rio Barrado	Capac. (hm³)	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Conclusão	Município
Acarape do Meio	Rio Pacoti	29,60	-38,81	-4,19	1924	Redenção
Amanary	Riacho do Amanari	11,01	-38,87	-4,01	1921	Maranguape
Amarelas	Riacho Ezequiel	47,68	-38,07	-4,45	2022	Beberibe
Aracoiaba	Rio Aracoiaba	162,00	-38,74	-4,39	2002	Aracoiaba
Batente	Rio Piranji	37,00	-38,51	-4,66	1998	Batente
Castro	Rio Castro	62,31	-38,96	-4,56	1997	Itapiúna
Catucinzenta	Riacho Catu	24,90	-38,45	-4,04	2002	Aquiraz
Cauhipe	Rio Cauhipe	12,00	-38,86	-3,75	1999	Caucaia
Cocó	Rio Cocó	5,10	-38,54	-3,85	2017	Fortaleza
Gavião	Rio Cocó	33,30	-38,57	-3,93	1973	Pacatuba
Germinal	Rio Pacoti	2,11	-38,87	-4,19	2017	Palmácia
Itapebussu	Rio São Gonçalo	6,00	-38,89	-4,07	2006	Maranguape
Macacos	Riacho dos Macacos	10,32	-38,72	-4,82	2007	Ibaretama
Malcozinhado	Rio Malcozinhado	36,50	-38,33	-4,12	2002	Malcozinhado
Maranguapinho	Rio Maranguapinho	9,35	-38,66	-3,89	2012	Maranguape
Pacajus	Rio Choró	232,00	-38,43	-4,23	1993	Pacajus
Pacoti	Rio Pacoti	380,00	-38,56	-4,09	1981	Horizonte
Penedo	Rio Papara	2,18	-38,74	-3,96	1958	Maranguape
Pesqueiro	Rio Pesqueiro	9,03	-38,97	-4,44	2008	Capistrano

Reservatório	Rio Barrado	Capac. (hm^3)	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Conclusão	Município
Pompeu Sobrinho	Rio Choró	143,00	-39,17	-4,86	1934	Choró
Riachão	Rio Pacoti	47,92	-38,54	-4,01	1981	Horizonte
Sitios Novos	Rio São Gonçalo	126,00	-38,97	-3,81	1999	Caucaia
Tijuquinha	Rio Aracoiaba	0,40	-38,90	-4,32	1917	Baturité
	Total	**1.429,70**				

Fonte: Projeto Aloca (2021)

4.1.1.2. Estimativa das vazões afluentes aos reservatórios

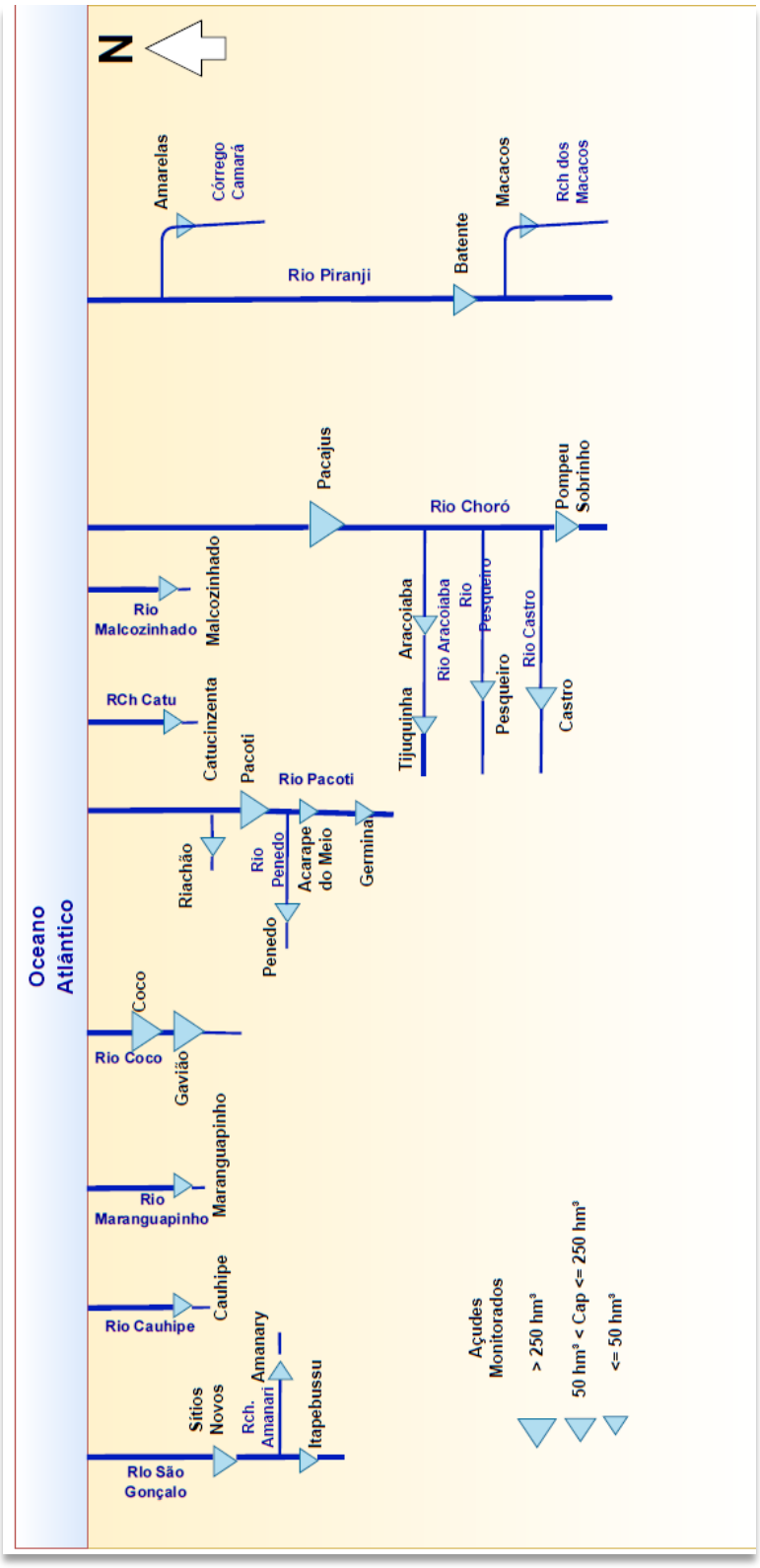
Visto que não existem dados fluviométricos na Região Hidrográficas das Bacias Metropolitanas, adotou-se uma estratégia de regionalização para o cálculo das afluências aos 23 reservatórios monitorados, desenvolvida no Projeto Aloca (2021). Dentre as estratégias possíveis de regionalização, uma delas considera tomar as características fisiográficas para comparar as bacias, produzindo um critério para a transferência de informação das bacias com dados para aquelas sem dados.

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

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

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

Figura 4.2 - Topologia simulada da RHBM



Fonte: Projeto Aloca (2021)

O efeito da pequena açudagem, por sua vez, é considerado de maneira implícita dentro da própria modelagem, durante a calibração dos

parâmetros, tendo em vista que as vazões medidas nas estações fluviométricas, usadas na calibração, incorporam efeito dos pequenos reservatórios a montante.

As características das vazões afluentes aos 23 reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas são apresentadas na Tabela 4.2. Observa-se que as maiores vazões afluentes são as dos reservatórios Pacajus, Pacoti e Batente. Os coeficientes de variação (CV) das vazões anuais são elevados (entre 0,9 e 1,3), característicos de rios do Nordeste.

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

O coeficiente de escoamento (CE), entendido como o rendimento hidrológico da bacia, traduz a quantidade de precipitação que efetivamente se transformará em descarga dos rios. Observa-se que o coeficiente se situa entre 7% e 20%, valores característicos do semiárido cearense.

4.1.1.3. Estimativa das vazões regularizadas pelos reservatórios

A Tabela 4.3 apresenta os volumes regularizados, sangrados e evaporados, com garantia anual de 90%. Observa-se que os reservatórios Aracoiaba e Catucinzenta têm as melhores eficiências, regularizando, respectivamente, 56% e 47% de suas vazões afluentes anuais. Os reservatórios Riachão e Pompeu Sobrinho, por sua vez, são os mais ineficientes, evaporando, respectivamente, 63% e 58% de suas vazões afluentes anuais.

Tabela 4.2 - Características das vazões afluentes aos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Reservatório	Afluência Média Total* (hm³/ano)	Afluência Média Total* (m³/s)	Coeficiente de Variação	Área livre (Km²)	Lâmina anual escoada (mm/ano) calculada para a área livre	Precip. média anual (mm) na área livre	CE %
Acarape do Meio	41,03	0,82	1,03	122,40	207,13	1.158,22	17,88%
Amanary	5,86	0,19	0,99	35,89	163,27	1.038,35	15,72%
Amarelas	7,93	0,24	0,93	88,87	89,27	921,91	9,68%
Aracoiaba	85,67	2,58	0,89	554,13	144,06	1.059,38	13,60%
Batente	122,95	3,93	1,25	1.347,38	90,51	824,33	10,98%
Castro	22,76	0,73	1,40	364,03	62,54	911,61	6,86%
Catucinzenta	9,67	0,31	0,91	63,74	151,74	1.088,19	13,94%
Cauhipe	27,05	0,87	0,94	92,83	291,34	1.234,42	23,60%
Cocó	30,12	0,63	1,46	99,67	195,36	1.249,75	15,63%
Gavião	22,35	0,72	1,18	104,34	214,17	1.214,70	17,63%
Germinal	19,66	0,63	0,96	83,81	234,62	1.219,63	19,24%
Itapebussu	11,34	0,37	1,03	75,99	149,28	1.079,38	13,83%
Macacos	3,78	0,12	1,45	63,28	59,79	805,28	7,43%
Malcozinhado	25,31	0,82	1,09	253,34	99,91	1.035,34	9,65%
Maranguapinho	25,27	0,82	1,14	102,77	245,88	1.202,64	20,44%
Pacajus	290,65	8,37	1,32	3.140,66	82,60	870,49	9,49%
Pacoti	180,93	4,98	1,11	868,46	177,71	1.068,65	16,63%
Penedo	1,58	0,05	1,11	7,32	215,98	1.127,07	19,16%
Pesqueiro	8,18	0,26	1,31	66,25	123,54	1.094,01	11,29%
Pompeu Sobrinho	24,34	0,79	1,25	320,12	76,02	798,69	9,52%
Riachão	4,00	0,13	1,25	25,47	156,98	1.154,21	13,60%
Sitios Novos	57,01	1,58	1,24	343,34	142,92	1.004,30	14,23%
Tijuquinha	7,04	0,23	0,95	37,80	186,34	1.145,74	16,26%

Fonte: Projeto Aloca (2021)

Tabela 4.3 - Volumes e percentuais regularizado, vertido e evaporado (G=90%)

Reservatório	Afluência (hm³/ano)	K	f_K	Q_{90} (l/s)	Q_{90} (m³/s)	Regularizado (hm³/ano)	Regularizado %	Vertimento (hm³/ano)	Vertimento %	Evaporado (hm³/ano)	Evaporado %
Acarape do Meio	41,03	29,60	0,72	483,24	0,48	14,00	34,11%	25,85	63,00%	1,19	2,89%
Amanary	5,86	11,01	1,88	63,57	0,06	1,84	31,45%	1,28	21,77%	2,74	46,77%
Amarelas	7,93	47,68	6,01	119,49	0,12	3,48	43,82%	0,00	0,00%	4,46	56,18%
Aracoiaba	85,67	162,00	1,89	1.625,99	1,63	47,61	55,58%	18,83	21,98%	19,23	22,45%
Batente	122,95	37,00	0,30	749,97	0,75	21,79	17,73%	86,72	70,54%	14,43	11,74%
Castro	22,76	62,31	2,74	286,67	0,29	8,30	36,46%	6,54	28,74%	7,92	34,80%
Catucinzenta	9,67	24,90	2,57	153,96	0,15	4,50	46,51%	1,52	15,72%	3,65	37,77%
Cauhipe	27,05	12,00	0,44	168,63	0,17	4,89	18,07%	17,33	64,08%	4,83	17,85%
Cocó	30,12	5,10	0,17	57,74	0,06	1,67	5,56%	26,28	87,23%	2,17	7,21%
Gavião	22,35	33,30	1,49	200,38	0,20	5,76	25,79%	10,63	47,56%	5,95	26,65%
Germinal	19,66	2,11	0,11	131,32	0,13	3,84	19,53%	15,65	79,57%	0,18	0,90%
Itapebussu	11,34	6,00	0,53	96,05	0,10	2,81	24,75%	6,65	58,58%	1,89	16,66%
Macacos	3,78	10,32	2,73	34,18	0,03	0,99	26,14%	0,99	26,10%	1,81	47,76%
Malcozinhado	25,31	36,50	1,44	285,03	0,29	8,26	32,62%	10,69	42,22%	6,37	25,15%
Maranguapinho	25,27	9,35	0,37	127,28	0,13	3,69	14,60%	18,40	72,81%	3,18	12,60%
Pacajus	290,65	232,00	0,80	3.086,97	3,09	89,44	30,77%	169,70	58,39%	31,50	10,84%
Pacoti	180,93	380,00	2,10	2.735,67	2,74	78,95	43,63%	59,07	32,65%	42,92	23,72%
Penedo	1,58	2,18	1,38	17,40	0,02	0,50	31,72%	0,68	43,21%	0,40	25,08%
Pesqueiro	8,18	9,03	1,10	67,23	0,07	1,95	23,77%	4,43	54,10%	1,81	22,13%
Pompeu Sobrinho	24,34	143,00	5,88	304,90	0,30	8,86	36,42%	1,34	5,51%	14,13	58,07%
Riachão	4,00	47,92	11,98	51,69	0,05	1,49	37,33%	0,00	0,00%	2,51	62,67%
Sitios Novos	57,01	126,00	2,21	553,85	0,55	15,97	28,01%	14,94	26,21%	26,10	45,77%
Tijuquinha	7,04	0,40	0,06	39,00	0,04	1,16	16,42%	5,82	82,68%	0,06	0,90%
Total	**1.026,56**	**1.382,02**	**1,35**	**11.440,22**	**11,44**	**331,74**	**32,07%**	**503,34**	**48,66%**	**199,42**	**19,28%**

Fonte: Projeto Aloca (2021)

Tabela 4.4 - Volumes regularizado, vertido e evaporado (G=95%)

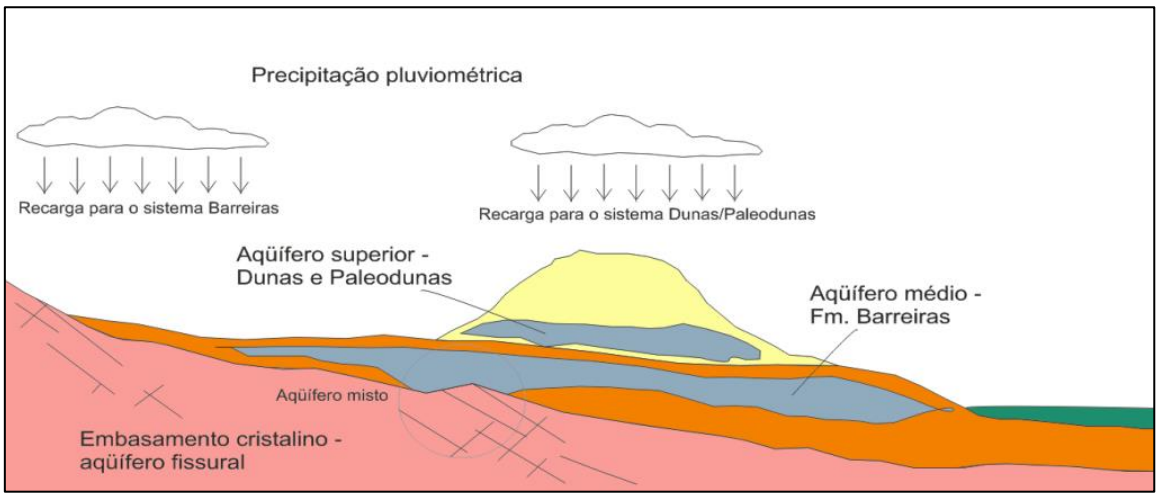
Reservatório	Afluência (hm³/ano)	K	f_K	Q_{90} (L/s)	Q_{95} (m³/s)	Regularizado		Vertimento		Evaporado	
						(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%	(hm³/ano)	%
Acarape do Meio	41,94	29,60	0,71	386,28	0,39	11,70	27,89%	28,92	68,95%	1,33	3,17%
Amanary	5,86	11,01	1,88	43,77	0,04	1,33	22,67%	1,49	25,48%	3,04	51,86%
Amarelas	7,93	47,68	6,01	92,23	0,09	2,81	35,38%	0,02	0,29%	5,10	64,32%
Aracoiaba	85,85	162,00	1,89	1.329,13	1,33	40,37	47,02%	23,79	27,71%	21,69	25,27%
Batente	123,02	37,00	0,30	536,88	0,54	16,28	13,24%	91,07	74,03%	15,66	12,73%
Castro	22,76	62,31	2,74	219,22	0,22	6,62	29,07%	7,10	31,20%	9,04	39,73%
Catucinzenta	9,67	24,90	2,57	123,25	0,12	3,75	38,74%	1,79	18,51%	4,14	42,76%
Cauhipe	27,05	12,00	0,44	123,01	0,12	3,73	13,78%	18,11	66,96%	5,21	19,26%
Cocó	31,11	5,10	0,16	39,07	0,04	1,18	3,81%	27,61	88,75%	2,32	7,45%
Gavião	22,35	33,30	1,49	143,77	0,14	4,34	19,40%	11,61	51,97%	6,40	28,63%
Germinal	19,66	2,11	0,11	96,02	0,10	2,92	14,83%	16,55	84,17%	0,20	1,00%
Itapebussu	11,34	6,00	0,53	71,43	0,07	2,18	19,20%	7,12	62,73%	2,05	18,08%
Macacos	3,78	10,32	2,73	24,89	0,02	0,75	19,89%	1,06	28,02%	1,97	52,08%
Malcozinhado	25,31	36,50	1,44	204,87	0,20	6,22	24,58%	12,06	47,65%	7,03	27,77%
Maranguapinho	25,27	9,35	0,37	93,36	0,09	2,82	11,17%	19,02	75,26%	3,43	13,57%
Pacajus	296,73	232,00	0,78	2.429,90	2,43	73,59	24,80%	188,47	63,51%	34,67	11,69%
Pacoti	184,07	380,00	2,06	2.145,68	2,15	64,83	35,22%	71,38	38,78%	47,86	26,00%
Penedo	1,58	2,18	1,38	13,38	0,01	0,40	25,52%	0,75	47,17%	0,43	27,31%
Pesqueiro	8,18	9,03	1,10	46,40	0,05	1,40	17,17%	4,73	57,81%	2,05	25,03%
Pompeu Sobrinho	24,34	143,00	5,88	233,14	0,23	7,08	29,08%	1,59	6,54%	15,67	64,39%
Riachão	4,00	47,92	11,98	39,07	0,04	1,18	29,50%	0,00	0,00%	2,82	70,50%
Sitios Novos	57,70	126,00	2,18	407,11	0,41	12,29	21,30%	16,60	28,78%	28,80	49,92%
Tijuquinha	7,04	0,40	0,06	31,70	0,03	0,97	13,77%	6,00	85,26%	0,07	0,97%
Total	**1.038,62**	**1.382,02**	**1,33**	**8.873,53**	**8,87**	**268,74**	**25,68%**	**556,84**	**53,21%**	**220,98**	**21,11%**

Fonte: Projeto Aloca (2021)

4.1.2. Águas subterrâneas

Segundo a SRH (2005) (Projeto de Monitoramento / Gestão de Água Subterrânea de Micro-Áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza – Consorcio Golder / Pivot), existem dois domínios aquíferos na RHBM: Domínio Poroso (Aquífero Aluvionar, Aquífero Dunas/Paleodunas, Aquífero Barreiras) e Domínio Fissural (Aquífero Cristalino) (MAPA 16). A recarga dos aquíferos ocorre por meio da precipitação pluviométrica que incide diretamente nos aquíferos porosos aflorantes (Domínio Dunas/Paleodunas e Barreiras) e dos rios influentes, ou ainda por águas de transferência para os aquíferos inferiores (Domínio Fissural) (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Perfil esquemático das condições de ocorrência e circulação da água subterrânea nos sistemas aquíferos da região costeira do Ceará



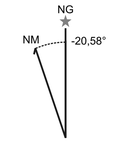
Fonte: Cogerh, 2016

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAA

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

HIDROGEOLOGIA DAS BACIAS METROPOLITANAS



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 : 320.000

0 10 20 30 40 50 60 km
QUILOMETROS

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Bacia Hidrográfica da Região das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2021)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Limite Municipal (Ipece, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)
- Domínio Poroso (Aquífero Aluvionar)
- Domínio Poroso (Aquífero Dunas / Paleodunas)
- Domínio Poroso (Aquífero Barreiras)
- Domínio Cristalino (Aquífero Fissural)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP
UFC
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

Açude Tijuquinha – Foto: Cogerh



Na RHBM os sistemas hidrogeológicos ocupam áreas diversas, com predomínio do Cristalino seguido do Barreiras. A precipitação pluviométrica média anual nesta bacia oscila de 707 mm (Palhano) a 1.558 mm (Pacoti) com média, obtida entre 36 municípios, de 1.100 mm/ano (Funceme, 2020). Isto significa que, sobre as Bacias Metropolitanas (15.083 km²) precipita aproximadamente um volume hídrico de 16,59 x 10^9 m^3 ao ano e, a depender dos coeficientes de infiltração e da porosidade efetiva de cada sistema hidrogeológico, a recarga efetiva apresentará volumes diferentes.

Os parâmetros hidrodinâmicos para as unidades estão descritos na Tabela 4.5. Estes parâmetros auxiliam no entendimento sobre a velocidade com que as águas se movimentam em subsuperfície, notadamente condicionada pelas características do ambiente geológico associado. Desta forma observam-se os valores mais elevados para o Sistema Dunas/Paleodunas, reflexo do processo de transporte eólico que resulta em grãos bem selecionados e espaços porosos interconectados. Este fator resulta em elevada porosidade e permeabilidade ao ambiente.

Tabela 4.5 - Parâmetros dos sistemas hidrogeológicos nas Bacias Metropolitanas - CE

Sistemas hidrogeológicos	Parâmetros	
	T (m^2/s)	K (m/s)
Aluvionar	$2,0 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-4}$
Dunas	$2,0 \times 10^{-1}$	$2,0 \times 10^{-4}$
Barreiras	$2,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-5}$
Cristalino	-	$1,0 \times 10^{-7}$

Legenda:
T – transmissividade
K – condutividade hidráulica

Fonte: PERH (CEARÁ, 1992)

DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Domínio Fissural - Aquífero Cristalino

Corresponde litologicamente a rochas graníticas, gnáissicas e migmatíticas, onde a porosidade primária é praticamente inexistente (normalmente inferior a 1%), acarretando assim, uma condutividade hidráulica muito baixa. A ocorrência de água nesse meio é inerente exclusivamente à existência de fraturas abertas, interconectadas e associadas a uma zona de recarga. A alimentação é realizada por infiltração pluviométrica direta, ou indireta através dos aqüíferos sobrepostos, pelos rios e pelo manto de intemperismo. O principal exutório é o escoamento superficial e a evapotranspiração. Em termos da qualidade físico-química da água observa-se concentrações elevadas de cloreto de sódio, acima do padrão recomendado (250 mg/L),

alcançando, algumas vezes, a ordem de 3.000 a 4.000 mg/L. As características dos poços perfurados nesse contexto são: diâmetro de perfuração entre 6 e 8", diâmetro do revestimento entre 4 e 6", profundidade variando de 40 a 80 metros e vazão oscilando de 1 a 20 m^3 /h, com vazão média de 2 m3 /h, com nível estático entre 2 e 15 metros (Quesado Júnior & Cavalcante, 2000).

Deve-se salientar que o Domínio Cristalino (Aquífero Fissural) é caracterizado como anisotrópico e heterogêneo por apresentar porosidade secundária representada pelas fraturas na rocha. As rochas cristalinas, devido a sua gênese e processos de cristalização, possuem permeabilidade e porosidade primárias praticamente nulas. Esta característica também é identificada quando se avaliam os dados de vazão dos poços em domínio fissural. Estes dados podem variar consideravelmente, desde vazões nulas até elevadas vazões, pois a produção dos poços depende das fraturas que são interceptadas. Além da presença de fraturas deve-se considerar ainda a densidade e interconexão destas estruturas, onde quanto mais elevadas forem maiores a possibilidade de os poços no cristalino produzirem grandes volume de água. Já as rochas sedimentares, por serem formadas por processos deposicionais, apresentam comumente espaços vazios entre os grãos minerais, o que confere a este tipo litológico sua porosidade primária efetiva. Para as avaliações hidrogeológicas é importante conhecer como a água preenche esses dois padrões de porosidade, tanto os poros das rochas sedimentares quanto as fraturas das rochas cristalinas.

Domínio Poroso - Aquífero Barreiras

Os sedimentos do Grupo Barreiras são ocorrentes ao longo de toda a faixa litorânea do estado do Ceará. Representa uma cobertura de rochas sedimentares, com espessura média de 40 a 60 metros, sotoposta

algumas vezes as dunas e sobreposta ao embasamento cristalino. Trata-se de um aquífero poroso, composto por arenitos de granulometria fina a média comumente com presença de frações argilosas. A profundidade dos poços é bastante variável na região, com unidades que podem atingir até 70 metros.

Segundo Quesado Júnior e Cavalcante (2000), no contexto regional sua vocação hidrogeológica não parece muito promissora, funcionando como um aquitardo, possui baixa porosidade e uma condutividade hidráulica de 1,85 x 10^{-3} m/s, com pequena transmissividade (Bianchi *et al*, 1984). Localmente, os poços podem produzir vazões de até 5,0 m^3 /h, com vazão média de 2,0 m^3/h. Nos bairros de Pirambú e Álvaro Weyne há poços com vazões de até 17 m^3/h. A recarga para estes aquíferos ocorre por incidência direta das águas das chuvas quando estas rochas estão expostas, ou ainda pelas águas de transferência dos ambientes aluvionares e das dunas. É importante destacar algumas características hidrodinâmicas e construtivas de poços nesse contexto como: espessura saturada da ordem de 15 a 20 metros, nível estático variando entre 6 e 15 metros, diâmetro da perfuração de 8 a 12", diâmetro de revestimento de 4 a 6" e vazão predominantemente oscilando entre 1,0 e 3,0 m^3 /hora.

Em síntese, as explorações de água subterrânea neste ambiente aquífero requerem atenção às características geológicas locais, pois as rochas que condicionam o armazenamento no aquífero poroso Barreiras possuem forte descontinuidade lateral, passando de sedimentos arenosos com elevado potencial para sedimentos argilosos que restringem tanto o armazenamento quanto a transferência de água. Nestas condições é importante realizar estudos geológicos de detalhe ou geofísicos para se determinar os pontos mais viáveis a captação. Outro fator determinante na produção dos poços nestes ambientes se refere às características construtivas. Comumente adota-se a inserção de sessões filtrantes nas profundidades de entradas de água (espessura

saturada). Para tanto é necessário um acompanhamento especializado por profissional geólogo para identificação precisa destas zonas saturadas e tomada de decisões para obtenção das condições ótimas de operação dos poços.

Domínio Poroso - Aquífero Dunas/Paleodunas

O sistema Dunas/paleodunas, se apresenta na forma de um delgado cordão que se estende por todo litoral. Desta forma é importante salientar que as avaliações hidrogeológicas não dependem somente das características físicas das rochas, mas também das condições climáticas que interferem na recarga destes aquíferos. Por assim ser, o Aquífero Dunas/Paleodunas pode apresentar espessuras saturadas que variam de muito baixas até mais de 30 metros.

Litologicamente são caracterizadas por lentes siltoargilo-arenosas (paleodunas) e arenosas (dunas), possuindo composição mineralógica quartzo-feldspática e alguns minerais pesados, como ilmenita, magnetita e hematita. A alimentação deste aquífero se dá por infiltração pluvial direta, e como principais exutórios se tem o oceano Atlântico, os rios Cocó, Pacoti, Ceará e Maranguapinho, reservatórios superficiais, evapotranspiração e a captação através de poços tubulares. A espessura saturada é da ordem a 4 a 8 metros, nível estático oscilando de 3 a 6 metros, diâmetro da perfuração de 8 a 10“, diâmetro do revestimento de 4 a 6”, profundidade entre 8 e 20 metros e vazão variando entre 3 a 15 m^3/hora (Quesado Júnior & Cavalcante, 2000).

Um processo importante a se conhecer em se tratando de avaliação hidrogeológica é sobre o fluxo das águas subterrâneas. Este fluxo representa o caminho que a água percorre desde seu ambiente de recarga até os exutórios. Neste sentido, conhecendo-se os níveis estáticos e seus posicionamentos em relação ao nível do mar, estabelece-se a carga hidráulica que é o parâmetro condicionante do

fluxo. As águas subterrâneas se movimentam dos ambientes de maior carga hidráulica para os de menor carga. Considerando-se esta perspectiva, tem-se os oceanos como o grande exutório das águas subterrâneas. Em diversas situações onde o nível freático apresenta-se topograficamente mais elevado que a superfície do solo, resulta-se na exposição deste nível na forma de espelhos d'água, comumente identificados nas inúmeras lagoas ao longo do litoral, principalmente aquelas formadas nas regiões interdunares. Estas situações podem representar ambientes propícios à captação da água através de bombeamento em superfície, porém é necessário extremo cuidado com possíveis contaminações da água, já que são ambientes que representam a exposição direta da água subterrânea à superfície.

Com base no estudo desenvolvido pela Cogerh (2016) obteve-se o valor de 357.402.282 m3 (3,57 x 10^8 m^3) para a reserva permanente e uma reserva renovável de 85.914.010 m3 (85,9 x 10^6 m^3) para o aquífero Dunas/Paleodunas na porção entre os municípios de Pecém e Paracuru. Com base nas informações levantadas conclui-se que o aquífero Dunas/Paleodunas possui elevado suporte hídrico e que os volumes atualmente captados são adequadamente sustentados pelas reservas estimadas dos aquíferos. No entanto, é importante estar atento à possibilidade de que fatores adversos como a ocupação desordenada dos espaços urbanos e a impermeabilização das zonas de recarga venham a comprometer o potencial hídrico existente na região.

Domínio Poroso - Aquífero Aluvionar

Os aquíferos aluvionares na RMF são formados a partir de sedimentação fluvial recente, com ocorrências dispersas ao longo das calhas dos rios Cocó, Pacoti, Ceará e Maranguapinho principalmente. A composição litológica é de argilas ricas em matéria orgânica, areias finas a grossas e cascalhos. Esses materiais são inconsolidados e justificam a

caracterização como um aquífero livre de elevada importância do ponto de vista hidrogeológico e social, funcionando às vezes como fonte estratégica de abastecimento.

Tal aquífero não é comumente captado pela população, normalmente em função da qualidade físico química e bacteriológica das águas, a exceção de moradores ribeirinhos que se abastecem através de cacimbas de pequenas profundidades. Cuidados maiores devem ser tomados com relação a contaminação bacteriológica, sobretudo, aquela derivada de esgotos domésticos provenientes do Distrito Industrial de Maracanaú e de esgotos domésticos que utilizam os rios como canal de despejo. A recarga para os aquíferos aluvionares provém das águas de chuva e dos rios com caráter influente e o principal exutório é o processo de evapotranspiração. Apesar da falta de dados hidrodinâmicos dos poços existentes nesse contexto, se observa que a espessura desse aquífero alcança no máximo 10,0 metros, com nível estático quase sempre inferior a 2,0 metros. (Quesado Júnior & Cavalcante, 2000).

É importante destacar que as águas subterrâneas desempenham um papel estratégico, com grande impacto social durante períodos de seca. O conhecimento das reservas hídricas subterrâneas disponíveis para exploração é fundamental para uma gestão eficiente do abastecimento de água. Nesse sentido, é necessário compreender as condições hidrogeológicas e hidroquímicas e ter uma compreensão clara do funcionamento dos aquíferos.

CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Organização da base de dados existente

As pesquisas de cunho hidrogeológico normalmente tomam como base os dados dos poços. Estes poços são cadastrados por diversos órgãos governamentais e pesquisas acadêmicas, de modo que a reunião de

todos os dados requer uma visitação à base de dados disponível nos eletronicamente pelos sites ou de forma física consultando os relatórios conclusivos dos projetos. Após a reunião destas informações é importante se realizar uma filtragem para se eliminar as superposições, pois é muito comum o mesmo poço ser cadastrado por órgãos diferentes, desta forma a informação irá se repetir em várias bases de cadastro levantadas, pois cada órgão tem seu objetivo quando se inicia um inventário hidrogeológico. Através dos sistemas de informação geográfica é possível eliminar esta superposição, considerando apenas uma unidade para a mesma coordenada geográfica. Os principais órgão governamentais que realizam inventário de poços são: Cogerh, SOHIDRA, CPRM-SIAGAS, IPECE, FUNCEME, CAGECE e UFC (Laboratório de Hidrogeologia).

Cadastro de poços

Após ser levantada a base de dados de poços já cadastrados é importante se realizar o cadastro de novas unidades, principalmente em áreas descobertas de informações. Uma das formas mais eficientes de obter informações sobre a água subterrânea é através da elaboração do que se denomina Inventário Hidrogeológico. Desta forma é importante o levantamento de todos os dados de poços tubulares rasos e profundos e poços do tipo amazonas (cacimbões) para comporem fonte de informação referente às condições de ocorrência e circulação da água subterrânea na região. No cadastro devem constar as seguintes informações: identificação do ponto d'água, coordenadas de georreferenciamento (UTM), profundidades, diâmetro de revestimento, tipo de revestimento, vazão, nível estático, condições atuais de bombeamento, qualidade da água, parâmetros físico-químicos *in loco*, possíveis fontes de poluição, situação atual. É importante estabelecimento a distância mínima entre poços a serem cadastrados com finalidade de proporcionar uma melhor distribuição da informação

ao longo da área. Prioridade para cadastro de unidades em bom estado de conservação, para que possam fornecer informações consistentes e confiáveis.

Para as informações sobre a vazão dos poços é importante filtrar e padronizar as unidades de medida. Percebeu-se que os cadastros fornecem diversas unidades como litros/hora, litros/segundo e metros cúbicos/hora. Para as devidas e corretas interpretações estes dados precisam estar em uma mesma unidade de medida, comumente litros/hora ou metros cúbicos/hora, que são as mais usuais em termos hidrogeológicos. Para que esta informação seja adquirida de forma confiável é importante a avaliação ou participação de um profissional hidrogeólogo no acompanhamento dos cadastros dos poços, pois as médias de vazões para cada ambiente aquífero devem ser compatíveis com o padrão associado as rochas que compõem estes ambientes.

Outro ponto importante a se considerar é sobre os aquíferos que estão sendo explotados por cada poço. Via de regra, cada poço capta água de uma única formação aquífera, porém isso pode mudar caso se perceba no ato da perfuração que existem mais possibilidades de captação, ou seja, o mesmo poço pode captar água em profundidades diferentes e atingirem meios aquíferos diferentes. Na região metropolitana não é incomum se encontrar poços que captam tanto da Fm. Barreiras (superior) quanto do aquífero fissural (inferior). Outras situações podem ocorrer por exemplo nos poços que captam tanto no aquífero Dunas/Paleodunas (superior) e também na Fm. Barreiras (inferior) a fim de se obter maiores vazões dos poços. O controle sobre a unidade aquífera que está sendo explotada é importante pois as vazões são inerentes a cada uma destas zonas. Mesmo que à superfície o poço inicie interceptado os aquíferos superiores (Dunas/Paleodunas e Barreias), deve-se conhecer se atingem os aquíferos inferiores (fissural) e quais os volumes captados em cada ambiente. Esta informação não é tão simples

pois depende de observações no ato da perfuração. De toda forma é preciso avaliar de forma precisa os dados de vazão considerando-se as características de captação através dos poços mistos.

Viabilizar cálculos de reserva permanente e renovável

Em se tratando de disponibilidade hídrica subterrânea os dados mais relevantes são os das reservas permanentes e renováveis. A reserva renovável representa o volume de água que participa efetivamente do ciclo hidrológico em uma escala de tempo anual ou sazonal. A reserva permanente representa um volume de água subterrânea que participa do ciclo hidrológico numa escala de tempo plurianual, centenária ou milenar, ou seja, representam um volume armazenado abaixo da zona de flutuação do nível estático (Cavalcante, 1998). Para o cálculo das reservas de um aquífero deve-se levantar os seguintes dados:

Reserva permanente = $A . b . \eta e$

Reserva renovável = $A . \Delta h . \eta e$

A – área de ocorrência do aquífero (m^2);

b – espessura média saturada do aquífero (m);

Δh - variação do nível de água (m)

ηe – porosidade efetiva

Para a determinação da área de ocorrência dos aquíferos devem ser realizados estudos de reconhecimento in loco das rochas que condicionam o armazenamento da água subterrânea. Estes estudos resultam em um mapa que através de tratamento em SIG podem ser extraídas as áreas de abrangência. Deve-se salientar que cada projeto deve determinar a área objeto do estudo, pois as reservas são calculadas para esses polígonos previamente determinados. Quanto maiores as

áreas de estudo também serão maiores as reservas de água subterrânea, sendo o inverso também válido.

A espessura saturada do aquífero representa a camada de rochas onde efetivamente se encontra armazenada a água subterrânea. Para determinação deste parâmetro pode-se avaliar os poços perfurados em cada domínio a fim de se avaliar os níveis estáticos que representam o topo da espessura saturada. Outro estudo importante é o geofísico. Este método permite o levantamento de informações indiretas que elucidam quanto ao topo e base das camadas de rochas saturadas. O principal método geofísico para este objetivo é o de eletrorresistividade, pois de acordo com o arranjo utilizado permite investigar profundidades distintas e com o detalhe necessário para cada ambiente. Desta forma sugere-se a implementação deste método para a determinação da espessura saturada do aquífero. Deve-se considerar ainda que estas espessuras são variáveis ao longo da abrangência do aquífero, portanto, se faz necessário estabelecer a média aritmética que é o valor adotado para cálculo da reserva hídrica subterrânea.

Monitorar o rebaixamento dos níveis da água subterrânea

Considera-se importante o monitoramento dos níveis da água subterrânea pois reflete o uso através do bombeamento dos poços e também pode-se avaliar a eficiência da recarga, considerando-se que estes níveis oscilam temporal e sazonalmente associados aos regimes de chuvas ocorrentes. Rebaixamentos intensos destes níveis requerem atenção para super explotação através de bombeamentos fora dos padrões de produção dos poços obtidos nos testes de vazão. Nestes casos pode-se resultar em exploração das reservas permanentes o que não oferece segurança hídrica, sendo um importante mecanismo de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Captações no Aquífero Dunas/Barreiras

A COGERH possui duas baterias de poços no Aquífero Dunas/Barreiras nas bacias Metropolitanas, uma no Complexo Industrial e Portuário do Pecém e a outra numa área de 95ha, adquirida pela Cogerh, no entorno da Taíba/São Gonçalo do Amarante. Essa área foi adquirida em virtude da necessidade de se aumentar a segurança hídrica na região, sobretudo em anos de baixa recarga nos principais reservatórios superficiais do Sistema Jaguaribe/RMF, além da finalidade de preservar e assegurar zona de recarga das águas subterrâneas na região.

Conforme comentado no subitem "Domínio Poroso - Aquífero Dunas/Paleodunas", a reserva renovável foi calculada com base na precipitação de 2016, sendo obtido um volume anual de 85.914.010 m^3 ou 8,59 x 10^7 m^3. Esse dado significa que o volume citado pode ser explotado sem prejuízo ao meio, para a área estudada. Considerando as condições de explotação de projeto das baterias da Taíba e RAP/Pecém, onde as captações são 35 poços num total de 170 L/s, que resulta em um volume anual médio de 4,47 x 10^6 m^3/ano (4,47 milhões m^3/ano), e 38 poços num total de 150 L/s, que resulta em um volume 3,93 x 10^6 m^3/ano (3,93 milhões m^3/ano), respectivamente. Dessa forma, o volume total a ser explotado é de 8,40 milhões de m^3/ano, considerando 20 horas de bombeamento por dia e 365 dias por ano, em capacidade máxima de operação, o que raramente ocorre, com exceção dos períodos de baixa reservação superficial. Em termos percentuais, esse volume (8,40 milhões de m^3/ano), corresponde a 9,77% da reserva renovável para a área estudada.

4.2 Aspectos Qualitativos

4.2.1 Águas superficiais

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

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

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

Devido ao grande número de parâmetros é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice são utilizados dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na TABELA 4.9.

Tabela 4.6 - Estados de trofia de acordo com a metodologia da Cogerh

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

As análises da qualidade foram registradas no período de 2008 a 2023. Observa-se que, neste período, ocorreram 975 medições nos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. Na sua maioria, foi registrado o estado Eutrófico, o qual indica produtividade alta, com implicações sobre a qualidade da água.

A FIGURA 4.4 e a TABELA 4.10 apresentam a frequência da condição trófica dos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas no período 2009 a 2023. Observa-se que cerca de 81 % das medições qualidade classificaram os reservatórios com condições Eutrófica (56%) ou Hipereutrófica (25%), os reservatórios Amanary, Aracoiaba, Batente, Castro, Catucinzenta, Cauhipe, Cocó, Gavião, Macacos, Malcozinhado, Maranguapinho, Pacoti, Pesqueiro, Pompeu Sobrinho, Riachão e Sitios Novos, apresentaram condições de trofia Eutróficas ou Hipereutróficas em mais de 85% das medições. Em contrapartida os reservatórios Amarelas, Germinal e Tijuquinha apresentaram condições favoráveis (Oligotrpfica ou Mesotrófica) em mais de 50% das medições.

Figura 4.4 - Condição trófica dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (2008 e 2023)

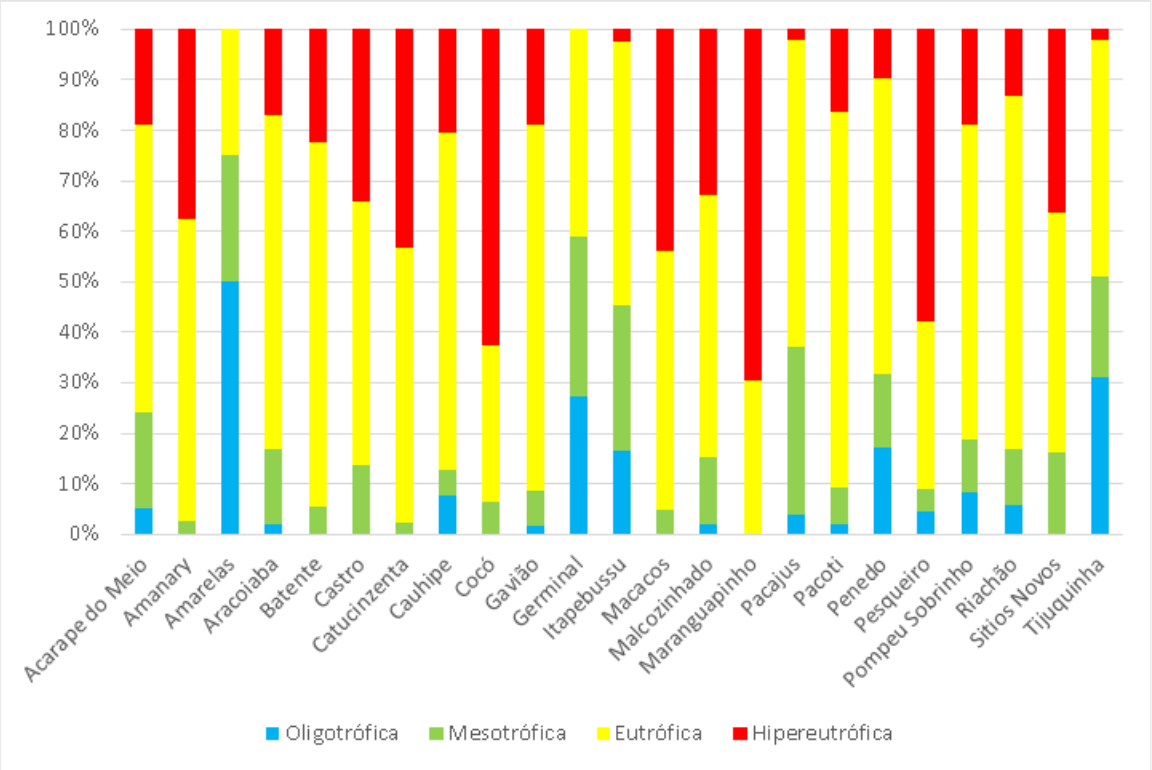


Tabela 4.7 - Frequência dos estados tróficos dos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (2008 e 2023)

Reservatório	Oligotrófica	Mesotrófica	Eutrófica	Hipereutrófica
Acarape do Meio	3	11	33	11
Amanary	0	1	24	15
Amarelas	2	1	1	0
Aracoiaba	1	8	35	9
Batente	0	2	26	8
Castro	0	6	23	15
Catucinzenta	0	1	24	19
Cauhipe	3	2	26	8
Cocó	0	1	5	10
Gavião	1	4	42	11
Germinal	6	7	9	0
Itapebussu	7	12	22	1
Macacos	0	2	21	18
Malcozinhado	1	7	27	17
Maranguapinho	0	0	10	23
Pacajus	2	17	31	1
Pacoti	1	4	41	9
Penedo	7	6	24	4
Pesqueiro	2	2	15	26
Pompeu Sobrinho	4	5	30	9
Riachão	3	6	37	7
Sitios Novos	0	9	26	20
Tijuquinha	14	9	21	1

Fonte: Cogerh

Açude Pompeu Sobrinho – Foto: Cogerh



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 afluências e defluências, em maior grau (Rangel-Peraza *et al*., 2012). Mudanças provocadas por variabilidades climáticas na temperatura dos lagos também influenciam os estados tróficos, pois impactam na intensidade da estratificação e regime de mistura (Bueche; Vetter, 2014).

4.2.2 Águas subterrâneas

No que se refere à qualidade das águas subterrâneas na RHBM, existem estudos pontuais em áreas estratégicas que fazem referência à avaliação hidrogeológica quali-quantitativa do campo de Dunas Pecém/Paracuru, ao monitoramento de poços de observação na RHBM, à caracterização quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas referente ao cadastramento de poços dos municípios que compõem a Area de

Proteção Ambiental da Serra de Baturité e ao monitoramento da bateria de poços do sistema aquífero Dunas/Barreiras, São Gonçalo do Amarante – Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Foram conduzidos serviços de cadastramento de poços dos municípios que compõem a área de proteção ambiental da serra de Baturité – Ceará que resultaram em informações de qualidade da água subterrânea, com análise dos parâmetros físico-químicos referentes aos dados de condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD) e de potencial hidrogeniônico (pH) (Cogerh, 2019).

Dos 649 poços tubulares cadastrados na região de Baturité que tiveram o parâmetro STD medido, foi constatado que em 508 deles (78%), os valores foram inferiores a 500 mg/L, o que os classifica como água doce. Em 135 poços (21%), os valores de STD variaram entre 500 e 1500 mg/L, sendo classificados como águas salobras. Apenas 6 poços (aproximadamente 1%) registraram valores de STD acima de 1500 mg/L, sendo classificados como águas salinas. A classificação das águas foi feita de acordo com a portaria 1469/Funasa para sólidos totais dissolvidos (STD) (Cogerh, 2019).

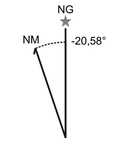
Considerando-se a planilha do IPECE para avaliação da qualidade da água subterrânea, elaborou-se o MAPA 17, de dispersão dos valores de sólidos totais dissolvidos (STD). Os valores de STD representam a concentração de íons dissolvidos na água, os quais possuem relação diretamente proporcional com a condutividade elétrica. Sendo assim, quanto mais elevado valor de STD, mais restritiva ao uso a água se torna. Verifica-se que os poços inseridos no Domínio Cristalino apresentam maiores valores de STD, enquanto as regiões recobertas pelo sistema Dunas/Paleodunas apresentam os valores mais baixos, sendo os mais propícios ao uso da água subterrânea.

PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAA

SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS



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 : 320.000

0 10 20 30 40 50 60 km
QUILOMETROS

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS:

- Bacia Hidrográfica da Região das Bacias Metropolitanas (Cogerh, 2021)
- Regiões Hidrográficas (Cogerh, 2020)
- Limite Estadual (Ipece, 2021)
- Limite Municipal (Ipece, 2019)
- Rios Principais (ANA, 2018)
- Drenagem (ANA, 2018)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP
UFC
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

No que se refere ao pH da água dos 649 poços tubulares cadastrados que tiveram o parâmetro pH medido, constatou-se que, em 360 pontos de água (55%), o pH era neutro (entre 6 e 7). Apenas 116 pontos de água (18%) apresentaram águas ácidas (consideradas inadequadas para consumo humano), enquanto 173 pontos de água (27%) foram identificados como águas alcalinas (pH acima de 7) (COGERH, 2019).

A captação de água subterrânea na RHBM, especialmente na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), raramente faz uso das aluviões, exceto em comunidades ribeirinhas que utilizam cacimbas. Nas cidades de Fortaleza e Maracanaú, as águas subterrâneas provenientes das aluviões dos rios Cocó e Maranguapinho estão significativamente comprometidas devido à poluição causada por esgotos domésticos e industriais. Isso resulta em uma utilização muito limitada dessas águas para consumo humano (COGERH, 2010)

5 BALANÇO HÍDRICO

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

A demanda hídrica da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas foi analisada no Capítulo 3 e estimada em 20,78 m³/s (20.781,91 L/s), sendo 53% para abastecimento humano, 18% para uso industrial, 8% para irrigação, 1% dessedentação animal e 21% demais usos (TABELA 5.1).

Tabela 5.1 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM

Uso	Demanda		Fonte
	(L/s)	(m³/s)	
Abastecimento Humano	10.914,03	10,91	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Industrial	3.711,42	3,71	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Irrigação	1.619,1	1,62	Usos Consuntivos (ANA, 2019)
Dessedentação Animal	282,24	0,282	Demanda Instalada (PPM, 2022)
Demais Usos	4.255,12	4,26	Banco de Outorgas (COGERH, 2023)
Total	**20.781,91**	**20,78**	

Já a oferta hídrica superficial foi estimada no Capítulo 4 como a vazão regularizada com garantia de 90% (Q_{90}) pelos vinte e dois reservatórios monitorados - e constantes no relatório do Projeto ALOCAR (2021) - na região. A oferta foi estimada em 11,32 m³/s. Os reservatórios Aracoiaba, Pacajús e Pacoti respondem por cerca de 80% da oferta superficial da RHBM, em termos de Q_{90} (TABELA 5.2).

Tabela 5.2 - Oferta Hídrica em termos de Q_{90} dos reservatórios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Reservatório	Rio Barrado	Q_{90} (L/s)	Q_{90} (m³/s)	Município
Acarape do Meio	Rio Pacoti	483,24	0,48	Redenção
Amanary	Riacho do Amanari	63,57	0,06	Maranguape
Aracoiaba	Rio Aracoiaba	1.625,99	1,63	Aracoiaba
Batente	Rio Piranji	749,97	0,75	Batente
Castro	Rio Castro	286,67	0,29	Itapiúna
Catucinzenta	Riacho Catu	153,96	0,15	Aquiraz
Cauhipe	Rio Cauhipe	168,63	0,17	Caucaia
Cocó	Rio Cocó	57,74	0,06	Fortaleza
Gavião	Rio Cocó	200,38	0,20	Pacatuba
Germinal	Rio Pacoti	131,32	0,13	Palmácia
Itapebussu	Rio São Gonçalo	96,05	0,10	Maranguape
Macacos	Riacho dos Macacos	34,18	0,03	Ibaretama
Malcozinhado	Rio Malcozinhado	285,03	0,29	Malcozinhado
Maranguapinho	Rio Maranguapinho	127,28	0,13	Maranguape
Pacajus	Rio Choró	3.086,97	3,09	Pacajus
Pacoti	Rio Pacoti	2.735,67	2,74	Horizonte
Penedo	Rio Papara	17,40	0,02	Maranguape
Pesqueiro	Rio Pesqueiro	67,23	0,07	Capistrano
Pompeu Sobrinho	Rio Choró	304,90	0,30	Choró
Riachão	Rio Pacoti	51,69	0,05	Horizonte
Sitios Novos	Rio São Gonçalo	553,85	0,55	Caucaia
Tijuquinha	Rio Aracoiaba	39,00	0,04	Baturité
	Soma	**11.320,73**	**11,32**	

Não existem muitos estudos sobre a disponibilidade hídrica subterrânea da RHBM. Na impossibilidade de se determinar a reserva hídrica, não se considerou a oferta de água subterrânea nas disponibilidades hídricas

Às ofertas superficial, soma-se as vazões transferidas da RH do Médio Jaguaribe (açudes Orós e Castanhão), estimadas em 10 m³/s, totalizando uma oferta hídrica de 21,32 m³/s. Observa-se que a importação das águas da Bacia do Rio Jaguaribe é de fundamental importância para o atendimento da RH das Bacias Metropolitanas. Sem essa importação a situação da RHBM seria de déficit (TABELA 5.4).

Tabela 5.3 - Balanço Hídrico concentrado para a RHBM

Uso	Vazão	
	(l/s)	(m³/s)
Demanda	20.781,91	20,780
Demanda Total	**20.781,91**	**20,780**
Oferta Superficial	11.320,00	11,320
Oferta Subterrânea	-	-
Transferência da RHMJ	10.000,00	10,000
Oferta Total	**21.320,00**	**21,320**
Balanço Hídrico	**538,09**	**0,540**
Situação	**Superávit**	

6 EVENTOS EXTREMOS DE SECAS E CHEIAS

O regime de chuvas da RH das Bacias Metropolitanas é caracterizado por irregularidades temporais e espaciais. De acordo com o Capitulo 2, as maiores precipitações ocorrem no litoral, ficando em torno de 1.500mm, diminuindo gradativamente a medida em que se adentra no Sertão, se situando em torno de 800mm.

Quanto à variação no tempo, apresenta uma forte sazonalidade nas chuvas, sendo a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT o seu principal sistema causador de precipitações, seguido dos sistemas frontais. Quanto à variabilidade interanual, esta é altamente modulada por padrões termodinâmicos que ocorrem nos oceanos Pacífico tropical (El Niño Oscilação Sul - ENSO) e Atlântico tropical (Gradiente de Anomalias de TSM no Atlântico Intertropical ou Dipolo do Atlântico - IHTAG), que podem perturbar as células de Walker e Hadley, alterando a intensidade da estação chuvosa na área.

Dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, a fase quente do ENSO é responsável por deslocar a porção descendente da célula de Walker. Este fenômeno provoca uma zona de alta pressão sobre o norte do nordeste brasileiro, dificultando a formação de nuvens na região, ocasionando anos secos ou muito secos na região. A fase fria do ENOS – a La Niña – está associada com anos chuvosos na região.

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

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

Açude Aracoiaba – Foto: Cogerh



12.1 Eventos extremos de seca

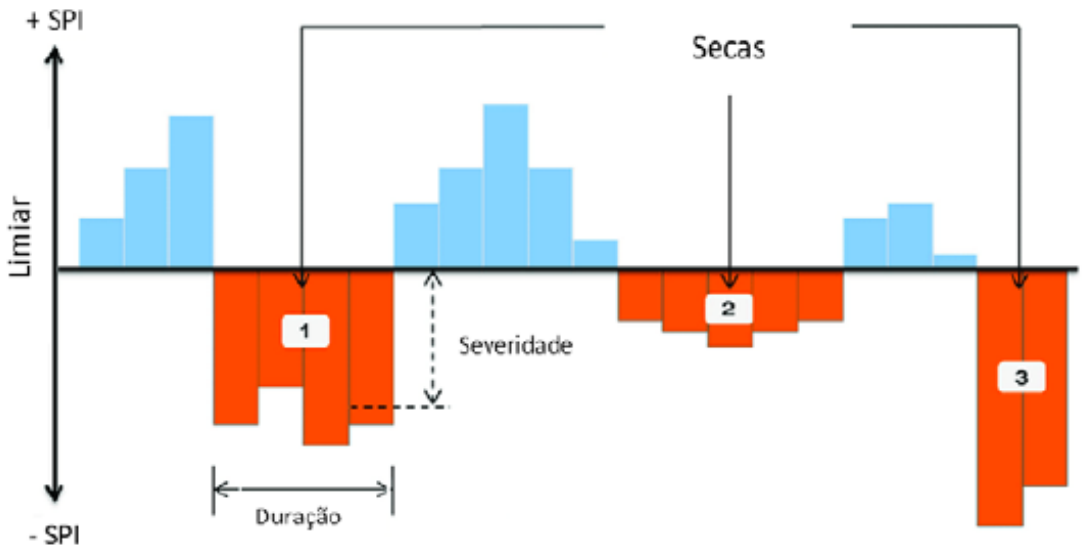
A seca é um fenômeno climático capaz de produzir graves danos ao meio ambiente e à sociedade. Devido às suas diferentes facetas - secas hidrológicas, meteorológicas, agrícolas e sociais - uma definição universal desse evento é difícil de ser estabelecida. Ainda assim, uma grande quantidade de autores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

Neste capítulo adotou-se para a avaliação das secas na RH das Bacias Metropolitanas, o estudo desenvolvido por Pontes et. al (2020) para o estado do Ceará. A base de dados para avaliação das secas foi a série de precipitações de 1911 a 2018, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA.

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

As secas, no presente Capítulo, são caracterizadas quanto à duração e à severidade (Figura 6.1).

Figura 6.1 - Ilustração da duração e severidade das secas



Fonte: Pontes Filho *et. al*, 2020

A duração é determinada pelo período em que o valor do SPI fica abaixo do limiar, até o momento em ele retorna acima do mesmo (Equação 6.1).

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

S = Severidade;

D = duração

SPI= Índice de Precipitação Padronizado

Para esse cálculo, soma-se todos os anos em que o SPI permaneceu abaixo do limiar. Já a severidade das secas é obtida através da soma dos valores de SPI abaixo do limiar durante esse evento. O SPI igual a zero foi utilizado como limiar, para evitar a divisão de pequenas secas dentro de uma seca mais longa, conforme recomendado por Shiau (2003).

Segundo a metodologia descrita, no período de 1912 a 2018 a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas apresentou um total de 26 eventos de seca, o que significa que em média a cada 4,15 anos ocorre uma seca, com duração média de 2 anos. A duração máxima observada nestes 26 eventos de seca foi de 6 anos (o último episódio). A severidade máxima das 26 secas observadas foi de 4,85, com média de 1,69 (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Estatística descritiva dos eventos de seca e das variáveis de duração e severidade para a RHBM no período de 1911 a 2018

Características	Estatísticas
Números de eventos de seca	26
Intervalo entre os eventos de seca (anos)	4,15
Duração máxima (anos)	6
Duração média (anos)	2
Coeficiente de variação da duração	0,85
Severidade máxima	4,85
Severidade média	1,69
Coeficiente de variação da severidade	0,93

A Figura 6.2 mostra a dispersão das secas observadas da RHBM em termos de severidade e duração. A seca de 2012-2016 (duração de 5 anos e severidade de 4,85) é um dos três acontecimentos mais adversos já registrados na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. As secas de 1978-1983 e de 1951-1956 se situam em primeiro e segundo lugares, respectivamente. A duração e severidade dos eventos ocorridos na RHBM estão expostos na Tabela 6.2.

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

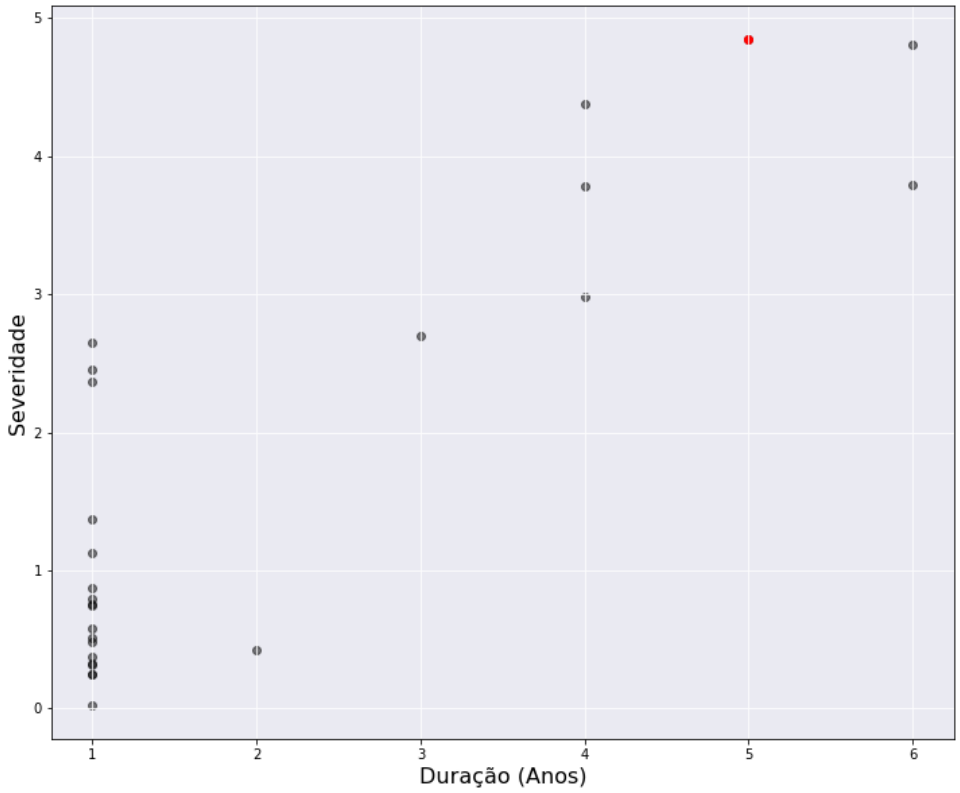


Tabela 6.2 - Duração e severidade dos eventos de seca ocorridos na RHBM no período de 1911 a 2018

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1923	1923	1	0,02
2018	2018	1	0,25
1948	1948	1	0,25
1960	1960	1	0,32
1976	1976	1	0,33
1972	1972	1	0,38
1987	1987	1	0,48
1911	1911	1	0,52
2001	2001	1	0,58
2005	2005	1	0,75
1966	1966	1	0,76

Ano Inicial	Ano Final	Duração (anos)	Severidade
1928	1928	1	0,80
1970	1970	1	0,88
1936	1936	1	1,13
2010	2010	1	1,37
1915	1915	1	2,37
1958	1958	1	2,45
1919	1919	1	2,65
2007	2008	2	0,42
1997	1999	3	2,70
1941	1944	4	2,98
1930	1933	4	3,78
1990	1993	4	4,38
2012	**2016**	**5**	**4,85**
1951	1956	6	3,80
1978	1983	6	4,81

O período de retorno é frequentemente utilizado como critério em projeto de estruturas hidráulicas e pode servir como informação relevante no processo de tomada de decisão para os gestores dos recursos hídricos. Este período é estimado em função da duração e severidade, conforme Shiau (2003). A duração da seca conjunta e os períodos de retorno da severidade podem ser definidos em dois casos: o período de retorno para D≥d "*ou*" S≥s e o período de retorno para D≥d "*e*" S≥s.

A Tabela 6.3 aponta os períodos de retorno de secas para os casos "e" e "ou". Analisando o período de retorno alternado entre duração e severidade (T_{DorS}), observa-se que os três piores episódios têm período de retorno em torno de 30 a 70 anos.

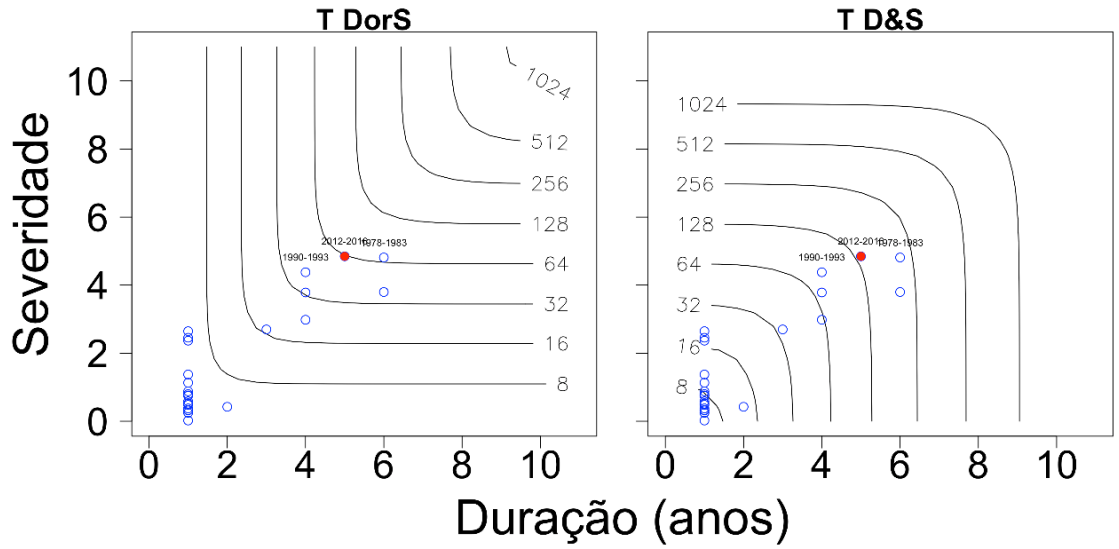
Tabela 6.3 - Período de retorno (em anos) das secas na RHBM

Ano de Início	Ano do Final	Tr_Severidade ou Duração	Tr_Severidade e Duração
1923	1923	4,2	5,7
2018	2018	4,5	6,2
1948	1948	4,5	6,2
1960	1960	4,6	6,3
1976	1976	4,6	6,4
1972	1972	4,6	6,5
1987	1987	4,7	6,8
1911	1911	4,8	6,9
2001	2001	4,8	7,1
2005	2005	5,0	7,6
1966	1966	5,0	7,6
1928	1928	5,0	7,8
1970	1970	5,1	8,1

Ano de Início	Ano do Final	Tr_Severidade ou Duração	Tr_Severidade e Duração
1936	1936	5,2	9,1
2010	2010	5,3	10,2
1915	1915	5,6	17,4
1958	1958	5,6	18,3
1919	1919	5,6	20,3
2007	2008	5,2	12,6
1997	1999	17,1	34,6
1941	1944	22,9	61,4
1930	1933	33,3	70,1
1990	1993	41,0	81,7
2012	**2016**	**63,1**	**135,6**
1951	1956	38,8	204,4
1978	1983	68,8	216,9

Entretanto, quando se analisa o período de retorno "e" ($T_{D\&S}$) – severidade e duração conjuntamente - os últimos três eventos de seca possuem períodos de retorno variando de 135,6 a 216,9 anos. Dessa análise percebe-se que os eventos de seca conjunta com grande duração e severidade tendem a apresentar um maior período de retorno. A última seca (2012-2016) que durou cinco anos e teve severidade de 4,85, obteve período de retorno "ou" e "e" de 63,1 anos e 135,6 anos, respectivamente. Os períodos de retorno podem ainda ser observados na Figura 6.3.

Figura 6.3 - Período de retorno (em anos) das secas na RHBM. As linhas de contorno correspondem ao período de retorno; os pontos azuis são os eventos de seca que ocorreram ao longo da série temporal, e em vermelho, a seca i



12.2 Eventos extremos de cheias

As inundações têm sido mais frequentes em diversas partes do Brasil e do mundo, tanto devido às mudanças climáticas quanto aos impactos decorrentes das ações antrópicas.

Ao longo dos anos, no Ceará também têm sido observadas mudanças climáticas, as quais tem provocado tanto danos ambientais como socioeconômicos, seja pelos eventos de secas, seja pelos de cheias. Para a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas não tem sido diferente, pois condicionantes do semiárido, aliados aos processos de uso e ocupação do solo são intensos na área, contribuindo para a ocorrência dos desastres relacionados às enchentes, inundações e erosão fluvial, principalmente.

Uma das características da região semiárida é o comportamento irregular das chuvas, quer no espaço, quer no tempo (interanual e intra-anual). Os meses mais chuvosos compreendem o quadrimestre fevereiro-maio, na maioria dos municípios, com destaque para os meses de março e abril, período em que geralmente verificam-se os acumulados mais expressivos em virtude da máxima atuação da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, o principal sistema atmosférico que ocasiona chuvas na porção setentrional do nordeste brasileiro.

As inundações em áreas ribeirinhas são também causadas quando os rios não encontram o seu caminho natural de escoamento livre, devido principalmente ao desmatamento, que aumenta o ataque erosivo causando o assoreamento do canal fluvial, fatores esses que acabam por provocar a sua expansão lateral.

Nos períodos de maior precipitação, pode ocorrer o transbordamento natural das águas de rios e canais e, pela elevação do nível d'água da drenagem, ocorrem as cheias ou enchentes.

Conforme Timóteo (2014), as cheias são forças naturais extremas com enorme poder destrutivo que ocorrem subitamente, tendo impacto direto na população afetada e seus efeitos podem ser sentidos de forma repentina e rápida. Esses fenômenos, segundo Gonçalves et al. (2006), têm a intensidade dos seus danos causados diretamente relacionada com as atividades antrópicas.

Souza (1998) cita que os fatores condicionantes de inundações e enchentes são de origem natural e/ou antrópica, estando os fatores naturais relacionados a fatores: climático-meteorológicos (magnitude e frequência de chuvas associadas a frentes frias, fenômenos climáticos como El Niño e La Niña etc.), geológico-geomorfológicos (substrato geológico, morfometria da bacia de drenagem, solo e cobertura vegetal), fluvio-hidrológicos (hidráulica fluvial, correntes geradas por marés em áreas estuarinas e lagunares etc.) e oceanográficos (influência das marés e da dinâmica de circulação costeira junto à desembocadura fluvial ou lagunar).

Já para os fatores antrópicos, o autor supracitado coloca que as intervenções diretas ou indiretas nas bacias de drenagem podem sem agrupados em: uso e ocupação de áreas marginais aos canais de drenagem; modificações na rede de drenagem (aterros, construção de estruturas lineares e barragens; implantação de medidas estruturais para minimizar enchentes, disposição de resíduos sólidos e líquidos em locais inadequados ou nos próprios canais, dentre outras) e modificações nos processos sedimentares naturais e no balanço sedimentar do sistema costeiro.

Dentre as intervenções antrópicas estruturais nas RHBM, destacam-se os reservatórios Cocó e Maranguapinho, que se destinam ao controle de cheias (Ceará, 2018). Dentre outras intervenções, citam-se o Canal do

Trabalhador, do Ererê e do Sítios Novos. Barragens, aterros e resíduos sólidos também têm modificado a rede hidrográfica natural.

De acordo com Andrade e Fernandes (2023), a morfologia do canal de um rio se adapta a escalas temporais de curto, médio e longo prazos, consequência das mudanças das vazões liquida e sólida para manter o equilíbrio dinâmico. No curto prazo (horas e dias) eventos extremos podem modificar o traçado e a declividade do canal da seção transversal. No médio prazo, as atividades antrópicas de forma direta (retificação do canal, construção de barragens, irrigação) ou indireta (mudanças no uso da terra) alteram o canal e ajustes graduais e progressivos são obtidos à longo prazo, decorrentes da ação de fatores climáticos, hidrológicos e tectônicos.

O desmatamento e a urbanização provocam aumento repentino no escoamento superficial e na formação de inundações (Gonçalves et al., 2006). A RHBM possui processo de urbanização intenso, especialmente no que concerne à Região Metropolitana de Fortaleza, com altos índices populacionais e industriais, influenciando bastante a ocupação do solo. Isso tem sido causa da maioria dos desastres relacionados às cheias.

Na época chuvosa, o rio, precisando de mais espaço para transportar a água, tende a aumentar sua calha. O desmatamento da mata ciliar e a precipitação desencadeiam processos erosivos que carreiam sedimentos, diminuindo a profundidade da calha; aliados a estes fatores, tem-se a falta de destinação correta dos resíduos sólidos e líquidos, modificando os processos sedimentares naturais; a impermeabilização do solo, com ocupação de áreas de lagoas, de áreas marginais aos canais de drenagem. As modificações nos processos sedimentares naturais, interfere também no balanço sedimentar do sistema costeiro.

Desta forma, demonstra-se que as relações que ocorrem entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade são inobservadas ou desconhecidas.

Muitas vezes o desconhecimento advém dos longos períodos de estiagem. No semiárido, quando os rios secam, as populações acabam por ocupar as planícies de inundação, causando sérios problemas nas épocas de chuva, quando a água volta ao seu curso natural.

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

Lima et al. (2007) citam que o grande problema na RH das Bacias Metropolitanas é que anos de alta pluviosidade se intercalam com os anos secos, causando inundações principalmente nas áreas urbanizadas das bacias dos sistemas Ceará/Maranguapinho e Cocó/Coaçu.

Grande parte das sedes municipais da RHBM encontra-se ao longo do leito dos rios e de seus principais afluentes. A cada período de precipitações intensas, situações de calamidade pública estabelecem-se em zonas de perigo. Brandão (1995) cita que, de acordo com dados da Defesa Civil Estadual no ano de 1995, registrou-se em Fortaleza uma das quadras invernosas mais severas daquela década (1.460 mm no período janeiro a abril), deixando várias famílias desalojadas em consequência dos alagamentos ao longo dos Rios Cocó e Maranguapinho.

Segundo Menescal et al. (2001), no evento crítico registrado durante no início do mês de abril de 2001, chuvas de até 150 mm em menos de 24h

ocorreram nas cabeceiras dos Rios Maranguape e Ceará, o que, conforme a Defesa Civil, provocou o alagamento das áreas ribeirinhas deixando várias pessoas desabrigadas. O evento foi agravado pela ocorrência de marés de sizígia que, conforme Tábua de Marés do Porto do Mucuripe, chegaram a 3 m de altura, impactando, principalmente, bairros na periferia de Fortaleza, às margens de rios e lagoas, consideradas áreas de perigo.

Em janeiro de 2004 houve um dos maiores eventos pluviométricos já registrados em Fortaleza, 250mm de chuva medidos no período de 24 horas (das 7 às 7 horas). Este evento é considerado por Almeida e Carvalho (2010) como um dos maiores episódios de precipitação intensa e de ocorrência de inundações de sua história. Os autores destacam que esse episódio havia sido o maior registro de precipitação para o mês de janeiro desde 1910.

No evento de chuvas extremas do ano de 2009, um dos mais críticos com relação às enchentes e inundações em todo o Ceará, diversos pontos da cidade ficaram inundados. Segundo dados do Canal Segurança, do sítio da prefeitura de Fortaleza, de 2012 a 2022 eram 89 áreas de risco monitoradas na cidade pela Defesa Civil, correspondentes a locais sujeitos a alagamentos, inundações e desabamentos, principalmente aqueles nos entornos dos rios Maranguapinho e Cocó; em 2023 esse número passou para 65 (PMF, 2023).

Em março de 2003, em São Gonçalo do Amarante (especificamente no litoral do Pecém), em um período de 24h, ocorreu uma chuva de 167 mm, suficiente para desabrigar 10 famílias e ameaçar romper a barragem do Açude Catolé. Em abril de 2023, o posto São Gonçalo do Amarante registrou 180,4 mm, em 24h, evento que deixou várias casas inundadas.

Em março de 2023, moradores que vivem às margens do Rio Pacoti precisaram ser retirados por causa das inundações. E na cidade de

Guaramiranga, na Serra de Baturité, houve registros de alagamento em diversos locais.

Para o Ceará, a Defesa Civil verificou, entre os anos de 1991 a 2012, 273 inundações excepcionais, caracterizadas como desastre. Neste período de 13 anos, na RH das Bacias Metropolitanas ocorreram: 2002 (01 evento), 2003 (02 eventos), 2004 (14 eventos), 2008 (1 evento), 2009 (17 eventos) e 2010 (1 evento).

No ano de 2004, as chuvas foram provocadas pela entrada das frentes frias de forma muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Estado do Ceará (Xavier, 2004). Em 2008, foi a atuação conjunta de vários sistemas meteorológicos que contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média histórica em grande parte da Região Nordeste do Brasil, em que o mês de março foi considerado um dos mais chuvosos, conforme boletim de informações climáticas do CPTEC/INPE (CHUVAS, 2008).

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

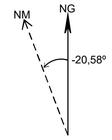
No MAPA 18, produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2020), podem ser verificados as principais áreas críticas sujeitas à inundação na RHBM.

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

VULNERABILIDADE A INUNDAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

Rios Suscetíveis a Inundação
(Agência Nacional das Águas - ANA, 2014)

- Alta Vulnerabilidade
- Média Vulnerabilidade
- Baixa Vulnerabilidade

REALIZAÇÃO:

FUNCAP · UFC · COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos · CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC, Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

7 QUESTÕES AMBIENTAIS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

No âmbito das regiões hidrográficas as questões ambientais pressupõem uma análise sistêmica das ações da natureza e da sociedade. Desta maneira, tanto fatores endógenos quanto exógenos, pertencentes à dinâmica natural ou geodinâmica, devem ser observados, tendo em vista materializarem-se na forma de tensores naturais, os quais, juntamente com os socioeconômicos, provenientes das ações e artificializações oriundas da sociedade, especialmente nas atividades produtivas, promovem, muitas vezes, a degradação do meio físico, com consequências danosas para a biodiversidade.



Açude Penedo – Foto: Cogerh

Segundo Carvalho (2000), a bacia hidrográfica deve ser a célula básica para a análise ambiental. Adotar a bacia como unidade básica para os estudos e análises é de primordial importância, visto que se configura como o local onde os processos ocorrem, no sentido de suas causas-consequências, as quais, muitas vezes, extrapolam esses limites.

A delimitação do espaço auxilia no processo de avaliação das formas de uso e ocupação do solo, as quais possuem relação direta com as políticas de organização do espaço regional por meio das ações de tomadores de decisão política e dos agentes produtores do espaço, por exemplo, de empresários de diversos setores, das Organizações Não Governamentais e da comunidade civil organizada (Nascimento et al., 2010; Nascimento, 2013).

Muitas vezes esse uso e ocupação do solo produz danos ambientais negativos, materializados por problemas de degradação dos recursos naturais, sobretudo os renováveis, produzindo impactos ambientais negativos das mais variadas etiologias. Em alguns setores há ulcerações das paisagens típicas, com a diminuição da qualidade ambiental, que revela relação direta com o estado de conservação da vegetação e, por consequência, na produção de água.

O desenvolvimento sustentável pressupõe o uso dos recursos naturais para atendimento às necessidades humanas de forma adequada e equilibrada. A inexistência dessa premissa se reflete na quebra do equilíbrio ambiental dinâmico, acarretando riscos à sobrevivência da fauna, da flora, dos recursos hídricos e do homem. O impacto decorrente de ações antrópicas, como resultado de um povoamento sem planejamento adequado, tem provocado desequilíbrios ambientais de forma distinta, em maior ou menor grau, nas diferentes unidades geossistêmicas (CGEE, 2016).

A identificação das fragilidades ambientais proporciona o entendimento do espaço, de modo a evitar a expansão da degradação nos processos de planejamento e gestão do território, conforme Ross (1994).

A RHBM possui importantes desafios com relação à gestão dos recursos hídricos em virtude da grande concentração populacional, que representa aproximadamente 45% da população de todo o estado do

Ceará, dos grandes parques industriais existentes na área, especialmente em Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, além do Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Não diferente das outras Regiões Hidrográficas do Estado, os principais problemas ambientais encontrados nas RHBM são de origem antrópica. As formas de uso e ocupação do solo estão relacionadas aos modelos de exploração dos recursos naturais, devido ao seu valor socioeconômico e às atividades exercidas em determinadas áreas, como agricultura, desenvolvimento urbano, turístico e (agro) industrial, além da implementação de infraestruturas urbanas, rurais e de desenvolvimento regional.

Os reservatórios da área apresentam estado trófico que reflete a ineficiência ou a ausência de serviços de saneamento básico nos municípios localizados ao longo dos cursos d'água, além da prática de manejo deficitário da agricultura com a expansão de novas áreas, dos lixões a céu aberto, da piscicultura em gaiolas nos reservatórios e da pecuária extensiva (Koelfat *et al*., 2013).

É importante considerar que existem instrumentos de comando e controle utilizados pelo poder público, a exemplo do licenciamento ambiental, no entanto, não se mostram suficientes ou apresentam dificuldades na sua implementação.

Nos relevos de meia encosta e vertentes de sotavento das serras, assim como nos serrotes que se distribuem ao longo da área, observa-se a exploração agrícola, embora haja restrições de uso devido aos riscos de erosão. Assim, a vegetação de mata seca apresenta sinais de degradação em consequência dos desmatamentos e, algumas de suas áreas deram lugar à vegetação de caatinga, já atingindo níveis topográficos elevados. A expansão dos núcleos urbanos também tem acelerado a perda de cobertura vegetal nessas áreas.

Além disso, dados do IBGE (2021) para Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura apontam uma grande quantidade de produção de lenha e de extração de madeira em tora na RHBM. A supressão da vegetação nativa contribui para a ocorrência de processos erosivos, potencializando o assoreamento e a lixiviação de poluentes, como agrotóxicos, além de contribuir para a destruição dos habitats.

Na RHBM não existem grandes perímetros de irrigação, mas existe irrigação nos leitos de rios perenizados e próximo aos corpos de água, muitas vezes com a adoção de técnicas ineficientes, com desperdício de água, preparação inadequada do solo e supressão das matas ciliares.

As atas das reuniões do CBH-RMF informam sobre a criação de animais no entorno de vários reservatórios da RHBM, onde os dejetos gerados aumentam o aporte de nutrientes e resíduos nos mananciais. Além disso, a queimada, que desnuda o solo e o lixo gerado, especialmente nos balneários existentes nessas áreas, corroboram para um processo de degradação da qualidade das águas e devido ao aporte de poluentes e sedimentos nas bacias hidráulicas dos reservatórios.

Outro uso que contribui para a eutrofização das águas dos reservatórios diz respeito a aquicultura, em especial, com o uso de gaiola nos reservatórios, pois a elevada quantidade de ração, por exemplo, pode contribuir para deteriorar a qualidade da água do reservatório.

Verifica-se ainda que, no entorno dos reservatórios, ocorre o desmatamento para a implantação de loteamentos, sendo essas áreas impactadas por usos e ocupações desordenadas. Os desmatamentos levam a um processo erosivo mais intenso, com redução ou perda dos horizontes superficiais do solo, diminuem a capacidade de armazenamento de água e colaboram para o assoreamento do reservatório, com comprometimento da qualidade hídrica e diminuição da calha, tendo em vista o aumento no aporte de sedimentos.

Muitas vezes essa ocupação desordenada ocorre na Área de Preservação Permanente (APP) de açudes e de cursos d'água, principalmente, também ocasionando a disposição inadequada de resíduos sólidos, tendo em vista a ausência de coleta sistemática de lixo em muitas áreas, o que contribui significativamente para a degradação da qualidade das águas. Além disso, pode ocorrer o vazamento de fossas sépticas e a destinação irregular de efluentes domésticos, contribuindo para o processo de eutrofização.

Quando os desmatamentos ocorrem em áreas de recargas, de nascentes ou de ambientes hidromórficos, podem afetar também o potencial hidrogeológico. Em reunião do CBH-RMF foi mencionada a necessidade do mapeamento das nascentes dos rios, a fim de que sejam implantadas ações de recuperação de suas Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Os principais problemas decorrentes da atividade industrial são função das operações que, muitas vezes, ocorrem sem maior rigor técnico, no descompasso em relação às funções normativas e fiscais do Estado. Os efeitos ao ambiente ocorrem pela: emissão de gases tóxicos, baixa cobertura de saneamento básico, mau acondicionamento dos resíduos sólidos, intensificação dos processos de solifluxão, assoreamento, turbidez das águas, poluição, alteração dos canais de drenagem, destruição e fragmentação dos ecossistemas e modificações estéticas da paisagem (Nascimento, 2011; 2015)

Os principais condicionantes dos impactos ambientais negativos gerados em decorrência da atividade minerária são: topografia, métodos de extração e beneficiamento empregados, proximidade de centros urbanos e turísticos, condições climáticas e a proximidade de outros recursos naturais, principalmente a água (Nascimento, 2011; Nascimento e Carvalho, 2003a), os quais podem intensificar os processos de

solifluxão, alteração da drenagem e desequilíbrio ambiental, assoreamento e modificação da turbidez dos corpos hídricos, poluição, destruição e fragmentação dos ecossistemas, modificações na estética da paisagem, além de, em algumas situações, provocarem danos à saúde das populações de áreas próximas aos locais de extração.

Considerando que os canais fluviais comunicam os setores do alto ao baixo curso da RHBM, tendo a água como importante agente de transporte, os problemas consequentes da mineração, por exemplo, podem se fazer sentir por toda a área de drenagem. Mesmo porque por possuir uma operacionalidade complexa, a mineração envolve componentes da terra, água e ar. Ademais, pode originar intensos e diversos efeitos sobre o meio ambiente, podendo causar danos irreparáveis. Daí a importância do órgão ambiental no acompanhamento e fiscalização do processo.

A necessidade de obtenção de matérias–primas ordinárias, os denominados agregados (como areia, saibro e argila, dentre outros), são demandas, principalmente, dos setores de habitação e de saneamento básico. Portanto, os leitos e terraços fluviais, assim como os baixos maciços cristalinos, são os mais exigidos. A superexploração ou extração e lavra clandestina desses produtos vêm provocando impactos negativos significativos na RHBM. Nesse caso, observa-se na mineração, que o meio ambiente fornece a matéria-prima e, posteriormente, recebe os rejeitos desse processo.

É importante salientar que, para se dar início a qualquer solicitação de processos de extração mineral, atividade potencialmente poluidora, ou ainda que utilize recursos ambientais, uma etapa obrigatória e que precede esse procedimento diz respeito a emissão de uma licença ambiental.

A licença ambiental 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.

No que tange às águas nas regiões hidrográficas do Ceará, Nascimento (2010) afirma que:

> "recurso natural renovável, porém exaurível, é impactado por ações socioeconômicas que lhe confere degradabilidade, reduzindo-lhe a quantidade utilizável em intervalos espaço-temporais frequentemente mais curtos. As formas de utilização da água, ao contrário do que ocorre com a grande maioria de outros recursos naturais que desaparecem com o uso, geram modificações sensíveis em seus aspectos qualiquantitativos por meio da poluição e barramentos dos recursos hídricos".

Na RHBM a poluição dos recursos hídricos está relacionada aos seguintes vetores principais: esgotos domésticos e águas urbanas de escoamento superficial; fossas com sumidouros ou valas de infiltração; esgotos lançados de estações de tratamento do tipo lagoa; uso de motores à combustão nos reservatórios (barcos, moto aquática); águas servidas oriundas das atividades agropecuárias, incluindo-se a irrigação; criação de animais no entorno dos reservatórios; efluentes industriais; piscicultura; deficiência ou inexistência de coleta sistemática de resíduos sólidos e sua destinação adequada e vazamentos de tanques de postos de combustível, dentre outros.

Além disso, observa-se o uso e ocupação das APPs, inclusive de lagoas, que também são prejudicados nos períodos de chuvas, pois o alagamento natural das áreas de entorno dos corpos hídricos e a deficiência no escoamento das águas provocam diversos prejuízos socioeconômicos e ambientais. Outros problemas observados na RHBM

são: o furto de equipamentos necessários à gestão hídrica, a pesca predatória e o desmatamento das matas ciliares, dentre outros.

Os resíduos urbanos, sólidos e semissólidos, da região metropolitana são destinados aos aterros sanitários metropolitanos: das Bacias Metropolitanas Oeste (Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia – ASMOC), atendendo Fortaleza e Caucaia; Sul (Maracanaú), destino final dos resíduos dos municípios de Maracanaú, incluindo o Distrito Industrial, Maranguape, Pacatuba, Itaitinga, Guaiúba e parte de Fortaleza; e Leste (Aquiraz), destinação final para os dos municípios de Aquiraz e Eusébio.

Importante destacar que, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (artigo 3º, inciso XVI, da Lei nº. 12.305/10) compreende-se por resíduos sólidos:

> [...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Embora existam três aterros, conforme o Caderno das Bacias Hidrográficas Metropolitanas do Pacto pelo Saneamento Básico (Alece, 2020), a maioria dos municípios da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas não possui uma destinação final adequada para seus resíduos sólidos, fator que compromete os recursos naturais, especialmente a qualidade do solo e da água. Além disso, parte das áreas urbanas não possui rede de tratamento de esgoto ou, quando existe a

cobertura, nem toda a população efetiva a ligação de suas residências à essa rede, realizando o lançamento dos dejetos diretamente nos corpos hídricos, o que contribui sobremaneira para a sua eutrofização. Os municípios também não atendem à Legislação de Resíduos Sólidos (Lei n.° 12.305, de 2 de agosto de 2010), no tocante à disposição dos resíduos sólidos, sejam eles perigosos ou não, nem à Legislação de Saneamento (Lei Federal n. 11.445/2007), no que diz respeito à drenagem e ao manejo das águas pluviais urbanas, dentre outros.

A poluição causada pela ausência ou deficiência de saneamento básico provoca o aumento do teor de matéria orgânica nos lençóis freáticos e nas águas de superfície, tornando a qualidade da água imprópria para usos múltiplos. Em atas das reuniões do CBH-RMF, constam o relato de mau cheiro da água captada no Canal do Trabalhador e a necessidade de seu tratamento.

De maneira a minimizar essa situação, e de forma que os municípios começassem a trabalhar o destino correto dos resíduos sólidos, foi lançado pela Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA), em 2017, o Plano das Coletas Seletivas – Bacias Metropolitanas, tendo em vista a demora na construção e implantação de aterros sanitários nessa Região. A partir destas constatações, a SEMA desenvolveu esse Plano com o objetivo de diminuir os resíduos destinados aos lixões e dar início a destinos diferenciados para os resíduos, com uma gestão de processo capacitada e estável, a cargo de consórcios públicos.

O documento apresenta os Planos das Coletas Seletivas das Regiões Maciço de Baturité e Sertão Central, Litoral Leste (Aquiraz, Caucaia, Eusébio, Fortaleza e São Gonçalo do Amarante) e Metropolitana (Chorozinho, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Ocara, Pacajus e Pacatuba).

Outro problema na RHBM, e é comum a todo o Estado, são os incêndios, causados pelas queimadas ilegais, quer seja para preparação do solo, na prática conhecida como coivara, quer seja para o descarte do lixo, principalmente nos períodos do ano de baixa umidade (Ceará, 2022).

Na atividade agropecuária percebe-se, muitas vezes, os baixos níveis tecnológicos empregados, com desperdício de água e com o uso intensivo do solo, levando à degradação do ambiente natural, com reflexos diretos sobre a biodiversidade. A perda de predadores naturais de pragas, decorrente da degradação do meio ambiente de uma forma geral e do uso indiscriminado de agrotóxicos em particular, é considerado um fator que contribui para a diminuição da produtividade agrícola e para o surgimento de danos à saúde pública.

Nessa trama, a irrigação, associada ao uso indiscriminado de agrotóxicos e de fertilizantes, contribui para a contaminação do lençol freático, dos cursos d'água, do solo e dos produtos agrícolas. Os desmatamentos desordenados têm como consequência a degradação dos solos e a intensificação do assoreamento dos rios e corpos hídricos.

O comprometimento da agricultura de subsistência se dá como consequência de todo esse cenário, comprovando a vulnerabilidade desse setor econômico.

Os pequenos barramentos na RHBM são outro sério problema, visto que são executados sem licenciamento ou autorização dos órgãos competentes, concorrendo para diminuição da quantidade e qualidade de água disponível aos usos múltiplos e para o desencadeamento de conflitos de Acesso à Água, Quantidade de Água, Qualidade da Água, Alocação de Água e Governança da Água, conforme Studart *et al* (2021).

Em cenários de escassez hídrica ou durante os longos períodos de secas, essas situações são magnificadas e a qualidade das águas residuais tendem a piora.

Outros problemas ambientais decorrem de práticas inadequadas relacionadas ao turismo, atividade do terceiro setor econômico de grande importância para região, mas se mal gerenciada e ordenada podem produzir mudanças estruturais nas formas de produção, no mosaico paisagístico e nos modelos de uso/ocupação do solo, ocasionando processos de desterritorialização da população nativa e conflitos de uso pelos recursos ambientais, além de sérias perturbações na dinâmica ambiental.

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, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e do Decreto nº. 4.340/2002, que a regulamentou.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão dessas áreas especialmente protegidas. A gestão prevista no 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 implantação, para nortear as ações a serem desenvolvidas na Unidade.

Na RHBM existem diversas Unidades de Conservação (UCs), conforme Tabela 7.1 e MAPA 19. As UCs 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).

Tabela 7.1 - Unidades de Conservação na Região Hidrográfica

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO FEDERAL		
Nome	**Município na UC**	**Área (ha)**
RESERVA EXTRATIVISTA		
Reserva Extrativista do Batoque	Aquiraz	601,00
Reserva Extrativista Prainha do Canto Verde	Beberibe	29.804,99
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO ESTADUAL		
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - APA		
Área de Proteção Ambiental do Rio Maranguapinho	Fortaleza, Maracanaú e Maranguape	1.780,00
Área de Proteção Ambiental da Lagoa da Precabura	Eusébio e Fortaleza	628,978
Área de Proteção Ambiental da Lagoa do Uruaú	Beberibe	2.672,58
Área de Proteção Ambiental da Serra da Aratanha	Guaiúba, Maranguape, Maracanaú e Pacatuba	6.448,29
Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité	Aratuba, Baturité, Caridade, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Redenção	32.690,00
Área de Proteção Ambiental das Dunas do Litoral Oeste	Paracuru e São Gonçalo do Amarante	9.015,12
Área de Proteção Ambiental do Estuário do rio Ceará	Caucaia e Fortaleza	2.734,99
Área de Proteção Ambiental do Lagamar do Cauípe	Caucaia	1.884,464
Área de Proteção Ambiental do rio Pacoti	Aquiraz, Eusébio e Fortaleza	2.914,93
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO - Arie		
Área de Relevante Interesse Ecológico do Cambeba	Fortaleza	11,01
Área de Relevante Interesse Ecológico do Sítio Curió	Fortaleza	57,35
Área de Relevante Interesse Ecológico Fazenda Raposa	Maracanaú	136,65
ESTAÇÃO ECOLÓGICA - Esec		
Estação Ecológica do Pecém	Caucaia e São Gonçalo do Amarante	973,09
MONUMENTO NATURAL - Mona		
Monumento Natural das Falésias de Beberibe	Beberibe	31,29
PARQUE ESTADUAL - Pares		
Parque Estadual Botânico do Ceará	Caucaia	190,00
Parque Estadual das Águas	Aquiraz, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Pacajus e Pacatuba	9.836,72

Parque Estadual do Cocó	Fortaleza, Itaitinga, Maracanaú e Pacatuba	1.581,25
Parque Estadual do Pico Alto	Guaramiranga	72,53
Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio	Fortaleza	4.790,16
REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE - REVIS		
Refúgio de Vida Silvestre Periquito Cara-Suja	Guaramiranga	39,12
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO MUNICIPAL		
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - APA		
Área de Proteção Ambiental de Sabiaguaba	Fortaleza	1.009,74
Área de Proteção Ambiental da Serra de Maranguape	Maranguape	5.936,46
Área de Proteção Ambiental da Lagoa da Maraponga	Fortaleza	31,39
ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO – Arie		
Área de Relevante Interesse Ecológico da Matinha do Pici	Fortaleza	42,62
Área de Relevante Interesse Ecológico Prof. Abreu Matos	Fortaleza	18,84
MONUMENTO NATURAL - Mona		
Monumento Natural da Serra da Rajada	Caucaia	373,85
PARQUE NATURAL MUNICIPAL - PNM		
Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba	Fortaleza	467,60
Parque Natural Municipal de São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante	19,80
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO PARTICULAR - RPPN		
Reserva Particular do Patrimônio Natural Oásis Baturité	Guaramiranga	13,05
Reserva Particular do Patrimônio Natural Chanceler Edson Queiroz	Guaiúba	129,61
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Palmeiras	Baturité	75,47
Reserva Particular do Patrimônio Natural Gália	Guaramiranga	55,98
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva da Cultura Permanente	Aratuba	7,62
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Lagoa	Guaramiranga	70,0
Reserva Particular do Patrimônio Natural Belo Monte	Mulungu	15,70
Reserva Particular do Patrimônio Natural Monte Alegre	Pacatuba	263,17
Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra da Pacavira	Pacoti	33,56
Reserva Particular do Patrimônio Natural Passaredo	Pacoti	3,61
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Arizona	Quixadá	216,70
Reserva Particular do Patrimônio Natural Aquiraz Riviera	Aquiraz	40,67

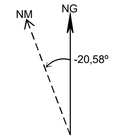
Fonte: IcmBio, 2022; Sema, 2022

PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ

REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

PRH
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
REGIÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



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

PROJEÇÃO:
Universal Transversa de Mercator (UTM)

ZONA:
24-S

MERIDIANO CENTRAL:
-39°

SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:
1 : 350.000

0 5 10 20 30 40
Quilômetros

MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



Contexto Estadual

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

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

LEGENDA

Categorias de Unidades de Conservação (Sema, 2021) (ICMBio, 2019)

- Unidade de Conservação Municipal
- Unidade de Conservação Estadual
- Unidade de Conservação Federal
- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)
- Parque Estadual das Águas (Semace, 2022)

REALIZAÇÃO:

FUNCAP
UFC
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CEARÁ GOVERNO DO ESTADO SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO:
Thiago Aquino - UFC - Gerência de Desenvolvimento Operacional - Cogerh
Junho - 2023

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

A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas teve cinco dos seus municípios contemplados com o Programa Selo Município Verde (PSMV), um distintivo pelo qual o Governo do Estado identifica, a cada dois anos, se os municípios inscritos no processo desenvolveram ações protetivas ao meio ambiente com melhores resultados possíveis na salvaguarda ambiental, atendendo critérios preestabelecidos de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, proporcionando melhor qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

O PSMV possui uma metodologia dinâmica que proporciona a avaliação do município segundo a sua atuação sobre as dimensões da sustentabilidade, considerando diferentes eixos temáticos e agregando-os por meio do Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA). O ISA foi criado com a finalidade de balizar a redistribuição de incentivos econômicos àqueles municípios com melhor desempenho ambiental (Cabral *et al*, 2008).

A análise do biênio 2020-2021, 14ª. Edição do PSMV, agraciou os municípios de Caucaia, Eusébio e Morada Nova com o Selo Município Verde Categoria C, que indica que o município tende a melhorar para chegar à implantação de uma política ambiental que garanta o seu desenvolvimento sustentável, e que já existe um canal para isso; e Capistrano e Fortaleza, com o Selo Verde Categoria B, o qual indica que o município está caminhando para a Gestão Ambiental adequada, mas com problemas a superar.

Além dessas ações, tem-se intensificado a implantação da política do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que promove incentivo complementar às políticas de comando e controle, fomentando e apoiando atividades de manutenção, recuperação ou melhoria dos ecossistemas por meio de instrumento econômico-financeiro, a fim de apoiar a proteção e o uso dos recursos naturais através da promoção de estratégias de uso sustentável, possibilitando a captação de recursos do usuário dos serviços (princípio protetor-recebedor e usuário-pagador).

O PSA possibilita remunerar produtores rurais, agricultores familiares, comunidades tradicionais e outros pelos serviços ambientais prestados em suas propriedades e que geram benefícios para a sociedade.

8 FUNCIONAMENTO DO ARCABOUÇO INSTITUCIONAL

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

8.1 A Política Nacional de Recursos Hídricos

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

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

Na década de 1980, o país passa por um processo de redemocratização, o qual mobilizou diversos movimentos sociais reivindicando uma atuação menos centralizadora do Estado e de reconhecimento de direitos sociais. As águas entram nessa nova agenda não apenas como elemento imprescindível para o desenvolvimento, mas como como um direito social, cuja definição de seus usos demandam interlocução com a sociedade. É neste contexto que a Constituição Federal de 1988 atualiza

a discussão iniciada com o Código de Águas sobre a dominialidade - União e Estados - e define o uso comum das águas.

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

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

8.2 O modelo cearense de gestão dos recursos hídricos

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

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

No Ceará, os marcadores políticos e institucionais que, inicialmente, pavimentam o caminho para a implementação da política estadual de recursos hídricos nos anos 1990, aparecem a partir da década de 1970, com a construção e operação do Sistema Hídrico, formado pelos açudes Pacoti, Riachão e Gavião, e a criação de uma estrutura institucional – Superintendência de Obras Hidráulicas do Estado do Ceará - SOEC (1971), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE-1972) e Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME-1972)[1], que posteriormente sofreriam adequações para montagem do arranjo institucional implantado, no final dos anos 1980.

Em 1983, dois marcadores aparecem no cenário cearense: a criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - Conerh, através da Lei Estadual n.º 10.840, e a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos. As formações iniciais do referido Conselho não possibilitavam uma

[1]Em 15 de dezembro de 1987, através da lei n.º 11.380 (D.O. 17/12/87), a Funceme teve seu nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

proporção equilibrada entre seus membros representantes, sendo a grande maioria formada por representantes de instituições dos governos estadual e federal. O Plano Diretor, mais conhecido como Plano Zero, foi resultado de um esforço do Governo do Ceará após um período de seca, ocorrida no período de 1979 a 1983.

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

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

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

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

com interesses conflitantes e profissionais com formação multidisciplinar que, em arenas públicas, debatem os usos de águas e suas prioridades, definem as liberações de águas dos açudes monitorados com base em cenário de alocação, estabelecem acordos e publicizam conflitos alocativos do estado, denominada de alocação negociada (Aquino, 2019).

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

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

Em relação aos instrumentos de gestão, destacam-se, no modelo cearense, os planos de recursos hídricos de regiões hidrográficas, ora em desenvolvimento.

A cobrança pelo uso da água bruta já está implementada em todo o território cearense. O Ceará, inclusive, foi o pioneiro na implementação desse instrumento. A definição de tarifa é feita a partir de estudos técnicos e a arrecadação e é centralizada pela Cogerh – modelo que difere do que tem sido implementado em outros entes da federação – utilizada para custear as despesas ou ações de gerenciamento. O modelo

cearense aplica o princípio do subsídio cruzado para corrigir distorções entre valores arrecadados por região hidrográfica e gera receita própria que lhe garante autonomia em relação ao tesouro do Estado para execução das suas atividades (Silva, 2015, p. 52).

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

Quanto a outorga nos rios de domínio da União, cabe à SRH se articular, através da celebração de convênios, tanto com a ANA quanto com o Dnocs. A ANA poderá delegar ao estado do Ceará o direito de outorgar o uso de recursos hídricos federais localizados em seu território. Quanto ao Dnocs, a relação se estabelece mediante a celebração de convênios de cooperação técnica que possibilitem a gestão compartilhada dos recursos hídricos da União, além da operação conjunta dos reservatórios sob sua responsabilidade no estado do Ceará. Além disso, prevê a possibilidade de celebração de convênios de cooperação técnica com os estados vizinhos no mesmo sentido de propiciar a gestão compartilhada das águas superficiais e subterrâneos de interesse comum, com a participação da ANA.

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

Importante ressaltar que, embora o Sigerh agregue um número específico de instituições, o último período de seca iniciado em 2012

impôs um maior estabelecimento de relações interinstitucionais para garantir o abastecimento de água para a população cearense. Em 2015 foi criado o Comitê Integrado de Combate à Seca, coordenado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário - SDA. Participaram do Comitê, no âmbito estadual, a Srh, Sohidra, Ematerce e Defesa Civil, dentre outras. Contou também com a Associação dos Municípios do Estado do Ceará (Aprece), Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Ceará (Fetraece) e Federação da Agricultura e Pecuária do Ceará (Faec). Em 2015 foi lançado o Plano Estadual de Convivência com a Seca. O Plano contemplou ações "emergenciais, estruturantes e complementares para cinco eixos de atuação: segurança hídrica, segurança alimentar, benefícios sociais, sustentabilidade econômica, e conhecimento e inovação". Contemplou, portanto, desde a perfuração de poços em zona rural e urbana até a instalação de chafarizes, dessalinizadores e a construção de adutoras de montagem rápida, dentre outras ações.

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

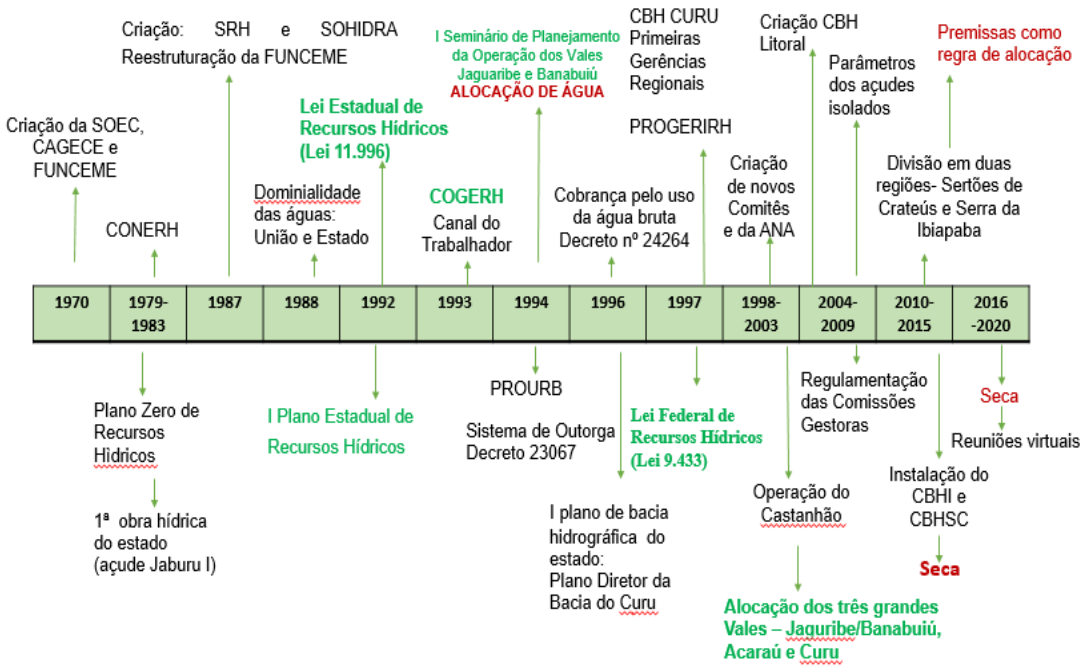
A formação de Comitês de Bacias Hidrográfica no Ceará teve início nos anos 1990 como instâncias de descentralização, mobilização, participação e promoção social com áreas de atuação locais. Um locus privilegiado onde as decisões devem ser discutidas e deliberadas de forma participativa, envolvendo os usuários de água, representantes da sociedade civil e representantes das três esferas do poder público. O primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica foi o da Região Hidrográfica do Curu, em 1997. Atualmente todas as 12 Regiões Hidrográficas possuem comitê de bacia. A Figura 8.1 apresenta a reunião do CBH - RMF quando da apresentação da primeira fase do plano de recursos hídricos da RHBM, em 2023.

Figura 8.1 - Reunião de partida do CBH das Bacias Metropolitanas, no auditório da Cogerh em 09.03.2023



Os principais marcadores políticos-institucionais da política de recursos hídricos do Ceará e seus antecedentes podem ser observados na Figura 8.2 e Tabela 8.1.

Figura 8.2 - Principais marcos políticos-institucionais da política cearense de recursos hídricos



Fonte: Aquino, 2020.

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

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
1954	Criação da UFC	
1970	Empresas de consultoria	Formação de um corpo de profissionais para o setor de recursos hídricos/elaboração dos planos diretores de bacia
1970	Construção e Operação do Sistema Hídrico/ Açudes Pacoti, Riachão e Gavião	Dnocs e Governo do Estado do Ceará – Sosp/Cagece
1971	Estruturação das divisões de poços e de açudes na Superintendência de Obras e Serviços Públicos - SOSP	Perfuração de Poços Tubulares e apoio a Construção de pequenos Açudes
1972	Criação da Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME)	Recebeu esse nome em função do programa de nucleação artificial Histórico/Nucleação/Fase atual
1979	Seminário realizado pela Assessoria de Recursos Hídricos do Governo do Estado.	Desse encontro saíram duas proposições: criação de um Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a elaboração de um Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANO ZERO) Criação de uma secretaria executiva dentro da Sosp
1979-1983	Seca	Movimentos de resistências dos trabalhadores rurais e acirramento das formas de dominação no campo; Frentes de serviços
1982	1ª obra hídrica do estado	Projeto e construção do Açude Jaburu I, através da Comissão Especial (1979 /82)

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
1983	Criação do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - Conerh	Lei n.º 10.840, de 10 de outubro de 1983.
1983	Plano Diretor de Recursos Hídricos	Considerado o Plano Zero de Recursos Hídricos, coordenado pela Codetec /Seplan (1983 /84)
1987	Criação da SRH – Lei estadual nº 11.306	Criada para avaliar a infraestrutura existente, planejar e executar a política estadual de recursos hídricos.
1987	Criação da Sohidra	Lei nº 11.380 Executar as obras de infraestrutura hídrica
1987	Reestruturação da Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas – Funceme	Em 15 de dezembro de 1987, através da lei Nº 11.380 (D.O. 17/12/87), a Funceme teve seu nome modificado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, passando a ser vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.
1987-1988	Primeiros planos sobre gestão de águas	Planos de Bacia (Jaguaribe e Metropolitana) e o Estudo Estratégico da Ibiapaba Período marcado pela discussão sobre a criação ou não de órgão gestor específico
1988	Constituição Federal	Dominialidade pública da água, mas não possibilita a gerência federal para águas estocadas cujas obras tenham sido construídas com recursos da União.
1989-1990	Plano Estadual de Recursos Hídricos – Planerh	Início da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos Empresas/Consultorias responsáveis pela elaboração: VBA Consultores – engenharia de sistemas hídricos Ltda., Sirac – Serviços Integrados e Consultoria Ltda. e Aguasolos – Consultoria de Engenharia Ltda
1991/1992	Programa de Adutoras Regionais	Adutoras contidas no Planerh
1992	Lei Estadual Nº 11.996	Instituiu a política estadual de recursos hídricos e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – Sigerh no Ceará antes da lei Federal de 1997 Período marcado pela discussão sobre a criação ou não de órgão gestor específico
1992	Açude Pacajus	Construído pela Cagece
1993	Seca	Os reservatórios da região metropolitana não conseguem mais atender a demanda local por água
1993	Canal do Trabalhador	Construção em 90 dias sob responsabilidade da CAGECE para viabilizar a transferência de água para Fortaleza a partir dos açudes Orós e Banabuiú.
1993	Criação da Cogerh – Lei estadual 12.217/93	Órgão de administração indireta do estado regida pela lei das sociedades anônimas
1994	1º Concurso público Cogerh	Ocorre simultaneamente como o concurso da Funceme. Primeiro concurso no país para o setor de recursos hídricos Realizado em Fortaleza e São Paulo Das 40 vagas ofertadas, apenas 21 foram preenchidas (engenheiros civil, hidráulicos,

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		elétrica, agrônomo, administradores e sociólogos).
1994	Conflito Orós-Lima Campos	Primeira situação de conflito que a COGERH teve que atuar.
1994	1º Seminário dos Usuários das Águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú	Participação de 63instituições Início do processo de Macro Alocação Negociada de Água Definição dos procedimentos metodológicos que posteriormente passam a ser replicados em outras bacias hidrográficas do estado
1994	Comissão Permanente dos Usuários dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú,	Constituída por 24 instituições, torna-se embrião dos Comitês das sub bacias que serão criados na região do Jaguaribe.
1994	Comissões de usuários nos açudes que não integravam o vale perenizado	Inicialmente, não foi houve uma definição padrão da nomenclatura dessas comissões em função da preferência da equipe técnica da COGERH. Recebeu as seguintes denominações: comissão de usuários, conselhos gestores de sistemas hídricos, comissão de operação, comissão de acompanhamento da operação, grupo gestor de açude.
1994	1º seminário da bacia do Curu	31 instituições
1994	Início da implantação da outorga	Decreto 23.067
1994	Prourb	Dividido em dois componentes (desenvolvimento urbano vinculado a Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SDU, e recursos hídricos a cargo da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará- SRH) Contrato assinado em 1995.
1995	1º Seminário dos Usuários das Águas do Vale do Curu	85 instituições, 154 representantes Criada Comissão dos Usuários de Água do Vale do Curu
1995	Adutora da Ibiapaba	O projeto teve início em 1991
1996	Plano Diretor da Bacia do Curu	PROURB/CE/COGERH com a SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda
1996	Implantação da Cobrança – Decreto nº 24.264	Setores de saneamento e indústria Valores faturados pela CAGECE que repassava 50% do arrecado para a COGERH referente a ETA gavião 1 fatura em dezembro de 1996.
1997	CBH Curu	Formação do 1º comitê de bacia do estado e 2º do país, com 60 membros
1997	Instalação das primeiras Gerências Regionais da Cogerh	Gerência da Bacia do Médio e Baixo (1ª) e Gerência da Bacia do Curu e Litoral (2ª)
1997	Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH Piloto (1997 – 2002)	Projeto financiado pelo Banco Mundial, com o propósito de dar suporte técnico à interligação de bacias do estado.
1998	Implantação do programa Águas do Vale (1998-2001)	Experiência piloto de compensação financeira em período de escassez, desenvolvido na região do Jaguaribe até 2001. A ideia do programa estava relacionada com transferência de risco entre os

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
		irrigantes do DIJA e PIMN (realocação de água) Programa propunha aumentar a eficiência do uso da água na agricultura irrigada. Alguns resultados: aumento do número de outorga (adesão de 2.414 usuários do programa), implantação do sistema de cobrança para o setor de irrigação, capacitações técnicas e inadimplência dos irrigantes
1999	Instalação dos CBHS Estrutura organizacional	Instalação CBH Médio Jaguaribe Instalação CBH Baixo Jaguaribe Estrutura: Criação da superintendência de águas subterrâneas
1999	Planos de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe	EngeSoft
2000	Agência Nacional de Água- ANA	Lei federal 9.984
2000	Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba	Montgomery Watson/ EngeSoft
2000	Gerência Regional da Cogerh	GR Serra da Ibiapaba e dos Sertões de Crateús
2001	Gerência Regional Cogerh	GR Sobral
2001	Planos de Gerenciamento das Águas das Bacia Metropolitanas	Empresa de consultoria VBA
2002	Instalação CBH Banabuiú	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Instalação CBH Alto Jaguaribe	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Instalação CBH Salgado	Ampliação da rede de atores sociais
2002	Gerência Regional	GR Quixeramobim e Iguatu
2002	Conclusão do açude Castanhão (1998-2002)	Ampliação de oferta hídrica
2003	Início da operação do Castanhão	Altera a dinâmica do Vale do Jaguaribe
2003	Implantação do CBH Metropolitana	Ampliação da rede de atores sociais
2003	Ampliação da cobrança pelo uso da água bruta para outros setores – Decreto n° 27.271	Irrigação, piscicultura, carcinicultura, água mineral e outros.
2004	Instalação dos CBH Acaraú	Ampliação da rede de atores sociais
2004	Período de Cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2004	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho I, que vai do Açude Castanhão até Morada Nova, tem 55 de km de extensão
2005	Plano Estadual de Recursos Hídricos	Atualização do plano de 1992
2006	Marco Regulatório	Resolução ANA/SRH-CE/SEMAR-PI n° 547
2006	Instalação CBH Coreaú	Ampliação da rede de atores sociais
2007	Resolução CONERH N° 002	Regulamenta as Comissões Gestoras, que ficam a cargo dos CBHs
2009	Período de cheia	Elevada disponibilidade hídrica
2009	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho II - Começa no Açude Curral Velho e estende-se ao longo de 45,9 km, até a Serra do Félix; Inauguração do trecho III compreende 66,3 km de extensão e está localizado entre a Serra do Félix e o Açude Pacajus.
2010	Lei Estadual 14.844	Revoga a lei 11.996/92
2010	Planos de Bacias – Acaraú, Coreaú, litoral e metropolitana	Planos participativos

ANO	MARCO	QUESTÕES RELEVANTES
2011	Seminário de Integração entre as Comissões Serra e Sertão, no dia 18 de maio de 2011	Subdivisão da Bacia Poti-Longa em duas regiões hidrográficas: Serra da Ibiapaba e sertões de Crateús. A resolução do CONERH que divide as duas bacias foi publicada no Diário Oficial do Estado em 1º de fevereiro de 2012.
2012	Resolução do CONERH que divide as duas bacias- Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba	O Estado passa a ter 12 regiões hidrográficas
2012	Criação do CBH da Serra da Ibiapaba e do CBH Sertões de Crateús.	Comitês instalados em 2013
2012	Seca	Início do período prolongado de seca
2014	Canal da Integração (Eixão das Águas)	Inauguração do trecho IV, que liga o Açude Pacajus ao Açude Gavião, com uma extensão de 33,9 km; Inauguração do trecho V, que interliga o Açude Gavião ao Complexo Industrial do Porto do Pecém, com 55 km de extensão.
2015	Criação do Comitê Integrado de Combate à Seca Grupo de Segurança Hídrica	Formação de uma câmera técnica para tratar das questões de recursos hídricos que desencadeou a constituição do Grupo de segurança hídrica
2016 -2017	Encargo Hídrico Emergencial	Decreto N°32.044/2016 DecretoN°32.159(24/02/2017) Decreto N°32.305 (11/08/2017)
2016	Projeto Malha d'Água	Contrato No 01/PfoR/SRH/CE 2016 foi assinado em 18 de maio de 2016. Implantação de uma rede de adutoras de água tratada.
2018	Plano de Ações estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará	
2019	Fundo Estadual de Recursos Hídricos	Criado pela Lei 16852 (20/03/2019) Regulamentado pelo Decreto 33175 (02/08/2019)
2021	Novo Marco Regulatório Poti-Longá	Resolução N° 82, Capacidade de armazenamento dos reservatórios
2021	Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas Curu, Sertões de Crateús e Serra da Ibiapaba	Planos participativos
2021	Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas Acaraú, Coreaú e Litoral	Planos participativos
2022	Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas Salgado, Alto Jaguaribe e Banabuiú	Planos participativos
2023	Plano de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe e Bacias Metropolitanas	Planos participativos

Fonte: Adaptado de Aquino 2019.

8.3 A Formação do CBH das Bacias Metropolitanas

O trabalho de organização dos usuários nas Bacias Metropolitanas iniciou-se em novembro de 1996 com a realização do "I Seminário Sobre Gestão do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza".

CBH RMF 2023 – Foto: Cogerh



No ano seguinte, 1997, as ações da Cogerh nas Bacias Metropolitanas foram no sentido de conhecer melhor os usuários dos 31 municípios que as compõem, através do diagnóstico institucional desses municípios, do acompanhamento de açudes isolados (Castro e Acarape do Meio) e de seminários por setores (seminários com pescadores dos açudes que abastecem a RMF – Acarape do Meio, Pacajus, Riachão, Pacoti e Gavião - e Seminário com Irrigantes do Vale do Acarape).

A elaboração do "Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas" (que veio a ser publicado em 2000) inseriu-se nesse processo como elemento privilegiado de discussão, tornando-se

necessária a retomada dos contatos anteriormente feitos, visando a difusão das informações, possibilitando aos diversos usuários e à sociedade a intervenção no processo de gestão das bacias hidrográficas, bem como a discussão de propostas metodológicas que orientassem o processo de organização dos usuários de água na perspectiva da constituição de fóruns de discussão relativos à gestão dos recursos hídricos, levando à construção de espaços de conscientização e de preservação dos recursos da bacia.

Em 1998 foi elaborado o “I Seminário de Planejamento das Bacias Metropolitanas”, que contou com a participação de 242 pessoas, representando o setor industrial, abastecimento urbano, entidades ambientalistas, instituições governamentais e não governamentais, prefeituras e representantes da sociedade civil dos diversos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas. Neste seminário foi formado o “Fórum das Águas”, articulação entre os diversos setores da sociedade civil organizada, usuários e representantes do poder público das Bacias Metropolitanas, cujo objetivo era acompanhar o desenvolvimento do Plano de Gerenciamento da referida região hidrográfica e orientar a formação do seu Comitê de Bacia Hidrográfica.

Iniciaram-se os encontros periódicos do Fórum das Águas, contando com a participação de representantes dos setores acima citados, tendo como focos principais de discussão os conflitos sobre o aproveitamento dos recursos hídricos; a discussão sobre a gestão participativa das Bacias Metropolitanas e a capacitação desses representantes sobre o uso racional da água.

Em 1998, juntamente com os encontros do Fórum das Águas, foram realizadas as seguintes atividades: realização do I Cadastro Institucional da Bacia Metropolitana e início da operação de alguns reservatórios da Bacia.

Em 1999, durante um dos fóruns, iniciou-se a organização das instituições para formação do comitê de bacia. Naquele mesmo ano ocorreu o "II Seminário de Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Metropolitanas', no município de Pacoti, onde se estabeleceram grupos de trabalho entre os representantes dos diversos segmentos sociais, juntamente com a assessoria técnica da Cogerh. Desse processo ficou estabelecida que os 31 municípios formadores do CBH seriam agrupados em quatro sub-regiões:

- **Região Serra:** Acarape, Aratuba, Barreira, Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção;
- **Região Sertão:** Aracoiaba, Capistrano, Choró, Ibaretama, Itapiúna e Ocara;
- **Região Litoral:** Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Eusébio e Pindoretama;
- **Região Metropolitana de Fortaleza:** Caucaia, Chorozinho, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante.

Ainda em 1999 foram realizados seminários com os usuários dos açudes Acarape do Meio e Castro. Em 2000, houve a promoção do "II Seminário de Planejamento das Bacias Metropolitanas", no município de Beberibe, dando continuidade ao processo de formação do comitê.

Finalmente, em julho de 2002, ocorreu o Congresso de Constituição do Comitê das Bacias Metropolitanas, onde foi definido o número de integrantes (60 membros), além de outros informes. O CBH da Região foi criado pelo Decreto n° 26.902 de 16 de janeiro de 2003 e instalado em 30 de setembro de 2003.

8.4 Funcionamento do CBH da Região Metropolitana de Fortaleza

Pelo fato de conter a capital do estado, o CBH-RMF é o Comitê com maior número de integrantes dentre os CBHs do estado do Ceará. A presença de membros das sedes das principais instituições presentes no

Estado confere ao Comitê uma elevada contribuição técnica. A multiplicidade de conhecimento - teórico e prático - enriquece as discussões e propicia um aprendizado diário na busca pelo avanço integrado, descentralizado e participativo da gestão de recursos hídricos.

Compõem o colegiado do CBH-RMF 60 (sessenta) instituições, cada uma delas representada por um titular e um suplente, observando-se os seguintes percentuais de participação:

I. Representação de entidades dos usuários de águas das bacias, em percentual de 30% (trinta por cento), perfazendo 18 (dezoito) representantes;
II. Representação de entidades da sociedade civil, que desenvolvam atividades relacionadas com recursos hídricos ou com o meio ambiente, em percentual de 30% (trinta por cento), perfazendo 18 (dezoito) representantes;
III. Representação de órgãos estaduais e federais, em percentual de 20% (vinte por cento), perfazendo 12 (doze) representantes;
IV. Representação dos Poderes Públicos Municipais localizados na bacia respectiva, em percentual de 20% (vinte por cento), perfazendo 12 (doze) representantes.

São membros natos do Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza – CBH – RMF, os órgãos estaduais e federais encarregados da gestão de recursos hídricos. Assim sendo, são considerados membros natos do CBH-RMF o Departamento Nacional de Obras contra as Secas – Dnocs e a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. Além destes, o mesmo Decreto também fala no Artigo 9º §3º: “Nos Comitês cujos territórios abranjam terras indígenas e de quilombolas, devem ser incluídos um representante de cada um desses segmentos, dentro da representação do inciso I do caput deste artigo, desde que atenda os critérios eletivos do processo de formação ou renovação dos Comitês de Bacias Hidrográficas”.

No que diz respeito ao tempo de mandato dos membros, as duas primeiras gestões do CBH-RMF foram de dois anos: a primeira gestão (2003 a 2005) e segunda Gestão (2005 a 2007). A partir de 2006, com o Decreto Estadual n.º 28.316/2006, o mandato de membros de comitê passou de dois para quatro anos.

Segundo o Decreto Estadual n.º 32470/2017, Art. 9º §1º, "os órgãos estaduais e federais encarregados da gestão dos recursos hídricos serão membros natos dos Comitês de Bacias Hidrográficas".

São atribuições do CBH - RMF segundo seu Regimento Interno:

I. Promover o debate de questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação com entidades interessadas;

II. Propor a elaboração e aprovar o plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza;

III. Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

IV. Fornecer subsídios para a elaboração do relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica;

V. Acompanhar a implementação do plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas da região metropolitana de fortaleza e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

VI. Propor ao conselho de recursos hídricos do Ceará – Conerh, critérios e mecanismos a serem utilizados na cobrança pelo uso de recursos hídricos, e sugerir os valores a serem cobrados;

VII. Estabelecer os critérios para o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

VIII. Propor ao Conerh programas e projetos a serem executados com recursos oriundos do Funerh;

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

X. Acompanhar a aplicação dos recursos advindos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

XI. Aprovar a proposta de enquadramento de corpos d'água em classes de uso preponderante das bacias hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza;

XII. Discutir e aprovar anualmente em conjunto com a instituição de gerenciamento de recursos hídricos, os parâmetros para alocação de água dos sistemas hídricos da bacia hidrográfica e dos vales perenizados;

XIII. Propor ao órgão gestor de recursos hídricos, em períodos críticos, a elaboração e implementação de planos emergenciais possibilitando uma melhor convivência com a situação de escassez e cheias;

XIV. Constituir e homologar comissões gestoras de sistemas hídricos;

XV. Conhecer sobre os seguintes assuntos apresentados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – Cogerh, conforme art. 51, viii, da Lei Estadual n.º 14.844/2010: estudos para o enquadramento dos corpos d'água nas classes de usos preponderantes; valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos; e planos de aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

O CBH-RMF se reúne ordinariamente 04 (quatro) vezes ao ano, a cada 03 (três) meses e, extraordinariamente, sempre que for necessário. As reuniões ordinárias e extraordinárias do CBH-RMF são públicas e podem ser itinerantes entre os municípios das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.

Desde 2020, o CBH voltou a decidir sobre os parâmetros mínimos e máximos de negociação da alocação negociada de seus sistemas hídricos, discussão que ocorre em reunião ordinária e que permite às suas comissões gestoras fazerem a gestão local da água.

8.4.1 Comissões Gestoras e Comissões de Acompanhamento

As Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos são organismos de bacia vinculadas aos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH. Elas são formadas por usuários de água, representantes da sociedade civil organizada e representantes do poder público Federal, Estadual e Municipal, tendo um plenário e uma secretaria em sua estrutura, e atuam somente no âmbito do sistema hídrico que opere isolado.

Consideram-se sistemas hídricos que operam isolados aqueles sistemas que não fazem parte de vale perenizado ou aqueles que não causam impacto em outros sistemas à jusante ou montante, podendo ser incluídos nesta categoria; sistemas hídricos naturais (lagos, lagoas, córregos, etc.) ou artificiais (açudes, adutoras, canais, etc).

CG do Macacos 2022 – Foto: Cogerh



Algumas comissões gestoras funcionavam, em alguns casos, antes do reconhecimento por parte dos órgãos públicos na forma de organizações de usuários, e ao serem reconhecidas, tornaram-se integrantes da área de infraestrutura e planejamento do CBH-RMF, e passaram por um processo de capacitação de seus membros.

O CBH-RMF tem 13 comissões gestoras, nos seguintes reservatórios:

- Penedo
- Acarape do Meio
- Germinal
- Tijuquinha/Aracoiaba
- Pesqueiro
- Castro
- Catucinzenta
- Malcozinhado
- Penedo
- Itapebussu;
- Pompeu Sobrinho
- Macacos
- Batente

As Comissões de acompanhamento acompanham a operação e não tem poder deliberativo. São elas:

- Sítios Novos
- Cocó

8.4.2 Câmaras Técnicas

No CBH-RMF as câmaras técnicas são temporárias, criadas por Resolução diante da necessidade de trabalhar determinado assunto no comitê. Atualmente existe a Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos com a incumbência de acompanhar o desenvolvimento do Plano.

CÂMARA TÉCNICA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

O CBH criou a Câmara Técnica de Planejamento e Gestão através da Resolução CBH-RMF n.º 002, de 15 de maio de 2020.

São atribuições da Câmara Técnica de Planejamento e Gestão:

I. Elaboração de normas internas de funcionamento da Câmara Técnica;
II. Levantamento de dados e informações sobre o planejamento e gestão das Bacias Metropolitanas, enfocando inclusive aspectos locais, com intuito de atualizar o diagnóstico ambiental da Bacia como um todo;
III. Oferecer os subsídios para manifestações do CBH-RMF a respeito de problemas de ordens técnica, institucional e legal.
IV. Opinar sobre os aspectos constitucional, legal e regimental de proposições em debate no CBH-RMF.
V. Articulação e estabelecimentos de parcerias com instituições governamentais, para a realização e participação em eventos ligados ao CBH-RMF;
VI. Compilação e releitura de material sobre legislação e recursos hídricos para nivelamento dos membros do Comitê;
VII. Estudar, discutir e promover discussões, avaliar e propor diretrizes, critérios e valores para a revisão e aplicação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
VIII. Coordenar o processo de elaboração do planejamento estratégico do comitê.
IX. Incentivar e participar dos processos de organização dos usuários dos sistemas hídricos;
X. Criar por resolução própria grupos técnicos temáticos, temporários e específicos, visando a subsidiar as ações estabelecidas no planejamento estratégico e para outros temas que venham a ser solicitados pelo comitê.

XI. Avaliar e elaborar o parecer sobre as matérias que forem objeto de deliberação do plenário do comitê, previamente à sua convocação.

XII. Outros temas estabelecidos pela diretoria.

XIII. Incentivar o desenvolvimento de projetos que tragam benefícios para toda a bacia hidrográfica e estimulem a visão de conjunto.

XIV. Convidar os especialistas para subsidiar reunião, quando se fizer necessário.

XV. Propor a criação de grupos de trabalho para tornar mais ágil e eficaz o desempenho de suas atividades.

XVI. Elaborar o relatório de suas atividades, submetendo-o à apreciação do CBH-RMF em sua 1ª reunião anual.

XVII. Acompanhar, elaborar os pareceres e apresentar a diretoria do CBH-RMF, relatórios sobre elaboração do Plano de Recursos Hídricos e as suas revisões.

A câmara técnica de planejamento e gestão têm por atribuição subsidiar a tomada de decisões do CBH, desenvolvendo e aprofundando as discussões temáticas necessárias antes de sua submissão ao plenário.

9 ALOCAÇÃO DE ÁGUA, CONFLITOS E GESTÃO DE SECA

Este capítulo trata da alocação de água, dos conflitos identificados e das estratégias utilizadas para lidar com a seca iniciada em 2012, na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. As discussões abordadas neste capítulo baseiam-se na análise das informações contidas nas atas das reuniões do CBH das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza (CBH-RMF), nas atas das reuniões de alocação e acompanhamento da operação realizadas com usuários, além dos relatos e entrevistas com grupo focal formado por técnicos da Gerência Regional das Bacias Metropolitanas e das respostas do questionário aplicado aos membros do CBH-RMF, cuja análise é realizada no Capítulo 10).

9.1 Alocação Negociada de Água

A alocação negociada da água é um processo de divisão de um bem comum entre diferentes agentes que, geralmente, têm interesses conflitantes (Souza Filho, 2021, p. 3/Projeto Alocar, 2021d).

Ela ocorre em dois níveis: o primeiro está situado nos açudes e sistemas hídricos isolados, que não se integram com outro açude ou sistema hídrico. Para o primeiro nível foram formadas, no Ceará, as Comissões Gestoras (CG) e as Comissões de Acompanhamento da Operação); o segundo nível é o dos grandes vales perenizados, quando se tem um conjunto de açudes e sistemas hídricos que se integram e perenizam o vale de um grande rio, tendo repercussão regional.

A primeira experiência de alocação negociada de água no Ceará se deu no “I Seminário de Planejamento da Operação dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú”, ocorrido em julho de 1994, no município de Jaguaribe. O êxito

desse evento proporcionou a sua reprodução em outros sistemas hídricos do estado, a partir de uma ideia de maior inserção do campo político-institucional e participativo no gerenciamento de recursos hídricos. O processo da alocação propõe, a partir de então, uma decisão sociopolítica para a resolução dos conflitos relacionados à utilização das águas e não mais uma decisão meramente tecnicista.

A alocação negociada busca lidar de uma forma mais participativa com a distribuição dos recursos hídricos, suas complexidades e seus conflitos. Para isso, ela aparece como solução baseada na deliberação pública sobre o uso desses recursos em interlocução com os comitês de bacias para os vales perenizados e com as comissões gestoras, quando existentes, para os açudes isolados. Na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, a deliberação acontece nos dois níveis (CBH-RMF e comissões gestoras). A plenária do CBH-RMF debate acerca dos parâmetros ou faixas de vazão para os açudes isolados e as comissões gestoras determinam o cenário mais adequado, dentre aqueles apresentados pela equipe técnica da COGERH.

O ritual da alocação ocorre durante todo o ano, com concentração das atividades entre os meses de março e novembro (Projeto Alocar, 2021a). Nas proximidades do mês de junho, período em que são realizadas as reuniões de alocação, essas atividades são intensificadas, principalmente as “destinadas à preparação da operação dos açudes que abrigam as reuniões para definição das diretrizes e para construção dos cenários” (Ibidem). Esse ritual ocorre de forma adaptada a cada bacia hidrográfica, gerência regional e comitê; mas, em linhas gerais, ocorrem as seguintes atividades: levantamento de dados, logística, mobilização dos atores (CBH, usuários, órgãos públicos e sociedade civil), reuniões da gerência regional, e a interlocução com o CBH, comissões e/ou câmaras técnicas. No caso do açude se encontrar em níveis muito baixos, não há alocação, já que não há água; se faz, nesse caso uma reunião de informação. No

caso em que há conflitos alocativos, a decisão das vazões não é feita pelas CGs, mas pela plenária do CBH-RMF.

9.2 Vazões alocadas

O CBH-RMF tem como uma de suas atribuições a definição dos parâmetros de alocação (valores máximo e mínimo). Com os parâmetros definidos pelo comitê, a Cogerh simula cenários de liberação de água do açude e, na reunião de operação, a comissão gestora vota o cenário que atende as necessidades locais.

Nesse processo participam representantes membros do CBH, técnicos da COGERH, usuários locais das águas e outros convidados relacionados com os recursos hídricos locais.

As tabelas 9.1 a 9.7 mostram as vazões aprovadas entre os anos de 2009 e 2021 pelo CBH-RMF e pelas comissões gestoras dos açudes. Essas informações foram obtidas das atas do comitê, das comissões gestoras e demais documentos fornecidos pela Gerência Regional das Bacias Metropolitanas.

Tabela 9.1 - Vazões aprovadas no Açude Aracoiaba (2011 a 2021)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
11/10/2012	-	315 l/s	-
26/03/2013	Liberação para o açude Pacajus (34,5%)	2.000 l/s	O açude esteve nesta data com a liberação para Fortaleza de 2.000 l/s.
26/11/2014	30%	370 l/s	30% do volume total (volume de alerta) e com a vazão de 370 l/s.
16/12/2014	29,9%	2.500 l/s	O açude esteve nesta data com a liberação para Fortaleza de 2.500 l/s pelo rio Choró
16/10/2015	20%	400 l/s	Para abastecimento até 1º de janeiro/ 2016
22/12/2015	7,1%	2200 l/s – 1.900 l/s	Diminuição gradativa de 2200 l/s para 1900 l/s
13/06/2016	12,90%	Liberação do volume de 10 milhões de m³	Liberação de 10 milhões de m³ no qual equivale 500 l/s do açude Aracoiaba para o Pacajus com a

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
			finalidade de complementar o abastecimento de Fortaleza e RMF
25/07/2017	19,6 %	185 l/s	Aprovado com liberação de 32 milhões m3 sendo 185 l/s
27/07/2018	37 %	185 l/s	Permanece a vazão de 185 l/s
19/09/2019	54,06 %	185 l/s na bacia e uma onda 500 l/s no rio Choró	185 l/s na bacia uma onda de 10 dias de 500 l/s no rio e após os 10 dias reduzido para 100 l/s
23/07/2020	84,96%	315 l/s	Sendo 100 l/s para o rio Choró
06/04/2021	81%	-	Operar o açude até a segunda quinzena de junho um volume de 32 milhões de m3; se tiver chuvas com bom aporte de água pode-se reduzir a liberação gradativamente até o início da operação
08/06/2021	82%	5,000 l/s	Liberação da água foi de forma gradativa, com início 15/04/2021 para o açude Pacajus. Em 30 de abril atingiu-se o volume total acordado. Foram transferidos 220 milhões de m³ para o açude Pacajus, a Bacia Metropolitanas ainda estava abaixo do volume ideal
16/07/2021	-	215l/s + 66l/s	21l/s para bacia hidráulica e 66l/s para o rio
27/07/2021	79,06%	85 l/s a 100 l/s para o rio Choró	Liberou 85 l/s, vazão acordada pela Comissão Gestora para o rio, porém, antes da liberação, a Prefeitura de Aracoiaba recuperou os barramentos no rio. A CG avisou a COGERH quando for concluída a recuperação dos barramentos, para que não houvesse perda de água e então a Cogerh aumentou a vazão atual de 60l/s para 85 l/s e se não fosse suficiente esse volume, a Comissão Gestora informará na reunião de acompanhamento da Operação, daqui 30 ou 45 dias
01/10/2021	75%	350 l/s	A liberação para o rio Choró iniciará com 80 l/s até chegar a 100 l/s. E 250 l/s para abastecimento humano na bacia hidráulica.

*O açude Aracoiaba atende os municípios de Aracoiaba, Ocara, Baturité e em períodos de estiagem atente Itapiúna.
Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas - Cogerh

Tabela 9.2 - Vazões aprovadas no Açude Batente (2015 a 2021)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
14/08/2015	18%	60 l/s	Aprovada a vazão de 60 l/s até dezembro de 2015
09/08/2016	4,9 %	30 l/s	Aprovada a vazão de 30 l/s até fevereiro de 2017
21/06/2017	20,4 %	30 l/s	Acordada 30 l/s
22/05/2018	99,5 %	30 l/s	Acordada 30 l/s
23/08/2018	89,2%	30 l/s	Aprovada a vazão de 30 l/s até fevereiro de 2019
20/08/2019	88,47%	30 l/S	Solicitação de 200 l/s para o rio para atender São João do Uruaú até Bastiões 30 km. Ocara e Morada Nova e duas comunidades de Ibaretama. A Comissão Gestora não aprovou a liberação
28/08/2019	88,47%	30 l/s + 300 l/s por 15 dias	Liberação de uma onda para o rio por 15 dias de 330 l/s e vazão de 30 l/s
24/01/2020	65,88%	30 na bacia +55 para o rio total de 85	Até 22/08/2020
	78,32%	100 l/s	De 23/08/2020 a 23/10/2020
	65,88%	257 l/s	De 24/2020 a 30/11/2020
	56,88 %	65 l/s	01/12/2020
	44,03%	-	-
28/07/2022			Volume do açude 100 % Vazão aprovada 120 l/s aprovada uma vazão de 120 l/s, a ser liberada quando necessário, sendo 85 l/s para abastecimento humano e 35 l/s para liberação no rio. Assim como no ano passado, se houver necessidade, poder ocorrer liberação de duas ondas de 150 l/s em novembro e 280 l/s
Resumo de como aconteceu a operação em 2021 Liberado pela Geman em 19/08 a vazão Q=164 l/s (19, 20, 21/08); Vazão reduzida para 85 l/s em 21/08, 23/08 a 23/10/2020 100l/s; 23/10 a 13/11 257 l/s. Em 13/11/2020, a Geman fechou a válvula, vazão medida em 16/11/2020 36,5 l/s. Abertura da válvula em 09/01/2021 solicitado pela diretoria, em virtude da demanda do SAAE Morada Nova, Q=120 l/s. Em 14/01/2021 foi liberada 264 l/s, previsão para redução p/ Q=123 l/s em 27/01/21; Válvula fechada em 15/02/2021 com Q=62 l/s			
15/07/2021	94,02%	120 l/s	Iniciou em 26 de julho, até a água garantir o nível para abastecimento da barragem do SAAE de Morada Nova. Sr. Alcí e os membros da Comissão avisaram a GR Metropolitana, quando isso aconteceu.

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
26/10/2021	76,45%	120 l/ s + 350 l/s por 10 dias	Abastecimento humano e dessedentação animal, mais uma onda de 350 l/s por 10 dias contando do dia da liberação.
Resumo de como aconteceu a operação 2021 Em 20/07/2021 a liberação foi iniciada com vazão média de 138 l/S. A vazão da válvula da estrutura de saída foi reduzida pela equipe da Geman em 09/09/2021, sendo necessária aferição *in loco*. Conforme aferida pelo técnico Alisson em 13/09/2021, a vazão foi de 60 l/s. Em 16/09/2021 foi solicitada à Geman o fechamento total da válvula da estrutura de saída.			

* O açude Batente abastece de São João do Aruaru até Bastiões, Ocara e Morada Nova e duas comunidades de Ibaretama.
Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas - Cogerh

Tabela 9.3 - Vazões aprovadas no Açude Castro (2009 a 2023)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
23/08/2007	-	180 l/s	150 l/s para o rio e 30 l/s para outros usos
13/08/2008	-	130 l/s	100 l/s para o rio e 30 l/s para outros usos
13/07/2009	-	80 a 130 l/s	Conforme a necessidade das comunidades
16/12/2009	-	130 l/s	-
16/06 /2010	-	38 l/s + 30 l/s	38 l/s para o leito do rio e 30 l/s para abastecimento humano, podendo aumentar para 130 l/s conforme a necessidade das comunidades (perenização de 25 km até a comunidade Queimados)
16/08/2011	60,5%	130 l/s até 180 l/s	130 l/s até 180 l/s para perenizar até Currais Novos e o Agir ficaria fiscalizando até dia 29/09/2011
31/05/2012	41%	100 a 130 l/s	100 a 130 l/s sendo 30 l/s para a Cagece
02/06/2014	-	30 l/s	30 l/s para abastecimento humano
22/09/2015	6,6 %	30 l/s	30 l/s para abastecimento humano
21/07/2016	1,2%	34 l/s	Abastecimento de Itapiúna e Capistrano
25/08/2017	0,47%	Nenhuma liberação	Nenhuma liberação. O abastecimento de Itapiúna foi feito dos açudes Aracoiaba e Curupatí
31/08/2018	1,1 %	10 l/s	Açude quase seco com água de péssima qualidade
11/07/2019	0.42%	10 l/s	-
2020	-	-	Não houve reunião (COVID 19)
23/11/2021		20 l/s	O açude estava abaixo do volume de alerta
05/08/2022	46,20 %	24 l/s	Aprovada operação de 24 l/s para abastecimento humano (Cagece), sem liberação para o rio que se encontrava contaminado e sem calha
23/06/2023	100%	90 l/s	Liberação de 90 l/s, sendo 30 l/s na bacia hidráulica para abastecimento humano e 60 l/s de forma constante para perenização do leito do Rio São Gonçalo com duas ondas de 300 l/s, durante 10 dias.

Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas - Cogerh

Tabela 9.4 - Vazões aprovadas no Açude Itapebussu (2009 a 2021)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
28/08/2009	99,8%	60 l/s a 80 l/s	Liberação para o rio podendo chegar até 80 l/s, se necessário *
27/08/2010	Volume considerado 7.600.000 m³	20 l/s	Liberação para a bacia até o açude atingir 30% da sua capacidade
26/10/2012	29%	Onda 400 l/s para o rio 20 l/s na bacia (abast. humano)	3 dias e meio e após essa liberação fechar para o rio. 20 l/s para bacia
26/07/2013	20,18%	20 l/s p/ o rio + 20 l/s na bacia	20 l/s p/ o rio + 20 l/s na bacia
13/03/2014	29,4 %	25 l/s na bacia	25 l/s na bacia
26/08/2015	32,5%	25 l/s na bacia	25 l/s na bacia
30/08/2016	56,6%	400 l/s + 25 l/s na bacia	Onda de 400 l/s por 10 dias 25 l/s na bacia
18/08/2017	96%	300 l/s + 50 l/s contínuo 30 l/s na bacia	Onda de 300 l/s por 8 dias vazão contínua de 50 l/s 30 l/s na bacia
05/07/2018	98,3 %	300 l/s por 8 dias 50 l/s contínuo 30 l/s na bacia	Onda de 300 l/s por 8 dias vazão contínua de 50 l/s 30 l/s na bacia
26/07/2019	111%	Não teve liberação para o rio 30 l/s na bacia	Não teve liberação para o rio (s/ demanda no momento) 30 l/s na bacia
23/08/2019	100,48%	300 l/s por 10 dias 50 l/s contínuo 30 l/s na bacia	Onda 300 l/s por 10 dias vazão contínua de 50 l/s 30 l/s na bacia
Acordo 25/07/2020	100%	50 l/s para o rio 10 dias 30 na bacia	Liberação para o rio durante 10 dias podendo reduzir de o açude chegar a 60%
Ofício 24/10/2020	50,83%	300 l/s por 10 dias 50 l/s contínuo 30 na bacia	Onda 300 l/s por 10 dias após esse prazo vazão reduzida para compensar a vazão média referendada pelo CBH 30 l/s na bacia
20/01/2021	66,89%	120 l/s para o rio 30 l/s na bacia	Onda para atender a outorga da Fazenda Boticário, com a ressalva de que a capacidade do açude não baixe de 64%
23/07/2021	100%	50 l/s para o rio + 30 na bacia	Liberação para o rio até a próxima reunião em setembro.
10/08/2021	95,6%	100 para o rio 30 na bacia 50 litros contínua	Onda 100 l/s por 10 dias após esse prazo vazão reduzida para 50 l/s de forma contínua
09/09/2021	87%	300 l/s p/rio por 5 dias 30 na bacia	Onda 300 l/s por 5 dias após esse prazo vazão reduzida para 50 l/s contínua até 30 de novembro.

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
		50 vazões contínuas no rio	Dia 1 de dez baixará para 30 para o rio e 30 na bacia, até o dia 01 de fevereiro/22

* vazão só será atendida após solicitação, quando necessário, do último usuário do trecho.
Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas – Cogerh

Tabela 9.5 - Vazões aprovadas no Açude Acarape do Meio (2019 a 2022)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
07/08/2019	96%	Liberação de 400 l/s	Reunião de Alocação: Liberar uma onda de 400 l/s até que a água chegue na Fazenda Poço Escuro, logo que chegasse reduzir para 100 l/s ou até 50 l/s para não ter desperdício.
20/ 09/2019	-	Liberação	Onda de 200 l/s por 18 dias
08/10/2019	-	Liberação de 200 l/s até chegar no Sr. Hilton	Reunião de Acompanhamento: Liberar uma onda de 200 l/s até que a água chegasse na fazenda do Sr. Hilton, logo que chegasse reduzir para 100 l/s e 100 l/s do Açude Mamoeiro ou até o dia 30 de dezembro.
20/08/2020	96%	200 l/s +350 l/s	Sendo 350 l/s para abastecimento humano e 200 l/s para o rio.
08/07/2021	100%	550 l/s	Sendo 350 l/s para abastecimento humano e 200 l/s para o rio.
19/07/2022	100%	550 l/s	Vazão de operação de 550 l/s, sendo 350 para abastecimento humano e 200 l/s para o leito do rio com observação de liberar 100 l/s ou 150 l/s após o açude parar de verter e até 200/ls, caso houvesse necessidade
A Comissão Gestora, através de ofício, solicitou o fechamento da comporta do Açude Acarape do Meio. Dia 5/01/2022 foi realizado o fechamento			

Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas – COGERH

Tabela 9.6 – Vazões aprovadas no Açude Tijuquinha (2009 a 2021)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
09/07/2016	71,8%	70 l/s	
27/07/2017	71,8%	15 l/s	
20/06/2017	100,2%	70 l/s	
19/10/2017	30%	45 l/s	
31/01/2018	29%	-	
30/07/2019	104,26%	40 l/s	
2020			
18/11/2021 reunião de informação	0,48 hm^3	Nenhuma retirada de água	
02/08/2023	100%	40 l/s	Aprovou a mesma vazão operada no último ano, de 40 l/s

Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas - COGERH

Tabela 9.7 - Vazões aprovadas no Açude Pompeu Sobrinho (2009 a 2022)

Data da Reunião	Volume do Açude	Vazão Aprovada	Detalhes Da Operação
11/08/2009	33%	200 l/s	Ficou definido que a liberação de água fosse depois do dia 01/09/09 e que quando a água chegar no sr. Claudionor (usuário de Jusante), ele avisaria para baixar a vazão para 130 l/s
29/07/2010	53,95%	Vazão do vazamento da comporta	Não foi definido uma vazão específica para o rio Choró, devido ao vazamento da comporta que permite, mesmo sem definição da comissão gestora, uma liberação de água para este rio
18/08/2011	52,25%	200 l/s	A comissão solicita que na época do trabalho da retroescavadeira no rio Choró, que a comporta seja fechada e depois aberta novamente.
05/06/2012	27,56%	100 l/s	
24/07/2013	13,95%	Sem liberação	Foi decidido que o açude não iria liberar água para o rio Choró
11/06/2014	10,08%	10 l/s	-
26/07/2016	2,18%	13 l/s	-
26/07/2017	8,96%	13 l/s	-
24/07/2018	9,3 %	10 l/s	-
24/07/2019	8,6 %	-	-
2021	Açude volume morto	-	A sede é abastecida pelo Açude Pompeu Sobrinho, tendo comunidades que foram abastecidas por carro pipa (do açude Banabuiú em Quixeramobim)
10/08/2022	3,32%	10 l/s	Vazão de Alocação do Açude é de 10 l/s, sendo 8 l/s para abastecer a sede do Choró e 2 l/s para usuários de montante.

Fonte: Gerência Regional das Bacias Metropolitanas - Cogerh

9.3 Conflitos pelo uso da água

Os conflitos apresentam um contexto singular que envolve disputas, queixas e brigas. Por outro lado, convoca os atores a buscar estratégias para minimizá-los ou consensuar acordos, no caso dos conflitos alocativos.

Os conflitos alocativos no campo dos recursos hídricos podem ser acionados por decisões de abastecimento, formas de uso e ocupação do

solo, uso degradante dos recursos, definição de prioridades, transposição e deslocamento das águas, implementação de políticas públicas, demarcação de premissas, quebra de regras e dos acordos celebrados em arenas de alocação, dentre outros fatores.

Contudo, os conflitos por acesso às águas não podem ser vistos como algo restrito a um contexto temporal marcado pela insuficiência de precipitações, na medida em que nem sempre disponibilidade hídrica significa acesso. E tal indisponibilidade também se dá pela forma como as águas são apropriadas e manejadas, sobretudo devido a como se dá a ocupação dos entornos dos corpos hídricos, fato que pode ser observado na realidade da RH das Bacias Metropolitanas. Isso não significa, contudo, desconsiderar o fato que a escassez hídrica também favorece o acirramento de conflitos.

As informações sobre os conflitos relacionados neste Capítulo foram sistematizadas a partir da leitura das atas das reuniões do CBH-RMF, dos relatos obtidos nos grupos focais e na Audiência Pública "Iniciando o Diálogo", bem como no questionário aplicado antes da Reunião de Partida, cujos resultados estão expostos no Capítulo 11.

Os conflitos foram classificados conforme proposto por Studart et al. (2021), cuja tipologia foi formulada com base nos diagnósticos elaborados para os planos de gerenciamento de diferentes regiões hidrográficas do estado do Ceará.

A tipologia dos conflitos proposta por Studart *et al*. (2021) é dividida em cinco tipos de classes principais: Acesso à Água, Quantidade de Água, Qualidade da Água, Alocação de Água e Governança da Água, os quais estão associados aos respectivos subtipos (Tabela 9.8).

Tabela 9.8 - Tipologia de conflitos de água

Tipo (1ª ordem)	Subtipo (2ª ordem)	Subtipo (3ª ordem)
Acesso à Água	Compensação Financeira	-
	Obstrução	-
Quantidade de Água	Cobrança de Água	-
	Construção de Reservatórios	Mudanças nas condições de vazão à jusante
		Bacias compartilhadas (com outros estados ou países)
		Deslocamento de comunidades
	Furto de Água	Retirada de água sem permissão
		Furto de água das adutoras
	Exploração de Água Subterrânea	-
Qualidade de Água	Aquicultura	Piscicultura intensiva
		Carcinicultura intensiva
	Despejo de Efluentes	-
	Agricultura	-
	Pecuária	-
	Mineração	-
	Resíduos Sólidos	-
	Desmatamento	-
	Ocupação Irregular	-
Alocação de Água - Quantidade e Qualidade	Transferência de água entre bacias	-
	Bacias compartilhadas (outros estados ou países)	-
	Entre usuários que fazem usos da água	-
	Entre usuários que fazem um mesmo uso da água	-
	Diferentes pontos de vista	-
Governança Hídrica	Demanda de poder institucional	-
	Falta de coordenação entre instituições de gestão ambiental e de gestão de recursos hídricos	-
	Falta de coordenação entre instituições estaduais e federal no âmbito da gestão de recursos hídricos	-
	Conflitos pessoais de poder	-

Fonte: Adaptado de STUDART et al., 2021.

Os conflitos destacados pelos membros do CBH-RMF corroboram, em boa parte, com os contidos nas atas, nas falas dos grupos focais e no Diagnóstico Institucional da Serra, elaborado pela Gerência Regional das Bacias Metropolitanas. Entre esses conflitos, a maioria classificada como 'Conflito de Qualidade de Água', têm-se problemas relacionados ao crescimento desordenado das áreas urbanas, criando questões ambientais que podem afetar a qualidade da água, tais como construção em áreas de APP, queimadas, desmatamento, degradação das nascentes, presença de lixões, presença de animais no entorno dos açudes e ocupação nos arredores dos corpos hídricos. Outro conflito importante na RH das Bacias Metropolitanas é o classificado como "Conflito de Alocação", resultante da transferência das águas da RH do Médio Jaguaribe, proveniente do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza, através do Eixão das Águas. Ainda nesta categoria, se encontram aqueles relacionados aos usuários de jusante com os de montante, em função da falta de mecanismos de distribuição de água nas comunidades, que muitas vezes estão localizados bem próximos aos açudes, mas não tem acesso à água.

Em relação aos conflitos classificados como 'Conflitos de Quantidade de Água', têm-se o caso da captação irregular nos canais, classificado como 'Furto de Água – Retirada sem Permissão'. Nessa mesma categoria se classifica o vandalismo nas comportas do Eixão das Águas, com a finalidade de elevar o nível do canal e retirar, sem permissão, a água. Aliás, o vandalismo é uma realidade na RHBM, em função do aumento da criminalidade que ocorre nas grandes metrópoles. Muitas vezes, o vandalismo não está relacionado à água em si, mas ao furto de peças de equipamentos.

Também na categoria 'Conflitos de Quantidade de Água' se classifica os conflitos relacionados aos poços irregulares para captação de água subterrânea, fato bastante evidenciado nas falas dos membros do CBH-BM. Ainda neste mesmo tipo, mas no subtipo como 'Conflito de Quantidade de Água - Exploração de Água Subterrânea', foi aquele ocorrido entre o Estado e as comunidades do Pecém que utilizam a água do Lagamar do Cauipe,

em Caucaia. O Tribunal Regional Federal da 5ª Região (TRF5) determinou, na época, a interdição de 35 poços de água construídos pelo Governo do Ceará para o abastecimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). Os 35 poços ficam no Litoral Oeste do estado, no aquífero Dunas/Pecém/Paracuru, que captura águas subterrâneas dos municípios de Caucaia, São Gonçalo do Amarante e Paracuru. Eles foram entregues em janeiro de 2017, pelo Governo do Estado, com o objetivo de garantir cerca de 200 l/s para o Cipp (aproximadamente entre 20% e 30% do consumo do local). O Governo do Estado declarou na época que os poços reforçariam o compromisso do Estado com o abastecimento hídrico da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP), instalada no Cipp, e que as intervenções reduziriam a dependência da RMF das águas do Açude Castanhão. A solução do conflito foi a criação da Comissão de Acompanhamento da Operação do Lagamar do Cauipe e muitas reuniões com os dirigentes do Estado para esclarecimento das comunidades.

10 SEGURANÇA DE INFRAESTRUTURAS HÍDRICAS NA RH DAS BACIAS METROPOLITANAS

O capítulo aborda a temática da segurança de infraestrutura hídrica, destacando as barragens e as metodologias utilizadas para a classificação de prioridade de intervenção e a gestão adotada pela Cogerh para segurança das infraestruturas, ressaltando as ações implementadas pela Gerência de Segurança e Infraestrutura - Gesin para a RH das Bacias Metropolitanas.

A oferta de água - quantitativa e qualitativa - constitui-se como uma das urgências da contemporaneidade e está diretamente associada com a segurança hídrica e com a segurança das infraestruturas que a viabilizam, tais como estações de bombeamento, adutoras, canais e barragens.

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

Vários acidentes com barragens foram registrados no Brasil nas últimas décadas. O ano de 2015 foi marcado pelo maior acidente com barragem já registrado no país em termos de impactos socioeconômicos: o da barragem do Fundão em Mariana. Não é um caso isolado. Somente em 2004, estima-se que mais de 300 barragens, de diversos tamanhos e tipos, tenham se rompido em todo o país; a maioria por incapacidade de suportar os eventos extremos ocorridos naquele ano (Menescal, 2004).

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

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

As preocupações estão relacionadas com um conjunto de problemas que vão desde a deterioração, a falta de manutenção, a possibilidade de rupturas, a ocorrência de acidentes, a ocupação inadequada de áreas à jusante, etc. Problemas que podem ameaçar às diferentes formas de vida, desencadear problemas de saúde e de degradação ambiental (Brasil, 2002).

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

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



Açude Germinal – Foto: Cogerh

A Lei Federal n.º12.334/10 apresenta no artigo 6º os seguintes instrumentos para a execução da referida Política, a saber: o Plano de Segurança de Barragem, o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente - SINIMA, o Sistema de Classificação de Barragens por Categoria de Risco e por Dano Potencial Associado, o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e o Relatório de Segurança de Barragens.

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

De acordo com PNSB, a Cogerh é classificada como empreendedora de barragens e contabiliza 89 barragens sob sua responsabilidade, sendo 23 delas situadas na RH das Bacias Metropolitanas.

10.1 A gestão da segurança de barragens pela Cogerh

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

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

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

O setor de Segurança de barragens desta Companhia está inserido na Diretoria de Operações – Diope e conta com o apoio de 10 Gerências Regionais. A Gerência de Segurança e Infraestrutura - Gesin é composta

pelo núcleo de infraestrutura e está sob sua responsabilidade a execução do Programa de Gestão de Segurança de Barragens, composta por três eixos: Monitoramento, Manutenção e Gestão de Riscos.

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

O Relatório Anual de Segurança de Barragens - RASB referente a 2022 elaborado pela Cogerh, traz informações sobre a situação dessas estruturas no estado do Ceará, conforme declaração da Companhia aos órgãos fiscalizadores, Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará SRH-CE e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA.

Desde 2007, a Companhia produz o RASB, que pode ser acessado na sua página na internet. O documento tomado como referência das informações apresentadas neste item, apresenta a análise das inspeções realizadas nas barragens durante o ano de 2022, classificando-as quanto à prioridade de recuperação e recomendações para garantia de segurança destas barragens. Até o RASB 2021 era incluído ainda a classificação das barragens estaduais quanto à categoria de risco e de dano potencial associado.

10.1.1 Classificação da barragem quanto à prioridade de recuperação

A priorização das ações de recuperação e reabilitação das estruturas é estabelecida por meio de uma metodologia que classifica, com base em uma ponderação estatística, os casos críticos para os quais serão

estabelecidas metas para resolução dos problemas associados às principais anomalias.

O monitoramento é realizado através das Inspeções de Segurança Regular (ISR) e Instrumentação de Barragens. Atualmente 25 barragens possuem monitoramento por instrumentação, com instrumentos do tipo piezômetro, medidores de nível d'água, medidores de vazão de percolação e marcos de recalque. Destas, 23 já eram acompanhadas e 2 foram incluídas em 2022, sendo Germinal e São José III.

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

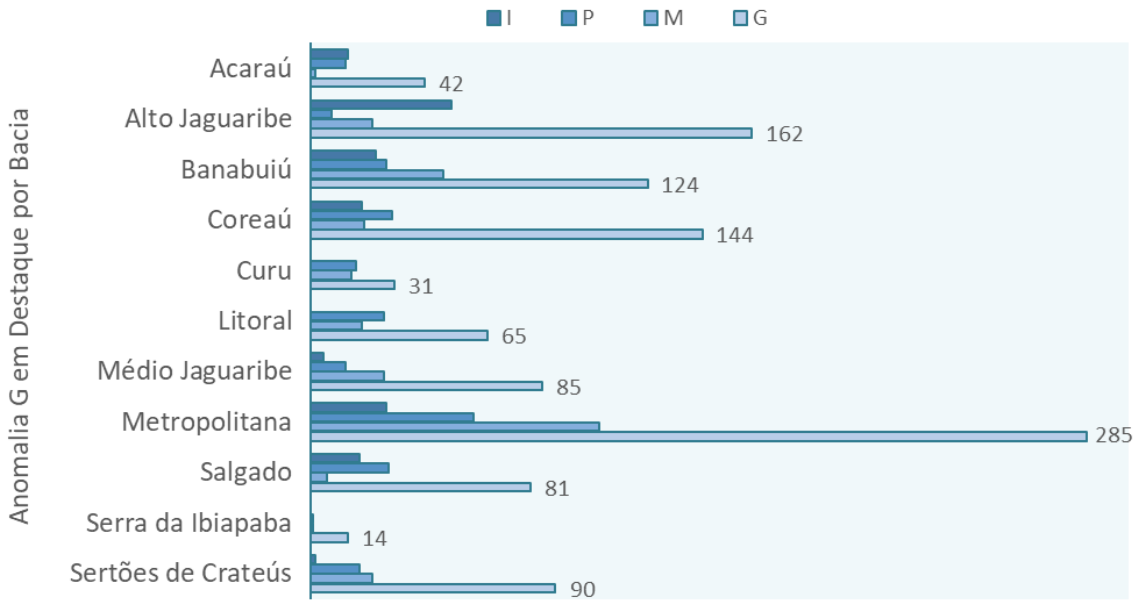
As inspeções realizadas são cadastradas no Sistema Integrado de Informações de Gestão de Recursos Hídricos - Sigerh e são validadas pela Gesin. O principal resultado da ISR é a classificação das barragens da Companhia quanto à sua prioridade de recuperação. Ademais, é possível diagnosticar as anomalias, identificando sua localização mais frequente e a evolução do nível de perigo. Importante ressaltar que as manutenções em barragens são realizadas pela Gesin, quando se trata de manutenções de grande porte. As anomalias de magnitude P e M são corrigidas, respectivamente, pelo Agir e Gerências Regionais.

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

Em 2022, foram realizadas 267 inspeções regulares nas barragens monitoradas. Nas 89 barragens estaduais, para o segundo ciclo foram identificadas 1820 anomalias, as quais 1123 com magnitude Grande, 291 Média, 244 Pequena e 162 Insignificante.

Observa-se que, em 2022, na RH das Bacias Metropolitanas registrou 479 anomalias, sendo 285 (59,5%) classificadas como de grande magnitude, conforme expresso na Figura 10.1.

Figura 10.1 - Distribuição das anomalias por magnitude por região hidrográfica



Fonte: RASB/COGERH, 2022

O cálculo do Nível de Perigo da Barragem - NPB consiste na estimativa da vulnerabilidade estrutural e operacional. Ele envolve o somatório dos produtos obtidos através da atribuição de pesos distintos, em

consonância com a gravidade da anomalia observada nos níveis de perigo (Tabela 10.1), conforme Equação 1:

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

Tabela 10.1 - Pesos dos níveis de perigo

Nível de Perigo	Peso
NP0 (Nenhum)	0
NP1 (Atenção)	1
NP2 (Alerta)	4
NP3 (Emergência)	9

Fonte: Fontenelle, 2007.

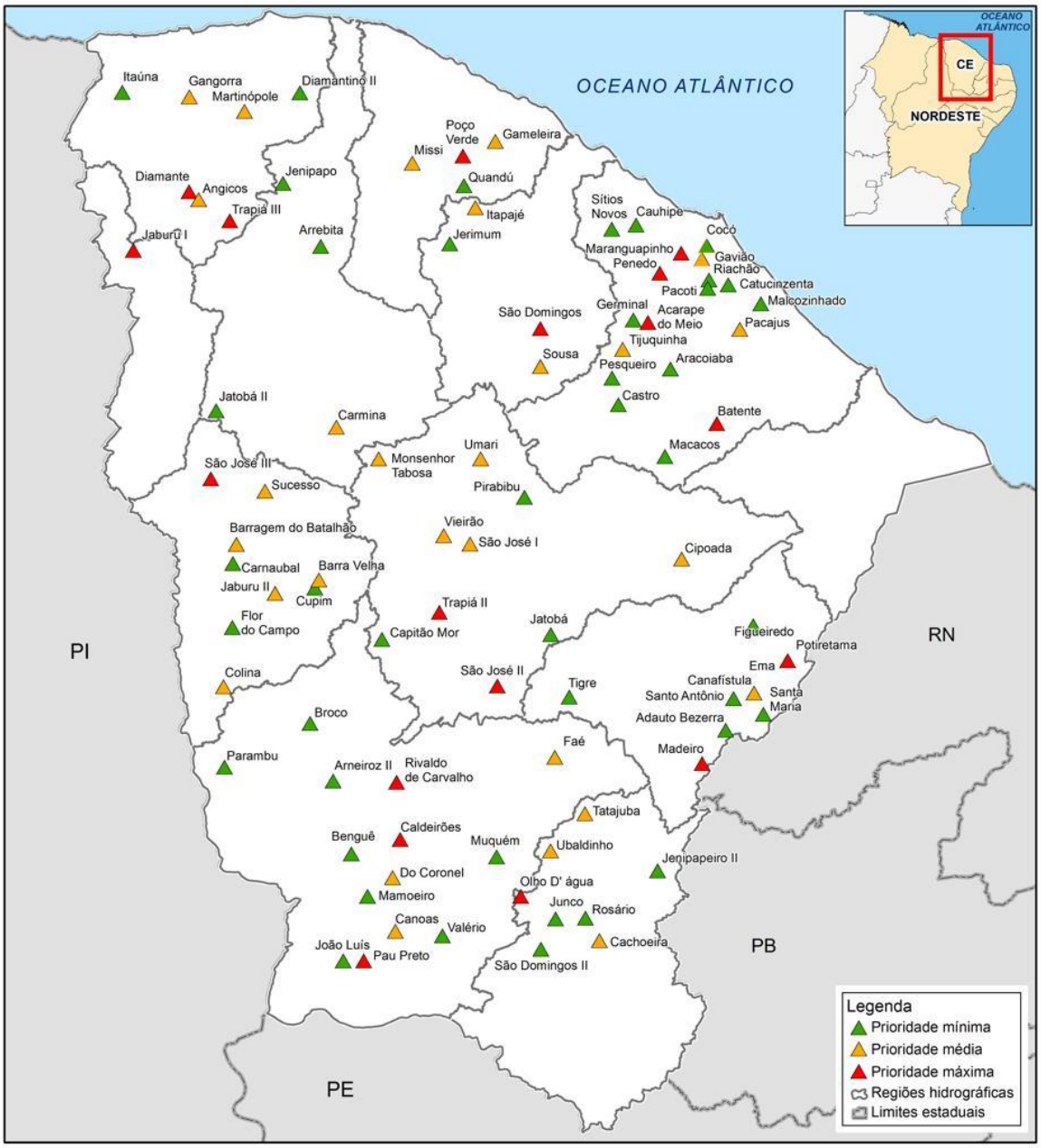
A Tabela 10.2 expõe o nível de priorização para recuperação. As barragens com NPB igual a 0 não precisam de intervenção. Quando o NPB é inferior a 3 a prioridade de intervenção é mínima. Caso o NPB varie entre 4 e 8, consideram-se prioridade média de intervenção. As barragens que apresentam NPB maior ou igual a 9 apresentam prioridade de intervenção máxima.

Tabela 10.2 - Nível de Priorização para Recuperação

NPR ≥ 9	8 ≤ NPR ≥ 4	NPR ≤ 3
Máximo	Médio	Mínimo

Desta forma, para 2022, foram classificadas 42 barragens com prioridade mínima, 29 barragens com prioridade média e 18 barragens com prioridade máxima. Vale destacar que das barragens com **NPR máximo**, quatro se encontram na RH das Bacias Metropolitanas - Acarape do Meio, Batente, Maranguapinho e Penedo.

Figura 10.2 – Priorização das barragens para recuperação por região hidrográfica



10.2 Ações desenvolvidas pela GESIN na RH das Bacias Metropolitanas

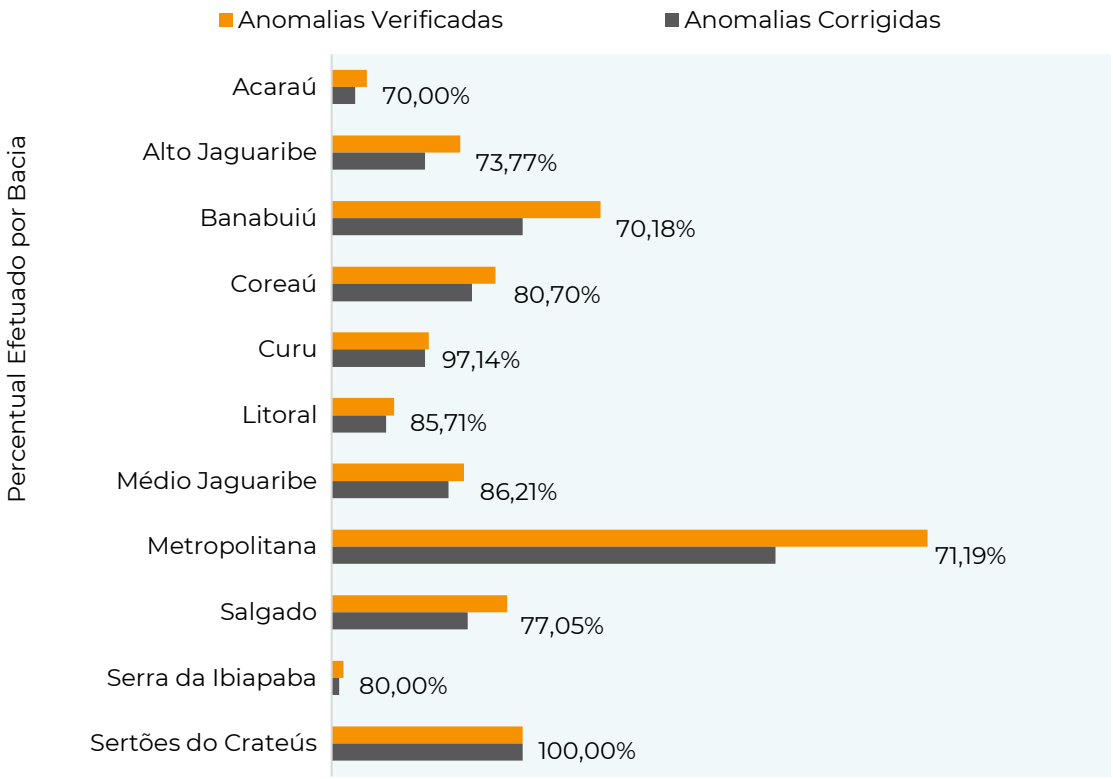
10.2.1 Correção de Anomalias em Barragens

A Correção de Anomalias em Barragens é um indicador regional da Companhia, apresentado mensalmente no Fórum de Avaliação e Gestão – FAG, cuja finalidade é obter a meta de 65% de resolução das anomalias identificadas em cada barragem com magnitude P e M (correspondente aos pesos, 0,5 e 1,0, respectivamente). Do total de 478 anomalias

identificadas em 2022, 383 foram corrigidas, garantindo o alcance da meta prevista em todas as barragens, conforme informações do RASB 2022.

Na RH das Bacias Metropolitanas, registra-se que das 83 anomalias classificadas como magnitude média, 54 foram corrigidas e das 70 com magnitude pequena, 60 anomalias foram corrigidas, atingindo o total 71,2% de correções de anomalias, conforme pode ser visualizado na Figura 10.3.

Figura 10.3 - Percentual de anomalias corrigidas por Região hidrográfica (2022)



10.2.2 Monitoramento da instrumentação das barragens da RH das Bacias Metropolitanas

Com o objetivo de identificar previamente possíveis situações de risco nas estruturas e viabilizar as providências necessárias para a operação normal da barragem, a Gesin faz o monitoramento da instrumentação operante.

Para que seja possível a análise, as Gerências Regionais da COGERH, responsáveis por cada barragem instrumentada, enviam os registros das leituras feitas ao longo do mês, possibilitando a elaboração dos gráficos e o cálculo de dois indicadores criados pela Gerência: efetividade de leitura e percentual anômalo.

Tem-se por efetividade de leituras o percentual de leituras que foram registradas por cada instrumento em relação ao total registrado durante o período de operação; percentuais abaixo de 90% são considerados anormais.

A instrumentação de barragens é designada como o conjunto de dispositivos instalados nas estruturas e em suas fundações objetivando a análise periódica de informações com base em valores de controle estabelecidos, e fundamentais para predição ou detecção de eventuais anomalias. O monitoramento da instrumentação é uma das atividades integrantes da gestão de segurança, contribuindo para identificação prévia de possíveis situações de risco nas estruturas e para o desenvolvimento assertivo de ações necessárias para a normal operacionalidade da barragem.

A auscultação por instrumentação geotécnica das barragens incluiu piezômetros (PZ) de tubo aberto - Standpipe, medidores de Nível d'Água (MNA), marcos de recalque (MR) e Medidores de vazão de percolação (MV).

Na Cogerh, atualmente 25 barragens possuem monitoramento por instrumentação, sendo seis delas na RHBM- Sítios Novos, Maranguapinho, Gavião, Germinal, Pesqueiro e Aracoiaba.

10.3 Plano de segurança de barragens

A Lei n° 12.334/2010 estabelece, como um dos instrumentos desta política, a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB) e em

seu Artigo 17, inciso VII, atribui aos empreendedores e aos responsáveis técnicos por eles escolhidos a responsabilidade por desenvolver e implementar o PSB, de acordo com metodologias e procedimentos adequados para garantir as condições de segurança necessárias.

O plano deve conter dados técnicos da barragem, dados de construção, operação e manutenção, e panorama do estado atual da segurança por meio das inspeções realizadas. Em determinados casos, deve conter também o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Como órgão empreendedor de barragens, a COGERH deverá desenvolver ações para garantir a segurança dessas estruturas. Desta forma, para atendimento a PNSB e a Resolução nº 236/2017 da Agência Nacional de Águas (ANA), que exige do empreendedor a elaboração e a atualização do PSB.

O PSB é dividido nos seguintes volumes:

Volume I - Informações Gerais;
Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento;
Volume III - Planos e Procedimentos;
Volume IV - Registros e Controles;
Volume V - Revisão Periódica de Segurança da Barragem;
Volume VI - Plano de Ação de Emergência.

Dos seis volumes que compõem o Plano de Segurança de Barragem – PSB, os dois últimos - Volume V: Revisão Periódica de Segurança da Barragem e Volume VI: - Plano de Ação de Emergência - requerem a contratação de consultoria especializada. Ressalta-se que a COGERH está desenvolvendo com equipe própria os quatro primeiros volumes do PSB e que será necessário contratação de equipe especializada para desenvolvimento dos volumes V e VI.

Atualmente, somente três barragens no Estado possuem PSBs completos, são elas: Jaburu I (RH Serra da Ibiapaba), Jaburu II e Do Batalhão (ambas na RH Sertões de Crateús). A barragem do Gavião se encontra em processo de contratação do PSB completo. Outras 78 barragens no Ceará possuem dados suficientes para elaboração dos volumes I ao IV, ou seja, 312 volumes são passíveis de elaboração. Destes, ao longo dos últimos quatro anos 249 volumes foram elaborados pela equipe interna da Cogerh. Será necessário uma equipe especializada para a elaboração dos volumes V e VI dos PSBs.

Na RH das Bacias Metropolitanas existem 18 barragens com algum volume do PSB elaborado (Tabela 10.3).

Tabela 10.3 - Lista das barragens e seus volumes do PSB produzidos

Barragem	Volume 1	Volume 2	Volume 3	Volume 4	Volume 5	Volume 6
Acarape do Meio	SIM	-	-	-	-	-
Aracoiaba	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Batente	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Castro	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Catucinzenta	SIM	SIM	SIM	-	-	-
Cauhipe	SIM	SIM	SIM	-	-	-
Cocó	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Germinal	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Macacos	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Malcozinhado	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Maranguapinho	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Pacajus	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Pacoti	SIM	SIM	-	-	-	-
Penedo	SIM	-	-	-	-	-
Pesqueiro	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Riachão	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Sitios Novos	SIM	SIM	SIM	-	-	-
Tijuquinha	SIM	-	-	-	-	-

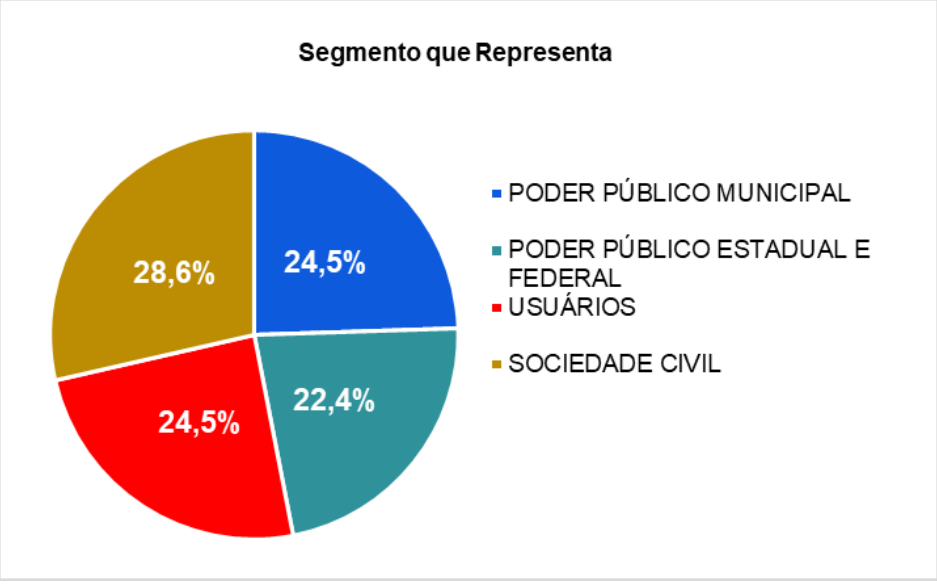
Fonte: RASB 2022

11 SÍNTESE DOS QUESTIONÁRIOS

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

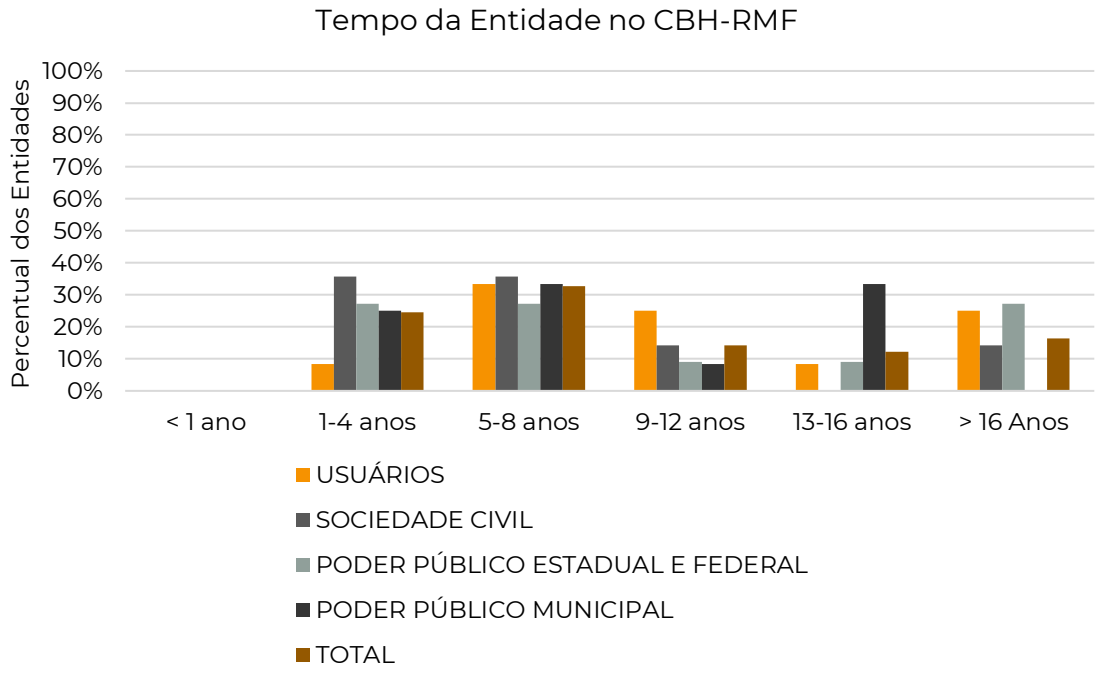
A pesquisa foi realizada por meio da aplicação de questionários semiestruturados, e aplicados de maneira virtual. Os questionários foram enviados para todos os representantes do CBH, sendo respondidos por 49 de seus representantes – 22 do poder público (municipal, estadual e federal) (46,9%), 12 do setor usuários (24,5%), e 14 da sociedade civil (28,6%), conforme apresentado na Figura 11.1.

Figura 11.1 - Participação nos questionários aplicados na RHBMpor setor do CBH



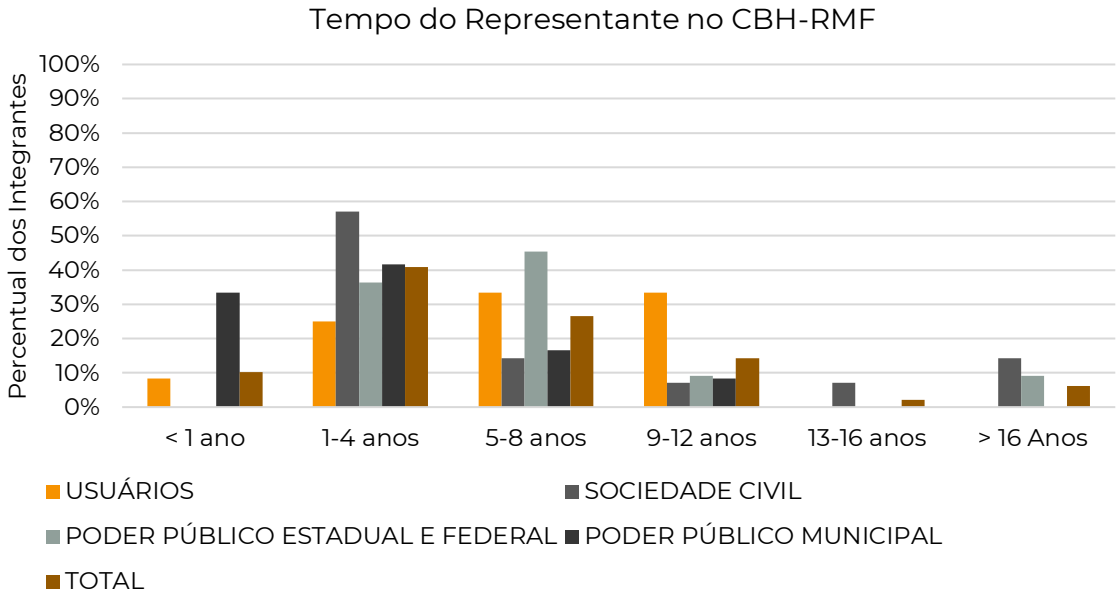
As perguntas iniciais visavam traçar o perfil dos participantes do CBH das Bacias Metropolitanas (CBH-RMF). Em relação ao tempo de participação da entidade a qual representam no CBH (Figura 11.2), percebe-se que 49% (coluna Total) participa há mais 5 anos. Dentre as entidades do setor usuário, 66% participam entre 5 e 12 anos do CBH. Observa-se que as entidades do Setor Público (PP) e as do Usuário (U) são as mais longevas: 27% do PP Estadual e Federal participam há mais de 16 anos; 33% do PP Municipal participam de 13-16 anos. Já as do U, 25% participam há mais de 16 anos.

Figura 11.2 - Tempo da Entidade no CBH-RMF - Poder Público, Sociedade Civil ou Usuário



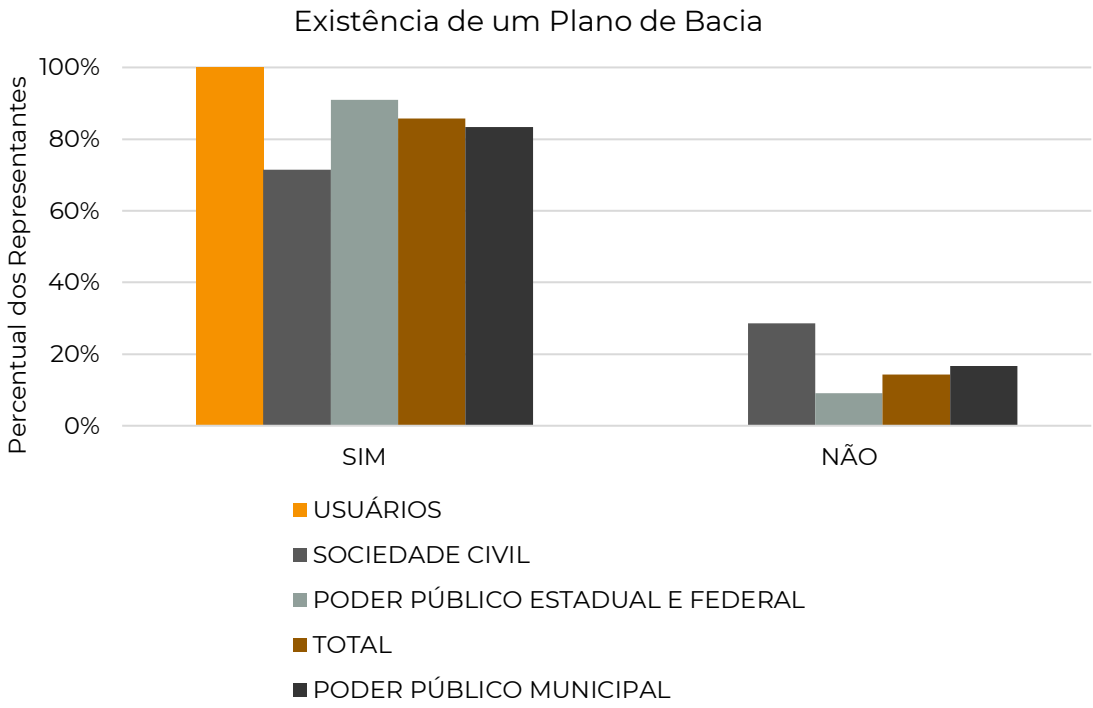
Com relação ao tempo do representante no CBH (Figura 11.3), apenas 10% do total atua há menos de 1 ano. Cerca de 66% dos membros que fazem parte do setor usuário participam do CBH entre 5 e 12 anos, 57% dos membros da SC participam entre 1 e 4 anos, e 75% dos representantes do poder público Municipal compõe o CBH entre 1 e 4 anos. Os do PP Estadual e Federal são mais antigos, representando suas entidades no CBH entre 5 e 12 anos.

Figura 11.3 - Tempo de participação do representante no CBH-RMF



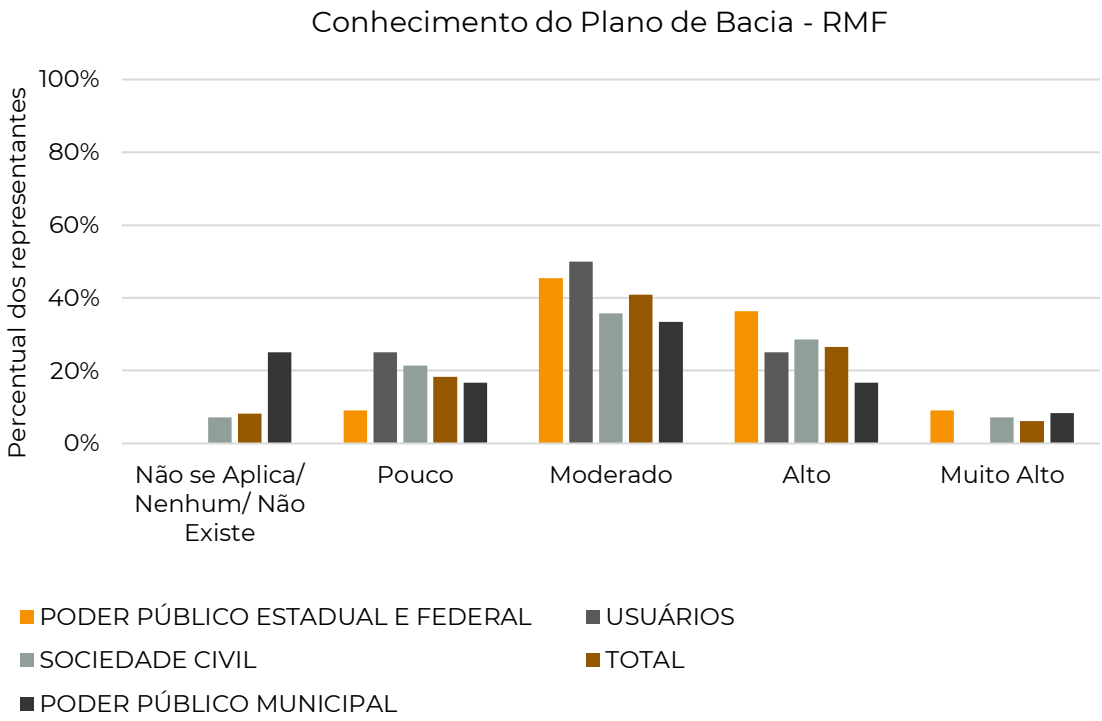
Indagados sobre à existência de um plano de Recursos Hídricos para a Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, no ano de 2010, quase 90% dos respondentes disseram saber da sua existência (Figura 11.4).

Figura 11.4 - Nível de conhecimento dos membros do CBH-RMF em relação à existência de plano anterior



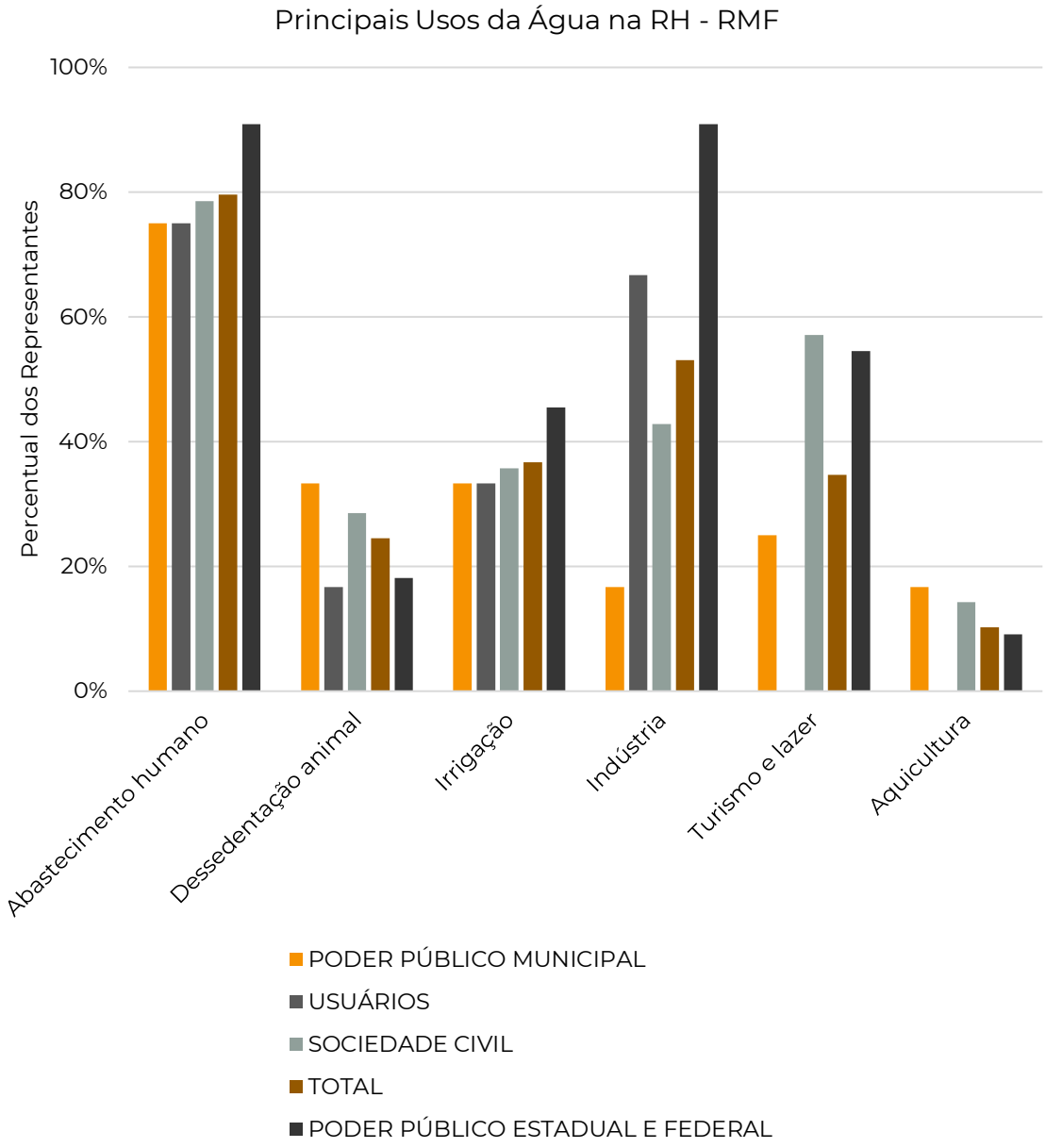
Ainda relacionado ao tema anterior, perguntou-se qual o nível do conhecimento do respondente sobre o Plano de RH da Região Hidrográfica anterior (1 – pouco, 2 – moderado, 3 – alto e 4 – muito alto). Observa-se na Figura 11.5 que a maioria dos entrevistados considera seu conhecimento entre moderado (2) e alto (3). Tal fato evidencia como é importante criar espaços para debater sobre esses instrumentos da política de recursos hídricos.

Figura 11.5 - Nível de conhecimento dos membros do CBH-RMF em relação ao Plano de Bacia anterior



No processo de planejamento, é necessário identificar os principais usos da água na Região Hidrográfica. Segundo a totalidade dos entrevistados, os principais usos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas são: abastecimento humano (apontados por 80% dos entrevistados); indústria (53%); dessedentação animal (24%); irrigação (37%); uso para lazer e turismo (35%), e uso econômico para aquicultura (10%) (Figura 11.6). Sendo assim, os principais usos da RH, segundo os entrevistados, são abastecimento humano e indústria, seguido por irrigação conforme já apresentado no Capítulo 3 (Demanda).

Figura 11.6 - Principais usos da Água na RH das Bacias Metropolitanas



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

Os problemas identificados pelos membros do CBH estão apresentados na Tabela 11.1, com a nomenclatura utilizada nos gráficos na sequência.

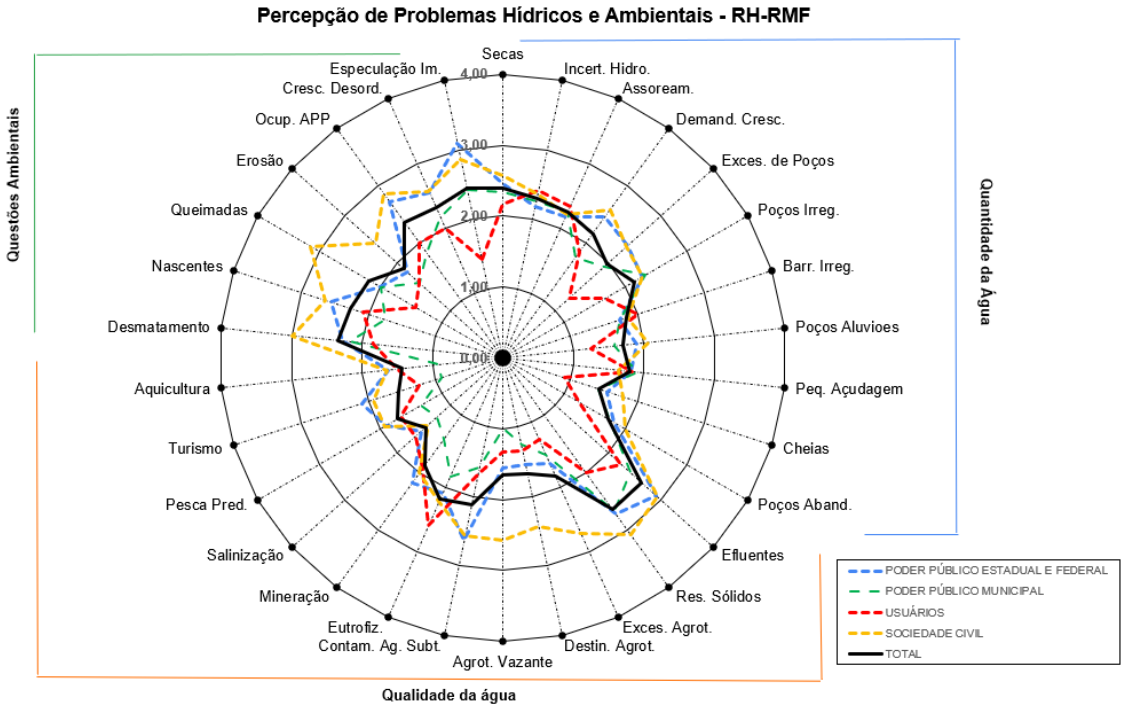
Tabela 11.1 - Ocorrência de problemas hídricos e ambientais na RHBM

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

Foi feito uso da escala Likert – 0 a 4 - possibilitando aos representantes assinalar mais de um item e atribuir graduações de intensidade de ocorrência (1 =pouco, 2 = moderado, 3 = alto e 4 = muito alto), ou informar que o problema listado não existe na sua região hidrográfica (=0). A Figura 11.7 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos problemas ambientais e hídricos (qualidade e quantidade).

Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores problemas ligados à qualidade de água são os efluentes e os resíduos sólidos. Esta percepção é partilhada por todos os segmentos do CBH, com especial ênfase por parte da Sociedade Civil (linha amarela), que também se preocupa com os agrotóxicos - excesso de agrotóxicos, a destinação e seu uso nas vazantes), além da contaminação da água subterrânea. Embora partilhe da mesma opinião, tais problemas tem uma gravidade menor na percepção dos usuários (linha vermelha), que coloca também como preocupante principalmente a eutrofização.

Figura 11.7 - Percepção de problemas hídricos e ambientais



Quanto aos problemas associados à quantidade de água, os membros não apontaram nenhum problema mais grave na RH; os que tem maior relevância são os poços irregulares e a pequena açudagem. Os poços foram abordados no Capítulo 4 (Oferta). Mais uma vez, a Sociedade Civil (linha amarela) tem a percepção que os problemas têm gravidade maior que os setores Usuário e Poder Público. A Sociedade Civil também aponta para problemas graves relacionados à demanda crescente, excesso de poços e poços abandonados e irregulares. Os problemas de menor importância, na visão geral do CBH, foram as cheias (que não faz parte da memória recente dos membros em função da seca iniciada em 2012).

Em relação aos problemas ambientais, o CBH em geral (linha preta) apontou com maiores preocupações com desmatamento, queimadas e ocupação das APPs.

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

A pesquisa também buscou mapear os conflitos (prováveis e/ou existentes) percebidos pelos membros do CBH. Os conflitos apontados nos questionados são apresentados na Tabela 11.2, com a nomenclatura utilizada.

Tabela 11.2 - Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes)

Nomenclatura	Categoria	Percepção da incidência dos Conflitos (prováveis e existentes)
Abas. Hum x Ind.	**Conflito entre usos**	Abastecimento humano x Uso industrial
Abas. Hum x Pisc.		Abastecimento humano x Piscicultura no espelho d'água
Abas. Hum x Pesca		Abastecimento humano x Pesca predatória
Abas. Hum x Irrig.		Abastecimento humano x Irrigação
Abas. Hum x Pecuar.		Abastecimento humano x Criação de animais nas margens dos corpos hídricos
Abas. Hum x Lazer		Abastecimento humano x Lazer
Abas. Hum x Furto		Abastecimento humano x Furto de água bruta nas adutoras
Abas. Hum x Tur.		Abastecimento humano x População flutuante (turismo)
Abas. Hum x Carcin.		Abastecimento humano x Carcinicultura
Ind. X Pisc.		Uso industrial x Irrigação
Irrig. X Pisc.		Irrigação a jusante x Piscicultura no espelho d'água
Irrig. X Pesca		Irrigação a jusante x Pesca
Perim Pub. X Abast. Hum.		Perímetros públicos irrigados x Abastecimento humano
Irrig. X Vazant.	**Conflito entre usuários**	Irrigação a jusante x Uso de vazante
Perim. Pub. X Irr. Priv.		Perímetros públicos irrigados x Irrigação privada
Irrig. X Irrig.		Conflito entre irrigantes a jusante dos açudes
Nascent. X Prop. Priv.	**Outros conflitos**	Conservação de nascentes x Propriedades particulares
Comunid. Trad. X Ind		Uso industrial x Comunidades tradicionais
Comunid. Trad. X Carcin.		Comunidades tradicionais x Carcinicultura
Comunid. Trad. X Esp. Imobiliária		Comunidades tradicionais x Especulação imobiliária
Quebra Aloc. Poder Público	**Conflitos de alocação**	Não cumprimento de acordo de alocação pelo poder público
Quebra Aloc. Usuário.		Quebra do acordo de alocação por parte dos usuários
Transf. Açudes		Transferência de água entre açudes
Transf. Bacias		Transferência de água entre bacias
Transf. Estado		Liberação de água para outro estado

A Figura 11.8 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere aos conflitos prováveis e existentes na RH.

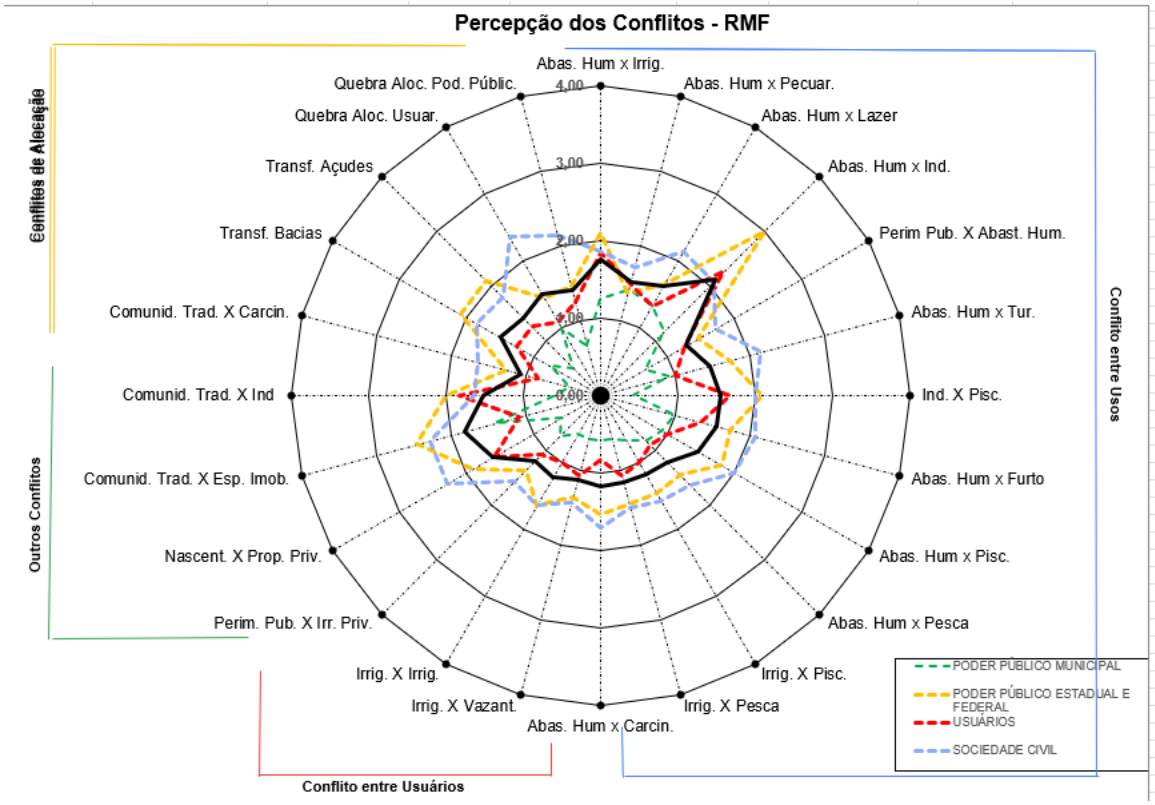
Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os maiores conflitos entre usos são entre abastecimento e indústria. A Sociedade Civil (linha amarela) tem a percepção de uma maior gravidade dos conflitos e

aponta ainda também conflitos entre o abastecimento humano e a psicultura. Já os Usuários (linha vermelha) apontam o conflito entre abastecimento humano e irrigação.

Em relação aos conflitos entre usuários, a totalidade do CBH (linha preta) não apontou nenhum conflito preponderante nesta categoria. Em relação a conflitos de alocação, os Usuários citam a as transferências entre bacias. A Sociedade civil (linha azul) e o poder público estadual e federal (linha amarela) têm a percepção que os conflitos são maiores nesta categoria. Os dois setores apontam com relevante.

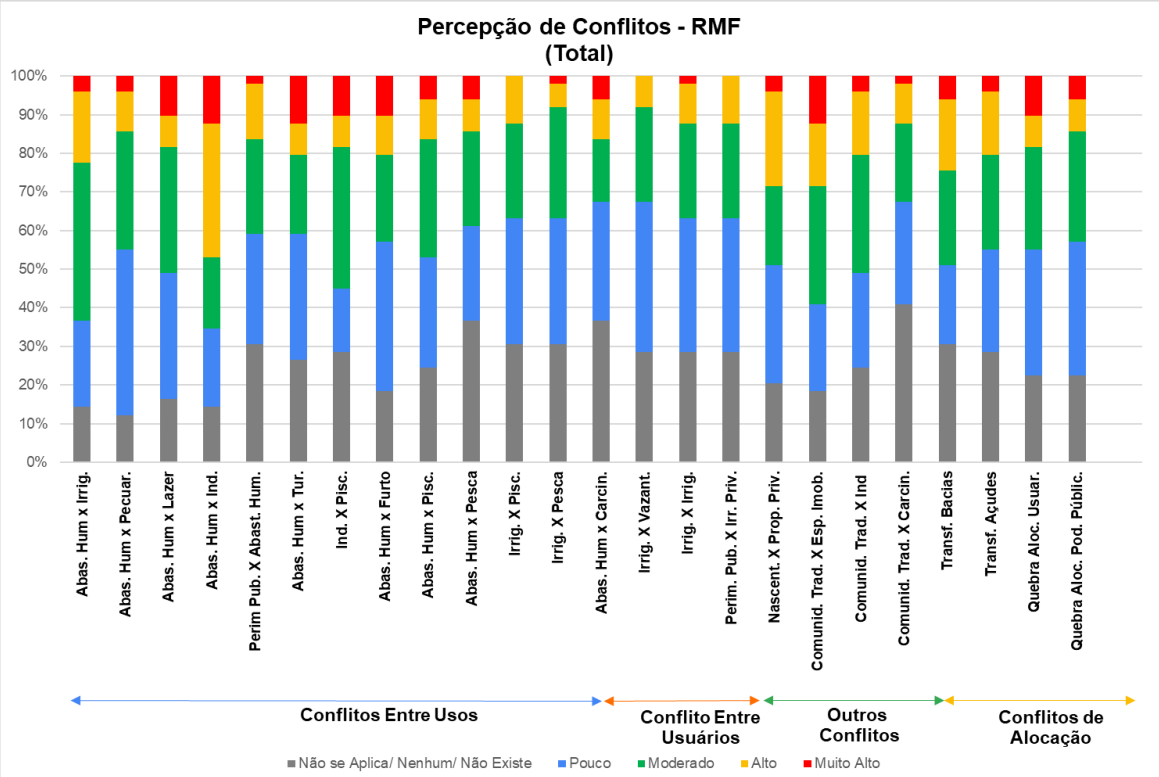
Nos outros conflitos destaca-se o conflito entre as comunidades tradicionais e a especulação imobiliária.

Figura 11.8 - Mapeamento da percepção de ocorrência de conflitos pelo CBH



Observa-se que, na percepção geral dos membros do CBHSC, os conflitos não são muito acentuados na Região, com a maioria dos entrevistados indicando que os conflitos estão na categoria moderado (2), pouco (1) ou inexistente (0), a exceção do conflito entre abastecimento e indústria, onde mais de 50% dos entrevistados classificaram como conflito alto ou muito alto (Figura 11.9).

Figura 11.9 - Percepção dos Conflitos – Todos os Entrevistados



Os membros que responderam os questionários não identificaram nenhum outro conflito na bacia, além dos aqui listados.

Outro aspecto abordado nos questionários foram os aspectos institucionais e gerenciais da Região Hidrográfica em estudo. Todas as questões listadas no questionário são apresentadas na Tabela 11.3, com a nomenclatura utilizada.

Tabela 11.3 - Análise dos Aspectos Gerenciais e Institucionais

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

A Figura 11.10 sintetiza a percepção dos respondentes dos questionários no que se refere às questões institucionais e gerenciais na RH.

Na visão conjunta dos respondentes (linha preta), os respondentes têm a percepção as decisões de fóruns como o CBH, as comissões gestoras e o CONERH são efetivamente incorporadas, porém, a percepção do

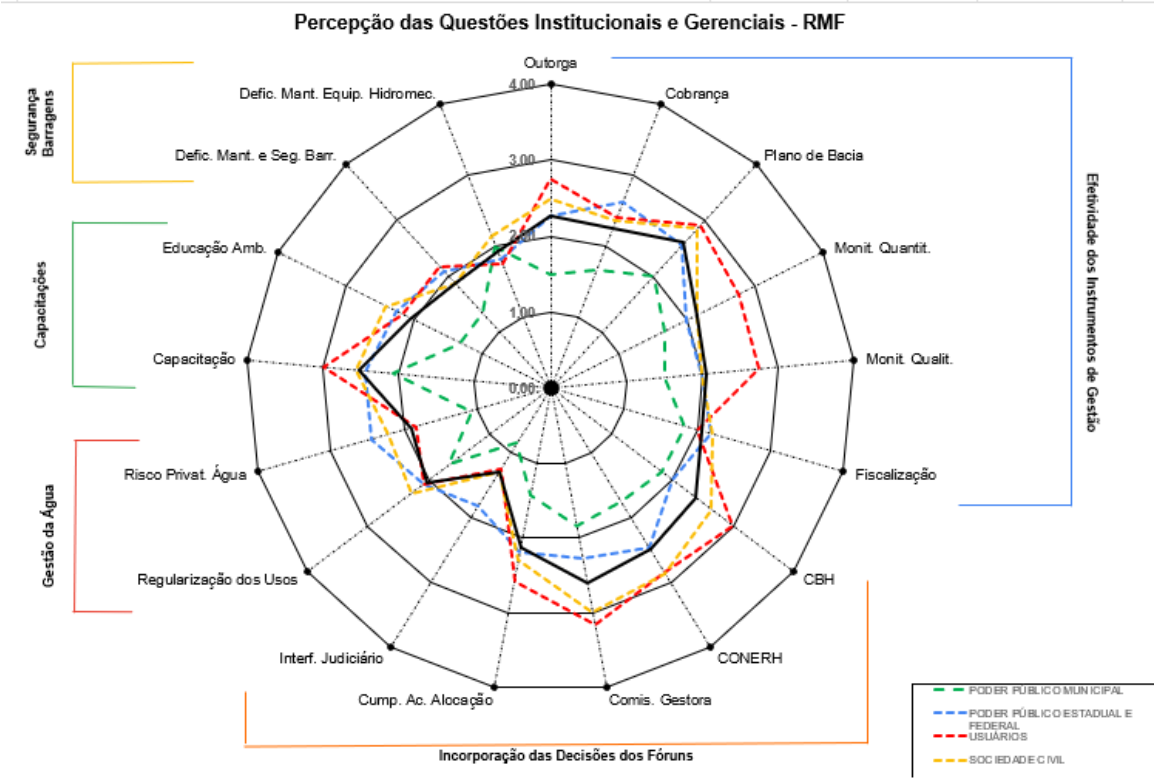
cumprimento dos acordos de alocação é um pouco mais baixa. O CBH também entende que não há interferência do judiciário

Em relação aos instrumentos de gestão, a percepção é que os planos de RH e os monitoramentos qualitativo e quantitativos são os mais efetivos. Merece destaque a importância do plano de bacia perante o setor Usuários. A o PP Estadual e Federal dá à cobrança mais importância que os demais setores do CBH.

Nota-se que os membros também apontam como problema a manutenção e segurança das barragens da região.

Questões relacionadas à capacitação se mostraram ainda bastante relevantes na percepção do CBH, mais na ótica dos Usuários. O CBH vê como risco baixo a privatização da água (principalmente o Usuário).

Figura 11.10 - Mapeamento da percepção dos aspectos Institucionais e Gerenciais pelos membros do CBH-RMF



Além das questões de percepções descritas anteriormente, os membros do CBH foram também indagados com uma questão aberta sobre a importância do Plano de Bacia na implementação da Política de Recursos Hídricos na sua região hidrográfica.

Ao responder esta questão, a grande maioria do CBH reconhece sua função como instrumento de planejamento de políticas públicas, auxiliando na definição de alternativas na utilização dos recursos hídricos e orientando a tomada de decisão, minimizando as incertezas de cenários de conflitos pelo uso da água. Outros falaram da importância de se ter um plano participativo, outros da modernidade de se incluir as possibilidades climáticas; outros falaram significa munir o estado e a sociedade de um instrumento que assegure uma melhor gestão dos recursos hídricos, fazendo bom uso deles e planejando estratégicas de superação das crises por sua falta.

Ao final do questionário, os respondentes foram convidados a relatar suas expectativas em relação ao plano de bacia. Percebeu-se que há uma grande expectativa em relação às ações que o plano deve contemplar. Os representantes pontuaram a recuperação de áreas degradadas, delimitação das margens dos açudes públicos, a elaboração de projetos e ações que garantam a sustentabilidade hídrica tanto do ponto de vista quantitativo com o qualitativo dentro de um horizonte de planejamento de médio/longo prazo, ações de proteção de áreas de recarga de aquífero, uma maior fiscalização nas margens das nascentes e ao uso indiscriminado das águas, a participação real da sociedade civil na tomadas de decisões, e ações voltadas ao reuso de água.

12 REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. Geomorforlogia, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.

AB'SABER, Aziz Nacib. Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019.

_____. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.

_____. Portal HidroWeb v3.2.6. 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/HidroWeb/apresentacao>. Acesso em: julho, 2020.

ALEXANDRE, A. M. B.; SOUZA FILHO, F. A.; CAMPOS, J. N. B. Incorporação do Impacto da Rede de Reservatórios Superficiais Artificiais de Caráter Intranual na Modelagem Hidrológica Chuva-Vazão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, p. 67-82, 2013.

ALMEIDA, L. & CARVALHO, P. Riscos naturais e sítio urbano - inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia. 11. 10.20502/rbg.v11i2.150.

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.

ANDRADE, J. H. R. and FERNANDEZ, O. V. Q. (2023) 'Mudanças morfológicas na seção transversal de um rio com alta açudagem: estudo de caso no rio Jaguaribe no município de Quixeré - Ceará', Boletim de Geografia, 40, pp. 385–398. doi: 10.4025/bolgeogr.v40.a2022.e63261.

ARAÚJO, J. C.; BRONSTERT, A. A method to assess hydrological drought in semi-arid environments and its application to the Jaguaribe River basin, Brazil. Water International, v.41, n. 2, p. 213-230, 2016.

BARRETO, F. A. F.; DALTRO, França, J. M.S. de; PEREIRA, R. A. de C. EVIDÊNCIAS SOCIOECONÔMICAS RECENTES NO CEARÁ: CHOQUES ADVERSOS, AVANÇOS E DESAFIOS. ISBN: 978-65-990380-8-2. 330 páginas. SEPLAG / IPECE - Formato Digital.

BASTOS, F. de H. Movimentos de massa no Maciço de Baturité (Ce) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2012. 257 f.

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994.

BETARD, F.; PEULVAST, J.P.; SALES, V. Claudino. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. Mercator, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 107-126, jul./dez. 2007.

BIANCHI, L.; PADILHA, M.W.M.; TEIXEIRA, J.E.M. – 1984 – Recursos de água subterrânea na R.M.F. Fatores condicionantes. In : Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da R.M.F. – Fase I. Fortaleza. SEPLAN – AUMEF, v. 1, 139 p.

BRANDÃO, R.L.; 1995. "Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza", CPRM, Fortaleza-CE

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

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO N° 357, de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas Metropolitanas, 2000, atualizado em 2010

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará. 2018

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno regional das bacias Metropolitanas / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009.

CPTEC/INPE. INFOCLIMA. BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS, Ano 15, N. 4, 2008. Disponível em:http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/infoclima/abr_2008.shtml.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [*et al*.]. – 5. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF : Embrapa, 2018

CABRAL, N. R. A. J.; GIRÃO, M. S. de L. F.; CASTRO, R.; HEMPEL, W. B. Índice de Sustentabilidade Ambiental: um instrumento de redistribuição de incentivos econômicos para a conservação ambiental nos municípios do Ceará. In: Ceará em Debate. Fortaleza: IPECE. PP 158-174. 2008.

CEARÁ, Secretaria da Saúde. Orientações Técnicas sobre Queimadas e Incêndios Florestais. Nota Técnica. N° 1, 2022. https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/Nota-Tecnica-Queimadas-no-1-11-11-2022.pdf Acesso em 16/05/2023.

Ceará. Assembleia Legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Caderno da bacia hidrográfica do Metropolitana [livro eletronico]: informações sobre saneamento básico. – Fortaleza: INESP, 2020. 2079 Kb; PDF. – (Pacto pelo Saneamento Básico. Ninguém fica para trás ; 11)

Cogerh, 2022. Relatório Anual de Segurança de Barragens (RASB 2022).

FEITOSA, F.A.C. Hidrogeologia: conceitos e aplicações / organização e coordenação científica / Fernando A.C. Feitosa ... [*et al*.] ... – 3. ed. rev. e ampl. – Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.

FUNAI - Fundação Nacional dos Povos Indígenas. https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas. Acesso em: 16/05/2023.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Projeto estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da bacia Metropolitana. Fortaleza: FUNCEME, v.1, 2002. 80p.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da Bacia Metropolitana. SRH/FUNCEME/PROURB-RH, Fortaleza, 2002.

GONÇALVES, W.A.; CORREIA, M.F.; ARAÚJO, L.E.; DA SILVA, D.F.; ARAÚJO, H.A. Vulnerabilidade Climática do Nordeste Brasileiro: Uma análise de eventos extremos na Zona Semi-árida da bacia hidrográfica do São Francisco, Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianopólis, 2006.

INCRA. https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. Medeiros, C.; Gomes, D.; Albuquerque, E; Cruz, M. L. (2011). Os recursos hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades. 10.13140/RG.2.1.1657.9289.

KOELFAT, A. C. A. C.; LIMA, B. P. ; CALDAS, M.S. Análise e Impacto dos Múltiplos Usos nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas a partir de uma visão hidroambiental. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves-RS. Associação Brasileira dos Recursos Hídricos, 2013.

LIMA, B. P., CALDAS, M. S., and CAMPOS, R. Subsídios para um plano de gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Maranguapinho–Ceará, PARTE II: ações legais e ações permanentes', pp. 1–14. 2007

MEDEIROS. J.H.A. Avaliação do impacto da pequena açudagem na vazão regularizada de um reservatório estratégico. Estudo de caso: açude Araras – Ce. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2016. 389p.

MENESCAL, R. A., FIGUEREDO, N. N., FRANCO, S. R. (2001) A Problemática das Enchentes na Região Metropolitana de Fortaleza. In: Anais eletrônicos do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju, 25-29/11/2001.

NASCIMENTO, F. R. do. Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao Manejo Geoambiental na Sub-Bacia do Baixo Pacoti – CE. (Dissertação de Mestrado),154p. UECE: Fortaleza, 2003.

NASCIMENTO, F. R.; CARVALHO, O. Ocupação, uso da terra e economia ambiental na bacia metropolitana do Pacoti - Nordeste do Brasil/CE. Revista da Casa da Geografia de Sobral, v. 4/5, p. 101-114, 2003.

NASCIMENTO, F. R. do; Carvalho, O. Gerenciamento ambiental em unidade de conservação: Bacia hidrográfica como estudo de caso. Geografia (Londrina), Londrina, v. 1, p. 111-130, 2003a.

NASCIMENTO, F. R. do. ; CARVALHO, O. . Ocupação, uso da terra e economia ambiental na bacia metropolitana do Pacoti - Nordeste do Brasil/CE. Revista da Casa da Geografia de Sobral, v. 4/5, p. 101-114, 2003b.

NASCIMENTO, F. R. do; CARVALHO, O. Conservação do Meio Ambiente e Bacia Hidrográfica: elementos para a sustentabilidade do desenvolvimento. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 32, p. 87-102, 2005.

NASCIMENTO, F. R. do. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – Ce. Niterói: tese de doutorado, 2006. 340p.

NASCIMENTO, F. R.; CARVALHO, O. Sub-compartimentação topográfica, caracterização e descrição das formas de relevo na bacia metropolitana do Pacoti em Fortaleza, CE. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 7, p. 19-26, 2010.

NASCIMENTO, F. R.; Souza ; Cruz, M. L. B. da . Diagnóstico socioeconômico da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité - Ceará. Raega (UFPR), v. 20, p. 19-33, 2010.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. Revista da ANPEGE, v. 7, p. 81-97, 2011.

NASCIMENTO, F. R. do. Manejo de água em bacias hidrográficas e desertificação - gestão e ações planejadas para zonas tropicais. In: Adriano Figueró e Cláudio de Mauro. (Org.). Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos. 1ed.Campina Grande: EPTEC, v. 1, p. 232-246. 2020.

PEREIRA, R.C.M.; SILVA, E. V. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.) Ceará: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

Prefeitura Municipal de Fortaleza. Ações da Prefeitura de Fortaleza erradicam 24 áreas de risco. 15 de March de 2023 em Fortaleza. https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/acoes-da-prefeitura-de-fortaleza-erradicam-24-areas-de-risco

Quesado Júnior, N., & Cavalcante, I. N. (2000). HIDROGEOLOGIA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ - BRASIL. *Águas Subterrâneas*. Recuperado de https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23528

RIBEIRO, Lucas Emerson U. e Nascimento, Flávio R. do. Pesquisadores identificam 103 lagoas em Fortaleza e pedem a criação de 18 Parques Urbanos. Diário do Nordeste. Fortaleza, 2023. https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/pesquisadores-identificam-103-lagoas-em-fortaleza-e-pedem-a-criacao-de-18-parques-urbanos-veja-mapa-1.3317869.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. Mercator, Fortaleza, v. 1, p. 95-112, 2002.

ROSS, J. L. S. O Registro cartográfico dos fatos Geomorfológicos e a Questão Taxonômica do Relevo. Rev. do Deptº de Geografia da USP. N. 6, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientesnaturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia. V.8, 1994.

SHIAU JT. Return period of bivariate distributed extreme hydrological events. Stoch Environ Res Risk Assess. 2003;17(1–2):42–57.

SOUZA, M. J. N. ; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação topográfica do Ceará. Revista Ciência Agronômica, ortaleza, v. 9, n. 1-2, p.77-86, 1979.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. Revista de Geologia, Fortaleza, v. 1, p. 73-91, 1988.

SOUZA, C.R. de G. Flooding in the São Sebastião region, northern coast of São Paulo State, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 70(2): 354-366. 1998.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. Mercator, Fortaleza, p. 9, p. 85-102, 2006.

TEIXEIRA, Z. A.; FILGUEIRA, J. G.; GARCÊS, A. S.; PEREIRA, D. M.; COUTINHO, G. M.; RODRIGUES, M. S. T. Gestão da bateria de poços no Distrito Taíba, São Gonçalo do Amarante, Ceará. In: Governo do Estado do Ceará - Secretaria do Planejamento e Gestão. Serviço Público no Estado do Ceará: práticas e reflexões. Fortaleza: Print Soluções Gráficas, 2022. v. 3, p. 213-229.

TIMÓTEO, S. de. Diretrizes para Estruturação de Plano de Segurança de Água para Eventos Extremos: Secas e Cheias. Estudo de Caso da Implantação da Sala de Situação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Fortaleza, 2014.

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

(MACEDO, 2010).

Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934.