



**VERSÃO FINAL**

# PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ



**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

Itogross 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: Ailla Thalita Carvalho do Nascimento

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

Ypióca Industrial de Bebidas Ltda  
Titular: Jorgeana Moraes 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 – 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

APREMAC – 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 Moraes  
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 dos Povos Indígenas  
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 Ademazinho Ponte de Holanda

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima  
Titular: Magda Marinho Braga  
Suplente: Wladimir 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	Henrique Manuel Santos Belém de Oliveira
Adahil Pereira de Sena	
Álvaro Ernesto Studart Teles	Humberto Bruno Queiroz Sena
Antônio Sílvio Nunes Costa	Joeni Bezerra Dantas
Áquila José Fonseca Araújo Gondim	José Alci Raulimo
Cláudia Maria de Souza Bezerra	José Reudson de Souza
Dário Macedo Lima	Luís Alexandre Belém de Oliveira
Fátima Lorena Magalhães Ferreira	Magda Marinho Braga
Francisco José Menezes Batista	Márcia Soares Caldas
Heitor de Mendonça Studart	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 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

Ticiano 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  
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  
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  
Mateus Perdigão de Oliveira  
Micaella da Silva Teixeira Rodrigues  
Renata Vinhas Cruz  
Zulene Almada Teixeira



# LISTA DE ABREVIACÕES

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APA - Área de Proteção Ambiental

BPMA - Batalhão de Polícia de Meio Ambiente

Cagece - Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

Ciopaer - Coordenadoria Integrada de Operações Aéreas

CMIP - *Coupled Model Intercomparison Project*

Cogerh - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

Ematerce - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

Funceme - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

hab - Habitantes

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFCE Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Ipece - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change - (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

IPD - Índice de Perdas na Distribuição

IQAR Índice de Qualidade de Água para Reservatórios

l - Litro

m - Metro

MMCs - Modelos de Mudança do Clima

PAE - Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará

PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal

PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragens

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação

RH - Região Hidrográfica

RHBM - Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

RMQA - Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas

SA - Sistema Adutor

Saae - Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Sema - Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Semace - Superintendência Estadual do Meio Ambiente

Sisar Sistema Integrado de Saneamento Rural

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos

SSP - *Shared Socioeconomic Pathways*

UC - Unidades de Conservação

un - Unidade

UFC - Universidade Federal do Ceará

VAB - Valor Adicionado Bruto

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do processo de construção dos cenários.....	23
Figura 2 - Participantes da terceira oficina de trabalho – Sementes do Futuro – Grupo Meio Ambiente.....	25
Figura 3 - Participantes da terceira oficina de trabalho – Sementes do Futuro – Grupo Oferta e Demanda.....	26
Figura 4 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM.....	38
Figura 5 - Downscaling.....	84
Figura 6 - Legenda dos Gráficos Populacionais.....	107
Figura 7 - Projeções Populacionais Urbanas – Total Municipal.....	110
Figura 8 - Projeção Populacional Urbana da RHBM.....	121
Figura 9 - Legenda dos Gráficos Populacionais.....	122
Figura 10 – Projeções Populacionais Rurais – Total Municipal.....	125
Figura 11 - Projeção Populacional Rural na RHBM.....	135
Figura 12 - Projeção Populacional Total na RHBM.....	137
Figura 13 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário I.....	139
Figura 14 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário II.....	142
Figura 15 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário III.....	144
Figura 16 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários por município da RHBM.....	150
Figura 17 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários nos municípios da RHBM.....	152

# LISTA DE MAPAS

MAPA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO.....	47
MAPA LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	48
MAPA LIMITES MUNICIPAIS RHBM .....	106

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo da estimativa de demanda na RHBM .....	36
Tabela 2 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM .....	38
Tabela 3 - Resumo das vazões afluentes, capacidade e Q90 dos 23 reservatórios da RHBM .....	40
Tabela 4 - Atendimento de água e esgoto.....	44
Tabela 5 - Variáveis-chave, parâmetros e hipóteses dos cenários 1, 2 e 3 da RHBM .....	60
Tabela 6 - Coeficiente de Variação das vazões afluentes anuais a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas e na situação de partida (Diagnóstico) .....	85
Tabela 7 - Média das vazões afluentes anuais futuras a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas e na situação de partida – m <sup>3</sup> /s (Diagnóstico) .....	86
Tabela 8 - Redução na média das vazões afluentes anuais futuras a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas em relação à situação de partida (Diagnóstico) (%) .....	86
Tabela 9 - Q90 <sup>1</sup> de cada reservatório RH das Bacias Metropolitanas considerando MMC selecionados e na situação de partida – m <sup>3</sup> /s (Diagnóstico) .....	87
Tabela 10 - Características dos novos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas .....	90
Tabela 11 - Resumo da Oferta Hídrica para a RHBM (em m <sup>3</sup> /s).....	92
Tabela 12 - Variáveis utilizadas no balanço hídrico futuro.....	100
Tabela 13 - População Recenseada em 2010 (Total Municipal e RHBM).....	105
Tabela 14 - População Urbana Recenseada e Projetada – Total Municipal .....	108
Tabela 15 - Projeção da População Urbana da RHBM .....	120
Tabela 16 - População Rural Recenseada e Projetada – Municipal.....	123
Tabela 17 - Projeção Populacional Rural – RHBM.....	134
Tabela 18 - Projeção Populacional Total na RHBM .....	136
Tabela 19 - Projeção do consumo per capita (l/hab. dia) para população urbana acima de 5000 habitantes.....	138
Tabela 20 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM – Cenário I .....	146
Tabela 21 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM - Cenário II .....	147
Tabela 22 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM - Cenário III .....	148

Tabela 23 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários por Município .....	149
Tabela 24 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários para a RHBM .....	152
Tabela 25 - Índice de Perdas de Distribuição Adotados.....	154
Tabela 26 - Demanda humana com Incorporação de IPD .....	154
Tabela 27 - Resumo das Demandas por Cenário Prospectivo .....	159
Tabela 28 - Resumo do Balanço Hídrico para a RHMJ (em m <sup>3</sup> /s) .....	161
Tabela 29 - Resumo da Oferta Hídrica para a RHBM (em m <sup>3</sup> /s) .....	163
Tabela 30 - Resumo da Demanda Hídrica para a RHBM .....	163
Tabela 31 - Balanço Hídrico Futuro da RHBM .....	163

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis-chave, parâmetros e hipóteses de evoluções possíveis para a construção dos cenários para o Sistema de Recursos Hídricos do Ceará .....	32
Quadro 2 - Métodos de Projeção Populacional .....	102

# SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	17
2	METODOLOGIA.....	21
2.1	O que são cenários? .....	21
2.2	Construção dos cenários.....	24
3	SITUAÇÃO DE PARTIDA DAS VARIÁVEIS-CHAVE.....	36
3.1	Demanda – Humana, Industrial, Agropecuária e Serviços.....	36
3.2	Oferta de água superficial.....	39
3.3	Eixos de Transferência .....	40
3.4	Diversificação da Matriz Hídrica .....	42
3.5	Oferta de Água Subterrânea.....	42
3.6	Qualidade da Água .....	43
3.7	Mudança do Clima .....	49
3.8	Monitoramento Qualiquantitativos de Águas Superficiais e Subterrâneas.....	50
3.9	Regulação de Uso de Águas Superficiais e Subterrâneas.....	51
3.10	Cobrança .....	53
3.11	Segurança de Barragens.....	53
3.12	Alocação Negociada.....	54
3.13	Conjuntura Política .....	56
3.14	Capacidade Institucional.....	58
4	CENÁRIOS PROSPECTIVOS.....	59
4.1	Cenário I – Exploratório Extrapolativo .....	64
4.2	Cenário II – Exploratório Múltiplo.....	70

4.3	Cenário III – Normativo.....	74
5	PROJEÇÃO DA OFERTA HÍDRICA.....	81
5.1	Água superficial - Reservatórios Existentes: Impactos da Mudança do Clima .....	82
5.2	Água superficial: Novos Reservatórios .....	87
5.3	Água Subterrânea.....	90
5.4	Diversificação da Matriz Hídrica .....	90
5.4.1	Dessalinização da água do mar .....	91
5.4.2	Reúso de efluentes sanitários para fins industriais.....	92
5.5	Eixos de Transferência – O Sistema Integrado Pisf – Jaguaribe - RMF 93	
5.5.1	Estratégia Operacional para Transferência da água do Pisf	95
5.5.2	Duplicação do Eixão .....	97
6	PROJEÇÃO DAS DEMANDAS FUTURAS .....	100
6.1	Demanda humana.....	101
6.1.1	Projeção Populacional.....	101
6.1.2	Projeção da Demanda Populacional.....	137
6.1.3	Incorporação do IPD na Demanda Humana.....	153
6.2	Demanda da Irrigação e da Pecuária .....	155
6.3	Demandas para Indústria .....	156
6.4	Resumo das demandas calculadas.....	158
7	PROJEÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO FUTURO .....	160
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	164

# 1 APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta a Fase 2 do **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (RHBM)**, denominado de **Prognóstico** e pretende responder a uma questão fundamental: “o que pode acontecer na RH das Bacias Metropolitanas nos próximos 30 anos?”

Workshop “Formulação de Cenários: Sementes do Futuro” – Foto: Cogeh



Em termos de **demanda**, as questões principais são: haverá crescimento das populações urbanas e rurais? Qual será o consumo *per capita*? E as perdas nos sistemas de água tratada, como se comportarão? Mais indústrias se instalarão na RH? Qual o impacto do HUB de Hidrogênio Verde na demanda de água? Haverá retomada de áreas irrigadas atualmente desativadas? Novas áreas irrigadas serão instaladas? Haverá mudança das culturas cultivadas ou do método de irrigação? Haverá incremento do rebanho? O turismo aumentará na RH?

Em termos de **oferta**, as questões são, entre outras: qual a possibilidade de novas secas, em função da mudança do clima? Quais dos reservatórios planejados serão construídos? Quais eixos de transferências serão implementados? Será implementado o reuso de água e a usina de dessalinização? Como estará a qualidade da água, em função dos resíduos sólidos, do tratamento de efluentes, dos agroquímicos e da mineração? Novas unidades de conservação serão implementadas?

Em termos **institucionais** o Prognóstico tentará responder: os instrumentos de gestão serão efetivamente implementados na RH? A alocação de água será fortalecida? A conjuntura política e econômica favorecerá à gestão efetiva das águas na RH?

A grande dificuldade de lidar com o futuro reside exatamente na impossibilidade de prevê-lo. Porém, nem tudo no futuro é completamente incerto; alguns dos elementos que estarão presentes no futuro já estão se delineando hoje, ou podem ser mais previsíveis do que outros. Obviamente, existem limites definidos para a habilidade humana de prever o futuro.

E assim, para lidar com o futuro incerto, os agentes envolvidos no planejamento de recursos hídricos (usuários, sociedade civil, poder público e gestores) podem optar entre quatro atitudes possíveis (Godet; Durance, 2011):

- i) Sofrer a mudança (a 'passividade');
- ii) Agir na urgência (a 'reatividade');
- iii) Preparar-se para as mudanças previsíveis (a 'preatividade') e;
- iv) Agir para provocar as mudanças desejadas (a 'proatividade').

Desta forma, o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas (RHBM), realizado por meio do Termo de Cooperação Técnico Científico firmado entre a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – Cogeh, vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, e a Universidade Federal do Ceará – UFC, se insere no contexto de ‘preatividade’ e ‘proatividade’ indicados pelos autores citados, as quais tentam antecipar os fatos para que se possa definir estratégias nos futuros possíveis e desejáveis.

Sendo assim, o presente Prognóstico busca **construir cenários de futuros possíveis** denominados aqui de ‘cenários prospectivos’ e avaliar o efeito desses futuros no balanço hídrico da RHBM, para que na fase seguinte do Plano - Fase 3, se possa pensar nas estratégias e ações.

Os cenários prospectivos que serão construídos nesta fase do Plano da RH das Bacias Metropolitanas são formados por combinações de variáveis que descrevem diversos futuros possíveis e suas ligações com o presente (Marcial; Grumbach, 2008); embora as incertezas não sejam eliminadas nesta metodologia, elas são reduzidas, permitindo a tomada de decisão (Sousa, 2013; Brandalise et al, 2012).

No processo prospectivo, identifica-se a realidade atual para construir a visão do futuro em conjunto com os atores sociais da RH e os gestores de recursos hídricos; a realidade é única, porém as visões e interpretações dos fatos são subjetivas e, portanto, podem ser diferentes.

Os estudos prospectivos não são novidade na área de recursos hídricos; foram aplicados na Visão Mundial da Água, no primeiro Fórum Mundial da Água, em 2000 e no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, em 2003 (Nascimento *et al.*, 2010).

Dessa forma, este documento apresenta o Prognóstico da RHBM, e está organizado em 8 (oito) seções a contar com esta apresentação e referências. No Capítulo 2 se detalha a Metodologia para a construção dos cenários prospectivos e a escolha das variáveis-chave; no Capítulo 3 se apresenta a 'situação de partida' das variáveis-chave na Fase 1 (Diagnóstico); no Capítulo 4 se descreve a narrativa de cada um dos três cenários prospectivos; no Capítulo 5 se faz a projeção da oferta hídrica superficial (Q90) utilizando-se modelos de mudança climática, e as especificades locais; no Capítulo 6 se faz a projeção da demanda hídrica com base nos cenários prospectivos incluindo os usos com maior demanda na situação de partida: abastecimento humano, irrigação, indústria e dessedentação animal. E, finalmente, no Capítulo 7 se faz a projeção do balanço hídrico futuro da RHBM.

## 2 METODOLOGIA

O Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas visa avaliar o seu balanço hídrico, caso ocorram três futuros possíveis. Esses futuros são descritos na forma de cenários, construídos com base nas seguintes características:

- **Cenário I** – Prolongamento das tendências atuais no intuito de conduzir a Região Hidrográfica para um futuro verossímil;
- **Cenário II** – Explicita a ruptura das trajetórias das variáveis-chave do sistema de recursos hídricos;
- **Cenário III** – Aponta a imagem desejada do futuro.

Dessa forma, a metodologia foi dividida em duas seções. Na primeira foi apresentado o conceito de cenários e seus elementos. Na segunda foi explicitado o processo de construção dos cenários.

### 2.1 O que são cenários?

Cenários são formados pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento imaginado e criado dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura (Godet, 1993).

O termo “cenário” deriva do termo teatral latino “*scaenarium*”, que quer dizer o roteiro de uma peça de teatro. Assim, os elementos principais para a conceituação e o entendimento da técnica de construção são os mesmos do teatro moderno, quais sejam: cenários, cenas, trajetórias e atores (Moritz *et al.*, 2008).

Marcial e Grumbach (2008) descrevem cinco componentes da prospecção de um cenário. São eles:

- Título – Referência do cenário, e deve condensar a essência da história escrita, dando a ideia da lógica dos cenários;
- Filosofia - Sintetiza o movimento ou a direção fundamental do sistema considerado, constituindo a ideia-força do cenário;
- Variáveis-chave - Representam aspectos ou elementos do contexto considerado, tendo em vista o objetivo do cenário;
- Cena - Visão da situação considerada em um determinado instante de tempo, que descreve como estão organizados ou vinculados entre si os atores e as variáveis naquele instante;
- Trajetória - Percurso seguido pelo sistema no horizonte de tempo considerado. Descreve o movimento desse sistema desde a cena inicial até a final, podendo ser, inclusive, irregular.

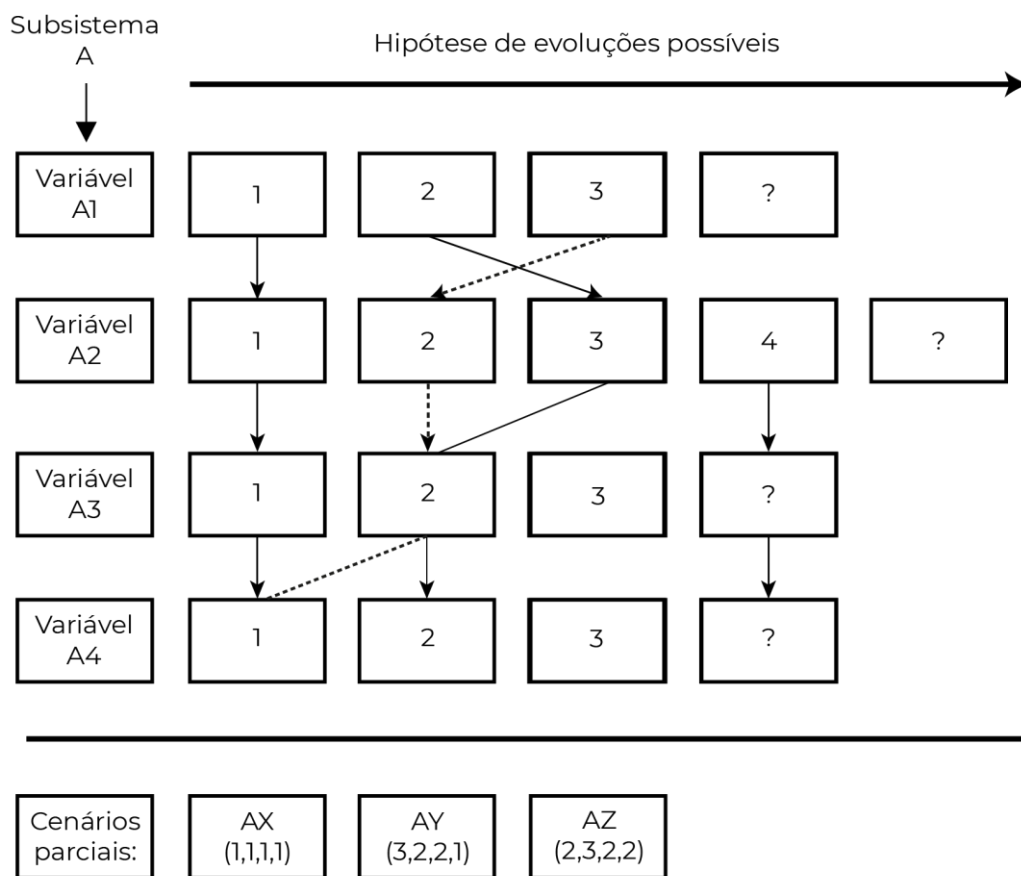
Por meio desses componentes, os cenários são construídos para apoiar as tomadas de decisões e as escolhas de opções com a intenção de torná-las viáveis no futuro (Chiavenato; Sapiro, 2003). Assim, a construção de cenários é uma metodologia para ordenar a percepção sobre ambientes alternativos nos quais as decisões de hoje deverão ser cumpridas e terão o seu efeito continuado. Quanto mais o ambiente se torna mutável e turbulento, e sua organização muda e inova, mais importantes se tornam os cenários para o processo decisório estratégico da organização (Furlan; Morozini, 2015).

Segundo Godet e Durance (2011), pode-se distinguir dois grandes tipos de cenários: os Exploratórios e os Normativos. Os primeiros descrevem, a partir de uma situação presente e das tendências que aí prevalecem, uma sequência de acontecimentos que conduz, de maneira lógica, a um futuro possível. Os cenários normativos, ou de antecipação, partem não de uma situação presente, mas da imagem de um futuro desejável, descrito a partir de um conjunto de objetivos a realizar.

Para Moritz *et al.* (2008), a análise de cenários se caracteriza como o estudo criativo ou imaginativo sobre o futuro, com abordagem e metodologia próprias, permitindo aos planejadores não só criar seus cenários futuros, como também, ao longo do desdobramento das suas cenas e trajetórias, construir respostas rápidas às mudanças do ambiente.

Nesse contexto, pode-se dizer que os cenários são pequenas histórias sobre as transformações do macroambiente da RHBM. Essas histórias são construídas seguindo as várias configurações ou hipóteses de evolução de variáveis-chave (Figura 1). Haverá, assim, tantos cenários possíveis quantas forem as combinações de hipóteses teoricamente possíveis de estabelecer.

**Figura 1 - Representação do processo de construção dos cenários**



Fonte: Adaptado de Godet e Durance (2011).

## 2.2 Construção dos cenários

Os cenários do Plano de Recursos Hídricos da RHBM foram elaborados por meio de oficinas com técnicos da Cogerh, equipe da UFC/Funcap e membros do CBH-RMF. As duas primeiras foram gerais para o Estado do Ceará, e ocorreram de forma virtual, via plataforma Microsoft Teams, por conta das medidas sanitárias vigentes à época devido à pandemia de Covid-19; a 3ª oficina ocorreu de modo presencial. As três oficinas foram:

- 1ª Oficina – definição das variáveis-chave e parâmetros do Sistema de Recursos Hídricos do Estado do Ceará;
- 2ª Oficina – definição das hipóteses de evolução dos parâmetros e relações de causa e efeito dessas hipóteses para o Sistema SRH-CE; e
- 3ª Oficina – levantamento das sementes de futuro (tendências e incertezas) da RHBM (14/09/2023).

Na **primeira oficina** foram definidas com os técnicos da Cogerh e UFC/Funcap as variáveis-chave do sistema de recursos hídricos do Ceará, tendo como alicerce o Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará (Ceará, 2018). Essas variáveis foram distribuídas em cinco eixos temáticos: demanda, oferta, meio ambiente, gerenciamento das águas e político-institucional.

Na **segunda oficina**, também realizada com o grupo de trabalho da Cogerh e a equipe da UFC/Funcap, foram definidas as hipóteses de evolução dos parâmetros e criados os futuros possíveis que, embora plausíveis, são significativamente diferentes. Essas hipóteses, apresentadas no **Quadro 1**, foram pensadas para a totalidade do Sistema de Recursos Hídricos e essa mesma sistemática foi adaptada para RHBM conforme as histórias dos atores colhidas em entrevistas semiestruturadas e na terceira oficina.

A **terceira oficina** (Figura 2 e Figura 3), denominada de Sementes de Futuro, foi realizada dia 14 de setembro de 2023, presencialmente no Auditório da Cogerh, em Fortaleza, e contou com a participação de 48 pessoas, entre técnicos da Cogerh, membros da UFC/Funcap, representantes de instituições e atores-chave no gerenciamento dos recursos hídricos ;da RHBM (não necessariamente membros do CBH-RMF), tais como: representantes das prefeituras dos municípios da RHBM; representantes da Cagece, Adece, Adagri, EMATERCE, UFC, FIEC, SEMA; e representantes de vários setores usuários.

Nesta oficina, foram postas para discussão no grupo as questões norteadoras, que tinham como objetivo fomentar a discussão e identificar, na percepção dos participantes, dois tipos de sementes de futuro: as tendências de peso e as incertezas. Sementes de futuro são fatos ou sinais que têm origem no passado e no presente e que sinalizam possibilidades de eventos futuros (Marcial, 2011).

**Figura 2 - Participantes da terceira oficina de trabalho – Sementes do Futuro – Grupo Meio Ambiente**



**Figura 3 - Participantes da terceira oficina de trabalho – Sementes do Futuro – Grupo Oferta e Demanda**



As tendências de peso fazem referência àqueles eventos cuja perspectiva de direção é suficientemente consolidada e visível para se admitir sua permanência no período considerado (Marcial; Grumbach, 2008). Tendências são movimentos bastante prováveis de um ator ou variável dentro de um horizonte de estudo, como por exemplo, aumento do número de indústrias (Godet, 1993). Sendo um movimento, a tendência é algo dinâmico, não imutável. Ela nos remete a uma ideia de futuro e pode alterar os cenários, tornando-se um sinalizador importante sobre o surgimento de novas oportunidades de negócios. Já as incertezas são variáveis das quais não se sabe qual será o comportamento futuro. Essas variáveis apresentam um leque de possibilidades.

As questões norteadoras fazem parte de três eixos - demanda, oferta e ambiental – dentre os cinco eixos temáticos previamente estabelecidos – e foram enviadas antecipadamente para os participantes para que os mesmos trouxessem as informações para a discussão na oficina Sementes do Futuro.

No **Eixo Demanda** utilizou-se as seguintes perguntas:

- Há algum projeto de instalação de novas indústrias na região? Caso sim, qual tipo? Qual a previsão de operação? Onde ficará localizada?
- Há previsão para ampliação de indústria já existente? Caso sim, qual a previsão para a ampliação?
- Há projeto de ampliação das indústrias de envasamento de água na região?
- Foram assinados 16 protocolos de intenção entre o Governo do Estado e empreendedores para a instalação de usinas de produção de hidrogênio verde no Cipp. Quais irão se instalar efetivamente, e qual a sua demanda de água?
- Existe previsão de instalação de novas áreas irrigadas que já possuam protocolo de intenção? Caso sim, onde ficará localizada? Qual a previsão de operação? Qual o tamanho da área? Que tipo de culturas serão cultivadas? Qual método de irrigação?
- Existe previsão de retomada de alguma área irrigada que está desativada? Caso sim, onde ficará localizada? Qual a previsão de operação? Qual o tamanho da área? Que tipo de culturas serão cultivadas? Qual método de irrigação?
- Existe previsão para mudança do método de irrigação para as áreas irrigadas atuais? E mudança de culturas?

- Existe previsão de ampliação das atividades de aquicultura (Piscicultura ou Carcinicultura)? Caso sim, onde? Qual tipo? Qual o tamanho da ampliação prevista?
- Existe expectativa de instalação de novos empreendimentos de aquicultura na região? Caso sim, onde? Qual tipo? Piscicultura ou Carcinicultura? Qual o tamanho do novo(s) empreendimento(s)?
- Existe previsão de instalação de novos empreendimentos relacionados à pecuária (criação, abatedouros)? Quantos? Onde? Quais serão as práticas de manejo a serem adotadas?
- Existe previsão de instalação de novos hotéis e resorts?
- Existe previsão de instalação de novos parques aquáticos? Onde será localizado?
- Quanto à redução de perdas, qual a previsão para instalação dos Distritos de Medição e Controle (DMCs) em Fortaleza? Já há previsão para instalação de DMCs em Caucaia e Maracanaú? Existe previsão para instalação de DMC em outros municípios das Bacias Metropolitanas?
- Tem perspectiva de extensão de rede de distribuição de água nos municípios da RH? Em quanto essa expansão poderá atender a população? Qual a previsão de ativação da rede?
- Tem perspectiva de extensão de rede esgotamento sanitário nos municípios? Em quanto essa expansão poderá atender a população? Qual a previsão de ativação da rede?
- Termoelétrica - Existe planos de aumento de geração de energia pela EDP? Atualmente, qual a percentual da água que é recuperada? Se sim, existe plano de aumentar o percentual de recirculação?

No **Eixo Oferta Hídrica** foram aplicados os seguintes questionamentos:

- Qual a previsão da operação da Estação Produtora de Água de Reúso (Epar) para suprir a demanda do Cipp?
- Qual a previsão da operação do projeto, em parceria com a Vicunha Serviços de reuso industrial em Pacajus e Horizonte? Qual a vazão a ser produzida?
- Existe previsão de algum outro projeto para operação de reuso industrial na Região Hidrográfica? Qual a capacidade de reuso?
- Existe previsão de algum projeto de reuso de água nas áreas irrigadas da Região? Caso sim, qual a capacidade de reuso? Qual a previsão de implantação?
- Existe algum projeto de intenção de implantação de novos reservatórios na Região? Qual a previsão de implantação? Qual a previsão de vazão regularizada?
- Qual a previsão para instalação do Projeto Malha d'Água na RHBM?
- Qual a previsão para o início da operação da Usina de Dessalinização? Qual a vazão a ser produzida?
- Existe plano para perfuração de baterias de poços na RHBM?
- Qual a previsão para a duplicação do Eixão das Águas?
- Existe plano para construção de alguma adutora convencional na RHBM?
- Quanto ao Pisf - qual a previsão para o valor da vazão a ser transferida para a RHBM?
- Existe alguma previsão de projetos de infraestrutura hídrica para atendimento das comunidades mais isoladas ou mesmo em regiões próximas aos reservatórios? Onde? Quais?

Dentro do **Eixo Ambiental** foram utilizadas cinco questões, são elas:

- Que áreas de conservação ambiental desejam criar na Região? Onde será? Qual o tamanho?
- Existe carga orgânica lançada nos reservatórios e rios da Região? Quais os locais? Qual o volume da carga orgânica?
- Existe estudo do impacto do uso do agrotóxico na RHBM? Qual a área? Quem produziu o estudo? Como ter acesso?
- Existe plano de revitalização dos rios? Caso exista, qual o rio ou trecho do rio? Qual a previsão de conclusão?
- Existem Inventários Ambientais de Açudes (IVA) em andamento em algum reservatório da RHBM?
- Existem projetos de plantio de mata ciliar? Qual a localização? Qual a previsão de conclusão?
- Existe programa de revitalização e conservação das nascentes? Caso exista, onde estão localizadas essas nascentes? Qual a previsão de conclusão?
- Existem projetos/ações para reduzir o uso de queimadas? Onde? Iniciativa pública ou privada?
- Quais os estudos do impacto da mineração na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas? Como ter acesso?
- Existe algum programa de ecoturismo na região? Onde está implantado? Funciona desde quando? Quem é responsável pela execução?
- Existe programa de educação ambiental na RHBM? Funciona desde quando? Qual público atende? Quem é responsável pela execução?

- Existe expectativa de instalação de usinas de energia renovável (solar, eólica...) na região? Em quais municípios ou área? Qual o tamanho dessas usinas?
- Durante a oficina Sementes do Futuro os participantes foram convidados, em plenária, a relatar informações e fatos relacionados a cada eixo temático contendo as questões norteadoras. As respostas foram sistematizadas em planilhas que, posteriormente, foram utilizadas para organizar as evoluções das hipóteses dos cenários possíveis e seus cruzamentos, possibilitando a construção dos seus enredos.

Além das contribuições adquiridas a partir da oficina, a planilha também contou com as informações obtidas a partir de entrevistas realizadas com interlocutores-chave do estado e com atuação na RH das Bacias Metropolitanas, identificados por técnicos da Gerência Regional e pelo CBH-RMF.

As entrevistas foram realizadas presencialmente e virtualmente, utilizando como instrumento de conexão ligações telefônicas, whatsapp, chamadas de vídeo ou envio de e-mail. A forma de conexão para a entrevista foi escolhida pelo próprio interlocutor chave. Foram realizadas 24 entrevistas com representantes da Cagece, SISAR, FIEC, Distrito Industrial de Maracanaú, atores ligados a gestão de resíduos sólidos, indústrias de bebidas, geração de energia, indústria de siderurgia, indústria de alimentos, carcinicultura, irrigação, pecuária e do turismo etc. Os relatos foram sistematizados para também alimentar a construção dos cenários possíveis da RHBM apresentado no Capítulo 6 deste documento.

**Quadro 1 - Variáveis-chave, parâmetros e hipóteses de evoluções possíveis para a construção dos cenários para o Sistema de Recursos Hídricos do Ceará**

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
Demanda	Abastecimento humano	População	Aumento da taxa média de crescimento	Redução da taxa média de crescimento	Mantém a taxa média de crescimento	-
		Consumo <i>per capita</i>	Aumento	Redução	Mantém	-
		Perdas na rede de distribuição	Aumento do IPD <sup>1</sup>	Redução do IPD <sup>1</sup>	Mantém o IPD <sup>1</sup>	-
	Indústria	Eficiência do uso da água na indústria	Melhora	Piora	Mantém	-
		Número de indústrias	Aumento	Redução	Mantém	-
	Agropecuária	Eficiência do uso da água na irrigação	Melhora	Piora	Mantém	-
		Área irrigada	Aumento	Redução	Mantém	-
		Criação de rebanho	Aumento	Redução	Mantém	-
	Serviços	Turismo e Lazer	Expansão	Mantém	-	-
		Comércio	Expansão	Mantém	-	-
	Aquicultura	Área	Aumento	Redução	Mantém	-
		Consumo	Aumento	Redução	Mantém	-
	Oferta	Água superficial	Reservatórios planejados	Implementação de reservatórios	Não há implementação	-
Lagoas			Maior uso para o abastecimento	Menor uso para o abastecimento	Não se aplica	-
Eixo de transferência		Nível de implementação do Malha D'Água	Implementação de x SAA <sup>2</sup>	Implementação de y SAA <sup>2</sup>	Implementação de z SAA <sup>2</sup>	Não há implementação
		Adutoras isoladas	Aumento	Redução	Mantém	-
		Ramais adutores do Pisf	Há implementação	Não há implementação	-	-

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
		Duplicação do Eixão das Águas	Há implementação	Não há implementação	-	-
	Diversificação da matriz hídrica	Reuso	Maior utilização	Mantém	-	-
		Dessalinização	Implementação de usina	Não há implementação de usina	-	-
		Aproveitamento água chuva	Mantém	Reduz	Maior utilização	-
	Água subterrânea	Poços	Maior uso para o abastecimento	Menor uso para o abastecimento	Mantém	-
Meio Ambiente	Qualidade da água	Rede coletora de esgoto	Aumento da taxa de esgotamento sanitário	Mantém a taxa atual de esgotamento sanitário	-	-
		Número de ligações da rede	Mantém	Maior	-	-
		Existência de ETE's <sup>3</sup>	Existe a montante de todos os reservatórios	Existe a montante de alguns reservatórios	Não existe	-
		Aterro sanitário (Consórcios de resíduos sólidos)	Existe	Não existe	-	-
		Uso de agroquímicos/salinização	Aumenta	Reduz	Mantém	-
		Manejo da aquicultura (tanque-rede)	Melhora	Piora	Mantém	-
		Áreas de Unidades de Conservação (UC's <sup>4</sup> )	Maior número	Mantém	-	-
		Revitalização de áreas degradadas	Expansão das áreas revitalizadas	Mantém	-	-
		Programas de educação ambiental	Existe	Não existe	-	-
	Mudança climática	Eventos extremos de seca	Aumento da duração e	Mantém a duração e	-	-

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
			severidade média das secas	severidade média das secas		
		Eventos extremos de cheia	Aumento de cheias	Redução das cheias	Mantém a média histórica de cheia	Não há eventos de cheia
Gerenciamento das águas	Monitoramento quali-quantitativo de águas superficiais e subterrâneas	Número de medição de pontos	Aumento	Redução	Mantém	-
		Variáveis de medição	Ampliação	Mantém	-	-
	Regulação de uso de águas superficiais e subterrâneas	Outorga	Universalização	Ampliação	Mantém	-
		Fiscalização	Ampliação	Mantém	-	-
		Cadastro de usuários	Aumento do número de usuários cadastrados	Mantém o número de usuários cadastrados	-	-
	Cobrança	Quantidade de usuários cobrados	Aumento	Mantém	-	-
		Volume faturado	Aumento	Mantém	-	-
		Política tarifária	Melhora a estrutura existente	Mantém a estrutura existente	-	-
	Segurança de barragens	Plano de Segurança de Barragem	Existe	Não Existe	-	-
		Monitoramento (Inspeção e instrumentação)	Aumento	Mantém	-	-
		Manutenção preventiva	Aumento	Mantém	-	-
		Manutenção corretiva	Aumento	Redução	Mantém	-
	Alocação negociada	Regulação	Ampliação	Mantém	-	-
		Aprimoramento	Existe	Inexistente	-	-
		Participação pública	Maior	Menor	Mantém	-
		Normatização dos acordos	Total	Parcial	Inexistente	-
Conflitos pelo uso		Aumento	Redução	Mantém	-	
Universalização		Atingiu	Não atingiu	-	-	
	Conjuntura política	Investimentos públicos	Aumento	Redução	Mantém	-

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	HIPÓTESES DE EVOLUÇÕES POSSÍVEIS			
Político-institucional		Investimentos privados	Aumento	Redução	Mantém	-
		Investimentos público-privados	Aumento	Redução	Mantém	-
		Cooperações institucionais	Aumento	Redução	Mantém	-
		Transparência	Maior	Menor	Mantém	-
		Participação social	Maior	Menor	Mantém	-
		Arcabouço jurídico-normativo	Novas regulamentações	Aplicação das regulamentações existentes	-	-
		Comunicação	Ampliação dos canais de comunicação	Mantém os canais de comunicação	-	-
	Capacidade institucional	Informação	Maior divulgação	Mantém	-	-
		Sustentabilidade institucional	Maior	Mantém	-	-

<sup>1</sup> IPD – Índice de Perdas na Distribuição

<sup>2</sup> SAA – Sistema de Abastecimento de Água

<sup>3</sup> ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

<sup>4</sup> UC – Unidade de Conservação

# 3 SITUAÇÃO DE PARTIDA DAS VARIÁVEIS-CHAVE

Foram definidas 18 variáveis-chaves (Quadro 1) para explicar o sistema de recursos hídricos. Cada uma delas está descrita a seguir.

## 3.1 Demanda – Humana, Industrial, Agropecuária e Serviços

O Diagnóstico estimou a demanda humana, industrial, agropecuária e serviços por três metodologias distintas:

- O cadastro de outorgas vigentes da Cogerh (data base: 03/02/2023);
- A metodologia desenvolvida pela ANA em seu Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2019) e,
- Avaliação da demanda hídrica instalada, com base nos dados do Censo Populacional (2010), Censo Agropecuário (2006 e 2017) e Produção da Pecuária Municipal (2019).

A Tabela 1 apresenta estimativa de demanda na RH das Bacias Metropolitanas pelas três metodologias.

**Tabela 1 - 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	10.914,03	10,91	9.636,16	1,09	6.496,11	6,50
Indústria	3.711,42	3,71	2.342,90	2,34	-	-
Irrigação	595,93	0,60	1.619,10	1,62	80.841,90	80,84
Dessedentação Animal	38,93	0,04	308,92	0,31	282,24	0,282
Demais Usos	4.255,12	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 RHBM, visto que os dados de demanda calculada pela ANA convergem para o mesmo resultado, possivelmente devido ao fato dos dados de demanda humana urbana representarem 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 - o Censo 2010.

Para o uso industrial, entende-se que o banco de outorgas representa bem essas demandas, possivelmente pelo grande porte dos maiores consumidores industriais da região, que tendem a querer garantir seu direito à água via outorga.

No que se refere aos dados de demanda por irrigação, nota-se que os dados outorgados podem apresentar uma demanda reprimida e a necessidade urgente de regularização de outorgas. Os dados da ANA possivelmente são os mais próximos da realidade. Já os dados obtidos pelo Censo de 2017 apresentaram valores inconsistentes em relação à área irrigada e foram desconsiderados na 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. Neste caso acredita-se que os dados da demanda instalada (Censo Agropecuário 2006 e 2017) são mais confiáveis.

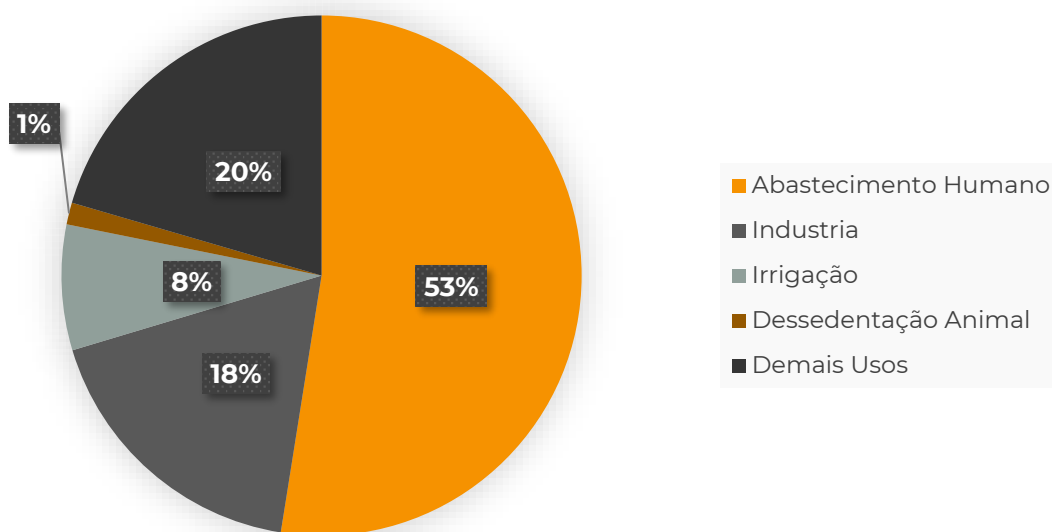
Após a análise das metodologias, escolheu-se o método adequado para estimar a demanda para cada uso. A Tabela 2 apresenta os resultados finais de demanda estimada com a fonte utilizada para cada estimativa – se foi Banco de Outorga da Cogerh, metodologia da ANA ou Metodologia dos Usos Consuntivos.

Observa-se que a demanda da RHBM foi estimada em 20,78 m<sup>3</sup>/s, sendo cerca de 53% de demanda para abastecimento humano, 18% para uso Industrial, 8% para irrigação, 1% para dessedentação animal e 20% para demais usos.

**Tabela 2 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM**

Uso	Demanda		%	Fonte
	(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)		
Abastecimento Humano	10.914,03	10,91	0,53	Banco de Outorgas (Cogerh, 2023)
Indústria	3.711,42	3,71	0,18	Banco de Outorgas (Cogerh, 2023)
Irrigação	1.619,10	1,62	0,08	Usos Consuntivos (ANA, 2019)
Dessedentação Animal	282,24	0,282	0,01	Demanda Instalada (PPM, 2022)
Demais Usos	4.255,12	4,26	0,20	Banco de Outorgas (Cogerh, 2023)
<b>Total</b>	<b>20.781,91</b>	<b>20,78</b>		

**Figura 4 - Resumo das demandas estimadas para a RHBM**



### 3.2 Oferta de água superficial

Açude Tijuquinha – Foto: Cogeh



Em função das características descritas no Diagnóstico, 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. 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 dos seus rios.

A oferta hídrica superficial da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas foi estimada no Diagnóstico como resultante da vazão regularizada com garantia anual de 90% (Q90) pelos 23 reservatórios monitorados na RHBM, igual a 11,44 m<sup>3</sup>/s (Tabela 3). Os 23 reservatórios têm juntos a capacidade de acumulação (K) de 1.382,02 hm<sup>3</sup> (Projeto Alocar, 2021).

**Tabela 3 - Resumo das vazões afluentes, capacidade e Q90 dos 23 reservatórios da RHBM**

Reservatório	Afluência (hm <sup>3</sup> /ano)	K (hm <sup>3</sup> )	Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Acarape do Meio	41,03	29,60	0,48
Amanary	5,86	11,01	0,06
Amarelas	7,93	47,68	0,12
Aracoiaba	85,67	162,00	1,63
Batente	122,95	37,00	0,75
Castro	22,76	62,31	0,29
Catucinzenta	9,67	24,90	0,15
Cauhipe	27,05	12,00	0,17
Cocó	30,12	5,10	0,06
Gavião	22,35	33,30	0,20
Germinal	19,66	2,11	0,13
Itapebussu	11,34	6,00	0,10
Macacos	3,78	10,32	0,03
Malcozinhado	25,31	36,50	0,29
Maranguapinho	25,27	9,35	0,13
Pacajus	290,65	232,00	3,09
Pacoti	180,93	380,00	2,74
Penedo	1,58	2,18	0,02
Pesqueiro	8,18	9,03	0,07
Pompeu Sobrinho	24,34	143,00	0,30
Riachão	4,00	47,92	0,05
Sítios Novos	57,01	126,00	0,55
Tijuquinha	7,04	0,40	0,04
<b>Total</b>	<b>1.026,56</b>	<b>1.382,02</b>	<b>11,44</b>

### 3.3 Eixos de Transferência

A RH das Bacias Metropolitanas não possui mananciais de grande porte em sua abrangência geográfica. E assim, 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 Açude Orós, localizado no rio Jaguaribe, na RH do Alto Jaguaribe, 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 (6,7 bilhões m<sup>3</sup>) (Projeto Alocar, 2021), 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).

Hoje, o **Sistema de Transferência Hídrica Jaguaribe – RMF** é formado por uma ampla infraestrutura hídrica, integrada por reservatórios, estações de bombeamento, canais, adutoras, sifões e túneis, a saber:

- Açudes Castanhão, Orós e Banabuiú;
- Açudes Pacoti-Riachão-Gavião e Pacajus;
- Açudes Aracoiaba e Acarape do Meio;
- Açude Sítios Novos e Canal Sítios Novos;
- Eixão das Águas;
- Canal do Trabalhador.

A transferência das águas do Açude Castanhão via **Eixão das Águas** se dá a partir da EB Castanhão, cuja adução é realizada através de estruturas de canais, sifões (estas consistem de tubulações gravitárias para travessia dos rios e riachos) e adutoras com uma extensão total de 256 km, dividida nos trechos I, II, III, IV e V. Atualmente a EB Castanhão possui 5 conjuntos moto bomba instalados com uma vazão nominal de 3,15 m<sup>3</sup>/s, totalizando uma capacidade de bombeamento de 12,6 m<sup>3</sup>/s (SRH, 2020).

A segurança hídrica da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas foi novamente reforçada com a transposição do Rio São Francisco – o Pisf. Segundo a Resolução ANA nº 411/2005, a vazão outorgada para o Pisf é de 26,4 m<sup>3</sup>/s, sendo o Eixo Norte com 16,4 m<sup>3</sup>/s, e o Eixo Leste com 10,0 m<sup>3</sup>/s. Atualmente, as águas do Pisf aportam no Açude Castanhão via Cinturão das Águas (CAC). O trecho emergencial (lotes 1, 2 e 5), já concluído, faz a transposição de água para o Riacho Seco, saindo do leito natural até o Rio Salgado, Rio Jaguaribe e por fim, o Açude Castanhão (SRH, 2020).

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<sup>3</sup>/s para abastecimento humano e uma vazão média de 0,52 m<sup>3</sup>/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.

### **3.4 Diversificação da Matriz Hídrica**

As ações significativas voltadas à diversificação da matriz hídrica – reuso de água e dessalinização - ainda não foram implementadas.

### **3.5 Oferta de Água Subterrânea**

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 no Diagnóstico.

### 3.6 Qualidade da Água

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas depende das suas características naturais e da forma como o homem usa e ocupa o solo em uma região hidrográfica. O gerenciamento dessas rotas do uso da água, isto é, o planejamento, projeto, execução e controle das obras e intervenções necessárias, é essencial para a garantia da qualidade (Ministério das Cidades, 2008).

O principal processo de poluição das águas é a redução do teor de oxigênio dissolvido (OD) após introdução de matéria orgânica devido, principalmente, ao lançamento de esgotos. Esse consumo de OD se deve aos processos de degradação da matéria orgânica realizados por microrganismos aeróbios, os quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração (Ministério das Cidades, 2008).

Os esgotos são a principal fonte de introdução de matéria orgânica nos corpos receptores, assim, a instalação e expansão de rede coletora de esgoto e das ligações nessa rede são de suma importância para o tratamento dos esgotos e, conseqüente aumento da qualidade das águas.

Segundo dados dos prestadores que responderam o SNIS (2021), a situação da parcela da população urbana que foi efetivamente atendida por rede coletora de esgoto (com ou sem tratamento), em relação à população urbana residente 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. Os municípios de Itapiúna e Pentecoste merecem destaque por apresentarem maior percentual da população atendida, enquanto os demais apresentam índices baixos (Tabela 4).

**Tabela 4 - Atendimento de água e esgoto**

Municípios	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (SNIS)
	2020
Acarape	21,06
Aquiraz	16,23
Aracati	21,45
Aracoiaba	-
Aratuba	22,53
Barreira	12,07
Baturité	2,28
Beberibe	17,01
Canindé	32,42
Capistrano	38,70
Cascavel	2,87
Caucaia	40,8
Choró	-
Chorozinho	-
Eusébio	14,12
Fortaleza	55,95
Fortim	-
Guaiúba	9,45
Guaramiranga	29,61
Horizonte	8,38
Ibaretama	-
Itaitinga	1,15
Itapiúna	100,00
Maracanaú	32,87
Maranguape	11,91
Morada Nova	3,99
Mulungu	11,38
Ocara	8,96
Pacajus	2,74
Pacatuba	47,08
Pacoti	56,93
Palhano	5,40
Palmácia	20,09
Paracuru	17,57
Pentecoste	99,23
Pindoretama	-
Quixadá	22,03
Redenção	3,15
São Gonçalo do Amarante	38,70

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

Conforme o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) (S/d) existe um enorme déficit histórico na infraestrutura sanitária da maioria dos municípios brasileiros, sejam eles predominantemente urbanos ou rurais, especialmente no que diz respeito à cobertura por sistemas de coleta, transporte e tratamento de esgotos.

De maneira geral, as estações convencionais de tratamento de esgoto apresentam fluxogramas de tratamento que consideram o lançamento do efluente tratado em algum corpo d'água receptor e, portanto, são concebidas levando-se em consideração apenas a legislação de proteção das coleções hídricas. Se adequadamente projetadas, construídas e operadas, essas estações de tratamento podem alcançar elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos, cumprindo o seu papel principal de controle da poluição da água. No entanto, essa não é a situação usual no Brasil, onde a maioria das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) apresentam algum tipo de problema operacional, que resulta na elevação dos custos do tratamento, na perda de eficiência e em falhas no cumprimento da legislação ambiental.

A localização das ETEs é apresentada no **Mapa Estações de Tratamento de Esgoto**. Segundo Oliveira (2005), as tecnologias podem atingir desempenhos superiores ou inferiores a depender de fatores de projeto e operação.

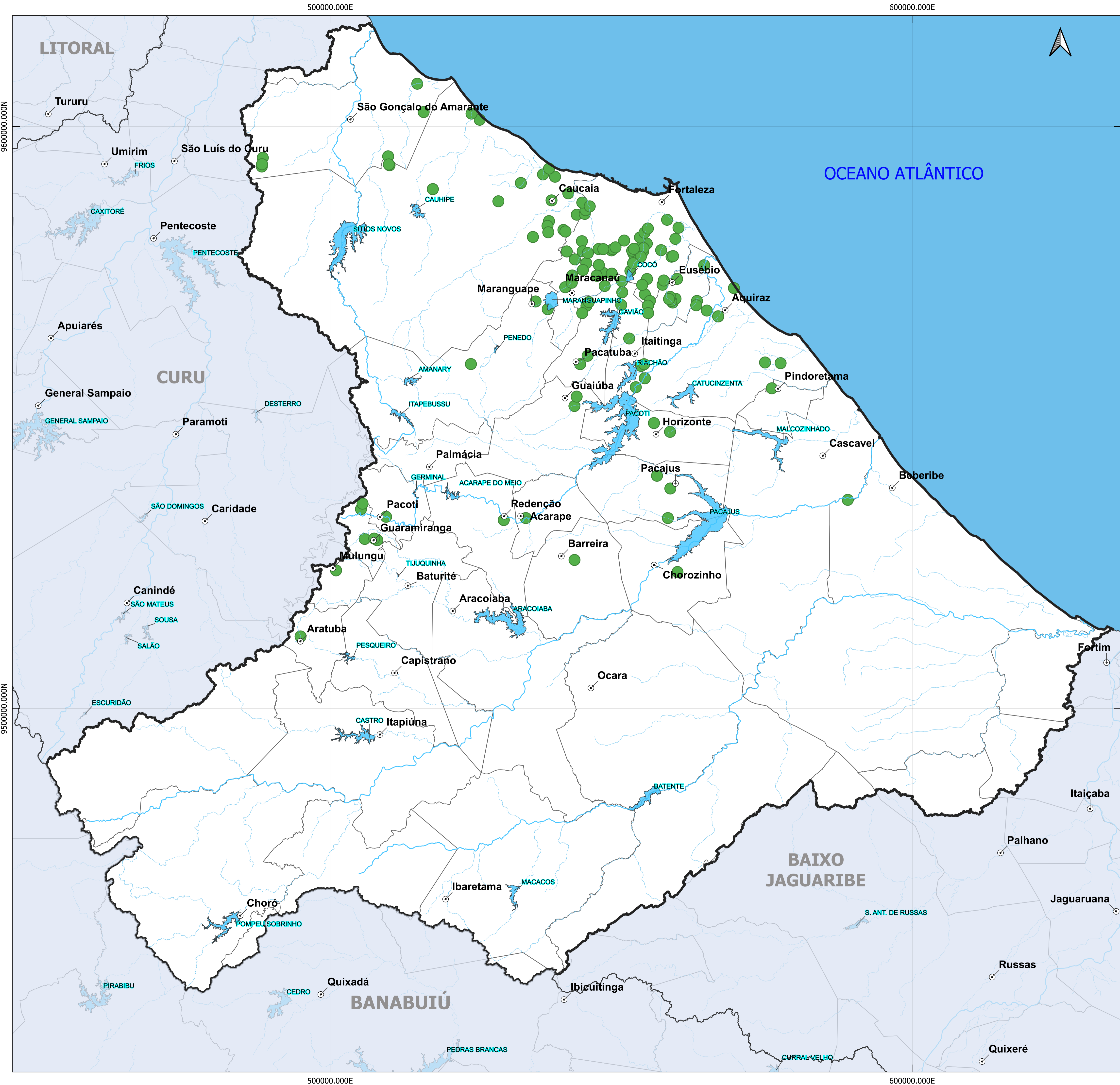
As lagoas de estabilização, por exemplo, são sistemas mais simplificados que necessitam de grande área de implantação, podem ser classificadas em facultativas, anaeróbias, aeradas e de maturação. Possuem como vantagens o baixo consumo de energia, a eficaz remoção de patógenos, pode receber criação de peixes e possui efluente que pode ser utilizado para irrigação. Entretanto, possui elevada produção de odores, necessitando conter a reprodução de insetos, é pouco eficaz na remoção de metais pesados e requer tratamento para atender os padrões de lançamentos locais (Cornelli, 2014).



O tratamento com reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente*), por sua vez, apesar de possuir baixo consumo de energia e baixa produção de lodo, é um método pouco eficaz na remoção da Demanda Biológica de Hidrogênio (DBO), apresenta dificuldade em atender padrões de segurança para a comunidade, como a remoção de coliformes fecais, de nitrogênio e fósforo (Cornelli, 2014).

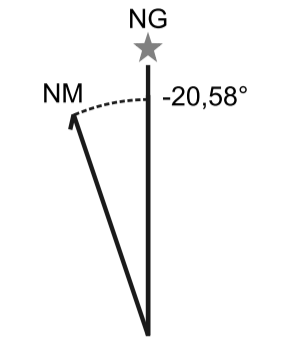
O lançamento de grandes volumes de efluente tratado em corpos hídricos, mesmo após tratamento eficiente, pode violar a capacidade do manancial. Assim, não é razoável o despejo sem uma avaliação prévia da capacidade de suporte do corpo receptor. Conforme cadastro da Cogerh, a RHBM possui 139 outorgas de lançamentos de efluentes. O **Mapa Lançamento de Efluentes** que mostra a distribuição espacial dos pontos outorgados para lançamentos de efluentes.





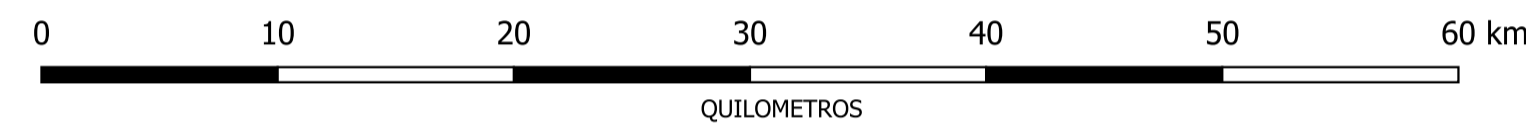
**PROGRAMA DE PLANO DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**  
REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS

**LANÇAMENTOS DE EFLUENTES**



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

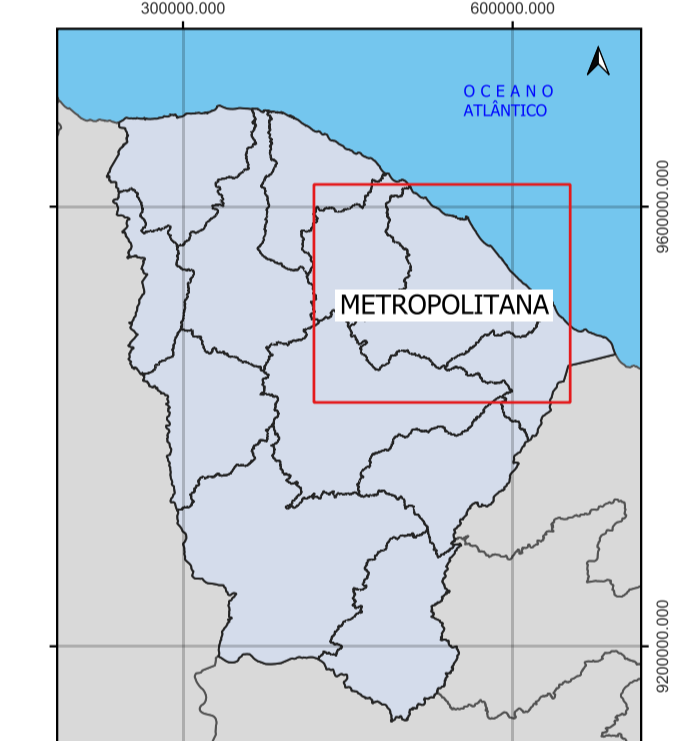
PROJEÇÃO: Universal Transversa de Mercator (UTM)  
ZONA: 24-S MERIDIANO CENTRAL: -39°  
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO: SIRGAS-2000  
SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO: Modelo ALOS-Palsar  
ESCALA: 1 : 320.000



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)
- Lançamentos de Efluentes (Cogerh, 2023)

REALIZAÇÃO:



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

### 3.7 Mudança do Clima

A contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021) apontou que a influência humana provavelmente aumentou a chance de eventos extremos desde a década de 1950, incluindo aumentos na frequência de ondas de calor e secas simultâneas em escala global.

O Relatório 5 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (AR5 - IPCC), de 2014, indicou que sistemas socioeconômicos distintos apresentam diferentes níveis de risco por combinarem diferentes fatores de vulnerabilidade e exposição. Assim, a propensão ou predisposição a ser afetada adversamente varia entre as regiões do globo de acordo com uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e adaptar (IPCC, 2014).

Para Cysne et. al (2012), devido à grande variabilidade temporal e espacial das precipitações (com média anual em torno de 800 mm) e altas taxas de evaporação (na ordem de 2.000 mm), o Semiárido Brasileiro pode ser considerado uma região de maior vulnerabilidade quando submetido às adversidades climáticas. As características hidroclimatológicas do Ceará tornam essa região bastante vulnerável às mudanças climáticas, em especial no que diz respeito aos seus estoques de água.

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 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.

### **3.8 Monitoramento Qualiquantitativos de Águas Superficiais e Subterrâneas**

O Estado do Ceará vem implementando ações que visam a consolidação de uma rede de monitoramento meteorológico e hidrológico da oferta de água bruta superficial e subterrânea, com atuação conjunta da Funceme e da Cogerh, instituições vinculadas à SRH. Essa rede conta com pluviômetros convencionais, plataformas automáticas, radares meteorológicos, sistema de recepção de satélite de órbita geoestacionária, limnígrafos e piezômetros. E mais recentemente, a qualidade da água é acompanhada a partir do uso de estações de monitoramento.

Segundo o Diagnóstico deste Plano de Recursos Hídricos, existem um total de 119 estações pluviométricas na RH das Bacias Metropolitanas. Dentre elas, 100 estações são operadas pela Funceme, sete são operadas pelo Dnocs, nove são operadas pela Cprm; quatro operadas pela ANA e uma estação operada pela Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo (DEPV).

Em relação a qualidade da água, destaca-se o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA) que foi lançado pela ANA com o objetivo de prover à sociedade um conhecimento adequado das águas superficiais brasileiras, de forma a subsidiar os tomadores de decisão na definição de políticas públicas para a recuperação da qualidade das águas, contribuindo com a gestão sustentável dos recursos hídricos.

O PNQA implantou a Rede Nacional de Qualidade das Águas (RNQA) que recebe informações da Cogerh e da Semace. Na divisão do trabalho, Semace ficou responsável pelos pontos localizados nos rios do estado que não estejam próximos a açudes, os quais são de responsabilidade da Cogerh.

Os dados medidos pela RNQA estão descritos no Diagnóstico de Plano de Recursos Hídricos. Além da realização dessa medição também são avaliados os estados de trofia, a partir das informações dessa rede. 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.

As informações geradas pela rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e de qualidade da água são indispensáveis à formulação de políticas públicas e ao processo de decisão do setor de recursos hídricos. É também um insumo essencial para a geração dos alertas de eventos extremos pela defesa civil em nível estadual e municipal.

### **3.9 Regulação de Uso de Águas Superficiais e Subterrâneas**

Para a regulação das águas pode-se destacar três parâmetros: o cadastro de usuário, a outorga de direito de uso e a fiscalização.

A vigência mínima para a concessão da outorga de direito de uso no Ceará, com base no Decreto nº 33.559, de 29 de abril de 2020 (Ceará, 2020), é de dez (10) anos. Já a vigência máxima, de acordo com a Lei das Águas, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, é de trinta e cinco anos (Brasil, 1997).

As outorgas de direito de uso da água, utilizadas no Diagnóstico deste Plano de Recursos Hídricos, 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 na RH 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.

Dentre as 3.007 outorgas vigentes, 1.012 são para serviço e comércio (34%), 652 para demais usos (21,7%), 526 para uso industrial (17,50%) e 273 para abastecimento humano (9%), 130 para dessedentação animal (4,3%), 233 para irrigação (7,7%), 139 para lançamento de efluentes (4,6%), 35 para aquicultura (1,2%), 5 para água mineral e água potável de mesa (0,2%) e 2 para instalação de placas fotovoltaicas (0,1%).

A vazão total outorgada na RH das Bacias Metropolitanas soma 773,30 hm<sup>3</sup>/ano, o que equivale a 24,52 m<sup>3</sup>/s. É importante destacar que como 5,02 m<sup>3</sup>/s refere-se a outorga para lançamento de efluentes, 19,52 m<sup>3</sup>/s, são outorgados para usos consuntivos.

A adoção de novas tecnologias como o uso de drones e imagens por satélite ampliou a capacidade de fiscalização e as cooperações institucionais entre SRH/Cogerh com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Batalhão de Polícia Militar Ambiental, e com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), dentre outros atores relevantes, tem fortalecido a implementação desse instrumento de gestão. É importante destacar, também, a importância da fiscalização para o cumprimento dos acordos realizados nas reuniões de alocação negociada de água. O controle social

efetivado pela participação pública contribuirão para que as regras alocativas relativas aos usos das águas sejam cumpridas.

### 3.10 Cobrança

O valor da tarifa foi atualizado pelo Decreto n.º 35.501 de 15 de junho de 2023 e está disponível no site da Cogerh (<https://portal.cogerh.com.br/tarifas-cobranca/>).

Com base neste decreto, “a cobrança é implementada de forma monomial<sup>1</sup>, admitindo tarifas apenas definidas com base na água consumida (tarifa de consumo)” (Ceará, 2021).

Embora a taxa aplicada para o setor de irrigação seja considerada baixa, existem questionamentos quanto a essa cobrança e nem todos os usuários aceitam. Mas com a última seca iniciada em 2012, passou-se a ter maior aceitabilidade desse instrumento entre os usuários.

### 3.11 Segurança de Barragens

A segurança de barragens é caracterizada, neste Prognóstico, por quatro parâmetros: a existência de plano de segurança de barragem, o monitoramento, a manutenção preventiva e a corretiva.

No âmbito da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Cogerh é empreendedora de 89 barragens no Ceará. Em 2022, foram realizadas 267 inspeções regulares nas barragens monitoradas. Nas 89 barragens estaduais, foram identificadas 1.820 anomalias, das quais 1.123 com magnitude Grande, 291 Média, 244 Pequena e 162 Insignificante.

---

<sup>1</sup>Em formato de monômio (designação matemática atribuída ao que é composto por um único termo, sem que haja operações de subtração ou soma). (DICIO, 2021)

A definição da magnitude da anomalia procura tornar menos subjetiva à avaliação da dimensão do problema ou da falha encontrada, assim como busco atribuir um responsável pela correção da anomalia:

- a) I – Insignificante: Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela Administração Local.
- b) P – Pequena: Quando a anomalia pode ser resolvida pela própria Administração Local.
- c) M – Média: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Local com apoio da Administração Regional.
- d) G – Grande: Anomalia que só pode ser resolvida pela Administração Regional com apoio da Administração Central.

Especificamente na RH das Bacias Metropolitanas, no ano de 2022, foram registradas 479 anomalias, sendo 285 (59,5%) classificadas como de grande magnitude. Foram registradas quatro barragens com Nível de Priorização Máximo: Acarape do Meio, Batente, Maranguapinho e Penedo.

### **3.12 Alocação Negociada**

A alocação negociada de água é um processo político e participativo sobre a definição dos destinos e usos das águas entre uma gama variada de atores com posições e interesses distintos e, em muitos casos, conflitantes. É um mecanismo de negociação de conflitos e de gestão aplicado desde a década de 1990, muito embora não possua uma regulação específica que assegure sua plena legalidade.

A outorga da água, reconhecida legalmente como instrumento de gestão, ocorre de acordo com a disponibilidade do manancial pelo balanço hídrico, mas está condicionada à alocação negociada de água

que ocorre no ano. Dessa forma, o cadastro de outorga não garante a disponibilidade de recursos hídricos. Por isso, o aprimoramento é necessário para se ter conhecimento das condições para a realização da alocação.



A participação é uma das principais características da alocação negociada e é essencial para que a deliberação ocorrida nessa arena aconteça de forma democrática, incorporando as necessidades dos principais usuários das águas, de acordo com a disponibilidade hídrica. A informação e capacitação dos membros do CBH é importante para melhor qualificar e fortalecer esta participação. É fundamental que os atores possam não apenas ter acesso à informação, mas possam compreender os dados, os vocábulos e as linguagens que configuram esse processo, para que suas decisões não se transformem em arrependimentos futuros.

A normatização dos acordos firmados nas reuniões de alocação é uma forma de cumprir e dar maior reconhecimento a esse processo entre os atores envolvidos. Ou seja, a transformação do ritual da alocação negociada em um *habitus* (Bourdieu, 2008). Esse *habitus* se dá no sentido da ação realizada pelos indivíduos que reproduzem a estrutura social em que estão inseridos. Nesse caso, reproduzindo os procedimentos que estruturam o processo de alocação e, assim, unificando a ação dos atores envolvidos em um conjunto unívoco de escolhas de práticas para a distribuição dos recursos hídricos. Também é considerada a universalização da alocação, ou seja, sua incorporação como meio de estabelecer os acordos para a distribuição de água nos reservatórios da RHBM.

### 3.13 Conjuntura Política

A variável Conjuntura Política está relacionada a questões que envolvem agendas de governos ou orçamentos para as políticas públicas que envolvam os recursos hídricos, como as fontes de investimentos, modificações ou manutenção do arcabouço jurídico-normativo (ou seja, novas leis que interfiram no gerenciamento das águas), além dos níveis da transparência e da participação social, dependentes de intenções de mandatos de governos federal, estadual e municipal. Ainda mais, também se consideram as cooperações institucionais como parâmetro a ser analisado na conjuntura política.

Os investimentos podem vir de fontes públicas, privadas ou público-privadas e podem ser analisados com base em possíveis cenários de aumento, redução ou manutenção dos níveis de recursos investidos. As cooperações institucionais retratam as ações que são tomadas em conjunto com outras instituições que estão envolvidas no apoio à gestão de recursos hídricos.

A transparência retrata a possibilidade de acesso e a disponibilidade de informações sobre os recursos hídricos, algo essencial para a avaliação de políticas públicas por parte da população e de demais instituições governamentais ou não governamentais, possibilitando um monitoramento do processo que pode subsidiar ações e decisões dos gestores dessas políticas para que sejam feitos os ajustes necessários, quando preciso, a fim de se obter os resultados desejados nos planejamentos (Raeder, 2014).

Comissão Gestora do Penedo – Foto: Cogeh



A participação social é essencial para o desenvolvimento das políticas públicas de recursos hídricos. Em uma perspectiva de boa governança para com esses recursos, os mecanismos participativos baseiam-se no engajamento da população como um recurso produtivo central (Gohn, 2011). A ampliação da participação possibilita maiores e melhores “informações e diagnósticos sobre os problemas públicos, gerando conhecimentos e subsídios para a elaboração de estratégias que visem a resolução de problemas e conflitos” (Ibidem) que circundam a gestão dos recursos hídricos.

Todos os pontos colocados dependem do arcabouço jurídico-normativo que regulamenta a forma como a política de gestão de água e seus diversos processos são orientados. Mudanças legais acarretam em novas formas de interpretação e realização do gerenciamento dos recursos hídricos, estando estes, assim, dependentes diretamente desse conjunto de normas.

### **3.14 Capacidade Institucional**

Neste documento, a capacidade institucional refere-se às ações, atributos e competências da companhia responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos no estado, a Cogerh, e tem como parâmetros para sua análise a comunicação, a informação e a sua sustentabilidade institucional.

O parâmetro sobre comunicação refere-se às ações comunicativas que a companhia realiza com a população e com outras instituições em seus diversos canais de comunicação que propiciam, também, informações sobre diversas ações relacionadas à gestão das águas. A disponibilidade e divulgação dessas informações também é considerada como parâmetro para a análise institucional da companhia, referindo-se à maior ou menor divulgação de informações tanto para o público geral quanto para os membros do colegiado que fazem parte dessa gestão. Por último, a sustentabilidade institucional está relacionada à manutenção da companhia, de suas ações, do quadro técnico, do potencial para captar e responder às demandas e do seu bem-estar financeiro, essenciais para prosseguir e progredir com as ações que forem desenvolvidas.

## 4 CENÁRIOS PROSPECTIVOS

Na construção dos cenários prospectivos foram observadas as ações planejadas no Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará (PAE) e analisadas as relações de causa e efeito das variáveis-chave e parâmetros explicitados no Capítulo 2. Conforme exposto na metodologia, foram construídos três cenários para representar os futuros possíveis da RH das Bacias Metropolitanas:

- **Cenário I** – utilizou o prolongamento das tendências no intuito de conduzir a região para um futuro verossímil;
- **Cenário II** – é um futuro de maior incerteza baseado na ruptura das trajetórias das seguintes variáveis-chave: consumo *per capita*, área irrigada, número de indústrias, criação de rebanhos, aquicultura, reservatórios planejados, nível de implementação do projeto malha d'água, eventos extremos de seca, universalização da alocação negociada e arcabouço jurídico-normativo;
- **Cenário III** – explicitou a imagem desejada do futuro.

As hipóteses de evolução dos parâmetros de cada variável estão apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5 - Variáveis-chave, parâmetros e hipóteses dos cenários 1, 2 e 3 da RHBM**

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	EVOLUÇÕES		
			Cenário I	Cenário II	Cenário III
Demanda	Abastecimento humano	População	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento da taxa média de crescimento
		Consumo <i>per capita</i>	Mantém	Aumento	Diminuição
		Perdas na rede de distribuição	Redução do IPD <sup>1</sup>	Manutenção do IPD <sup>1</sup>	Redução do IPD <sup>1</sup>
	Indústria	Eficiência do uso da água na indústria	Mantém	Mantém	Aumento
		Número de indústrias	Aumento	Mantém	Aumento
	Agropecuária	Eficiência do uso da água na irrigação	Mantém	Mantém	Mantém
		Área irrigada	Mantém	Mantém	Mantém
		Criação de rebanho	Mantém	Mantém	Mantém
	Serviços	Turismo e Lazer	Aumento	Mantém	Aumento
		Comércio	Aumento	Mantém	Aumento
	Aquicultura	Área	Mantém	Reduz	Mantém
		Consumo	Mantém	Reduz	Mantém
Oferta	Água superficial	Reservatórios planejados	Implementação das barragens (4) – Anil (complexo Pecém), Candeia, Feijão, Alvorada	Implementação da barragem Anil (complexo Pecém)	Implementação das barragens (7) – Anil (complexo Pecém), Candeia, Feijão, Alvorada, Ceará, Maranguape I e Maranguape II.
		Lagoas	Mantém	Menor uso para o abastecimento	Menor uso para abastecimento
	Eixo de transferência	Nível de implementação do Malha D'Água	Implementados de 2 SAA	Não há implementação	Implementação de 6 SAA: I – Aracoiaba- Maciço de Baturité

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	EVOLUÇÕES		
			Cenário I	Cenário II	Cenário III
					II – Eixão – Ocara/Ibaretama III-Horizonte/Pacajús – Serra de Baturité IV – Metropolitano- Litoral Leste V – Pecém/Litoral Oeste VI – Serras Metropolitanas
		Aduoras convencionais	Aumenta	Aumenta	Aumenta
		Ramal do Salgado (Pisf)	Implementado	Implementado	Implementado
		Duplicação do Eixão	Implementado	Mantém	Implementado
	Diversificação da matriz hídrica	Reuso	Maior utilização (Utilitás)	Mantém	Maior utilização (Utilitás)
		Usina de Dessalinização	Há Implementação	Não há Implementação	Há Implementação
	Água subterrânea	Poços	Maior uso para o abastecimento	Maior uso para o abastecimento	Maior uso para o abastecimento
Meio Ambiente	Qualidade da água	Rede coletora de esgoto	Aumento da taxa de esgotamento sanitário	Mantém	Aumento da taxa atual de esgotamento sanitário
		Número de ligações da rede	Maior	Mantém	Maior
		Existência de ETE's <sup>3</sup>	Existe a montante de alguns	Existe a montante de alguns	Existe a montante de todos
		Aterro sanitário (Consórcios de resíduos sólidos)	Mantém	Mantém	Aumenta
		Uso de agroquímicos/salinização	Mantém	Mantém	Reduz
		Unidades de Conservação (UC's <sup>4</sup> )	Maior número	Mantém	Maior número

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	EVOLUÇÕES		
			Cenário I	Cenário II	Cenário III
		Recuperação de áreas degradadas	Expansão das áreas recuperadas	Mantém	Expansão das áreas recuperadas
		Programas de educação ambiental	Existe	Existe	Existe
	Mudança climática	Eventos extremos de seca	Mantém a duração e severidade média das secas	Aumento da duração e severidade das secas	Mantém a duração e severidade média das secas
		Eventos extremos de cheia	Mantém a média histórica de cheia	Mantém a média histórica de cheia	Mantém a média histórica de cheia
	Gerenciamento das águas	Monitoramento qualitativo de águas superficiais e subterrâneas	Número de campanhas	Ampliação	Mantém
Variáveis de medição			Ampliação	Ampliação	Ampliação
Regulação de uso de águas superficiais e subterrâneas		Outorga	Ampliação	Ampliação	Universalização
		Fiscalização	Ampliação	Ampliação	Ampliação
Gerenciamento das águas	Regulação de uso de águas superficiais e subterrâneas	Cadastro de usuários	Aumento do número de usuários cadastrados	Aumento do número de usuários cadastrados	Aumento do número de usuários cadastrados
	Cobrança	Quantidade de usuários cobrados	Aumento	Aumento	Aumento
		Volume faturado	Aumento	Mantém	Aumento
		Política tarifária	Melhora a estrutura existente	Melhora a estrutura existente	Melhora a estrutura existente
		Monitoramento (Inspeção e instrumentação)	Existe	Existe	Existe
	Segurança de barragens	Manutenção preventiva	Aumento	Aumento	Aumento
		Manutenção corretiva	Aumento	Aumento	Aumento
		Regulação	Redução	Redução	Redução
	Alocação negociada	Aprimoramento	Ampliação	Ampliação	Ampliação
		Participação pública	Existe	Existe	Existe
		Normatização dos acordos	Maior	Maior	Maior
		Conflitos pelo uso	Parcial	Parcial	Total

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	EVOLUÇÕES		
			Cenário I	Cenário II	Cenário III
		Universalização	Mantém	Aumento	Redução
		Investimentos públicos	Atingiu	Não atingiu	Atingiu
		Investimentos privados	Mantém	Mantém	Aumento
		Investimentos público-privados	Mantém	Reduz	Aumento
		Cooperações institucionais	Mantém	Reduz	Aumento
		Transparência	Mantém	Aumento	Aumento
		Participação social	Maior	Maior	Maior
		Arcabouço jurídico-normativo	Maior	Mantém	Maior
		Comunicação	Novas regulamentações	Aplicação das regulamentações existentes	Novas regulamentações
Político-institucional	Conjuntura política	Informação	Ampliação dos canais de comunicação	Ampliação dos canais de comunicação	Ampliação dos canais de comunicação
		Sustentabilidade institucional	Maior divulgação	Maior divulgação	Maior divulgação
Capacidade institucional					

<sup>1</sup> IPD – Índice de Perdas na Distribuição

<sup>2</sup> SAA – Sistema de Abastecimento de Água

<sup>3</sup> ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

<sup>4</sup> UC – Unidades de Conservação

A história de cada um desses cenários está detalhada a seguir:

#### **4.1 Cenário I – Exploratório Extrapolativo**

Neste cenário, a demanda hídrica humana aumenta como resultado da elevação da taxa média de crescimento da população (principalmente nos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, São Gonçalo do Amarante e Eusébio) e o consumo *per capita* permanece no mesmo nível identificado na situação de partida. A estabilização deste consumo é dada pela existência de programas de educação ambiental com vistas à conservação da água.

As perdas no sistema de abastecimento são reduzidas em função de investimentos empregados pela Cagece, na subdivisão dos setores hidráulicos em Distritos de Medição e Controle (DMCs), implantados em Fortaleza (Messejana, Castelão, Aldeota, Floresta, Vila Brasil e Expedicionários), com uma redução mínima de 20% nos percentuais de perdas de água tratada nesses setores, e em Caucaia e Maracanaú.

Existe o crescimento da economia na RH das Bacias Metropolitanas, com instalação de novas indústrias, principalmente no Cipp e no Distrito Industrial de Maracanaú, que ampliam a geração de emprego e renda. Os investidores estarão interessados em instaurar uma planta de eletrólise que use como insumos as energias eólica e solar. Com vento e sol em abundância o ano inteiro, as energias renováveis são de grande potencial econômico para o Ceará. O Hub de hidrogênio verde, considerado o combustível do futuro, elevará essa produção a outro patamar e colocará o Ceará no radar da produção e exportação de energias renováveis. Dos 30 memorandos de entendimento entre o Estado e empresas privadas que pretendem investir na exploração do combustível no Ceará, sete se instalarão no Hub de hidrogênio verde do Cipp, aumentando a demanda de água.

Os incentivos provenientes das prefeituras dos municípios, principalmente de Maracanaú, favorecem a instalação de novos empreendimentos industriais com foco na diminuição do déficit de empregos na região, com a instalação de novas indústrias.

Os eventos extremos de cheia permanecem na sua própria configuração espacial e os extremos de seca apresentam a duração e severidade média observadas na situação de partida.

No setor da pecuária não existe uma expectativa significativa de crescimento, mas necessita de uma segurança hídrica para garantir a produção.

A perspectiva para as áreas destinadas a agricultura é que permaneça no mesmo nível identificado na situação de partida. As lavouras temporárias predominantes são as de milho e mandioca, enquanto as lavouras permanentes são predominantemente de banana e castanha de caju. Não há indicativo que alterem seu método de irrigação.

Neste cenário existem novas áreas de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, que se juntarão às já existentes, como a ampliação da APA do Pecém (em São Gonçalo do Amarante). Existem algumas ações para recuperação de áreas degradadas, tais como o Projeto Recarrega Ceará, que está sendo planejado para ser implantado em área localizada no Parque Estadual das Águas. Neste Cenário, existem programas ambientais promovidos por entidades variadas.

Os **Planos Municipais de Saneamento Básico** dos municípios da RH das Bacias Metropolitanas estão contemplados pelo marco do saneamento básico, que possui como principal objetivo estabelecer novas alternativas de financiamento e mecanismos para universalizar os serviços de saneamento básico no País até 2033, garantindo que 99% da população tenha acesso a abastecimento de água e 90% à coleta e tratamento de esgoto.

Em relação aos resíduos sólidos, há compreensão clara, neste Cenário, que dotar o Estado das soluções de aterramento sanitário necessárias é tarefa inexecutável a curto prazo. Os aterros são obras complexas e caras, que não condizem com o atual período de dificuldades da economia nacional, e que por sua maturação lenta, não possibilitam uma agenda imediata de extensas atividades. Reconhece-se a inevitabilidade da convivência com os lixões na grande maioria dos municípios da RHBM. Mas, com o início do processo de recuperação dessas áreas degradadas, as mesmas serão conduzidas a um estágio controlado de soluções transitórias. Assume-se a necessidade de desenvolvimento do que se denominou “políticas pré-aterro”, para que se inicie rapidamente um período de “ir menos aos lixões”, por meio de “coletas seletivas múltiplas” que conduzam os resíduos para destinos diferenciados, com uma gestão de processo capacitada e estável a cargo de consórcios públicos. Neste Cenário, para atender a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, inverte-se a lógica de implantação das ações: ao invés de se começar pela implantação de um aterro, privilegiam-se soluções de menor custo de investimento e que geram receitas, ficando os aterros como a última etapa da implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, por serem investimento, de mais longa maturação e de operacionalização mais exigente.

Os investimentos públicos e privados são advindos das mesmas fontes e não se sobressaem aos montantes observados na situação de partida. Apesar disso, tem-se o direcionamento desses recursos para obras hídricas, permitindo a implantação de dois sistemas adutores vinculados ao projeto Malha d'Água, bem como das barragens Anil, Alvorada, Candeia e Feijão, planejadas pelo PAE para serem construídas a partir de 2028.

A duplicação do Eixão das Águas é implementada, com a complementação das obras - implantação da segunda linha da sucção e do recalque do sistema de bombeamento, dos sifões, dos equipamentos hidromecânicos das comportas de controle de nível e vazão dos canais e do complemento das bombas da EB Principal – com o sistema atingindo a vazão total de projeto de 22 m<sup>3</sup>/s (SRH, 2020). Com isso, será possível incrementar a segurança hídrica no abastecimento da RMF e dos diversos usos ao longo do Eixão das Águas. Num cenário de desenvolvimento da RMF (saneamento, comércio e indústria), notadamente nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e São Gonçalo do Amarante, considerando a hipótese de baixo aporte hídrico aos reservatórios da RH das Bacias Metropolitanas e do Castanhão apresentar volume satisfatório, o atendimento da demanda total da Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, poderá ser possível com o reforço das águas do Castanhão, via Eixão das Águas duplicado.

Neste Cenário, além do Trecho I do CAC, os Ramais do Apodi e do Salgado do Pisf também estão concluídos, reforçando a segurança hídrica da RH das Bacias Metropolitanas, permitindo transferir 20 m<sup>3</sup>/s do Pisf para o Castanhão, via rio Salgado, numa estratégia de concentrar o volume de água a ser transferido do Pisf para o Ceará no período de 4

a 5 meses da estação chuvosa, minimizando as elevadas perdas por infiltração e evaporação, além das retiradas para a irrigação.

A matriz de abastecimento da região é diversificada, com a instalação da usina de dessalinização da água do mar em Fortaleza, agregando 1 m<sup>3</sup>/s na oferta. A Estação Produtora de Água de Reúso (Epar) está concluída e em funcionamento, produzindo de 1,15 m<sup>3</sup>/s, com o objetivo de suprir a demanda hídrica do Hub de Hidrogênio Verde no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). Esta estação utiliza como fonte 10 (dez) Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) existentes, localizadas em Fortaleza e Caucaia, transformadas em estações elevatórias para o transporte dos efluentes até a Epar.

O monitoramento qualiquantitativo é ampliado por meio do maior número de campanhas e pela ampliação das variáveis de medição. No monitoramento qualitativo das águas superficiais é escolhido um ponto por açude para realização de análises de qualidade de água, trimestralmente, ou seja, na situação de partida são realizadas quatro (4) análises ao ano (1 análise x 4). Em termos qualitativos, prevê-se o acréscimo de 04 pontos (nos novos reservatórios). Essas informações são úteis para a elaboração do Índice de Qualidade de Água para Reservatórios (IQAR) e outros indicadores hidroambientais, como indicadores de sustentabilidade e segurança hídrica.

Em relação às águas subterrâneas passou-se a realizar o monitoramento quantitativo e as medidas de pH, temperatura, condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD). Novos estudos são executados na RH das Bacias Metropolitanas permitindo uma melhor avaliação das suas disponibilidades subterrâneas.

A Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (Brasil, 2010) propicia um maior número de barragens cadastradas e a conclusão dos Planos de Segurança de todas as barragens sob responsabilidade da Cogerh. A ampliação da manutenção preventiva faz com que as manutenções corretivas sejam reduzidas.

A desburocratização da outorga iniciada pelo Decreto nº 31.559, de 29 de abril de 2020 (Ceará, 2020) propicia a ampliação e o aperfeiçoamento dos cadastros de usuários. A associação da cobrança ao uso da água promulgada pelo mesmo decreto impulsiona o aumento da quantidade de usuários cobrados e do volume faturado. Estudos de capacidade de pagamento são desenvolvidos e estimulam a rediscussão da política tarifária que propicia o aprimoramento dessa política.

O uso da plataforma Outorga online cresceu após a pandemia da Covid-19, que gerou um movimento comportamental no sentido da maior utilização de meios digitais. Esse movimento também estimula a ampliação dos canais de comunicação e uma maior divulgação das informações geradas no âmbito do gerenciamento das águas.

A alocação negociada de água é regulamentada como instrumento de gestão. Estudos desenvolvidos na situação de partida sobre alocação promovem o aprimoramento desse instrumento e a melhoria da geração de informações. Relatórios anuais são divulgados no intuito de permitir um melhor entendimento do processo. Capacitações são ofertadas aos membros dos colegiados, elevando os seus conhecimentos sobre o sistema de recursos hídricos.

O desejo de construir uma governança capaz de se adaptar aos desafios impostos pelas mudanças nos sistemas socio-hidrológicos colocou o acesso à informação como uma premissa básica. Desse modo, a transparência é ampliada pela maior utilização do Portal da Transparência e das ouvidorias. O primeiro instrumento mantém a dupla função de servir como um grande repositório, evitando a fragmentação da informação entre as múltiplas instituições do Estado e de facilitador do diálogo entre Estado, detentores de informação e cidadãos.

A Cogerh expõe uma maior sustentabilidade institucional em virtude do aumento do quadro de pessoal; da sustentabilidade financeira gerada por uma arrecadação da cobrança pelo uso da água; e, redefinição do organograma da instituição. O fortalecimento institucional se dá por meio da realização de concursos públicos para a SRH, a Cogerh e a Semace.

A expansão da fiscalização é alcançada com a ampliação da equipe de fiscais da SRH, a capacitação para o exercício da função e a integração institucional para o desenvolvimento de ações conjuntas de fiscalização do uso da água e segurança de barragens (ANA/SRH/Cogerh/BPMA/SEMA/Semace/Polícia Ambiental/Ciopaer/Defesa Civil).

#### **4.2 Cenário II – Exploratório Múltiplo**

Este cenário é marcado pela maior ocorrência de eventos extremos de seca com uma maior duração e severidade, desestimulando o crescimento das áreas irrigadas, da aquicultura e da criação de rebanhos. Os setores de indústria, de turismo e de lazer mantêm-se ao já existente na situação de partida. O setor de comércio cresce incentivado pela recuperação da economia e pelo crescimento populacional.

O setor de pecuária possui uma eficiência produtiva e mesmo com eventos de seca se mantém na situação de partida.

Observa-se uma redução dos investimentos privados e na modalidade público-privado, ocasionando a manutenção apenas dos investimentos públicos com recursos da União, o que inviabiliza a construção do reservatório Anil (que acrescentaria 0,16 m<sup>3</sup>/s na Q90 da RHBM). Não há implementação de nenhum sistema de abastecimento de água do Malha D'Água.

O Eixão das Águas não é duplicado e permanece com a vazão de transferência atual de 11 m<sup>3</sup>/s, e a RHBM tem um incremento da oferta com a operação do Pisf, via ramais do Apodi e do Salgado.

A falta de água induz à perfuração de um maior número de poços pelos usuários de água na busca pela manutenção de suas atividades; a falta de aporte de água nos reservatórios impede que a área irrigada se expanda, ficando nos mesmos níveis da situação de Partida (impactada pela seca de 2012-2017). Esse cenário crítico e a redução dos investimentos alavancam os conflitos pelo uso da água que são recorrentes, intensos e em maior número.

A matriz de abastecimento da região permanece dependente das águas superficiais e subterrâneas, não havendo incremento da oferta hídrica via dessalinização da água do mar, nem do reuso de águas para uso industrial. A demanda hídrica humana eleva-se em função do aumento da taxa média de crescimento da população e do consumo *per capita*, ingredientes que acirram conflitos pelo uso da água em função da escassez hídrica.

A rede coletora de esgoto passa por ampliação e se verifica aumento no número de ligações a essa rede.

Em relação às Unidades de Conservação a situação não se modifica conforme expresso na situação de partida e nenhuma nova área para este propósito é criada.

O número de campanhas de monitoramento qualiquantitativo é mantido, com as mesmas variáveis de medição. O Índice de Qualidade de Água para Reservatórios (IQAr) é utilizado para monitorar os açudes em operação.

A Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (Brasil, 2010) propicia um maior número de barragens cadastradas e a conclusão dos Planos de Segurança de todas as barragens sob responsabilidade da Cogerh. A ampliação da manutenção preventiva faz com que as manutenções corretivas sejam reduzidas.

A desburocratização da outorga iniciada pelo Decreto nº 31.559 de 29 de abril de 2020 (Ceará, 2020) propicia a ampliação e o aperfeiçoamento dos cadastros de usuários. A associação da cobrança ao uso da água promulgada pelo mesmo decreto impulsiona o aumento da quantidade de usuários cobrados, apesar do volume faturado manter-se nos níveis da situação de partida. Estudos de capacidade de pagamento são desenvolvidos e estimulam a rediscussão da política tarifária que propiciam o aprimoramento dessa política.

O uso da plataforma Outorga online cresceu após a pandemia da Covid-19, que impulsionou maior utilização de meios digitais por parte da população. Esse movimento também estimula a ampliação dos canais

de comunicação e uma maior divulgação das informações geradas no âmbito do gerenciamento das águas.

Estudos desenvolvidos na situação de partida promovem o aprimoramento da alocação negociada e a melhoria da geração de informação, mas o processo não é universalizado. Relatórios anuais são divulgados no intuito de permitir um melhor entendimento do processo. Capacitações são ofertadas aos membros dos colegiados, elevando seus conhecimentos sobre o sistema de recursos hídricos. Mas a normatização dos acordos ocorre de forma parcial, muito embora, se verifique maior participação nas arenas públicas de alocação negociada de água decorrente das disputas entre usuários por acesso à água em contexto de escassez que buscam garantir estratégias que favoreçam o atendimento às suas demandas.

O desejo de construir uma governança capaz de se adaptar aos desafios colocados pelas mudanças nos sistemas sócio-hidrológicos colocou o acesso à informação como uma premissa básica. Desse modo, a transparência é ampliada pela maior utilização do Portal da Transparência e das ouvidorias. O primeiro instrumento mantém a dupla função de servir como um grande repositório, evitando a fragmentação da informação entre as múltiplas instituições do Estado e de facilitador do diálogo entre Estado, detentores de informação e cidadãos.

A Cogerh expõe uma maior sustentabilidade institucional em virtude do aumento do seu quadro de pessoal, da sustentabilidade financeira gerada por uma arrecadação da cobrança pelo uso da água e pela redefinição do organograma da instituição. O fortalecimento institucional se dá por meio da realização de concursos públicos para a SRH, a Cogerh e a Semace e da qualificação de seus colaboradores e investimento em inovação.

A expansão da fiscalização é alcançada com a ampliação da equipe de fiscais da SRH, a capacitação para o exercício da função e a integração institucional para o desenvolvimento de ações conjuntas de fiscalização do uso da água e segurança de barragens (ANA/SRH/Cogerh/BPMA/SEMA/Semace/Polícia Ambiental/Ciopaer/Defesa Civil).

### 4.3 Cenário III – Normativo

Este cenário configura-se pelo crescimento populacional, principalmente nos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, São Gonçalo do Amarante e Eusébio. Mas também caracteriza-se pela redução da demanda hídrica humana em virtude do decréscimo do consumo per capita e decréscimo das perdas no sistema de distribuição. As perdas no sistema de abastecimento são reduzidas em função de investimentos empregados pela Cagece, na subdivisão dos setores hidráulicos em Distritos de Medição e Controle (DMCs), implantados em Fortaleza (Messejana, Castelão, Aldeota, Floresta, Vila Brasil e Expedicionários), com uma redução mínima de 20% nos percentuais de perdas de água tratada nesses setores, em Caucaia e Maracanaú.

Em relação à irrigação, há crescimento de áreas conforme a tendência histórica, apesar dos extremos de seca continuarem apresentando duração e severidade de acordo com a média histórica. Se observa a busca por melhoria na eficiência do uso da água.

As mudanças que implicam em reduções relativas ao abastecimento humano - demanda hídrica humana e consumo *per capita* – decorrem também dos resultados positivos de programas de educação ambiental,

do uso de aparelhos sanitários economizadores, do uso eficiente de água de paisagem (residencial e não residencial), do desenvolvimento de estudos sobre os usos residenciais urbanos e rurais, e do atendimento do plano de metas de perdas de água.

Tem-se um quadro marcado por um crescimento mais sustentado das atividades econômicas, expresso pelo crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), fim da recessão e equilíbrio das contas públicas. Esta conjuntura implica em uma maior renda per capita e na elevação dos investimentos públicos, privados e da modalidade público-privado favorecendo a implantação dos seis sistemas de abastecimentos de água planejados, vinculados ao projeto Malha d'Água (1. Aracoiaba - Maciço de Baturité, 2. Eixão - Ocara/Ibaretama, 3. Horizonte/Pacajus - Serra de Baturité, 4. Metropolitano - Litoral Leste, 5. Pecém - Litoral Oeste e 6. Serras Metropolitanas), bem como a construção das sete barragens Anil, Alvorada, Candeia, Ceará, Feijão, Maranguape I e Maranguape II planejadas pelo PAE para serem construídas a partir de 2028.

Há a expansão do setor do comércio, em função do crescimento populacional e da atração de mais atividades relacionadas à educação, indústria, turismo e lazer, que amplia a geração de emprego e renda.

Existe o crescimento da economia na RH das Bacias Metropolitanas, com instalação de novas indústrias, principalmente no Cipp e no Distrito Industrial de Maracanaú, que ampliam a geração de emprego e renda. Os investidores estarão interessados em instaurar uma planta de eletrólise que use como insumos as energias eólica e solar. Com vento e sol em abundância o ano inteiro, as energias renováveis são de grande potencial econômico para o Ceará. O Hub de hidrogênio verde, considerado o combustível do futuro, elevará essa produção a outro patamar e colocará o Ceará no radar da produção e exportação de

energias renováveis. Dos 30 memorandos de entendimento firmados entre o Estado e empresas privadas que pretendem investir na exploração do combustível no Ceará, 15 se instalarão no Hub de hidrogênio verde do Cipp, aumentando a demanda de água.

Os incentivos provenientes das prefeituras dos municípios favorecem a instalação de novos empreendimentos industriais com foco na diminuição do déficit de empregos na região, com a instalação de novas indústrias.

A duplicação do Eixão das Águas é implementada, com a complementação das obras - implantação da segunda linha da sucção e do recalque do sistema de bombeamento, dos sifões, dos equipamentos hidromecânicos das comportas de controle de nível e vazão dos canais e do complemento das bombas da EB Principal – com o sistema atingindo a vazão total de projeto de 22 m<sup>3</sup>/s. Com isso, será possível incrementar a segurança hídrica no abastecimento da RMF e dos diversos usos ao longo do Eixão das Águas. Num cenário de desenvolvimento da RMF (saneamento, comércio e indústria), notadamente nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e São Gonçalo do Amarante, e considerando a hipótese de baixo aporte hídrico aos reservatórios da RH das Bacias Metropolitanas e do Castanhão apresentarem volume satisfatório, o atendimento da demanda total da Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, poderá ser possível com o reforço das águas do Castanhão, via Eixão das Águas duplicado.

Neste Cenário, além do Trecho I do CAC, os Ramais do Apodi e do Salgado do Pisf também estão concluídos, também reforçando a segurança hídrica da RH das Bacias Metropolitanas, permitindo transferir 20 m<sup>3</sup>/s do Pisf para o Castanhão, via rio Salgado, numa

estratégia de concentrar o volume de água a ser transferido do Pisf para o Ceará no período de 4 a 5 meses da estação chuvosa, minimizando as elevadas perdas por infiltração e evaporação, além das retiradas para a irrigação.

A matriz de abastecimento da região é diversificada, com a instalação da usina de dessalinização da água do mar em Fortaleza, agregando 1 m<sup>3</sup>/s na oferta. A Estação Produtora de Água de Reúso (Epar) está concluída e em funcionamento, produzindo de 1,6 m<sup>3</sup>/s, com o objetivo de suprir a demanda hídrica do Hub de Hidrogênio Verde no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). Esta estação utiliza como fonte 10 (dez) Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) existentes, localizadas em Fortaleza (RMF) e Caucaia, transformadas em estações elevatórias para o transporte dos efluentes até a Epar.

O monitoramento qualiquantitativo é ampliado por meio do maior número de campanhas e pela aumento das variáveis de medição. No monitoramento qualitativo das águas superficiais é escolhido um ponto por açude para realização de análises de qualidade de água, trimestralmente, ou seja, na situação de partida são realizadas quatro análises ao ano (1 análise x 4). Prevê-se um aumento de mais sete pontos de medição em função da construção dos novos reservatórios. Essas informações são úteis para a elaboração do Índice de Qualidade de Água para Reservatórios (IQAR) e outros indicadores hidroambientais, como indicadores de sustentabilidade e segurança hídrica.

O monitoramento qualitativo das águas subterrâneas se dá pelas medidas de pH, temperatura, condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD).

Investimentos públicos e privados no âmbito social (saneamento, saúde e habitação) se mostraram decisivos para a retomada do emprego e

aumento da renda, além de incentivarem a ampliação da rede de esgotamento sanitário e a maior ligação da população a essa rede. As cooperações institucionais avançam na busca pela expansão das atividades econômicas e na implantação de políticas públicas.

Todos os Consórcios Públicos de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos planejados para Região a Hidrográfica das Bacias Metropolitanas são instalados, incentivando a adequada destinação final dos resíduos sólidos, contribuindo para a elevação da qualidade das águas.

Neste cenário são criadas novas áreas de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, que se juntarão às já existentes, como a ampliação da APA do Pecém (em São Gonçalo do Amarante) e a criação da ARIE da Precabura (em Fortaleza e Eusébio). É feita a revitalização de áreas degradadas e programas ambientais são promovidos por entidades variadas.

Neste cenário existem novas áreas de unidades de conservação federais, estaduais e municipais, que se juntarão às já existentes, como a ampliação da APA do Pecém (em São Gonçalo do Amarante). Existem algumas ações para recuperação de áreas degradadas, tais como o Projeto Recarrega Ceará, que está sendo planejado para ser implantado em área localizada no Parque Estadual das Águas. Neste Cenário, existem programas ambientais promovidos por entidades variadas.

A Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (Brasil, 2010) propiciou um maior número de barragens cadastradas e a conclusão dos Planos de Segurança de todas as barragens sob a responsabilidade da Cogerh. A ampliação da manutenção preventiva reduz a necessidade de manutenção corretiva.

A desburocratização do processo de outorga, iniciada pelo Decreto nº 31.559, de 29 de abril de 2020 (Ceará, 2020), propicia a ampliação e o aperfeiçoamento dos cadastros de usuários. A associação da cobrança ao uso da água promulgada pelo mesmo decreto impulsiona o aumento da quantidade de usuários cobrados e do volume faturado. Estudos de capacidade de pagamento são desenvolvidos e estimulam a rediscussão da política tarifária que propiciam o aprimoramento dessa política. Com isso, as regras tarifárias são sistematicamente atualizadas, visando o aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos e adequando-as às especificidades da demanda e da oferta de água no estado.

O uso da plataforma Outorga *online* cresceu após a pandemia da Covid-19 que gerou um movimento comportamental no sentido da maior utilização de meios digitais e, com isso, ajuda a alcançar a universalização da Outorga. Esse movimento também estimula a ampliação dos canais de comunicação e uma maior divulgação das informações geradas no âmbito do gerenciamento das águas.

A alocação negociada de água é regulamentada como instrumento de gestão e a universalização desse processo é atingida. Estudos desenvolvidos na situação de partida sobre a alocação promovem o aprimoramento desse instrumento e a melhoria da geração de informações. Relatórios anuais são divulgados no intuito de permitir um melhor entendimento do processo. Capacitações são ofertadas aos membros do CBH Salgado, elevando os seus conhecimentos sobre o sistema de recursos hídricos e favorecendo a uma melhor elaboração do seu planejamento estratégico em um contexto marcado por um funcionamento continuado e efetivo. Esses acontecimentos fazem emergir uma maior participação social, com a manutenção de alguns conflitos pelo uso da água, tendo em vista que os mesmos não são disparados apenas pela insuficiência dos recursos hídricos, mas também

são deflagrados pela forma de uso e ocupação do solo, bem como pelo modo de apropriação dos recursos de uso comum.

O desejo de construir uma governança capaz de se adaptar aos desafios colocados pelas mudanças nos sistemas sócio-hidrológicos colocou o acesso à informação como uma premissa básica. Desse modo, a transparência é ampliada pela maior utilização do Portal da Transparência e das ouvidorias. O primeiro instrumento mantém a dupla função de servir como um grande repositório, evitando a fragmentação da informação entre as múltiplas instituições do Estado e de facilitador do diálogo entre Estado, detentores de informação e cidadãos.

A Cogerh expõe uma maior sustentabilidade institucional em virtude do aumento do seu quadro de pessoal, da sustentabilidade financeira gerada por uma arrecadação da cobrança pelo uso da água, e, redefinição do organograma da instituição. O fortalecimento institucional se dá por meio da realização de concursos públicos para a SRH, a Cogerh e a Semace.

A expansão da fiscalização é alcançada com a ampliação da equipe de fiscais da SRH, a capacitação para o exercício da função e a integração institucional para o desenvolvimento de ações conjuntas de fiscalização do uso da água e segurança de barragens (ANA/SRH/Cogerh/BPMA/SEMA/Semace/Polícia Ambiental/Ciopaer/Defesa Civil).

## 5 PROJEÇÃO DA OFERTA HÍDRICA

Açude Acarape do Meio – Foto: Cogeh



Neste Capítulo é analisada a disponibilidade hídrica futura dos mananciais superficiais e subterrâneos na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da RH das Bacias Metropolitanas. A oferta é dividida em superficial (reservatórios existentes e o efeito das mudanças climáticas no  $Q_{90}$  atual e o  $Q_{90}$  dos reservatórios planejados), subterrânea e eixos de transferência.

## 5.1 Água superficial - Reservatórios Existentes: Impactos da Mudança do Clima

A oferta hídrica futura foi caracterizada pelas vazões afluentes aos reservatórios, conforme explicado no Diagnóstico deste Plano. Essas vazões foram calculadas por meio do modelo SMAP (Lopes; Braga; Conejo, 1981) utilizando como base as precipitações e a temperatura dos Modelos de Mudança do Clima (MMCs).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) define a mudança do clima como uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático médio (incluindo sua variabilidade natural), que persiste em um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo). Ela pode ser causada por processos naturais, contudo, a mudança recente tem sua causa nas atividades humanas (IPCC, 2014).

Para a caracterização dos possíveis efeitos das mudanças climáticas sobre as vazões afluentes foram considerados oito modelos do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6). Os modelos utilizados são: BCC-CSM2-MR, CanESM5, FGOALS-g3, MIROC6, MPI-ESM1-2-HR, MRI-ESM2-0, NESM3 e IPSL-CM6A-LR. Ressalta-se que ainda não foram disponibilizados todos os modelos do CMIP6, por isso aplicou-se apenas esses oito modelos.

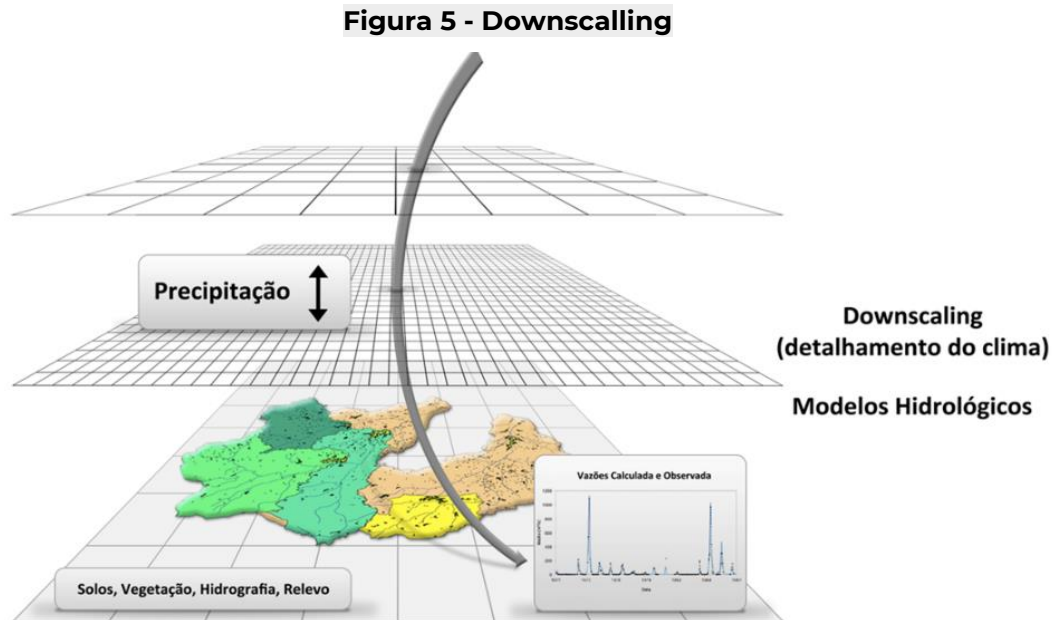
Os cenários climáticos são definidos no CMIP6 em função das possíveis trajetórias de desenvolvimento socioeconômico a nível global. Essas trajetórias são resumidas nos cenários *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP), são eles:

- SSP1 – a sociedade global se desenvolve economicamente, com melhora significativa das condições de saúde e educação e com estabilidade institucional, por meio de práticas em prol da sustentabilidade;
- SSP2 – a sociedade global segue as tendências atuais de desenvolvimento;
- SSP3 – observa-se pouco investimento em saúde e educação, grande crescimento populacional e aumento das desigualdades, acompanhados por tendência global protecionista;
- SSP4 – observa-se pouco investimento em saúde e educação, grande crescimento populacional e aumento das desigualdades, acompanhados por forte desigualdade entre países;
- SSP5 – a sociedade global se desenvolve economicamente, com melhora significativa das condições de saúde e educação e com estabilidade institucional, por meio de uma economia baseada na exploração dos combustíveis fósseis.

Os oito modelos foram avaliados no cenário SSP2 com forçante radioativa de  $4,5 \text{ W/m}^2$  (SSP2-45). A forçante radioativa é usada para mensurar os efeitos das mudanças do uso do solo e das emissões de gases do efeito estufa sobre a dinâmica global das trocas de calor. Desse modo, o SSP2-45 representa um cenário intermediário de emissões de gases de efeito estufa associadas à manutenção dos fatores socioeconômicos atuais.

As variáveis de temperatura e precipitação desses modelos foram corrigidas para serem utilizadas no cálculo das vazões afluentes futuras. Essa correção é necessária, pois as duas variáveis são fornecidas numa grade de escala global. Dessa forma, para a análise dos efeitos locais foi

aplicada a técnica de *downscaling* (Figura 5). Essa técnica é composta por uma etapa de interpolação da informação climática para a região de interesse combinada com uma estratégia de remoção de viés que corrige desvios sistemáticos da escala global para a escala local.



Fonte: Martins (2012)

A variabilidade anual foi representada pelo coeficiente de variação (CV) das séries de vazões afluentes futuras anuais. O CV característico da RH das Bacias Metropolitanas no clima presente é em torno de 1,0, assim observou-se quais modelos apresentaram CV entre 0,6 e 1,6 considerados característicos do Semiárido Brasileiro, ou seja, quais modelos impunham a maior ou menor variabilidade no clima futuro (maior ou menor CV). A Tabela 6 apresenta o coeficiente de variação das vazões afluentes anuais futuras, no período de 2020 a 2050, em cada um dos três modelos selecionados, e o CV contido no Diagnóstico de Plano de Recursos Hídricos. Estão grifados os cinco reservatórios de maior capacidade de acumulação da RHBM. Os modelos também foram analisados nas bacias doadoras das RHs do Médio e Alto Jaguaribe, onde

ficam localizados os açudes Castanhão e Orós, componentes do Sistema Integrado Jaguaribe-RMF.

Vale ressaltar que as precipitações e temperaturas observadas são obtidas por meio de medições locais, assim, possuem uma menor incerteza quando comparadas a essas mesmas variáveis obtidas pelo processo de *downscaling*. Essa incerteza é transferida para as vazões afluentes na modelagem hidrológica.

**Tabela 6 - Coeficiente de Variação das vazões afluentes anuais a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas e na situação de partida (Diagnóstico)**

Reservatório	Modelos			Diagnóstico
	MRI-ESM2-0	FGOALS-g3	MIROC6	
Acarape do Meio	0,55	0,74	0,74	1,03
Amanary	0,59	0,64	0,77	0,93
Amarelas	0,55	0,62	0,74	0,99
Aracoiaba	0,59	0,82	0,89	0,89
Batente	0,74	0,81	0,91	1,25
Castro	0,79	0,96	0,94	1,40
Catucinzenta	0,57	0,43	0,57	0,91
Cauhipe	0,53	0,53	0,71	0,94
Cocó	0,55	0,47	0,56	1,46
Gavião	0,64	0,55	0,70	1,18
Germinal	0,56	0,78	0,87	0,96
Itapebussu	0,56	0,78	0,81	1,03
Macacos	0,78	0,86	0,92	1,45
Malcozinhado	0,58	0,64	0,58	1,09
Maranguapinho	0,60	0,51	0,70	1,14
Pacajus	0,71	0,88	0,88	1,32
Pacoti	0,71	0,63	0,80	1,11
Penedo	0,60	0,50	0,70	1,11
Pesqueiro	0,56	0,85	0,87	1,31
Pompeu Sobrinho	0,86	1,00	1,05	1,25
Riachão	0,72	0,64	0,70	1,25
Sítios Novos	0,53	0,66	0,73	1,24
Tijuquinha	0,52	0,65	0,72	0,95

A média das vazões afluentes futuras, no período de 2020 a 2050, para os três modelos escolhidos podem ser visualizadas na Tabela 7. As diferenças em relação aos valores atuais pode ser visualizada na Tabela 8.

**Tabela 7 - Média das vazões afluentes anuais futuras a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas e na situação de partida – m³/s (Diagnóstico)**

Reservatório	Modelos			Diagnóstico
	MRI-ESM2-0	FGOALS-g3	MIROC6	
Acarape do Meio	0,47	0,25	0,36	0,82
Amanary	0,44	0,31	0,38	0,24
Amarelas	0,15	0,18	0,11	0,19
Aracoíaba	3,31	2,08	3,06	2,58
Batente	2,46	1,37	1,99	3,93
Castro	0,37	0,16	0,30	0,73
Catucinzenta	0,30	0,32	0,27	0,31
Cauhipe	0,66	0,86	0,56	0,87
Cocó	0,51	0,87	0,47	0,63
Gavião	0,88	1,19	0,79	0,72
Germinal	0,57	0,35	0,49	0,63
Itapebussu	0,52	0,32	0,42	0,37
Macacos	0,07	0,03	0,05	0,12
Malcozinhado	1,24	0,90	1,08	0,82
Maranguapinho	0,82	1,19	0,83	0,82
Pacajus	6,76	3,75	6,02	8,37
Pacoti	3,47	2,99	3,33	4,98
Penedo	0,06	0,09	0,06	0,05
Pesqueiro	0,29	0,16	0,24	0,26
Pompeu Sobrinho	0,68	0,38	0,65	0,79
Riachão	0,09	0,15	0,08	0,13
Sítios Novos	1,84	1,91	1,41	1,58
Tijuquinha	0,13	0,14	0,20	0,23

**Tabela 8 - Redução na média das vazões afluentes anuais futuras a cada reservatório da RH das Bacias Metropolitanas em relação à situação de partida (Diagnóstico) (%)**

Reservatório	Modelos		
	MRI-ESM2-0	FGOALS-g3	MIROC6
Acarape do Meio	-0,43	-0,70	-0,57
Amanary	0,84	0,31	0,60
Amarelas	-0,20	-0,06	-0,40
Aracoíaba	0,28	-0,19	0,19
Batente	-0,37	-0,65	-0,49
Castro	-0,49	-0,78	-0,59
Catucinzenta	-0,02	0,05	-0,14
Cauhipe	-0,24	-0,01	-0,36
Cocó	-0,19	0,38	-0,25
Gavião	0,22	0,66	0,10
Germinal	-0,09	-0,44	-0,22
Itapebussu	0,41	-0,13	0,14
Macacos	-0,45	-0,74	-0,56
Malcozinhado	0,51	0,10	0,32
Maranguapinho	0,01	0,45	0,01
Pacajus	-0,19	-0,55	-0,28
Pacoti	-0,30	-0,40	-0,33
Penedo	0,19	0,71	0,23
Pesqueiro	0,10	-0,40	-0,06
Pompeu Sobrinho	-0,14	-0,52	-0,18
Riachão	-0,33	0,14	-0,41
Sítios Novos	0,16	0,21	-0,10
Tijuquinha	-1,00	-0,39	-0,13

A vazão regularizada pelos reservatórios considerando-se as séries de vazões dos três modelos selecionados é apresentada na Tabela 9.

**Tabela 9 - Q90<sup>1</sup> de cada reservatório RH das Bacias Metropolitanas considerando MMC selecionados e na situação de partida – m<sup>3</sup>/s (Diagnóstico)**

Reservatório	Modelos			Diagnóstico
	MRI-ESM2-0	FGOALS-g3	MIROC6	
Acarape do Meio	0,40	0,18	0,28	0,48
Amanary	0,30	0,21	0,21	0,06
Amarelas	0,10	0,13	0,06	0,12
Aracoiaba	2,45	1,47	2,28	1,63
Batente	0,54	0,55	0,52	0,75
Castro	0,22	0,12	0,17	0,29
Catucinzenta	0,22	0,25	0,18	0,15
Cauhipe	0,29	0,56	0,22	0,17
Cocó	0,22	0,44	0,19	0,06
Gavião	0,54	0,90	0,45	0,2
Germinal	0,13	0,09	0,07	0,13
Itapebussu	0,19	0,13	0,11	0,1
Macacos	0,03	0,01	0,02	0,03
Malcozinhado	0,78	0,53	0,66	0,29
Maranguapinho	0,33	0,60	0,24	0,13
Pacajus	3,03	2,01	3,25	3,09
Pacoti	2,71	2,36	2,49	2,74
Penedo	0,04	0,07	0,04	0,02
Pesqueiro	0,17	0,09	0,14	0,07
Pompeu Sobrinho	0,41	0,27	0,39	0,3
Riachão	0,06	0,12	0,05	0,05
Sítios Novos	1,22	1,41	0,89	0,55
Tijuquinha	0,03	0,02	0,02	0,04
	<b>14,41</b>	<b>12,51</b>	<b>12,93</b>	<b>11,45</b>

<sup>1</sup> Q<sub>90</sub> – Vazão regularizada com 90% de garantia anual

## 5.2 Água superficial: Novos Reservatórios

O atual planejamento consiste em ordenar os prováveis barramentos, considerando a sua função como reserva hídrica estratégica no contexto hidrológico regional, visando o atendimento atual e futuro dos usos múltiplos de áreas do estado que apresentam acentuado processo de urbanização e/ou dinamismo na atividade econômica rural. Outros reservatórios selecionados têm o papel de preencher vazios hídricos existentes na busca de atender demandas locais, como o abastecimento de comunidades rurais e de alguns distritos.

No Plano de Ações Estratégicas do Estado do Ceará (PAE), foram observados critérios para a identificação dos barramentos e estabelecimento de uma hierarquização preliminar, tanto para a fase de elaboração de projetos, quanto para sua construção, conforme detalhado abaixo:

- possibilidades de barramentos identificados em estudos anteriores, como nos Planos de Bacias;
- barramentos que poderão controlar os cursos d'água que ainda estão livres, cujas vazões afluentes dos seus tributários estão indo diretamente para o mar;
- capacidade de mobilizar um potencial hidrológico relevante ainda disponível, atendendo à demandas atuais e futuras;
- nível de vulnerabilidade hídrica da região apresentado na seca mais recente (2012 -2016);
- identificação de projetos desenvolvidos e disponíveis na SRH, com execução das obras em condições de serem licitadas (específico para a fase de construção).

A RHBM, cujo cenário atual já conta com a receitação de águas do interior do estado (Bacias do Jaguaribe e Banabuiú), deverá ser contemplada com a ampliação do seu volume de armazenamento de água, obviamente como complemento ao seu sistema de abastecimento. Neste sentido, a SRH, em seu planejamento decenal, considera imprescindível a implantação de barramentos de porte médio, em pontos remanescentes, cujas águas serão direcionadas para crescer o sistema de abastecimento da RMF. Estes mananciais, além de atender o abastecimento das populações, possibilitarão também os usos múltiplos, a manutenção e ampliação do setor industrial nas cidades onde se localizam os barramentos.

No PAE (Ceará, 2018) estão apontadas sete barragens planejadas para a RH das Bacias Metropolitanas a serem construídas a partir de 2028, que terão juntas capacidade de acumulação de 137,4 hm<sup>3</sup> e acrescentarão mais 1,85 m<sup>3</sup>/s à vazão regularizável da RH:

- A barragem Anil, no município de Caucaia (capacidade de 23,40 hm<sup>3</sup>), cuja finalidade principal é reforço ao complexo Industrial do Pecém;
- A barragem Alvorada, no município de Itapiúna (capacidade de 21,0 hm<sup>3</sup>). O objetivo é reforçar o abastecimento dos municípios de Itapiúna, Capistrano, Choró e Aracoiaba, incluindo localidades e população difusa alcançadas pela adução, e também reforçar a RMF através do Açude Pacajus, que receberá as vazões excedentes deste;
- A barragem Candeia, no município de Baturité (capacidade de 7,0 hm<sup>3</sup>). Tem como finalidade essencial o abastecimento do município de Baturité, seguido do uso para o desenvolvimento da irrigação em áreas propícias a esse tipo de atividade, assim como a manutenção e ampliação do setor industrial na região;
- A barragem Ceará, no município de Caucaia (capacidade de 51,5 hm<sup>3</sup>). Reforço à Região Metropolitana de Fortaleza e Cipp;
- A barragem Feijão, no município de Morada Nova (capacidade de 20,0 hm<sup>3</sup>). O objetivo é reforçar a demanda do vale do Pirangi e garantir o abastecimento de água das localidades e população difusa alcançadas pela adução;
- A barragem Maranguape I, no município de Maranguape (capacidade de 5,4 hm<sup>3</sup>). Sua função é reforçar o sistema adutor para o abastecimento da cidade de Maranguape e das localidades de Sapupara e Urucará; e,
- A barragem Maranguape II, no município de Maranguape (capacidade de 9,1 hm<sup>3</sup>). Sua função é reforçar o sistema adutor

para o abastecimento da cidade de Maranguape e das localidades de Sapupara e Urucará.

**Tabela 10 - Características dos novos reservatórios na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas**

<b>Reservatório</b>	<b>Município</b>	<b>Capac. (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Q90</b>	<b>Fonte:</b>
Anil	Caucaia	23,4	0,163	Projeto Executivo - Biblioteca Virtual SRH
Alvorada	Itapiúna	21,0	-	-
Candeias	Baturité	7,0	-	-
Ceará	Caucaia	51,5	1,080	Projeto Executivo - Biblioteca Virtual SRH
Feijão	Morada Nova	20,0	0,420	Projeto Executivo - Biblioteca Virtual SRH
Maranguape I	Maranguape	5,4	0,089	Projeto Executivo - Biblioteca Virtual SRH
Maranguape II	Maranguape	9,1	0,100	Projeto Executivo - Biblioteca Virtual SRH
<b>Total</b>		<b>137,40</b>	<b>1,852</b>	

Não foram encontradas informações sobre a capacidade de regularização dos reservatórios Alvorada e Candeias.

### 5.3 Água Subterrânea

Considera-se no Prognóstico da RH das Bacias Metropolitanas que a oferta de água subterrânea permanece a mesma descrita no Diagnóstico deste Plano.

### 5.4 Diversificação da Matriz Hídrica

A diversificação da matriz hídrica, considerando o fator oferta, pode ocorrer por meio das estratégias de implantação de plantas de dessalinização da água do mar, reúso de efluentes, captação de água das chuvas em centros urbanos, utilização de água proveniente da drenagem urbana, gestão eficiente das águas subterrâneas e, temporariamente, fontes hídricas, como lagoas localizadas próximas aos centros.

Dentre as soluções que vêm sendo discutidas no Estado no campo da oferta, destacam-se a **dessalinização da água do mar** e o **reúso de efluentes** como as ações de maior impacto no aumento da oferta hídrica.

#### 5.4.1 Dessalinização da água do mar

O projeto de dessalinização é considerado de grande importância estratégica para o Governo do Ceará, pois permite a diversificação das fontes de água, reduzindo a dependência dos reservatórios, e, conseqüentemente, da ocorrência de bons períodos de chuva. Em 2018 a Cagece elaborou um conjunto de 15 estudos específicos para avaliar a viabilidade do projeto e estruturação da Parceria Público-Privada (PPP), o qual, após ser submetido a consultas e audiências públicas, resultou no processo licitatório iniciado em 2020 e finalizado em 2021. O Consórcio Águas de Fortaleza, integrado por empresas cearense e espanhola, foi o vencedor do certame, tendo o contrato sido assinado em julho de 2021 (Cagece, 2021).

O projeto de uma planta de dessalinização trará um incremento de, no mínimo, 12% da vazão atual de água para abastecimento humano à RMF, beneficiando diretamente cerca de 720 mil habitantes na RMF, considerando um consumo *per capita* de 120 mil/habitante/dia e, indiretamente, a população de áreas mais sensíveis às ações de racionamento fora da RMF e municípios do interior, pela redução do aporte de água bruta ao sistema Pacoti-Riachão-Gavião e pela redução de perdas de água bruta durante o transporte (Ceará, 2018).

Para uma planta de dessalinização com vazão inicial de 1 m<sup>3</sup>/s, estima-se um investimento total na planta de cerca de R\$ 500.000.000, envolvendo obras de captação de água marinha, pré-tratamento de água e tratamento de rejeitos, unidades de osmose inversa, emissário

submarino para descarte de concentrado, sistema de fornecimento de energia elétrica e sistema de bombeamento e recalque da água produzida para injeção nos sistemas existentes da RMF (Ceará, 2018).

#### 5.4.2 Reúso de efluentes sanitários para fins industriais

Um dos projetos, atualmente na fase modelagem de negócio, em parceria com a Cogerh e Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), é a construção de uma Estação Produtora de Água de Reúso (Epar) com capacidade inicial de tratamento de 1,15 m<sup>3</sup>/s, com possibilidade de expansão para 1,6 m<sup>3</sup>/s, com o objetivo de suprir a demanda hídrica do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). Esta estação utilizará como fonte 10 (dez) Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) existentes, localizadas em Fortaleza (RMF) e Caucaia, que serão transformadas em estações elevatórias para o transporte dos efluentes até a Epar (Ceará, 2018).

A Tabela 11 apresenta o resumo da oferta hídrica para a totalidade da RHBM.

**Tabela 11 - Resumo da Oferta Hídrica para a RHBM (em m<sup>3</sup>/s)**

Fonte Hídrica	Vazão (m <sup>3</sup> /s)			
	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário de Partida
Oferta Hídrica Superficial (reservatórios existentes)	14,41	12,51	12,93	11,45
Oferta Hídrica Superficial (novos reservatórios)	0,58	-	1,85	0,0
Oferta Hídrica Subterrânea	-	-	-	-
Transferência Pisf				
Transferência RHMJ <sup>1</sup>	7,38	6,41	8,92	10,0
Dessalinização	1,0	-	1,0	-
Reuso	1,15	-	1,6	-
<b>Total</b>	<b>24,52</b>	<b>18,92</b>	<b>26,3</b>	<b>21,45</b>

(<sup>1</sup>) Adotando-se os mesmos percentuais para cada RH do Diagnóstico

## 5.5 Eixos de Transferência – O Sistema Integrado Pisf – Jaguaribe - RMF

Os eixos de transferência têm o objetivo de transferir água de regiões com maior aporte e segurança hídrica para regiões deficitárias e/ou com maior demanda para abastecimento humano e múltiplos usos, impactando diretamente na distribuição da água entre as diferentes regiões. Esta estratégia de gestão de recursos hídricos tem sido intensificada em diversas regiões do país, mas é no semiárido que ela se mostra fundamental, devido às características das chuvas irregularmente distribuídas no tempo e no espaço.

No Ceará, a transferência das águas da Bacia do Jaguaribe para as Bacias Metropolitanas, é exemplo desta estratégia – realizada inicialmente pelo Canal do Trabalhador e atualmente pelo o Eixão das Águas - reforçando o abastecimento de Fortaleza, Região Metropolitana e diversas cidades ao longo de sua extensão, trazendo segurança hídrica nos períodos de seca e um melhor aproveitamento da água nos anos considerados com aporte regular de água (dentro da média histórica).

No Cenário Atual, **e de forma temporária até a construção dos Ramais do Apodi e do Salgado**, as águas do Pisf aportam no Açude Castanhão via Cinturão das Águas (CAC). O trecho emergencial (lotes 1, 2 e 5), já concluído, faz a transposição de água para o riacho Seco, saindo do leito natural até o Rio Salgado, daí para o Rio Jaguaribe e por fim, ao Açude Castanhão.

Os Ramais do Apodi e do Salgado compreendem um lote de obras localizado no final do Eixo Norte do Pisf, cuja implantação tem como meta levar água para o Rio Salgado (Ramal do Salgado), no Estado do Ceará, e para o Rio Apodi (Ramal do Apodi) no Estado do Rio Grande do Norte. O Ramal do Salgado, com uma extensão de 34 km, inicia-se na estrutura de controle do km 24 do Ramal do Apodi - divisa dos Estados da Paraíba e Ceará - de onde deriva, seguindo pelos municípios de Ipaumirim e Lavras da Mangabeira, quase numa reta, na direção oeste desaguando no Rio Salgado, afluente do Rio Jaguaribe, que abastece o Açude Castanhão - principal responsável pela segurança hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza (SRH, 2020).

○ **Sistema de Transferência Hídrica Pisf - Jaguaribe – Macrossistema Metropolitano**, aqui definido, agrega uma ampla infraestrutura hídrica do estado do Ceará, integrada por reservatórios, estações de bombeamento, canais, adutoras, sifões e túneis (SRH, 2020), a saber:

<b>Pisf</b>	Ramais do Apodi/Salgado + CAC (Trecho I)
<b>Jaguaribe</b>	Trecho do Rio Salgado/Rio Jaguaribe/Açude Castanhão/ <a href="#">Eixão das Águas</a>
<b>Macrossistema Metropolitano</b>	Trecho do Rio Cariús/ Rio Jaguaribe/Açude Orós/ <a href="#">Açude Castanhão</a> / <a href="#">Eixão das Águas</a> Açudes Pacoti-Riachão-Gavião e Pacajus Açudes Aracoiaba e Acarape do Meio Açude Sítios Novos e Canal Sítios Novos

A inclusão das águas do Pisf no **Sistema Integrado de Transferência Hídrica Jaguaribe-RMF** incrementará a garantia do abastecimento da população residente na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF e dos municípios localizados ao longo do Eixão das Águas, assim como o atendimento das demandas hídricas dos Distritos Industriais de Maracanaú e Horizonte-Pacajus e do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp). Destaca-se também a possibilidade de flexibilização dos

reservatórios locais para o atendimento da irrigação, aquicultura, agricultura e outros usos, de acordo com decisões tomadas pelos comitês.

O CAC, concebido para viabilizar uma maior capilaridade das vazões transpostas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco em território cearense, encontra-se com o seu Trecho I em fase de implantação (cerca de 80% concluído, com uma capacidade de adução inicial de 10 m<sup>3</sup>/s e uma vazão de projeto de 30 m<sup>3</sup>/s). São 150 km de caminhamento, compreendendo segmentos de canal a céu aberto, túneis e sifões, com a função de aduzir a água derivada da barragem Jati, no município de mesmo nome, situada no Eixo Norte do Pisf, na região hidrográfica do Rio Salgado, até as nascentes do Rio Cariús, no município de Nova Olinda, na região do Alto Jaguaribe. A implantação do Trecho I do CAC, propicia a transferência das vazões transpostas pelo Pisf até o Açude Orós.

#### *5.5.1 Estratégia Operacional para Transferência da água do Pisf*

Segundo a Resolução ANA nº 411, de 22 de setembro de 2005, a vazão outorgada para o Pisf é de 26,4 m<sup>3</sup>/s, sendo o Eixo Norte com 16,4 m<sup>3</sup>/s, e o Eixo Leste com 10,0 m<sup>3</sup>/s.

Considerando um cenário de crise hídrica, como a enfrentada em 2012-2018, e havendo a necessidade de aduzir, por exemplo, cerca de 11m<sup>3</sup>/s para reforçar o Macrossistema Metropolitano e abastecer a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF (incluindo os municípios de Aquiraz, Eusébio, Horizonte, Pacajus e Chorozinho), o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Cipp) e os distritos industriais de Maracanaú e de Horizonte-Pacajus, há que adotar uma estratégia adequada para transferência desta vazão em rios intermitentes no Semiárido.

A experiência recente do Ceará evidencia que a condução das águas nos leitos dos rios e canais **não é eficiente durante a estação seca**, em função das elevadas perdas por infiltração e evaporação, além das necessárias retiradas para a irrigação.

A estratégia operacional para as águas do Pisf no Ceará seria **a da não transferência desta vazão contínua de 11 m<sup>3</sup>/s ao longo do ano**, e sim considerar o volume anual de transferência do Pisf que corresponderia à essa vazão (cerca de 347 milhões de m<sup>3</sup>/ano).

Este volume anual, distribuído ao longo do período de 4,5 meses da estação úmida, corresponderia a uma vazão contínua de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/s - que poderia ser transferida para a RMF via Ramal do Apodi e Salgado (20 m<sup>3</sup>/s) para o Açude Castanhão e via CAC (10 m<sup>3</sup>/s) para o Açude Orós. É evidente, portanto, a importância da construção do Ramal do Salgado (e Ramal do Apodi até km 24) para a segurança hídrica da RH das Bacias Metropolitanas, por sua alta capacidade hidráulica de transferência das águas do Pisf para o Castanhão.

Sendo assim, os 30 m<sup>3</sup>/s do Pisf correspondem a cerca de 115,6 milhões de m<sup>3</sup> a serem transferidos para o Açude Orós (10 m<sup>3</sup>/s em 4,5 meses) e a 231,2 milhões de m<sup>3</sup> a serem alocados no Açude Castanhão (20 m<sup>3</sup>/s em 4,5 meses).

A estratégia de operação das águas nos dois açudes deverá ser distinta, dado que o Açude Orós é mais eficiente hidrologicamente que o Açude Castanhão, em termos de perdas por evaporação:

- Açude Orós armazena cerca de 115,5 milhões de m<sup>3</sup> (equivalente a 10 m<sup>3</sup>/s em 4,5 meses), para posterior transferência para o Açude Castanhão, e
- Açude Castanhão transfere imediatamente para o Macrosistema Metropolitano a vazão de 20 m<sup>3</sup>/s via Eixão das Águas.

É importante ressaltar que a transferência de 20 m<sup>3</sup>/s do Açude Castanhão para o Macrosistema Metropolitano via Eixão, só será possível com a duplicação do mesmo, já prevista no PAE (Ceará, 2018), dado que hoje sua capacidade hidráulica de transferência é de 11 m<sup>3</sup>/s.

### 5.5.2 Duplicação do Eixão

O Eixão das Águas, cuja primeira etapa foi concluída em 2013, é o sistema adutor responsável pela transferência de água da Bacia do Jaguaribe para as Bacias Metropolitanas, mais especificamente para a Região Metropolitana de Fortaleza. Tem seu início imediatamente à jusante da barragem do Açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório (SRH, 2020). A transposição, então, é realizada até o Açude Pacoti e daí até ao reservatório Gavião, onde terminará o sistema adutor principal. O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 200 km e o prolongamento do sistema para o Porto do Pecém apresenta um desenvolvimento adicional de 56 km (SRH, 2020).

A vazão máxima de dimensionamento, após a implantação das duas etapas, é igual a 22,0m<sup>3</sup>/s. Conforme projetado, a implantação do Eixão da Águas foi planejada em duas etapas, seguindo o detalhamento a seguir:

- **1ª Etapa** – totalmente executada, constitui-se pelas obras civis da estação de bombeamento, dos canais adutores e parte dos equipamentos hidromecânicos, uma tubulação das adutoras da captação e dos sifões, e instalação dos equipamentos de bombeamento para metade da capacidade final prevista. A vazão prevista para a Primeira Etapa é de metade da vazão projetada, ou seja, de 11,00m<sup>3</sup>/s para o Trecho I e de 9,50m<sup>3</sup>/s para os Trechos II, III e IV, e de 5m<sup>3</sup>/s para o Trecho V.
- **2ª Etapa** – será completada, com a instalação dos grupos restantes da estação de bombeamento, os equipamentos hidromecânicos restantes dos canais e uma segunda tubulação das adutoras da captação e dos sifões, que constituem a duplicação do Eixão, em pauta.

Encontram-se concluídos o Projeto Executivo e a atualização do orçamento detalhado das obras civis e do fornecimento dos equipamentos hidromecânicos constituintes da referida duplicação.

#### **Dependência da RMF da Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe:**

Durante o período recente de escassez hídrica, entre os anos de 2014 e 2018, cerca de 30% a 40% da vazão liberada pelo Açude Castanhão foi transferida para o atendimento da RMF, com exceção de 2017, com 10,68%. A partir de 2019 não houve transferência, devido as condições favoráveis de acumulação dos reservatórios integrados do Macrossistema Metropolitano (SRH, 2020).

Nesse período, as transferências variaram de 0,75 m<sup>3</sup>/s a 9,1 m<sup>3</sup>/s. Nos anos de 2014 e 2015 esse percentual superou 70% da demanda da RMF, chegando a 77% em 2015 (SRH, 2020).

Isto mostra a grande dependência atual da RMF à Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe, notadamente do Açude Castanhão, que irá ser reduzida com a chegada das águas do Pisf.

Fica evidenciada, portanto, a importância estratégica da duplicação do Eixão das Águas para o desenvolvimento regional do Vale do Jaguaribe e da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) em função do ganho de eficiência na transferência hídrica para o atendimento dos diversos usos (abastecimento humano, agricultura irrigada e indústria), reduzindo as perdas em trânsito e otimizando o uso da água através da adução em canais e tubulações, possibilitando um novo arranjo para o suprimento de água necessário para a operação dos Perímetros Irrigados no Vale do Jaguaribe. Em relação ao Pisf, considera-se imprescindível a conclusão dos Ramais do Apodi e Salgado, do Projeto de Integração do São Francisco – Pisf. A chegada das suas águas representa não só segurança para o abastecimento humano da RMF como também para os outros usos, que utilizará, com mais flexibilidade, os reservatórios existentes nas Regiões Hidrográficas do Médio e das Bacias Metropolitanas. Com isso, a irrigação, aquicultura, agricultura e outros meios poderão utilizar de um percentual maior de água, de acordo com decisões tomadas pelos comitês.

É importante ressaltar que o CAC e o Ramal do Salgado adotarão esta estratégia de operação somente na **estação úmida** para transporte da água do Pisf para a RMF. Na **estação seca**, os canais do CAC e do Salgado serão utilizados para abastecer a população dos municípios do interior do Estado, atendidos pelo Projeto Malha D'Água, com vazões bem inferiores (SRH, 2020).

# 6 PROJEÇÃO DAS DEMANDAS FUTURAS

Esta seção visou avaliar as demandas futuras da Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas. Ele foi realizado de forma concentrada incluindo, apenas, os usos com maior demanda na situação de partida (**abastecimento humano, irrigação e indústria**) e a **dessedentação animal**.

Para definir a demanda futura considerou-se os parâmetros apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12 - Variáveis utilizadas no balanço hídrico futuro**

EIXO	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	EVOLUÇÕES		
			Cenário I	Cenário II	Cenário III
Demanda	Abastecimento humano	População	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento da taxa média de crescimento	Aumento a taxa média de crescimento
		Consumo <i>per capita</i>	Mantém	Aumento	Diminuição
		Perdas na rede de distribuição	Redução do IPD <sup>1</sup>	Mantém do IPD <sup>1</sup>	Redução do IPD <sup>1</sup>
	Indústria	Eficiência do uso da água na indústria	Mantém	Mantém	Aumento
		Número de indústrias	Aumento	Mantém	Aumento
	Agropecuária	Eficiência do uso da água na irrigação	Mantém	Mantém	Mantém
		Área irrigada	Mantém	Mantém	Mantém
		Criação de rebanhos	Mantém	Mantém	Mantém
	Serviços	Turismo e Lazer	Expansão	Mantém	Expansão
		Comércio	Expansão	Mantém	Aumento
	Aquicultura	Área	Mantém	Reduz	Mantém
		Consumo	Mantém	Reduz	Mantém

<sup>1</sup> IPD – Índice de Perdas na Distribuição

## 6.1 Demanda humana

A demanda humana futura foi obtida pelo produto da população projetada pelo consumo *per capita*. Inicialmente foi realizada a projeção populacional da RH e posteriormente calculadas as demandas futuras.

### 6.1.1 Projeção Populacional

O cálculo da projeção populacional bem como a determinação de demanda hídrica são consideradas difíceis tarefas no planejamento hídrico, pois dependem de uma série de fatores socioeconômicos de complexa, ou mesmo de inexequível avaliação, submetendo-se a dinâmicas próprias da atividade antrópica, que nem sempre pode ser enquadrada em simples esquemas teóricos.

Na literatura, por exemplo, são citados modelos de projeção populacional baseados na regionalização das condições socioeconômicas por meio de análise estatística fatorial. No presente estudo, porém cabe somente fazer ajustes de modelos matemáticos aos dados históricos existentes, extrapolando as séries para períodos futuros, tendo o cuidado de criticar eventuais incoerências nos resultados dessa modelagem matemática, respeitando, sobretudo, a condição atual, dos municípios, no contexto da Região Hidrográfica das bacias Metropolitanas.

No método matemático de projeção, o cálculo da população é feito mediante uma equação matemática definida, cujos parâmetros são obtidos a partir do conhecimento de dados censitários de anos anteriores. Destacam-se os processos de crescimento aritmético, geométrico e logístico, os quais se pressupõem que o aumento da população em função do tempo obedeça, respectivamente, a uma progressão aritmética, a uma geométrica e à chamada curva logística. Além desses, destacam-se a

utilização das equações linear, parabólica, logarítmica e exponencial, e os processos empíricos ou de extrapolação gráfica.

A projeção populacional será realizada por meio dos métodos: linear, geométrico, polinomial, logarítmico e potência. O Quadro 2 apresenta uma breve descrição e parâmetros de cada um dos métodos aplicados.

**Quadro 2 - Métodos de Projeção Populacional**

Método	Descrição	Taxa de crescimento	Fórmula da projeção	Coefficientes
Linear	O método linear, ou aritmético, pressupõe que a população cresce linearmente com o tempo. O método considera uma taxa de crescimento constante para os anos projetados utilizando a taxa calculada do último censo. É utilizado para estimativas de curto prazo (Tsutiya, 2006).	$\frac{dP}{dt} = k_a$	$P = P_2 + k_a (t - t_2)$	$k_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$
Geométrico	O método geométrico pressupõe que o crescimento populacional segue uma projeção geométrica através da taxa de crescimento geométrico, representada por $k_g$ . Assim, para iguais períodos de tempo há um mesmo percentual de aumento da população (Tsutiya, 2006).	$\frac{dP}{dt} = k_g P$	$P = P_2 e^{k_g(t-t_2)}$	$k_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$

Método	Descrição	Taxa de crescimento	Fórmula da projeção	Coeficientes
Polinomial	O método polinomial de ordem 2 consiste na verificação da aderência dos dados a uma linha de tendência polinomial, essa linha curva de melhor ajuste, no caso do método polinomial de ordem 2, equivale a uma equação geral do 2º grau (Givisiez, 2004).		$y = ax^2 + bx + c$	
Logarítmico	Uma linha de tendência logarítmica é uma linha curva de melhor ajuste usada quando a taxa de alteração nos dados aumenta ou diminui rapidamente e depois se estabiliza (Pereira et al, 2006).		$y = a * \ln(x) + b$	
Potência	Uma linha de tendência de potência é uma linha curva de melhor ajuste usada em conjuntos de dados que comparam medidas que aumentam de acordo com uma taxa específica (Pereira et al, 2006).		$y = a * 10^b + x^c$	

❖ **Dados Básicos Utilizados para Projeção Populacional**

Os dados de população utilizados para o cálculo das projeções dos municípios foram obtidos do IBGE para os censos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Foram aplicadas as seguintes hipóteses para a definição da população atual e futura nesses municípios:

- i) A população total dos municípios é dada pela soma da população urbana com a rural;
- ii) Para a população urbana é considerada a população recenseada das sedes municipais e distritais localizadas dentro da RH;
- iii) A população rural disponível nos censos demográficos é empregada proporcionalmente a área total do município dentro da RH, ver Capítulo 2 do Diagnóstico;
- iv) As projeções de população urbana e rural são calculadas separadamente;
- v) A taxa de crescimento da população urbana é considerada a mesma para todas as sedes distritais e municipais, levando em consideração a série histórica urbana total de cada município;
- vi) A projeção da população rural é considerada a mesma para todas as localidades, levando em consideração a série histórica rural total de cada município.

O Mapa a seguir apresenta as sedes distritais e municipais, e seus limites geográficos no contexto da RHBM, enquanto a Tabela 13 apresenta a População Municipal Rural e Urbana, respectivamente, nos limites da RHBM obtidas a partir do censo de 2010.

Os dados do Censo Demográfico 2022 não foram divulgados em sua totalidade, sendo utilizado apenas para balizamento de metodologia.

**Tabela 13 - População Recenseada em 2010 (Total Municipal e RHBM)**

Municípios	% do Município na RHBM	População Urbana		População Rural		População Total	
		Município	RHBM	Município	RHBM	Município	RHBM
<b>Acarape</b>	100,00%	7.982	7.982	7.356	7.356	15.338	15.338
<b>Aquiraz</b>	100,00%	67.083	67.083	5.545	5.545	72.628	72.628
<b>Aracoiaba</b>	100,00%	13.737	13.737	11.654	11.654	25.391	25.391
<b>Aratuba</b>	86,23%	3.769	3.769	7.760	6.692	11.529	10.461
<b>Barreira</b>	100,00%	8.127	8.127	11.446	11.446	19.573	19.573
<b>Baturité</b>	100,00%	24.437	24.437	8.884	8.884	33.321	33.321
<b>Beberibe</b>	100,00%	21.611	21.611	27.700	27.700	49.311	49.311
<b>Canindé</b>	21,22%	46.875	861	27.598	5.856	74.473	6.717
<b>Capistrano</b>	100,00%	6.212	6.212	10.850	10.850	17.062	17.062
<b>Cascavel</b>	100,00%	56.157	55.639	9.985	9.985	66.142	65.624
<b>Caucaia</b>	100,00%	290.220	290.220	35.221	35.221	325.441	325.441
<b>Choró</b>	99,71%	3.794	3.794	9.059	9.059	12.853	12.853
<b>Chorozinho</b>	100,00%	11.426	11.426	7.489	7.489	18.915	18.915
<b>Eusébio</b>	100,00%	46.033	46.033	-	-	46.033	46.033
<b>Fortaleza</b>	99,99%	2.452.185	2.452.185	-	-	2.452.185	2.452.185
<b>Fortim</b>	70,38%	9.608	1.099	5.209	3.666	14.817	4.765
<b>Guaiúba</b>	100,00%	18.877	18.877	5.214	5.214	24.091	24.091
<b>Guaramiranga</b>	72,11%	2.495	2.495	1.669	1.204	4.164	3.699
<b>Horizonte</b>	100,00%	51.049	51.049	4.138	4.138	55.187	55.187
<b>Ibaretama</b>	87,04%	4.447	4.447	8.475	7.377	12.922	11.824
<b>Itaitinga</b>	100,00%	35.565	35.565	252	252	35.817	35.817
<b>Itapiúna</b>	100,00%	8.819	8.819	9.807	9.807	18.626	18.626
<b>Maracanaú</b>	100,00%	207.635	207.635	1.422	1.422	209.057	209.057
<b>Maranguape</b>	93,55%	86.309	84.771	27.252	25.494	113.561	110.265
<b>Morada Nova</b>	23,14%	35.401	4.904	26.664	6.170	62.065	11.074
<b>Mulungu</b>	100,00%	4.198	7.605	7.287	16.402	11.485	24.007
<b>Ocara</b>	100,00%	7.605	50.675	16.402	11.163	24.007	61.838
<b>Pacajus</b>	100,00%	50.675	62.095	11.163	10.204	61.838	72.299
<b>Pacatuba</b>	94,58%	62.095	4.745	10.204	6.491	72.299	11.236
<b>Pacoti</b>	37,05%	4.745	4.515	6.862	1.613	11.607	6.128
<b>Palhano</b>	97,60%	4.515	4.957	4.351	6.880	8.866	11.837
<b>Palmácia</b>	28,99%	4.957	20	7.048	4.061	12.005	4.081
<b>Pentecoste</b>	100,00%	21.394	11.280	14.006	7.403	35.400	18.683
<b>Pindoretama</b>	21,61%	11.280	3.750	7.403	4.996	18.683	8.746
<b>Quixadá</b>	100,00%	57.485	15.134	23.119	11.281	80.604	26.415
<b>Redenção</b>	62,91%	15.134	24.850	11.281	9.659	26.415	34.509
<b>São Gonçalo do Amarante</b>	100,00%	28.537	7.982	15.353	7.356	43.890	15.338
<b>TOTAL RHBM</b>		<b>3.792.473</b>	<b>3.626.601</b>	<b>405.128</b>	<b>317.639</b>	<b>4.1797.601</b>	<b>3.944.240</b>

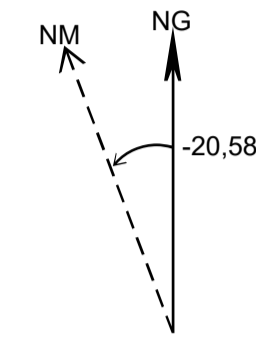
**PROGRAMA DE PLANOS DAS REGIÕES  
HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO CEARÁ**

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)

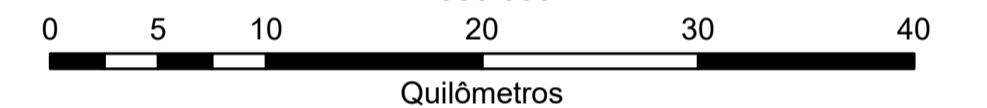
ZONA:  
24-S

MERIDIANO CENTRAL:  
-39°

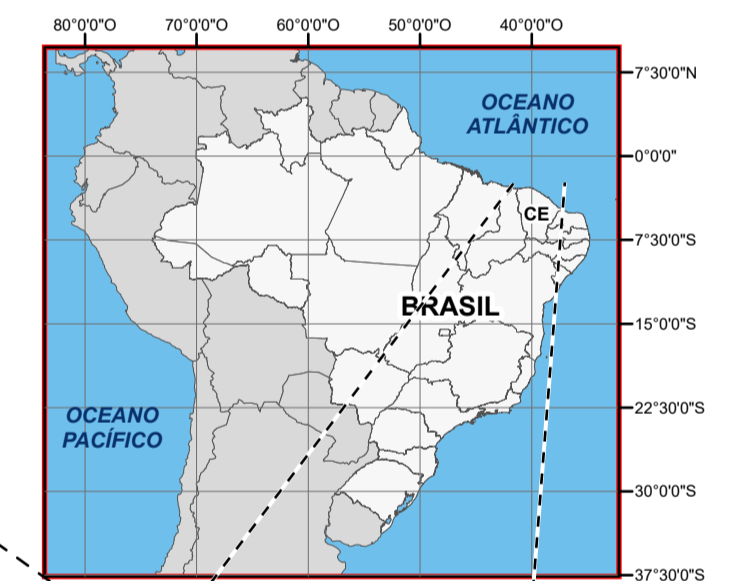
SISTEMA DE REFERÊNCIA PLANIMÉTRICO:  
SIRGAS-2000

SISTEMA DE REFERÊNCIA ALTIMÉTRICO:  
Modelo ALOS-Palsar

ESCALA:  
1 : 350.000



MAPAS DE LOCALIZAÇÃO:



Contexto Nacional



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:



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

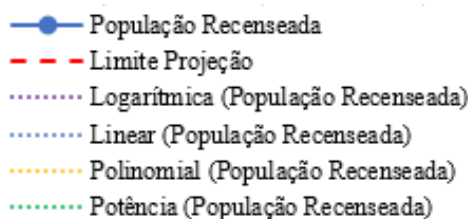


### 6.1.1.1 *Projeção Populacional Urbana*

As figuras disponíveis no Quadro 3 contêm os dados populacionais censitários (1970 à 2010), e as projeções matemáticas (Linear, Logarítmica, Polinomial e Potência) para os diferentes métodos analisados (2020 à 2050), para as populações urbanas totais dos municípios inseridos na RH, a Figura 6 apresenta a legenda para identificação dos gráficos disponíveis na Figura 7.

Devido a definição matemática da projeção logarítmica (Equação linear com incorporação de parâmetro logarítmico), esta se assemelha a projeção linear, devido aos gráficos não estarem plotados neste tipo de escala, as projeções logarítmicas e lineares se sobrepõem nos gráficos apresentados, não representando danos aos resultados obtidos.

**Figura 6 - Legenda dos Gráficos Populacionais**



Nota-se tendência de crescimento da população urbana em todos os municípios analisados. Com crescimento médio urbano anual de 0,78%.

Os destaques de maiores crescimentos populacionais são os municípios de Eusébio, Horizonte, Itaitinga, Pacoti, Pindoretama e São Gonçalo do Amarante, com crescimento médio urbano superior à 2,00% ao ano.

Conforme comentado anteriormente realizou-se uma avaliação gráfica, para seleção do método matemático, bem como a análise do coeficiente de correlação ( $R^2$ ), para selecionar o modelo que melhor se adequasse a cada município do estudo.

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

A Tabela 14 apresenta a população urbana recenseada (1970 a 2010), a taxa de crescimento anual da população urbana utilizada, e ainda a população projetada a cada 5 anos.

**Tabela 14 - População Urbana Recenseada e Projetada – Total Municipal**

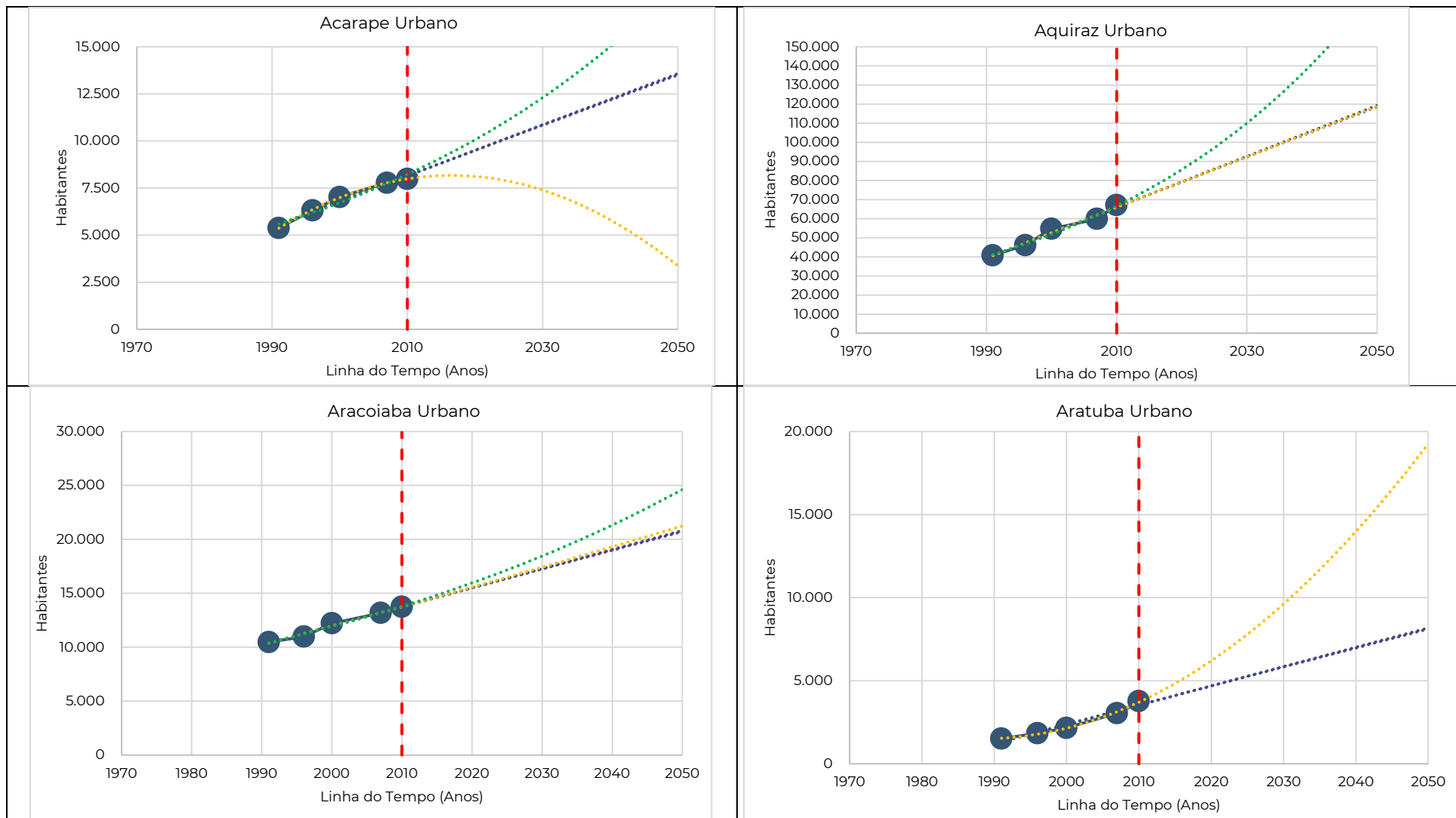
Município	População Recenseada Urbana							Projeção Populacional Urbana								
	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	Projeção	Taxa	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Acarape	0	0	5.383	6.321	7.025	7.781	7.982	Geométrico	1,29%	9.070	9.669	10.306	10.986	11.710	12.482	13.305
Aquiraz	3.561	37.722	40.772	46.164	54.682	59.894	67.083	Polinomial	1,44%	77.387	83.118	89.274	95.885	102.986	110.612	118.803
Aracoiaba	4.918	5.029	10.478	10.972	12.205	13.175	13.737	Logarítmica	1,03%	15.223	16.025	16.870	17.758	18.694	19.678	20.715
Aratuba	892	1.076	1.510	1.836	2.157	3.042	3.769	Linear	1,10%	4.206	4.444	4.694	4.958	5.238	5.533	5.845
Barreira	0	0	3.341	5.556	6.375	7.227	8.127	Linear	1,88%	9.796	10.755	11.807	12.962	14.230	15.622	17.151
Baturité	8.726	12.378	16.199	19.130	20.846	22.912	24.437	Linear	1,25%	27.674	29.450	31.339	33.350	35.489	37.766	40.189
Beberibe	4.651	5.825	10.520	10.350	19.697	19.881	21.611	Geométrico	0,93%	23.711	24.837	26.016	27.250	28.543	29.898	31.317
Canindé	12.047	19.367	30.115	36.161	39.573	44.392	46.875	Logarítmica	1,37%	53.694	57.467	61.505	65.827	70.452	75.403	80.701
Capistrano	1.743	3.023	4.459	4.890	5.252	5.790	6.212	Logarítmica	1,11%	6.938	7.332	7.748	8.188	8.653	9.144	9.662
Cascavel	10.329	36.976	37.093	42.578	47.453	53.947	56.157	Linear	1,40%	64.504	69.132	74.092	79.407	85.104	91.210	97.754
Caucaia	11.200	73.304	147.601	188.739	226.088	0	290.220	Polinomial	0,51%	305.329	313.176	321.225	329.480	337.947	346.632	355.541
Choró	0	0	0	2.319	2.849	3.511	3.794	Linear	1,87%	4.566	5.009	5.495	6.028	6.613	7.254	7.958
Chorozinho	0	0	4.299	9.033	9.469	10.624	11.426	Geométrico	1,90%	13.788	15.146	16.638	18.277	20.077	22.054	24.226
Eusébio	0	0	20.410	27.206	31.500	38.189	46.033	Polinomial	2,52%	59.047	66.875	75.740	85.780	97.152	110.030	124.616
Fortaleza	827.682	1.307.608	1.768.637	1.965.513	2.141.402	0	2.452.185	Polinomial	0,36%	2.541.564	2.587.468	2.634.201	2.681.778	2.730.214	2.779.525	2.829.727
Fortim	0	0	0	7.099	8.610	9.589	9.608	Logarítmica	1,40%	11.044	11.841	12.695	13.610	14.592	15.644	16.773
Guaiúba	0	0	10.048	11.420	15.611	17.461	18.877	Linear	1,78%	22.518	24.594	26.861	29.337	32.042	34.995	38.221
Guaramiranga	682	712	1.572	1.654	2.330	2.387	2.495	Geométrico	0,69%	2.672	2.765	2.862	2.961	3.064	3.171	3.281
Horizonte	0	0	10.786	15.051	28.122	42.457	51.049	Linear	2,51%	65.385	73.999	83.747	94.779	107.264	121.394	137.386
Ibaretama	0	0	2.004	2.564	3.366	4.190	4.447	Polinomial	1,01%	4.920	5.175	5.443	5.725	6.021	6.333	6.661
Itaitinga	0	0	0	22.747	26.546	28.519	35.565	Polinomial	3,88%	52.049	62.967	76.173	92.150	111.478	134.860	163.146
Itapiúna	3.051	3.453	4.966	6.191	7.684	8.393	8.819	Geométrico	1,39%	10.122	10.844	11.618	12.446	13.334	14.284	15.303
Maracanaú	0	0	156.410	159.493	179.170	0	207.635	Linear	1,10%	231.530	244.490	258.175	272.626	287.885	303.999	321.015
Maranguape	24.098	57.923	51.954	61.183	65.268	80.792	86.309	Linear	1,14%	96.678	102.321	108.292	114.612	121.301	128.381	135.873
Morada Nova	9.568	19.047	26.499	30.232	33.869	33.807	35.401	Logarítmica	1,45%	40.865	43.906	47.173	50.682	54.453	58.505	62.857
Mulungu	1.338	1.323	3.023	3.618	3.715	4.077	4.198	Geométrico	1,23%	4.744	5.043	5.361	5.699	6.058	6.440	6.846
Ocara	0	0	5.182	5.785	6.372	7.131	7.605	Polinomial	1,25%	8.612	9.164	9.752	10.377	11.042	11.749	12.502
Pacajus	8.703	23.935	22.650	28.172	34.301	0	50.675	Linear	1,20%	57.107	60.623	64.356	68.318	72.524	76.988	81.728
Pacatuba	9.087	24.804	53.626	40.144	47.028	57.244	62.095	Polinomial	1,35%	71.026	75.962	81.241	86.887	92.926	99.383	106.290
Pacoti	1.857	2.060	3.179	2.859	3.809	4.490	4.745	Geométrico	2,22%	5.912	6.599	7.365	8.221	9.175	10.240	11.430
Palhano	920	2.006	3.525	4.135	4.259	4.379	4.515	Logarítmica	0,85%	4.916	5.130	5.353	5.585	5.828	6.081	6.345
Palmácia	2.530	3.099	3.725	3.824	4.417	4.510	4.957	Linear	0,92%	5.434	5.689	5.956	6.236	6.528	6.835	7.155
Pentecoste	10.654	12.548	16.591	18.149	19.212	20.359	21.394	Linear	1,10%	23.864	25.204	26.620	28.114	29.693	31.360	33.120

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

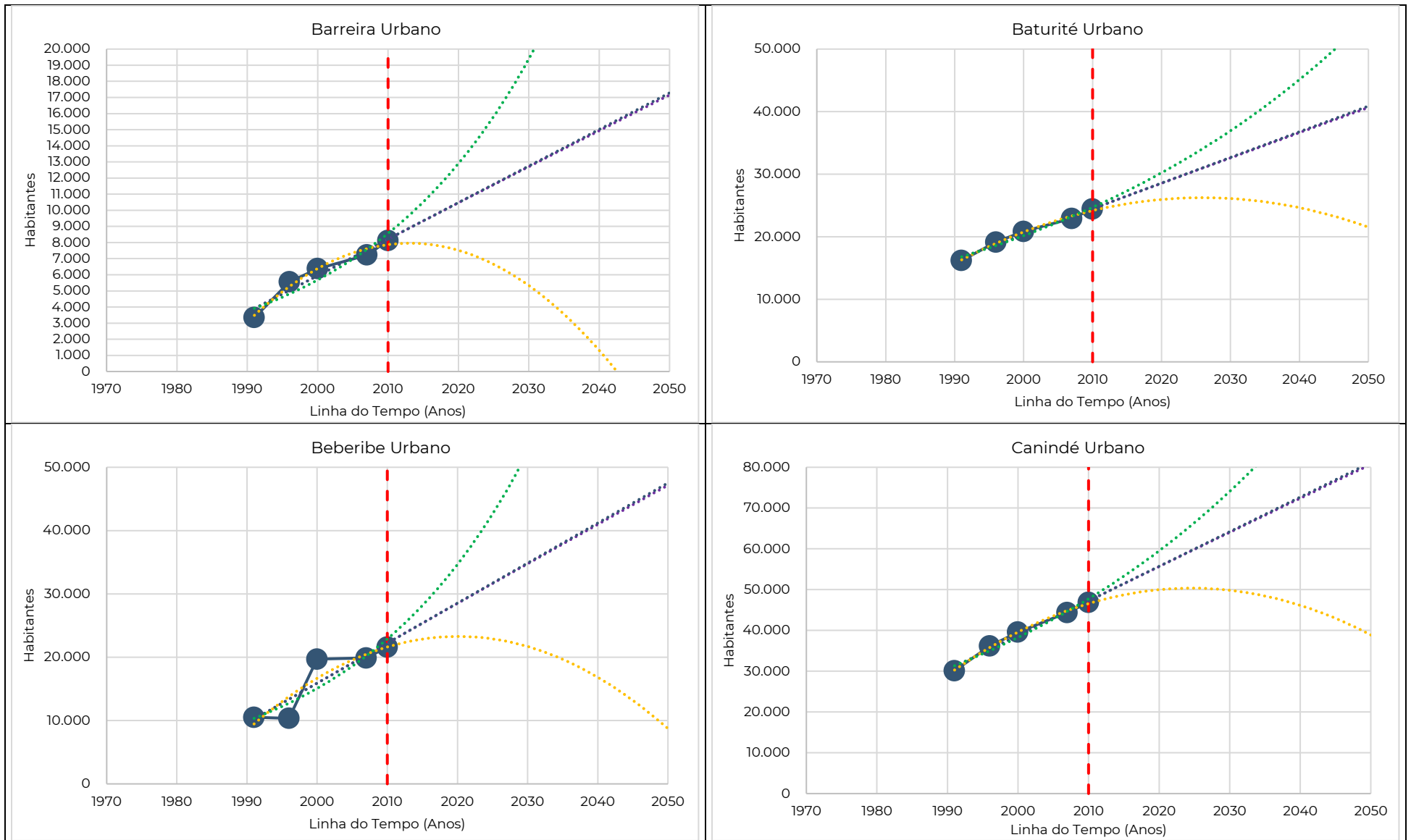
Município	População Recenseada Urbana							Projeção Populacional Urbana								
	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	Projeção	Taxa	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Pindoretama</b>	0	0	4.185	4.912	6.818	10.375	11.280	Polinomial	3,79%	16.371	19.723	23.760	28.623	34.482	41.541	50.044
<b>Quixadá</b>	20.287	29.492	39.404	43.477	46.888	52.991	57.485	Polinomial	1,30%	65.429	69.804	74.471	79.450	84.762	90.429	96.476
<b>Redenção</b>	9.232	12.087	10.718	11.305	12.787	14.790	15.134	Linear	0,64%	16.139	16.667	17.211	17.773	18.353	18.952	19.571
<b>São Gonçalo do Amarante</b>	5.042	7.149	17.999	20.094	22.077	25.141	28.537	Polinomial	2,50%	36.536	41.341	46.777	52.928	59.888	67.763	76.674

Fonte: Cálculos próprios

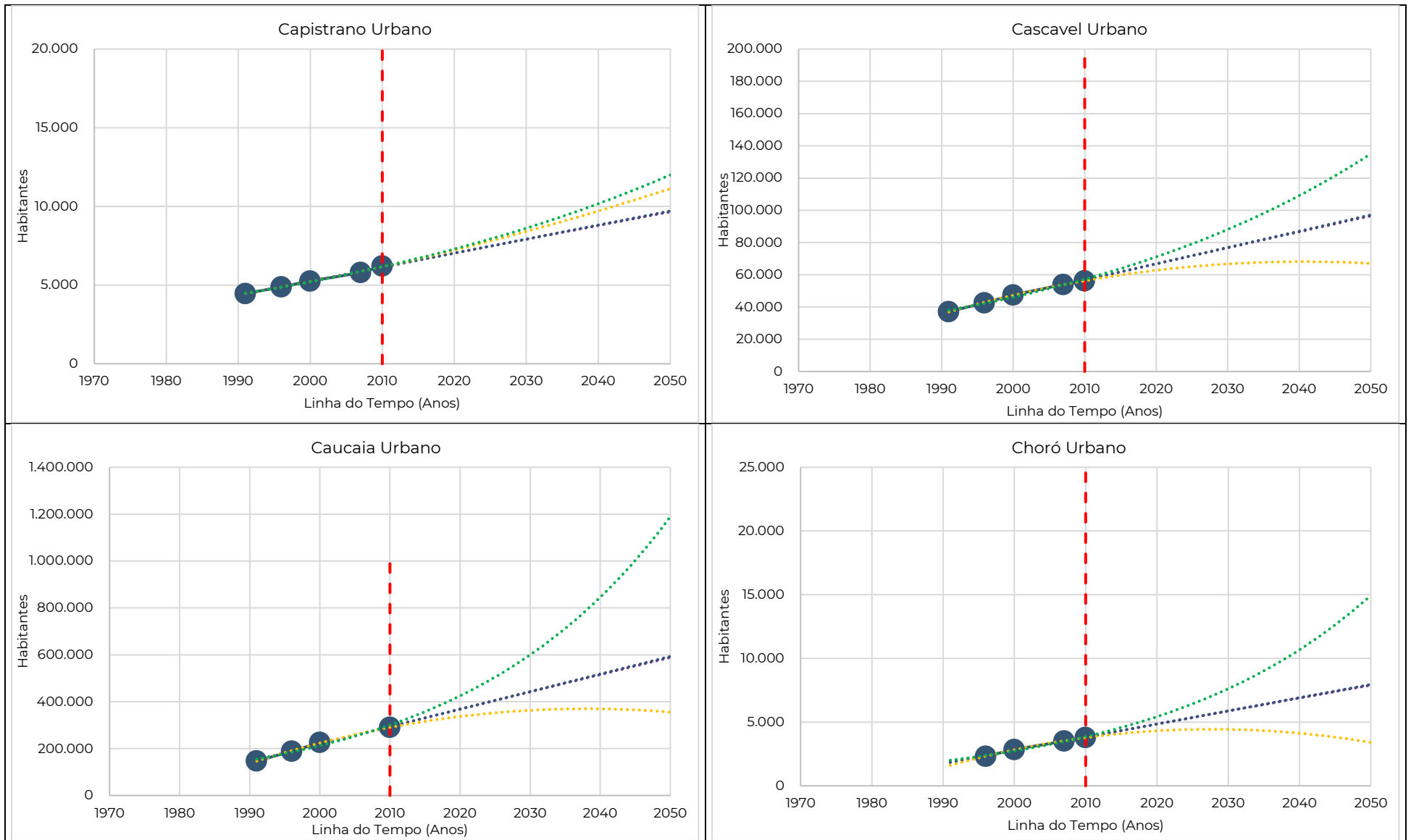
**Figura 7 - Projeções Populacionais Urbanas – Total Municipal**



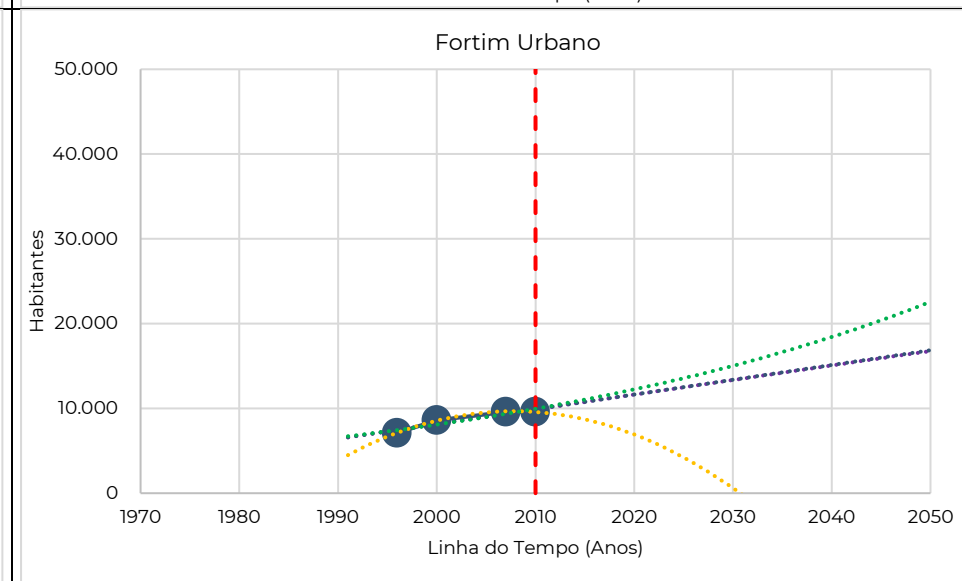
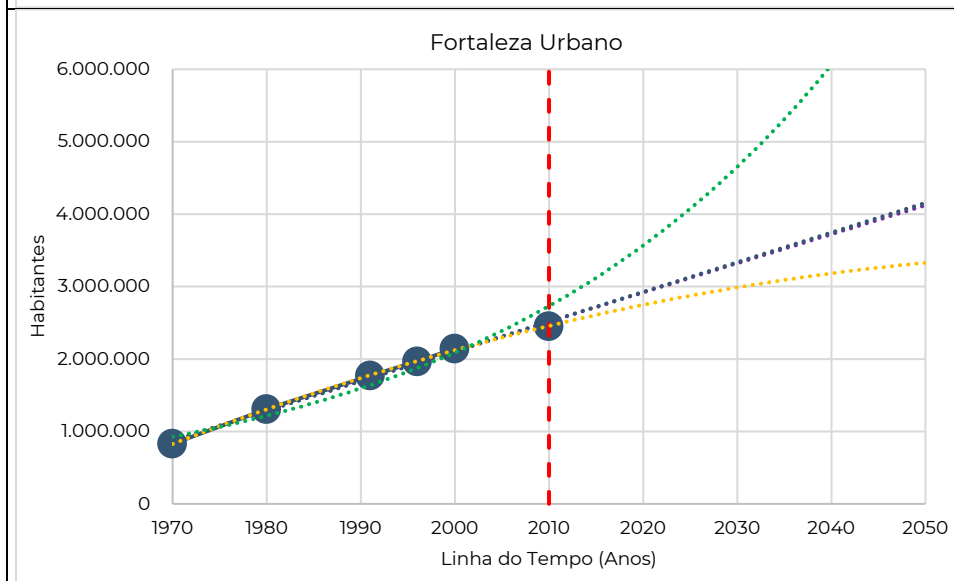
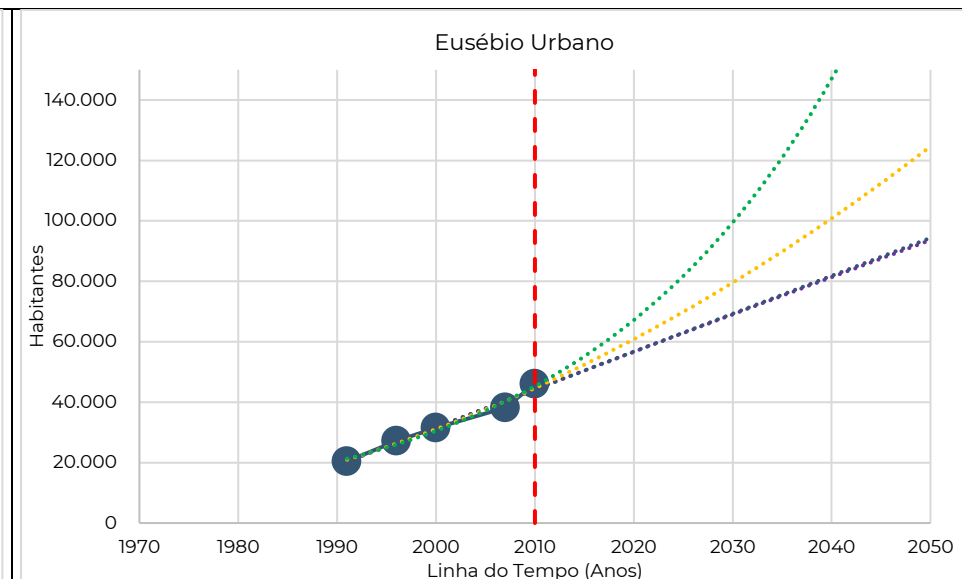
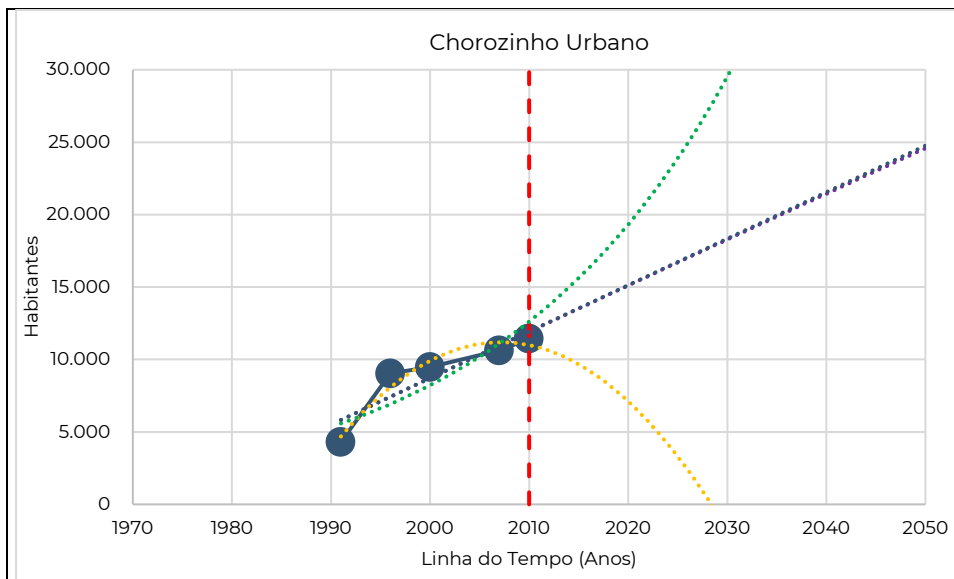
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



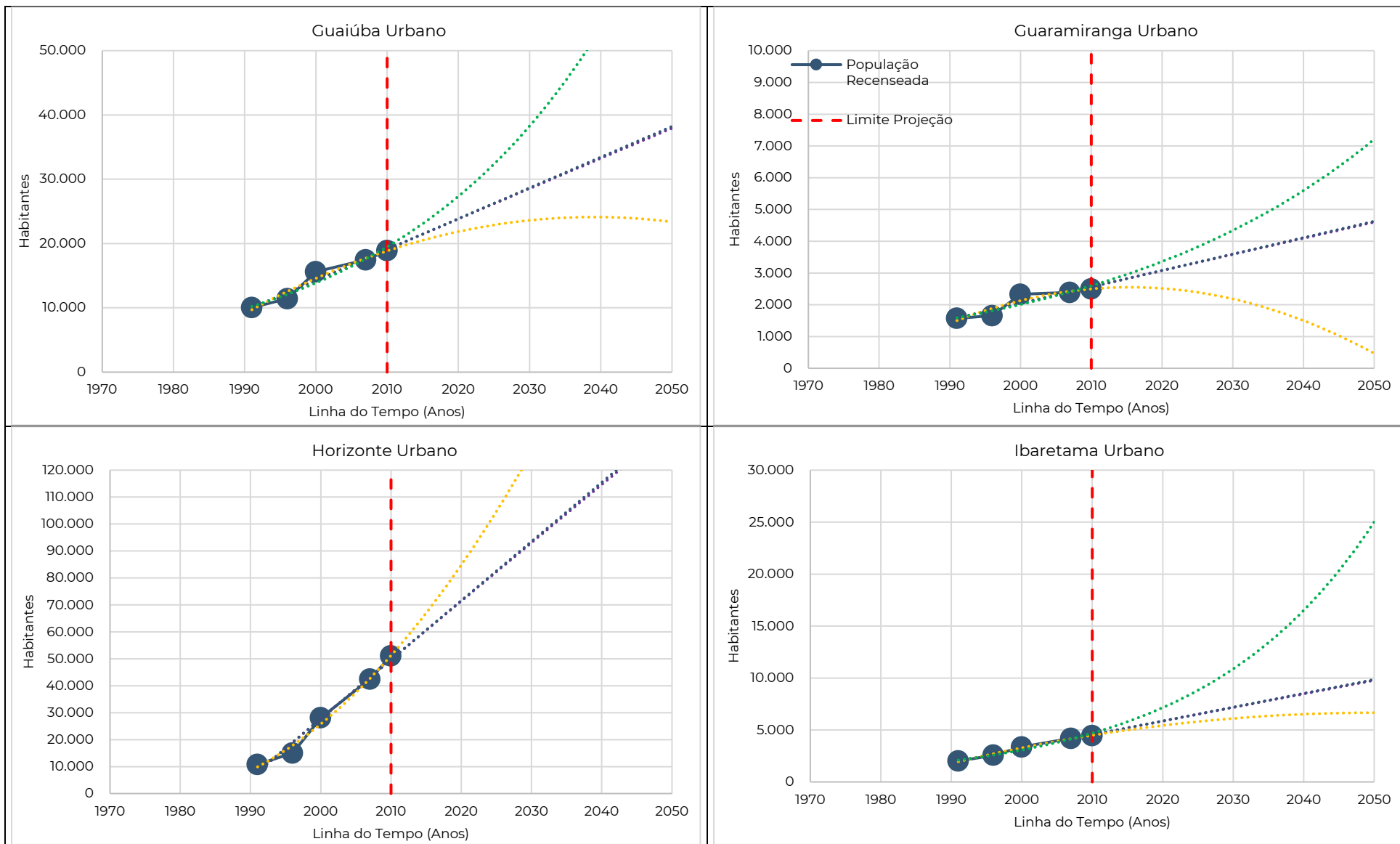
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



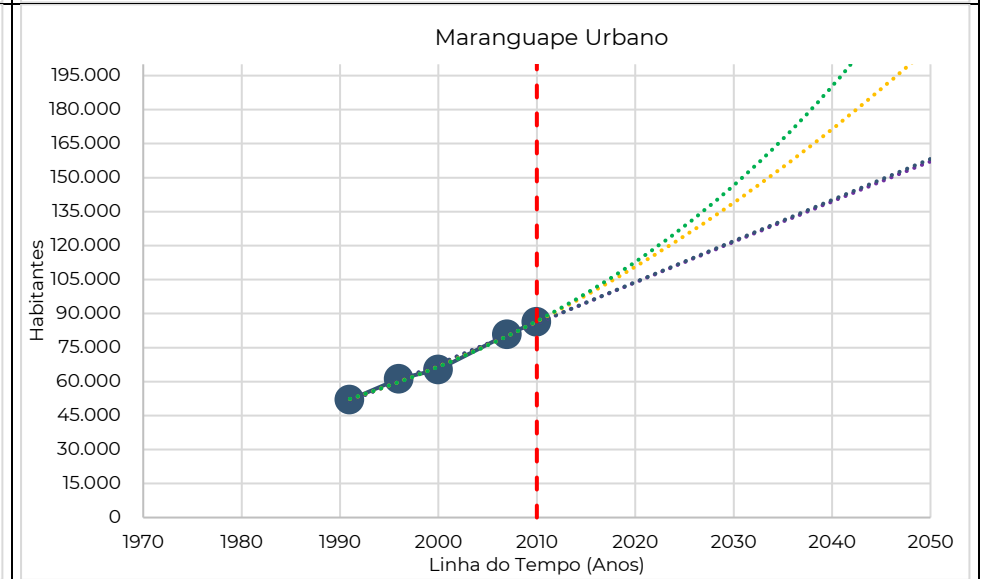
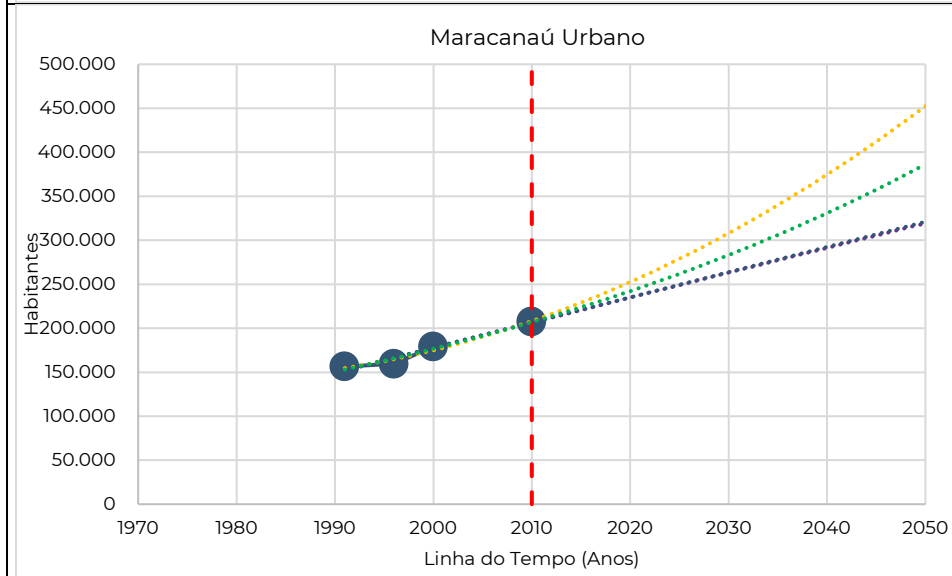
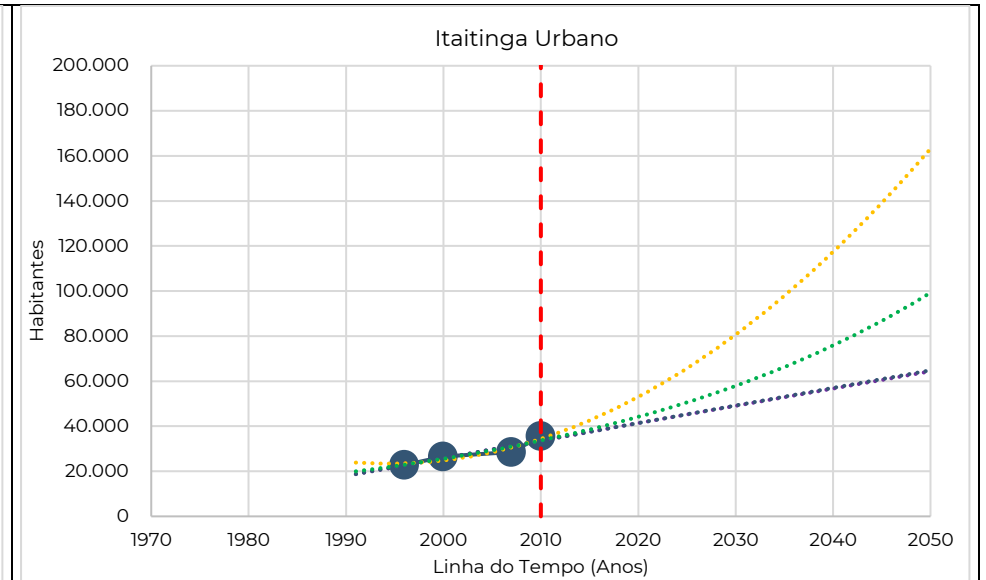
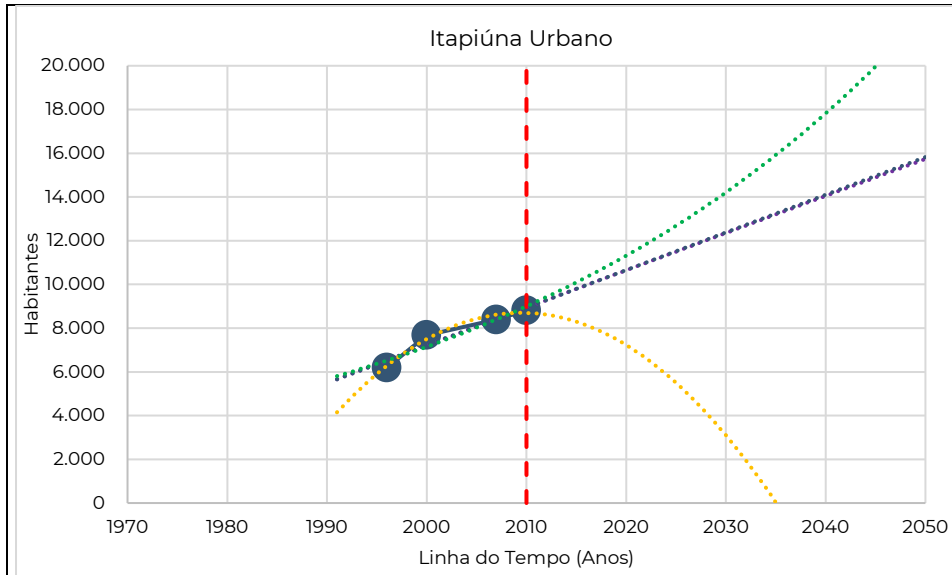
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



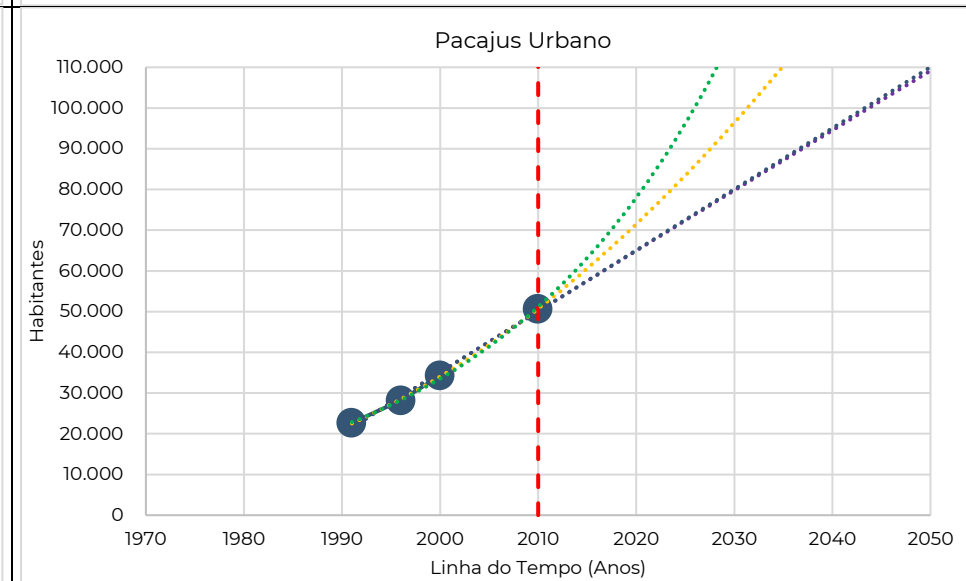
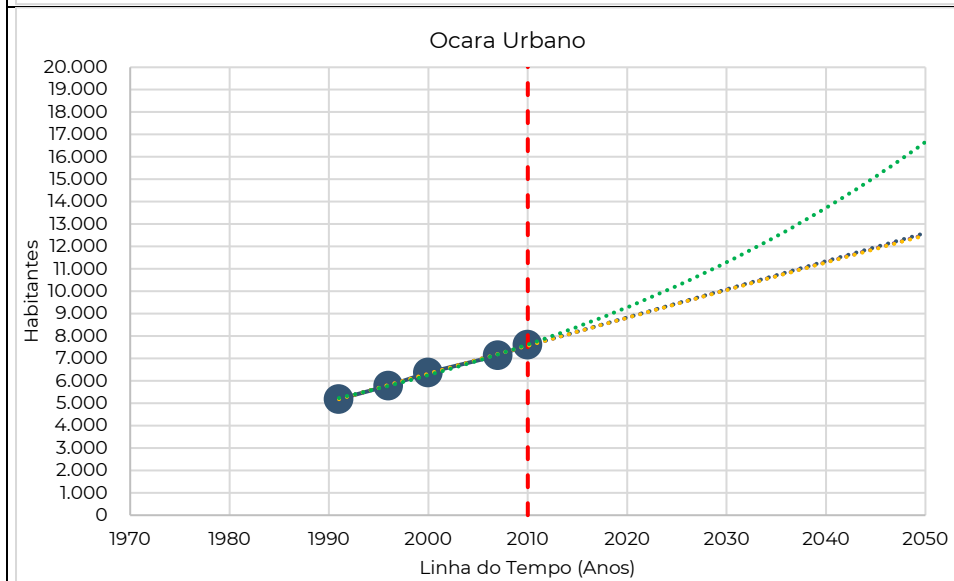
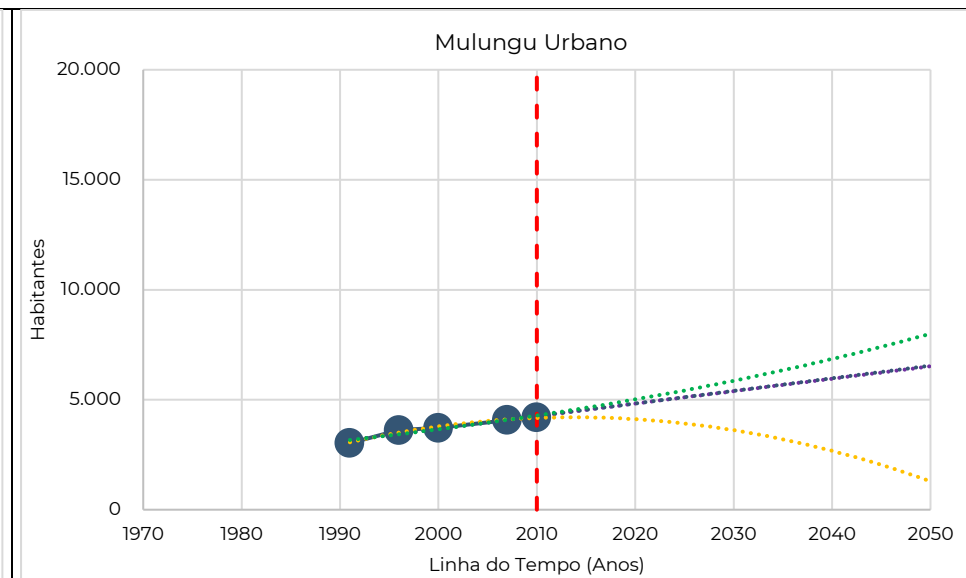
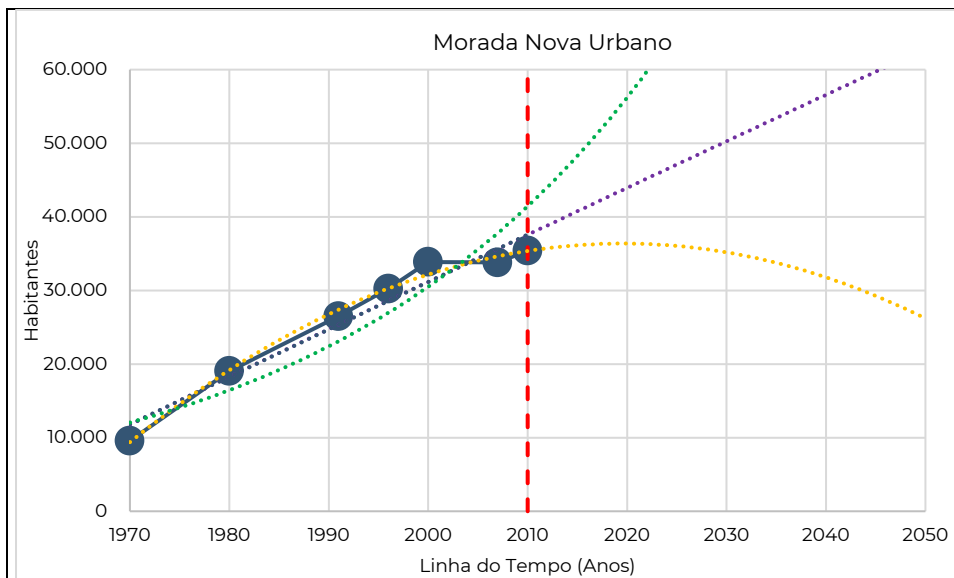
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



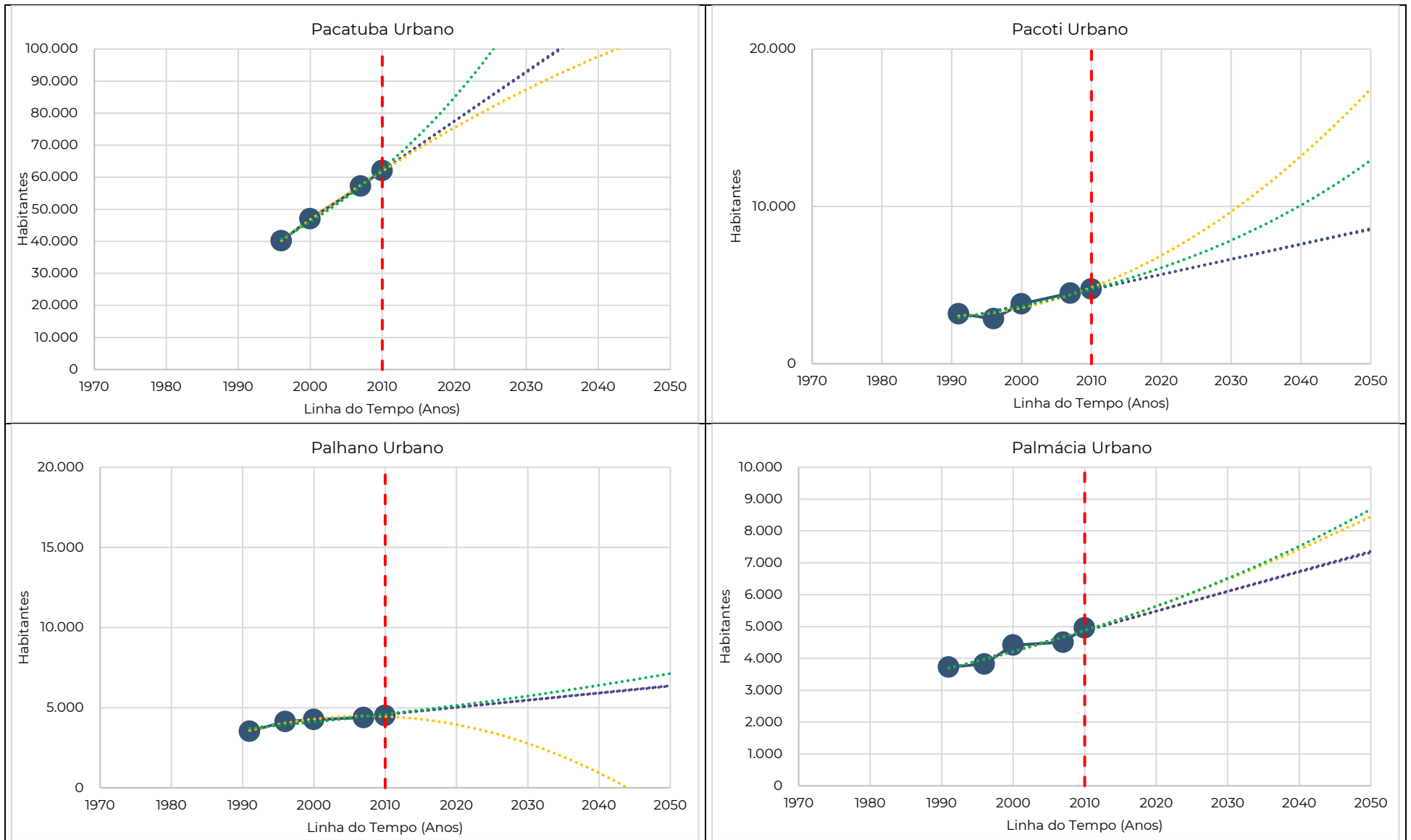
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



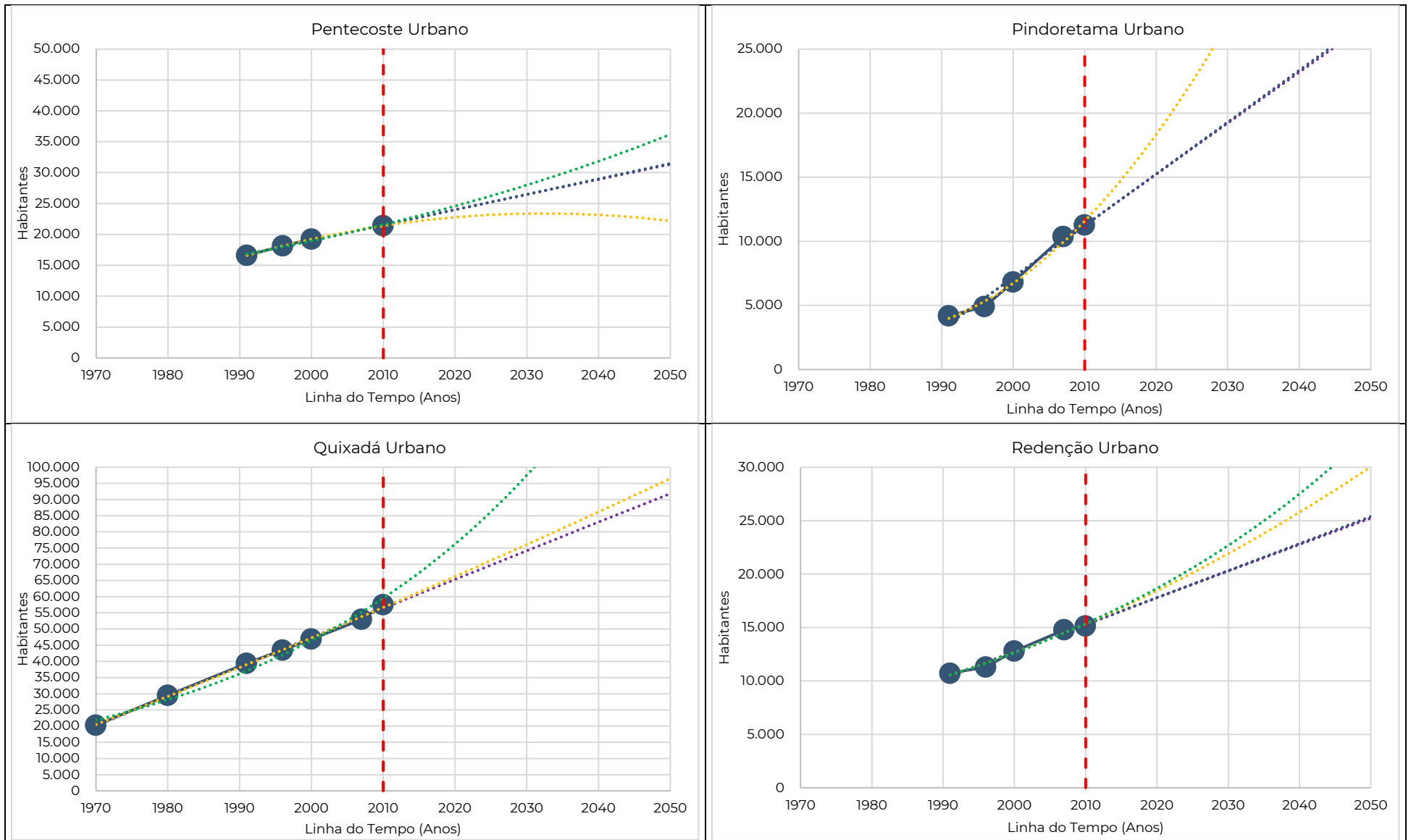
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



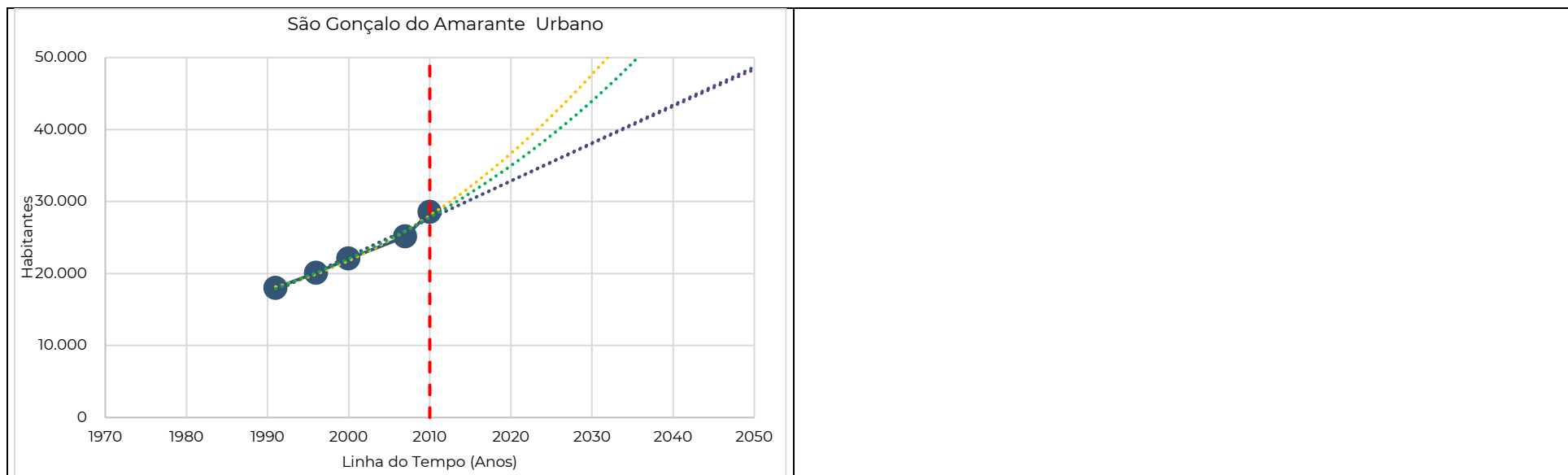
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



Após a avaliação do melhor ajuste matemático realizado para a população urbana de cada município representativo na RHBM, foi realizada a projeção populacional para a população urbana efetivamente inserida na RHBM com base nas sedes distritais e municipais, apresentadas no mapa anterior, e no volume Diagnóstico deste Plano de Bacia.

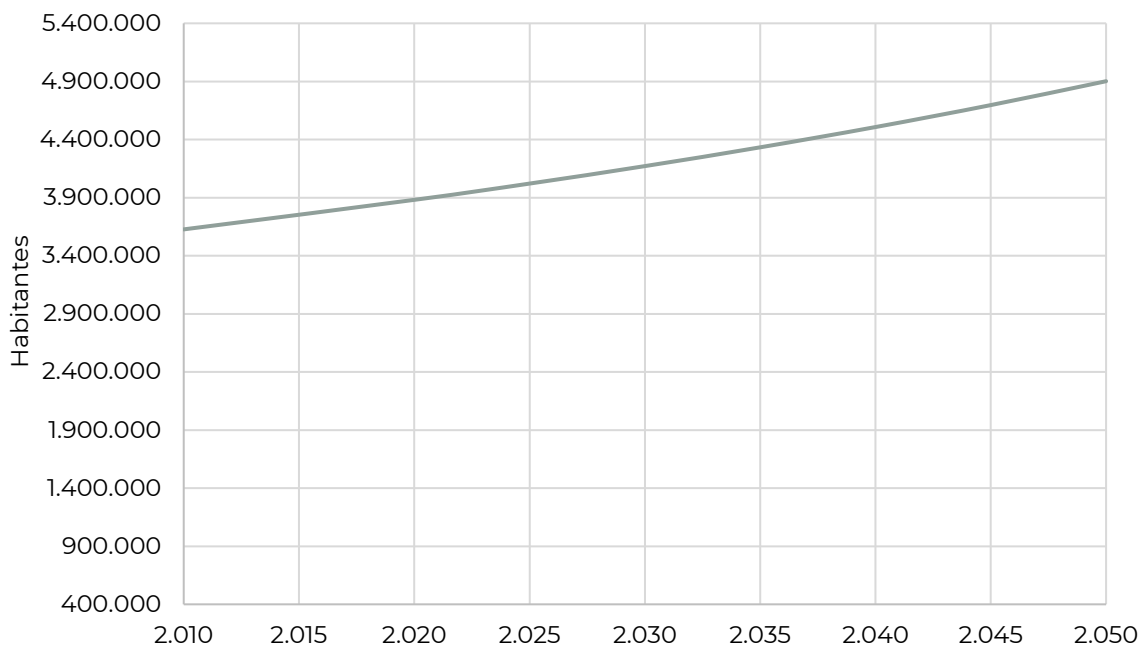
Conforme é possível observar na Tabela 15, estimou-se em 4.901.645 habitantes a população urbana em 2050, o que representa um crescimento populacional urbano de 26% em 30 anos, equivalente a um crescimento médio anual de 0,78%.

**Tabela 15 - Projeção da População Urbana da RHBM**

Município	População Urbana								Taxa Média
	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Acarape	7.982	9.070	9.669	10.306	10.986	11.710	12.482	13.305	1,29%
Aquiraz	67.083	77.390	83.125	89.281	95.892	102.994	110.619	118.811	1,44%
Aracoiaba	13.737	15.227	16.033	16.879	17.767	18.703	19.688	20.725	1,03%
Aratuba	3.769	4.206	4.444	4.694	4.959	5.238	5.534	5.845	1,10%
Barreira	8.127	9.798	10.758	11.811	12.966	14.234	15.626	17.155	1,88%
Baturité	24.437	27.675	29.452	31.341	33.351	35.492	37.768	40.191	1,25%
Beberibe	21.611	23.714	24.843	26.022	27.256	28.551	29.906	31.325	0,93%
Canindé	861	989	1.061	1.135	1.214	1.299	1.391	1.488	1,37%
Capistrano	6.212	6.938	7.332	7.748	8.188	8.653	9.144	9.662	1,11%
Cascavel	55.639	63.911	68.500	73.413	78.679	84.324	90.373	96.857	1,40%
Caucaia	290.220	305.333	313.183	321.231	329.488	337.955	346.641	355.548	0,51%
Choró	3.794	4.570	5.017	5.501	6.035	6.621	7.262	7.967	1,87%
Chorozinho	11.426	13.790	15.151	16.643	18.282	20.081	22.060	24.231	1,90%
Eusébio	46.033	59.047	66.875	75.740	85.780	97.152	110.030	124.616	2,52%
Fortaleza	2.452.185	2.541.568	2.587.475	2.634.208	2.681.785	2.730.220	2.779.531	2.829.732	0,36%
Fortim	1.099	1.264	1.356	1.454	1.559	1.671	1.792	1.921	1,40%
Guaiúba	18.877	22.522	24.600	26.869	29.345	32.051	35.005	38.230	1,78%
Guaramiranga	2.495	2.673	2.767	2.863	2.962	3.066	3.172	3.283	0,69%
Horizonte	51.049	65.387	74.003	83.751	94.783	107.269	121.400	137.392	2,51%
Ibaretama	4.447	4.921	5.177	5.447	5.728	6.024	6.336	6.664	1,02%
Itaitinga	35.565	52.049	62.967	76.173	92.150	111.478	134.860	163.146	3,88%
Itapiúna	8.819	10.123	10.846	11.620	12.449	13.337	14.287	15.306	1,39%
Maracanaú	207.635	231.531	244.491	258.177	272.627	287.887	304.000	321.016	1,10%
Maranguape	84.771	94.963	100.512	106.379	112.589	119.158	126.113	133.472	1,14%
Morada Nova	4.904	5.662	6.084	6.537	7.023	7.545	8.107	8.710	1,45%
Mulungu	4.198	4.744	5.043	5.361	5.699	6.058	6.440	6.846	1,23%
Ocara	7.605	8.615	9.171	9.757	10.383	11.048	11.756	12.508	1,25%
Pacajus	50.675	57.108	60.625	64.358	68.320	72.526	76.991	81.730	1,20%
Pacatuba	62.095	71.028	75.966	81.245	86.891	92.929	99.388	106.294	1,35%
Pacoti	4.745	5.912	6.599	7.367	8.222	9.176	10.241	11.432	2,22%
Palhano	4.515	4.917	5.131	5.354	5.587	5.830	6.083	6.346	0,85%
Palmácia	4.957	5.434	5.690	5.957	6.237	6.529	6.835	7.157	0,92%
Pentecoste	20	23	25	26	28	29	31	32	1,11%
Pindoretama	11.280	16.373	19.728	23.764	28.629	34.489	41.548	50.052	3,80%

Município	População Urbana								Taxa Média
	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Quixadá	3.750	4.270	4.559	4.864	5.188	5.534	5.903	6.299	1,30%
Redenção	15.134	16.141	16.671	17.215	17.776	18.358	18.956	19.576	0,65%
São Gonçalo do Amarante	24.850	31.818	36.006	40.738	46.096	52.157	59.015	66.775	2,50%
TOTAL	3.626.601	3.880.704	4.020.935	4.171.229	4.332.899	4.507.376	4.696.314	4.901.645	0,78%

**Figura 8 - Projeção Populacional Urbana da RHBM**

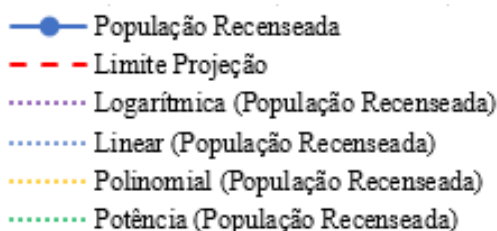


### 6.1.1.2 Projeção Populacional Rural

A Figura 10 contém os dados populacionais censitários (1970 à 2010), e as projeções matemáticas (Linear, Logarítmica, Polinomial e Potência) para os diferentes métodos analisados (2020 à 2050), para as populações rurais totais dos municípios inseridos na RHBM, a Figura 9 apresenta a legenda para identificação dos gráficos disponíveis.

Devido a definição matemática da projeção logarítmica (Equação linear com incorporação de parâmetro logarítmico), esta se assemelha a projeção linear, devido aos gráficos não estarem plotados neste tipo de escala, as projeções logarítmicas e lineares se sobrepõem nos gráficos apresentados, não representando danos aos resultados obtidos.

**Figura 9 - Legenda dos Gráficos Populacionais**



Nota-se tendência de decaimento da população rural em 24 dos 37 municípios da RHBM, com maiores decaimentos em Aratuba, Chorozinho, Guaramiranga e Horizonte.

Importante destacar que, para a maioria dos casos, ocorre uma migração da população da zona rural para a zona urbana, não representando obrigatoriamente uma diminuição na população total do município.

Os municípios de Barreira, Beberibe, Palmácia e Quixadá possuem tendência de estabilização da população rural ao longo do horizonte de projeto com taxas de crescimento inferiores a 0,1%.

Por outro lado, os municípios de Acarape, Caucaia, Fortim, Itaitinga, Maracanaú, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante apresentam tendência de crescimento da população rural superior a 1%.

Importante destacar que parte desses municípios possuem grandes atrativos turísticos (Caucaia e Fortim, por exemplo), ou vem passando por modificações no contexto de ocupação devido a implantação de universidades (Acarape), Indústrias (São Gonçalo do Amarante e Maracanaú), e a implantação de novos empreendimentos imobiliários de grande porte (como Itaitinga e Pacatuba).

Conforme comentado anteriormente, realizou-se uma avaliação gráfica para seleção do método matemático, bem como a análise do coeficiente de correlação ( $R^2$ ), para selecionar o modelo que melhor se adequasse a cada o município estudo.

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

A Tabela 16 apresenta a população recenseada (1970 a 2010), a taxa de crescimento anual da população rural utilizada, e ainda a população projetada a cada 5 anos.

**Tabela 16 - População Rural Recenseada e Projetada – Municipal**

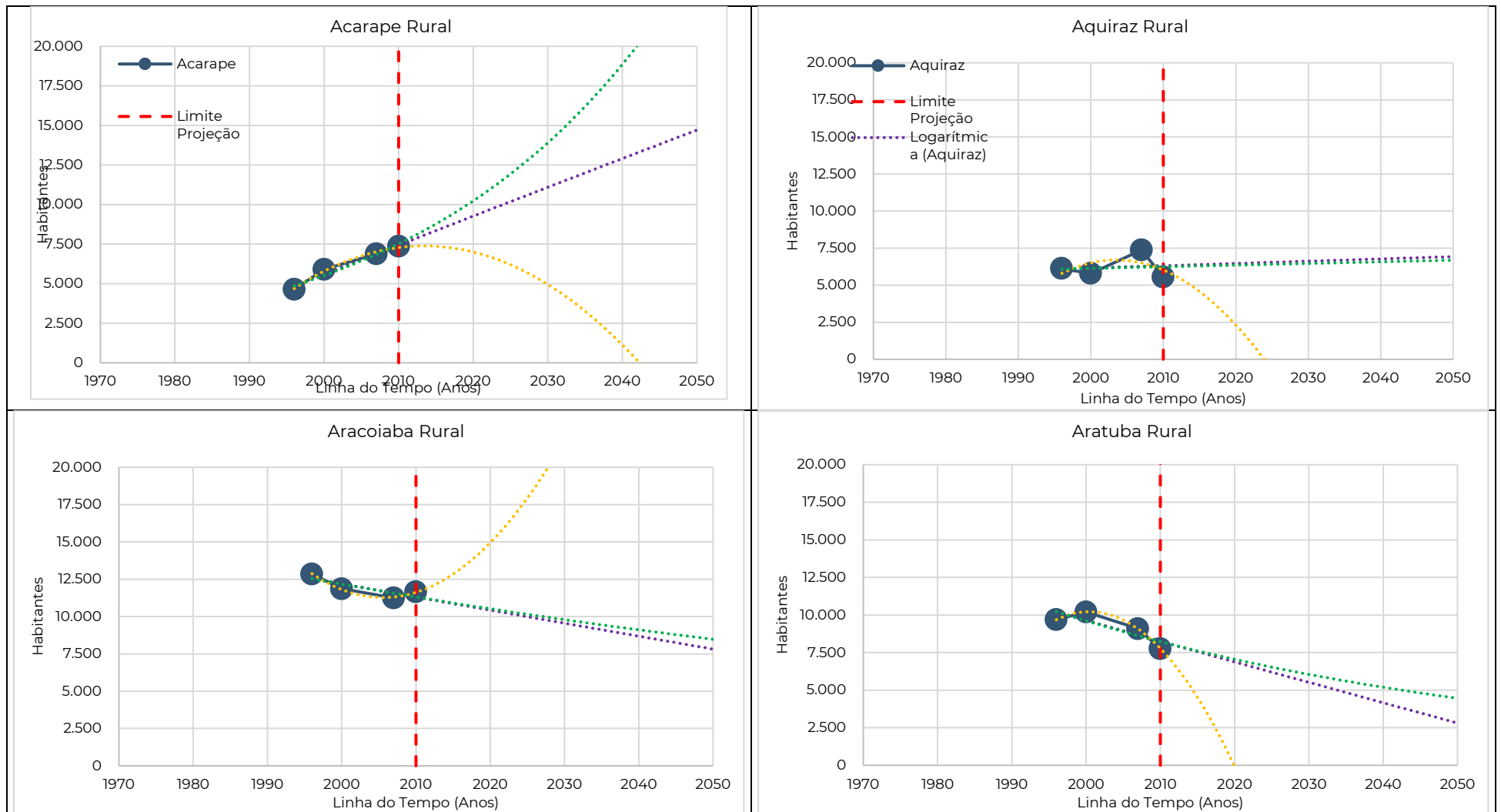
Município	População Recenseada Rural							Projeção Populacional Rural								
	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	Projeção	Taxa	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Acarape</b>			4.808	4.641	5.902	6.877	7.356	Linear	1,48%	8.523	9.173	9.874	10.627	11.439	12.312	13.252
<b>Aquiraz</b>	28.946	7.390	5.533	6.118	5.787	7.371	5.545	Geométrico	-0,43%	5.314	5.201	5.091	4.984	4.879	4.775	4.675
<b>Aracoiaba</b>	28.984	30.228	12.030	12.848	11.859	11.248	11.654	Potência	-0,79%	10.764	10.345	9.942	9.554	9.182	8.824	8.480
<b>Aratuba</b>	9.666	11.357	9.068	9.688	10.202	9.087	7.760	Logarítmica	-2,51%	6.020	5.303	4.671	4.114	3.623	3.191	2.811
<b>Barreira</b>			11.418	11.398	10.649	11.226	11.446	Linear	-0,06%	11.380	11.347	11.314	11.281	11.248	11.216	11.183
<b>Baturité</b>	13.494	12.072	10.948	10.337	9.015	8.757	8.884	Potência	-1,03%	8.011	7.607	7.223	6.859	6.513	6.185	5.873
<b>Beberibe</b>	24.722	29.641	26.281	27.789	22.646	26.274	27.700	Linear	0,02%	27.750	27.774	27.799	27.824	27.848	27.873	27.898
<b>Canindé</b>	38.605	38.811	31.712	29.415	30.028	29.486	27.598	Geométrico	-0,84%	25.365	24.317	23.313	22.349	21.426	20.541	19.692
<b>Capistrano</b>	10.825	12.126	11.100	10.614	10.578	10.613	10.850	Linear	-0,15%	10.692	10.614	10.536	10.459	10.382	10.306	10.231
<b>Cascavel</b>	28.699	10.701	9.414	7.444	9.676	9.985	9.985	Geométrico	0,31%	10.304	10.468	10.633	10.802	10.973	11.147	11.323
<b>Caucaia</b>	43.554	20.802	17.498	20.411	24.391		35.221	Linear	1,84%	42.248	46.270	50.675	55.500	60.784	66.571	72.909
<b>Choró</b>				9.126	9.152	9.279	9.059	Geométrico	-0,10%	8.967	8.922	8.876	8.831	8.786	8.741	8.697
<b>Chorozinho</b>			11.193	6.998	9.238	7.637	7.489	Geométrico	-2,08%	6.072	5.467	4.922	4.432	3.990	3.593	3.235
<b>Eusébio</b>																
<b>Fortaleza</b>																
<b>Fortim</b>				3.887	3.456	4.483	5.209	Linear	1,39%	5.980	6.406	6.863	7.353	7.878	8.440	9.043
<b>Guaiúba</b>			7.514	5.640	4.273	4.944	5.214	Potência	-0,22%	5.099	5.042	4.985	4.929	4.874	4.820	4.766
<b>Guaramiranga</b>	5.730	4.711	3.721	3.841	3.384	1.920	1.669	Geométrico	-4,56%	1.047	829	656	520	412	326	258
<b>Horizonte</b>			7.497	10.331	5.668	6.203	4.138	Potência	-2,83%	3.107	2.692	2.333	2.021	1.751	1.518	1.315
<b>Ibaretama</b>			9.249	8.293	9.195	8.538	8.475	Geométrico	-0,81%	7.812	7.500	7.200	6.913	6.636	6.371	6.117
<b>Itaitinga</b>				3.139	2.671	2.588	252	Linear	2,00%	308	340	375	414	457	504	557
<b>Itapiúna</b>	10.773	9.769	7.888	7.949	8.592	9.209	9.807	Linear	0,90%	10.730	11.223	11.739	12.278	12.843	13.433	14.050
<b>Maracanaú</b>			741	572	562			Linear	1,74%	1.691	1.844	2.010	2.192	2.390	2.605	2.841
<b>Maranguape</b>	35.524	33.214	19.751	20.881	22.867	22.190	27.252	Linear	0,84%	29.621	30.881	32.194	33.564	34.992	36.480	38.032
<b>Morada Nova</b>	43.984	45.486	32.413	30.194	30.531	27.944	26.664	Geométrico	-1,35%	23.287	21.763	20.338	19.006	17.762	16.599	15.512
<b>Mulungu</b>	7.044	6.106	4.819	4.579	5.182	6.898	7.287	Linear	1,48%	8.445	9.091	9.786	10.534	11.340	12.207	13.141
<b>Ocara</b>			14.646	14.543	15.212	16.228	16.402	Linear	0,58%	17.380	17.890	18.416	18.957	19.513	20.086	20.676
<b>Pacajus</b>	24.632	23.046	9.150	8.904	9.769		11.163	Linear	0,86%	12.160	12.691	13.245	13.824	14.428	15.058	15.715

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

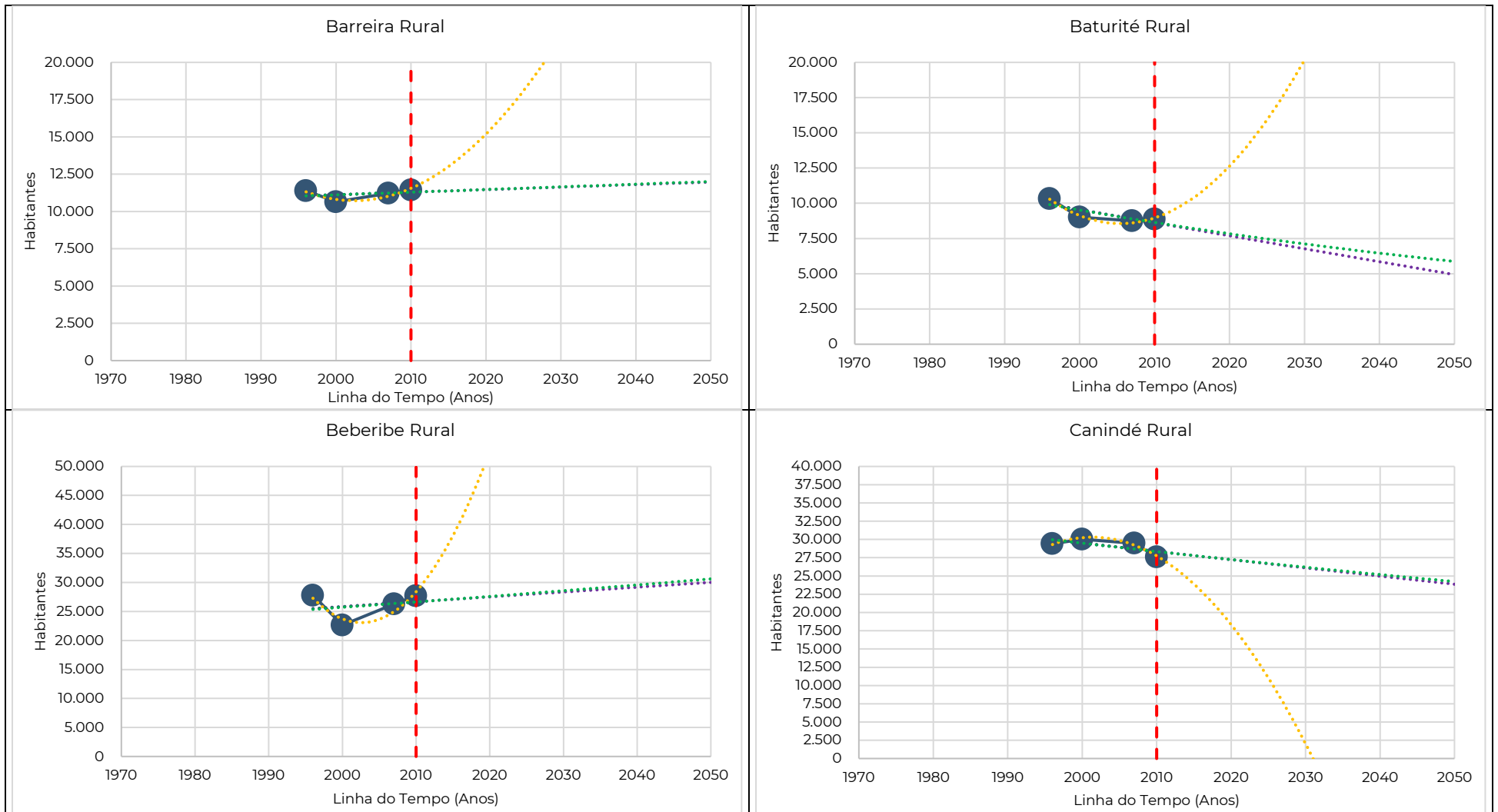
Município	População Recenseada Rural							Projeção Populacional Rural								
	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	Projeção	Taxa	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Pacatuba</b>	22.829	17.302	6.522	3.450	4.668	8.528	10.204	Logarítmica	1,59%	11.949	12.930	13.991	15.140	16.382	17.727	19.183
<b>Pacoti</b>	9.416	8.126	6.921	8.113	7.120	6.607	6.862	Logarítmica	-1,98%	5.619	5.084	4.600	4.162	3.766	3.408	3.084
<b>Palhano</b>	4.186	5.099	4.421	3.593	3.907	4.418	4.351	Linear	0,29%	4.481	4.547	4.614	4.682	4.752	4.822	4.893
<b>Palmácia</b>	8.765	7.292	6.511	6.049	5.442	5.842	7.048	Linear	-0,03%	7.027	7.016	7.005	6.994	6.984	6.973	6.962
<b>Pentecoste</b>	23.966	19.579	15.661	10.526	13.388	13.358	14.006	Linear	-0,25%	13.658	13.487	13.318	13.152	12.987	12.825	12.664
<b>Pindoretama</b>			8.257	8.665	8.133	6.768	7.403	Linear	-1,52%	6.350	5.881	5.446	5.044	4.671	4.326	4.006
<b>Quixadá</b>	78.222	69.798	32.820	20.965	22.766	23.114	23.119	Geométrico	0,15%	23.478	23.659	23.842	24.026	24.212	24.399	24.587
<b>Redenção</b>	28.437	30.555	12.039	10.667	12.206	10.912	11.281	Geométrico	-0,78%	10.427	10.024	9.636	9.264	8.906	8.562	8.231
<b>São Gonçalo do Amarante</b>	15.961	17.545	11.287	12.593	13.531	15.171	15.353	Logarítmica	1,09%	17.108	18.059	19.063	20.123	21.242	22.423	23.670

Fonte: Cálculos próprios

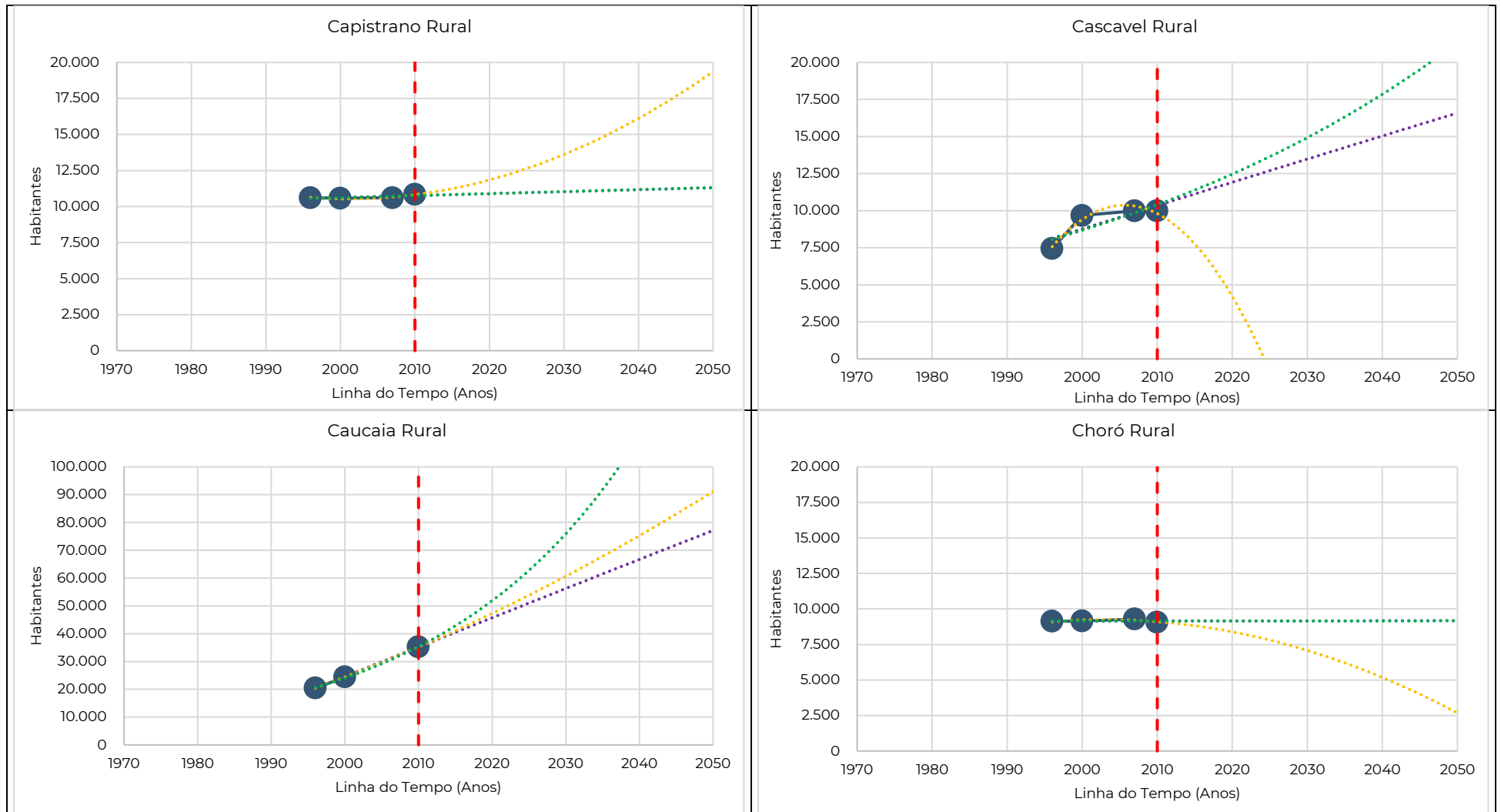
**Figura 10 – Projeções Populacionais Rurais – Total Municipal**



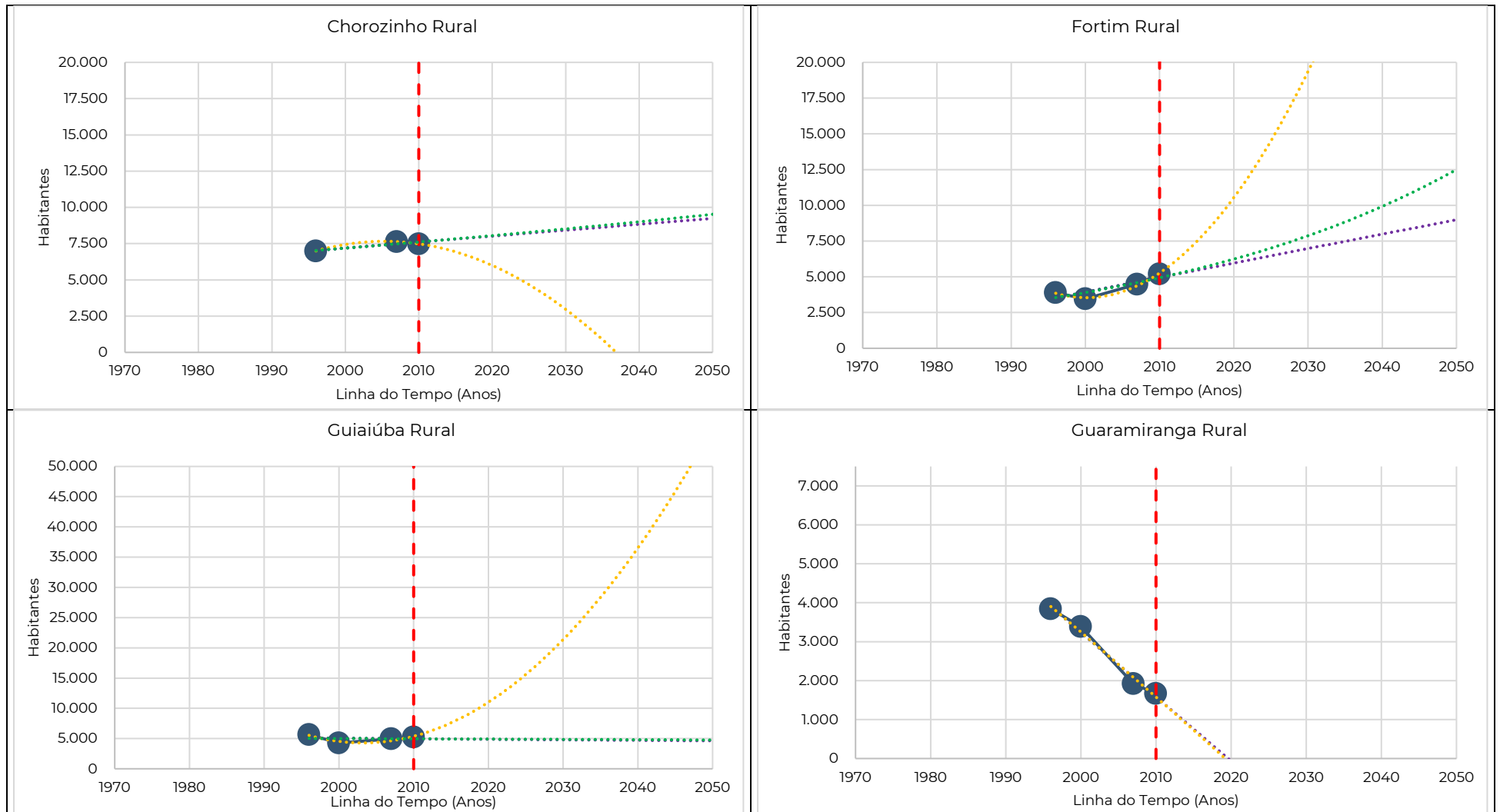
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



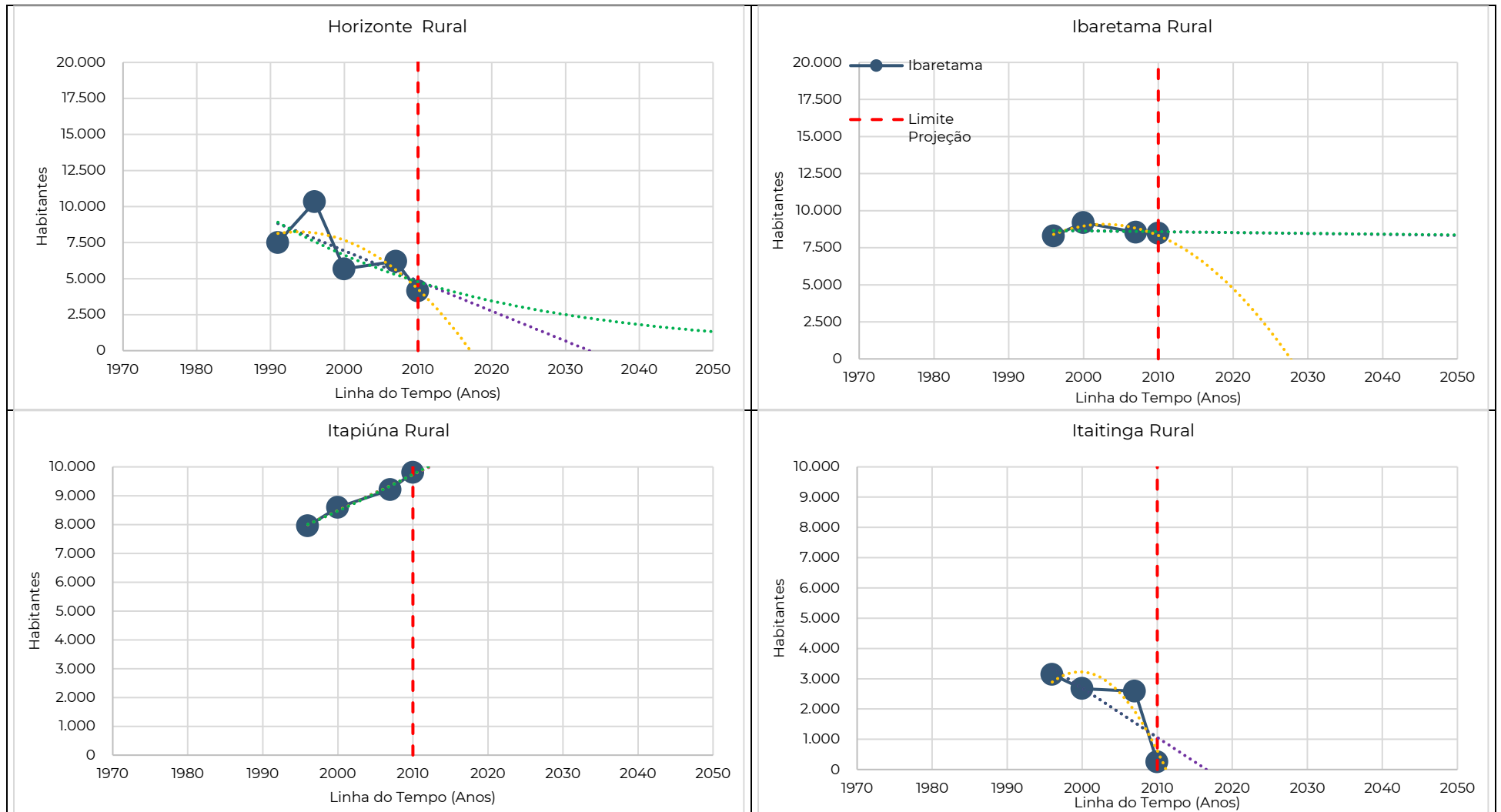
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



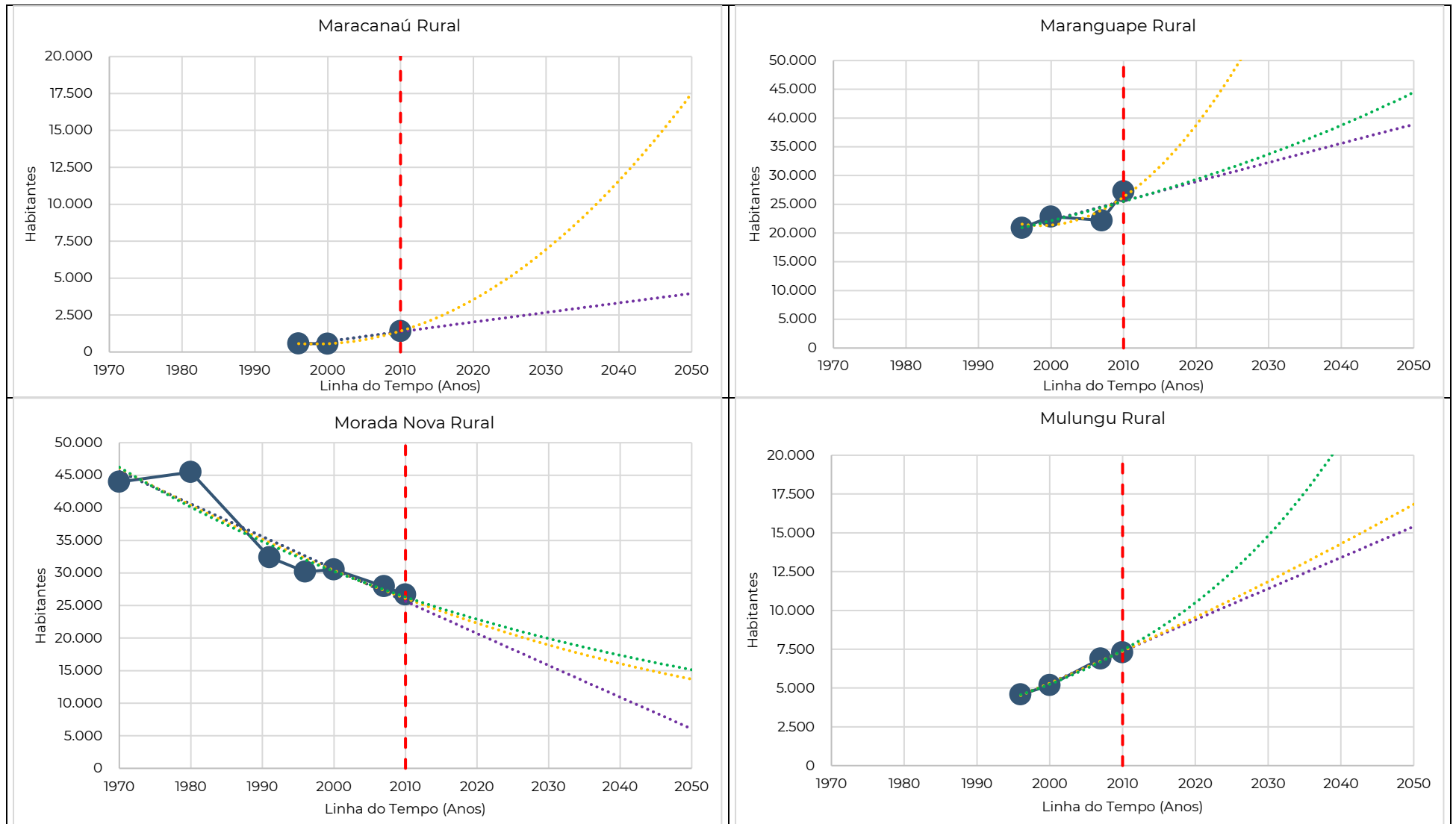
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



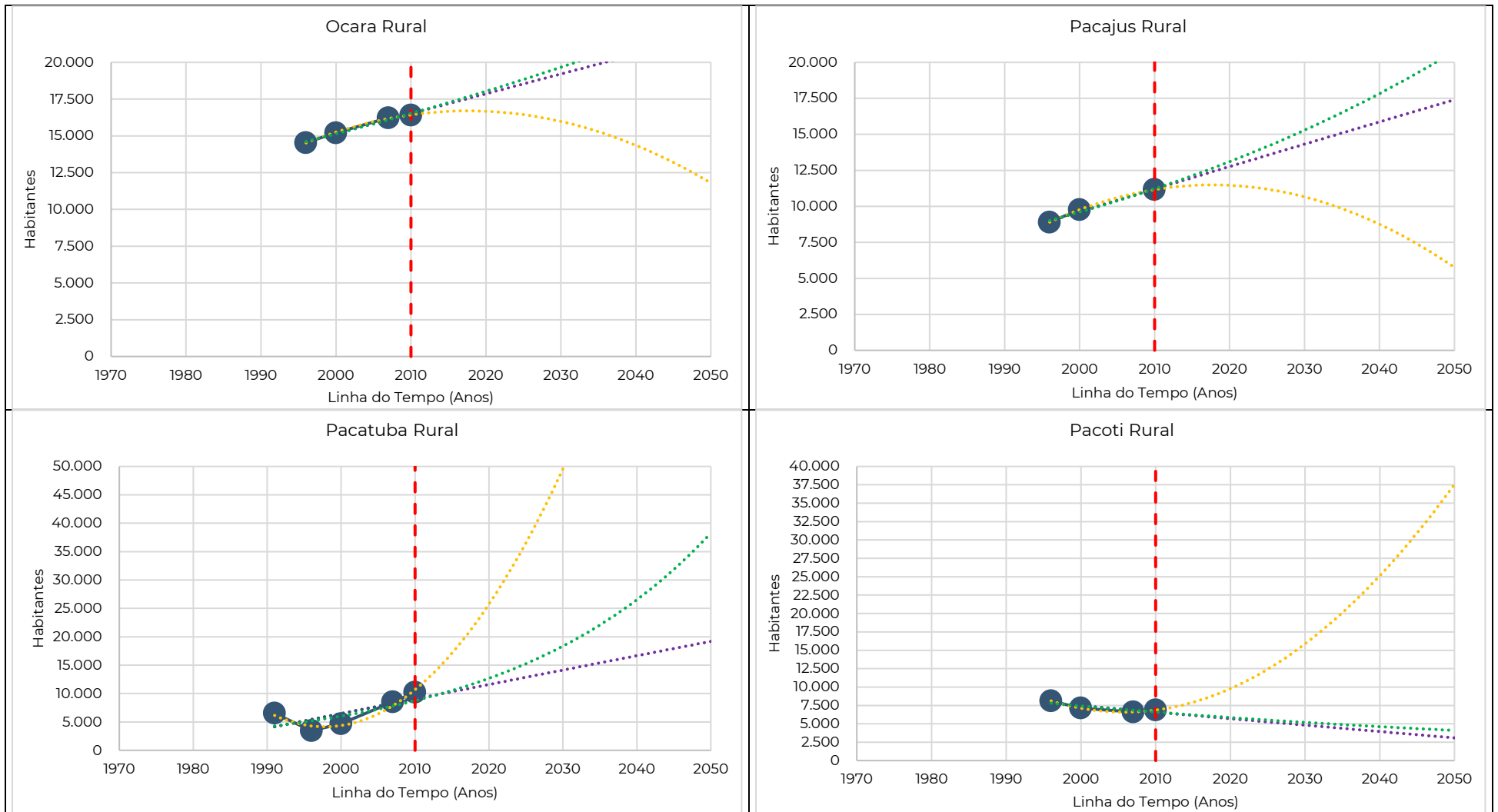
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



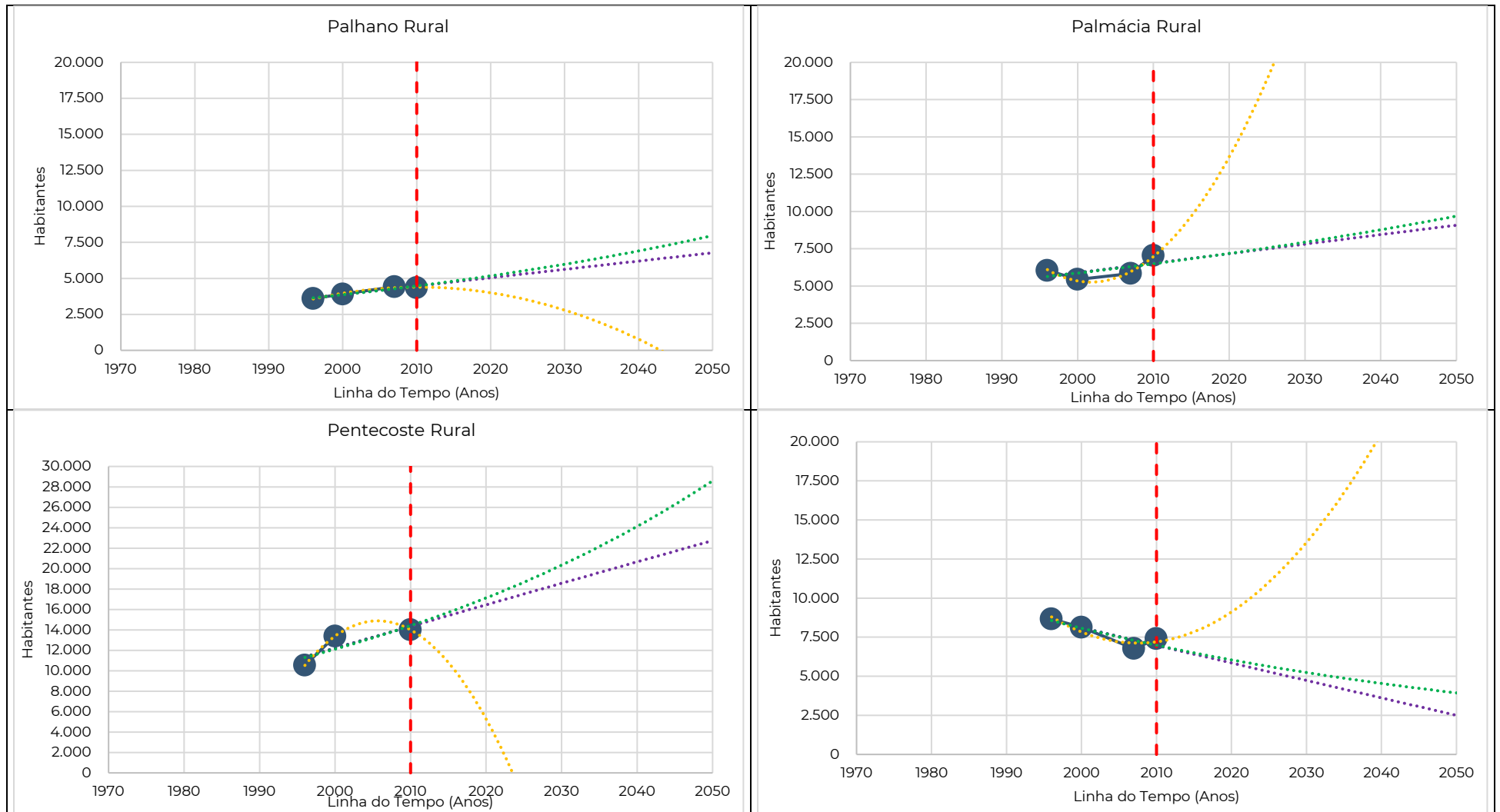
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



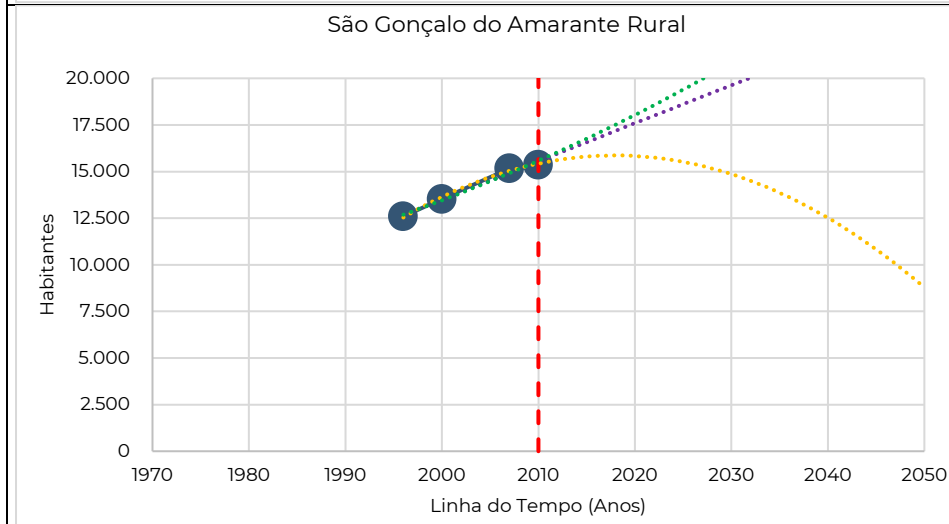
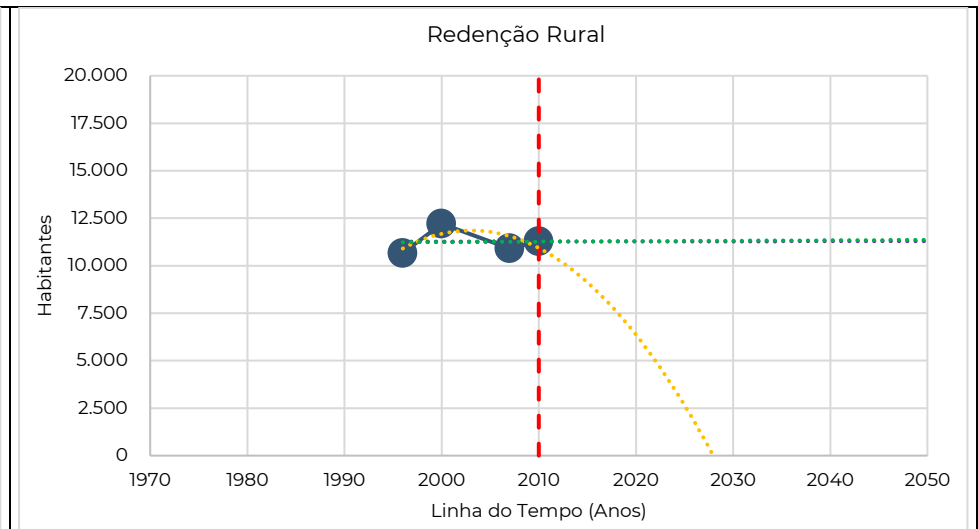
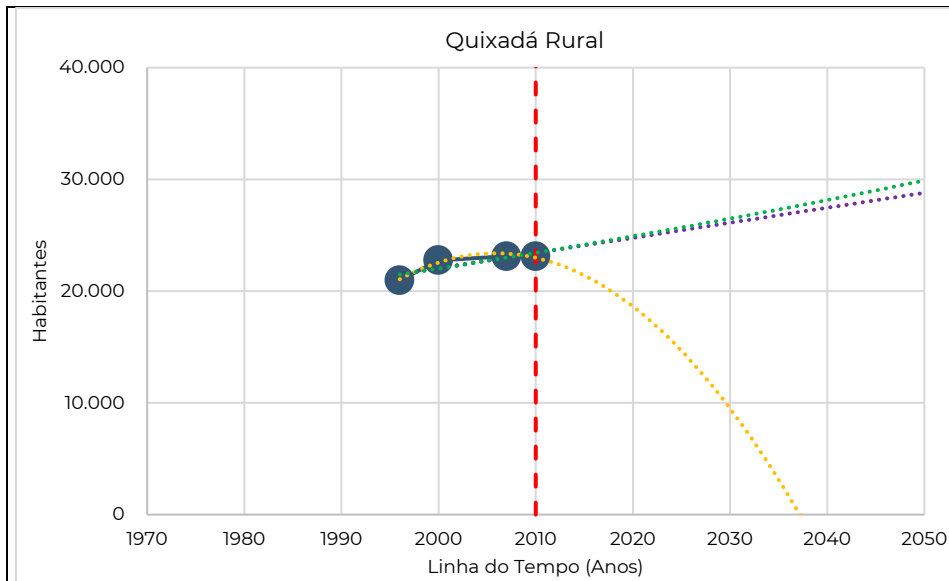
PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023



Após a avaliação do melhor ajuste matemático realizado para a população rural de cada município representativo da RHBM, foi realizada a projeção populacional para a população rural efetivamente inserida na RHBM, com base na área de cada município da RHBM, apresentado na Tabela 17 e no Diagnóstico deste Plano de Bacia.

Dessa forma, é possível observar que a estimativa para a população rural em 2050 é de 371.172 habitantes (Tabela 17), o que representa um aumento populacional rural de 16,85% em 30 anos, equivalente a um crescimento médio anual de 0,39%.

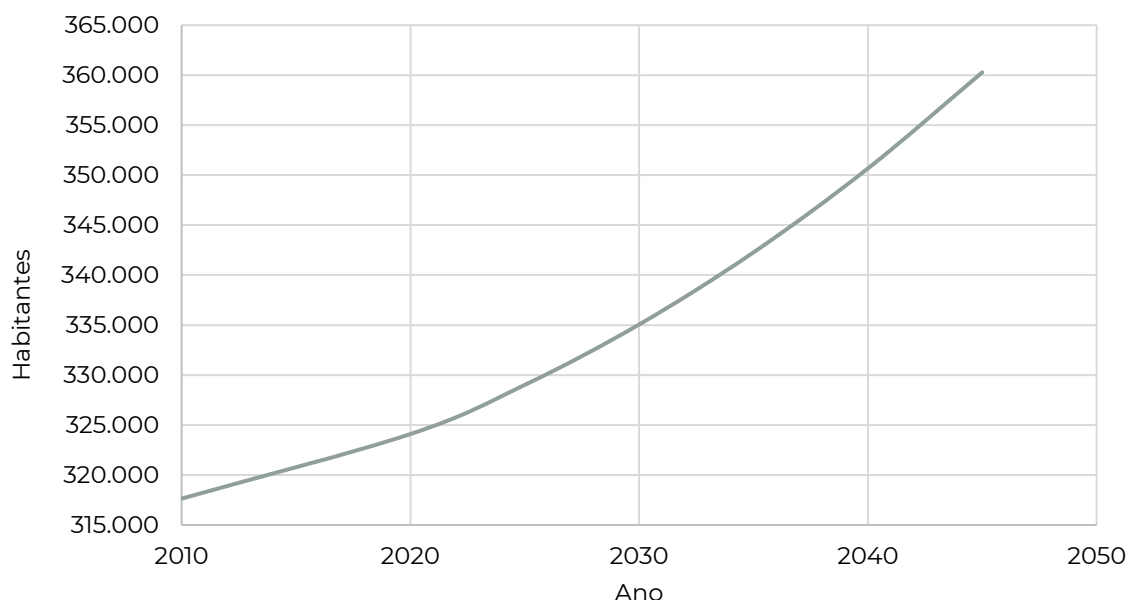
**Tabela 17 - Projeção Populacional Rural – RHBM**

Município	% Área do Município na RHBM	População Rural								Taxa Média
		2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Acarape	100,00%	7.356	8.523	9.173	9.874	10.627	11.439	12.312	13.252	1,48%
Aquiraz	100,00%	5.545	5.314	5.201	5.091	4.984	4.879	4.775	4.675	-0,43%
Aracoiaba	100,00%	11.654	10.764	10.345	9.942	9.554	9.182	8.824	8.480	-0,79%
Aratuba	86,23%	6.692	5.191	4.573	4.028	3.548	3.125	2.752	2.424	-2,51%
Barreira	100,00%	11.446	11.380	11.347	11.314	11.281	11.248	11.216	11.183	-0,06%
Baturité	100,00%	8.884	8.011	7.607	7.223	6.859	6.513	6.185	5.873	-1,03%
Beberibe	100,00%	27.700	27.750	27.774	27.799	27.824	27.848	27.873	27.898	0,02%
Canindé	21,22%	5.856	5.382	5.160	4.947	4.742	4.546	4.358	4.178	-0,84%
Capistrano	100,00%	10.850	10.692	10.614	10.536	10.459	10.382	10.306	10.231	-0,15%
Cascavel	100,00%	9.985	10.304	10.468	10.633	10.802	10.973	11.147	11.323	0,31%
Caucaia	100,00%	35.221	42.248	46.270	50.675	55.500	60.784	66.571	72.909	1,84%
Choró	99,71%	9.059	8.967	8.922	8.876	8.831	8.786	8.741	8.697	-0,10%
Chorozinho	100,00%	7.489	6.072	5.467	4.922	4.432	3.990	3.593	3.235	-2,08%
Eusébio	100,00%									
Fortaleza	99,99%									
Fortim	70,38%	3.666	4.209	4.509	4.830	5.175	5.545	5.940	6.365	1,39%
Guaiúba	100,00%	5.214	5.099	5.042	4.985	4.929	4.874	4.820	4.766	-0,22%
Guaramiranga	72,11%	1.204	756	598	474	375	298	236	187	-4,55%
Horizonte	100,00%	4.138	3.107	2.692	2.333	2.021	1.751	1.518	1.315	-2,83%
Ibaretama	87,04%	7.377	6.800	6.529	6.267	6.018	5.777	5.546	5.325	-0,81%
Itaitinga	100,00%	252	308	340	375	414	457	504	557	2,00%
Itapiúna	100,00%	9.807	10.730	11.223	11.739	12.278	12.843	13.433	14.050	0,90%
Maracanaú	100,00%	1.422	1.691	1.844	2.010	2.192	2.390	2.605	2.841	1,75%
Maranguape	93,55%	25.494	27.710	28.889	30.117	31.399	32.735	34.127	35.578	0,84%
Morada Nova	23,14%	6.170	5.389	5.036	4.706	4.398	4.110	3.841	3.590	-1,34%
Mulungu	68,68%	5.005	5.801	6.245	6.722	7.236	7.789	8.385	9.026	1,49%
Ocara	100,00%	16.402	17.380	17.890	18.416	18.957	19.513	20.086	20.676	0,58%
Pacajus	100,00%	11.163	12.160	12.691	13.245	13.824	14.428	15.058	15.715	0,86%
Pacatuba	100,00%	10.204	11.949	12.930	13.991	15.140	16.382	17.727	19.183	1,59%
Pacoti	94,58%	6.491	5.315	4.809	4.351	3.937	3.562	3.224	2.917	-1,98%
Palhano	37,05%	1.613	1.661	1.685	1.710	1.735	1.761	1.787	1.813	0,29%
Palmácia	97,60%	6.880	6.859	6.848	6.838	6.827	6.817	6.806	6.796	-0,03%
Pentecoste	28,99%	4.061	3.960	3.910	3.861	3.813	3.765	3.718	3.672	-0,25%
Pindoretama	100,00%	7.403	6.350	5.881	5.446	5.044	4.671	4.326	4.006	-1,52%

Município	% Área do Município na RHBM	População Rural								
		2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Taxa Média
Quixadá	21,61%	4.996	5.074	5.113	5.152	5.192	5.232	5.273	5.313	0,15%
Redenção	100,00%	11.281	10.427	10.024	9.636	9.264	8.906	8.562	8.231	-0,78%
São Gonçalo do Amarante	62,91%	9.659	10.763	11.362	11.993	12.660	13.364	14.107	14.892	1,09%
TOTAL		317.639	324.096	329.011	335.057	342.271	350.665	360.282	371.172	0,39%

Para melhor entendimento do comportamento populacional rural ao longo do horizonte de estudo, está apresentada na Figura 11 a projeção populacional rural na RHBM.

**Figura 11 - Projeção Populacional Rural na RHBM**



Fonte: Elaboração própria

### 6.1.1.3 Projeção Populacional Total

Após a avaliação populacional por tipo de ocupação na RHBM, procedeu-se a avaliação da população total na RHBM.

As projeções realizadas estimaram que em 2050 cerca de 7% da população residirá em zonas rurais e a população residente na RHBM será de 5.272.817 habitantes, o que representa um crescimento de 33% em 30 anos, com média anual de 0,76%, igual ao crescimento urbano.

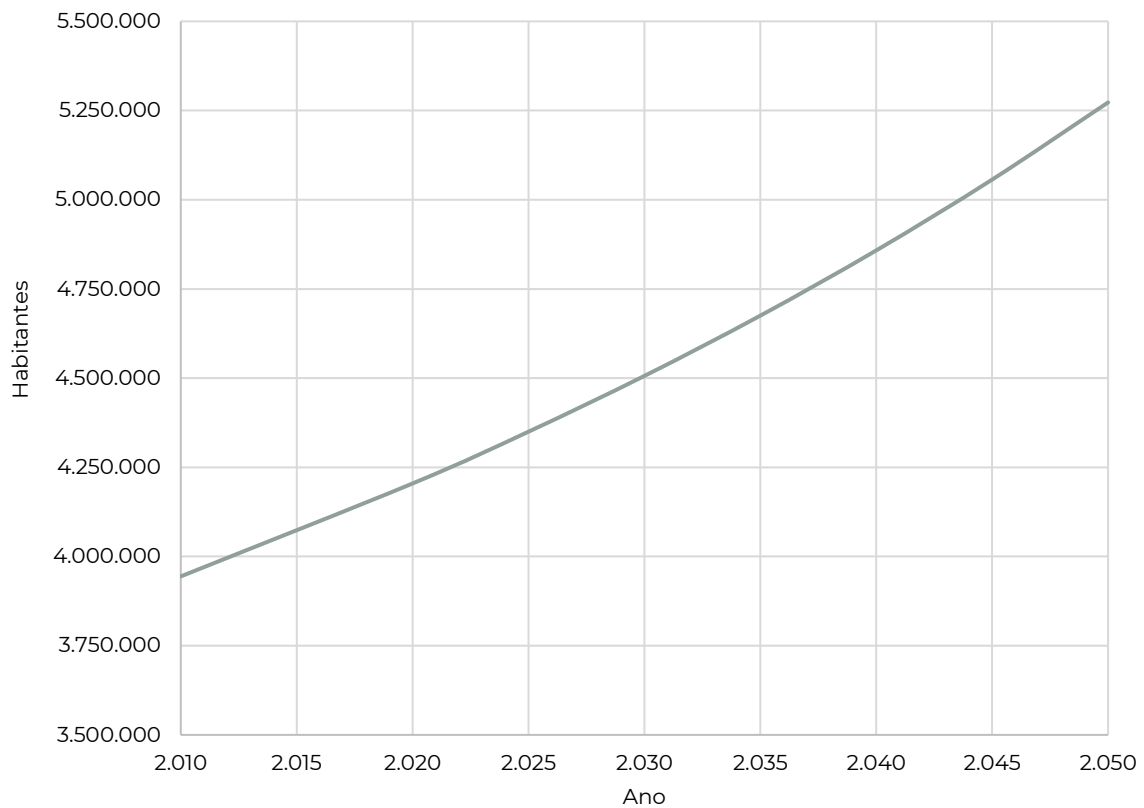
Como esperado, a população rural tem baixa influência nos quantitativos populacionais da RHBM.

**Tabela 18 - Projeção Populacional Total na RHBM**

Município	População Total								Taxa Média
	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Acarape	15.338	17.593	18.842	20.180	21.613	23.149	24.794	26.557	1,38%
Aquiraz	72.628	82.704	88.326	94.372	100.876	107.873	115.394	123.486	1,35%
Aracoiaba	25.391	25.991	26.378	26.821	27.321	27.885	28.512	29.205	0,39%
Aratuba	10.461	9.397	9.017	8.722	8.507	8.363	8.286	8.269	0,43%
Barreira	19.573	21.178	22.105	23.125	24.247	25.482	26.842	28.338	0,98%
Baturité	33.321	35.686	37.059	38.564	40.210	42.005	43.953	46.064	0,85%
Beberibe	49.311	51.464	52.617	53.821	55.080	56.399	57.779	59.223	0,47%
Canindé	6.717	6.371	6.221	6.082	5.956	5.845	5.749	5.666	0,39%
Capistrano	17.062	17.630	17.946	18.284	18.647	19.035	19.450	19.893	0,40%
Cascavel	65.624	74.215	78.968	84.046	89.481	95.297	101.520	108.180	1,26%
Caucaia	325.441	347.581	359.453	371.906	384.988	398.739	413.212	428.457	0,70%
Choró	12.853	13.537	13.939	14.377	14.866	15.407	16.003	16.664	0,70%
Chorozinho	18.915	19.862	20.618	21.565	22.714	24.071	25.653	27.466	1,09%
Eusébio	46.033	59.047	66.875	75.740	85.780	97.152	110.030	124.616	2,52%
Fortaleza	2.452.185	2.541.568	2.587.475	2.634.208	2.681.785	2.730.220	2.779.531	2.829.732	0,36%
Fortim	4.765	5.473	5.865	6.284	6.734	7.216	7.732	8.286	1,39%
Guaiúba	24.091	27.621	29.642	31.854	34.274	36.925	39.825	42.996	1,49%
Guaramiranga	3.699	3.429	3.365	3.337	3.337	3.364	3.408	3.470	0,04%
Horizonte	55.187	68.494	76.695	86.084	96.804	109.020	122.918	138.707	2,38%
Ibaretama	11.824	11.721	11.706	11.714	11.746	11.801	11.882	11.989	0,08%
Itaitinga	35.817	52.357	63.307	76.548	92.564	111.935	135.364	163.703	3,87%
Itapiúna	18.626	20.853	22.069	23.359	24.727	26.180	27.720	29.356	1,15%
Maracanaú	209.057	233.222	246.335	260.187	274.819	290.277	306.605	323.857	1,10%
Maranguape	110.265	122.673	129.401	136.496	143.988	151.893	160.240	169.050	1,07%
Morada Nova	11.074	11.051	11.120	11.243	11.421	11.655	11.948	12.300	0,36%
Mulungu	9.203	10.545	11.288	12.083	12.935	13.847	14.825	15.872	1,37%
Ocara	24.007	25.995	27.061	28.173	29.340	30.561	31.842	33.184	0,82%
Pacajus	61.838	69.268	73.316	77.603	82.144	86.954	92.049	97.445	1,14%
Pacatuba	72.299	82.977	88.896	95.236	102.031	109.311	117.115	125.477	1,39%
Pacoti	11.236	11.227	11.408	11.718	12.159	12.738	13.465	14.349	0,82%
Palhano	6.128	6.578	6.816	7.064	7.322	7.591	7.870	8.159	0,72%
Palmácia	11.837	12.293	12.538	12.795	13.064	13.346	13.641	13.953	0,42%
Pentecoste	4.081	3.983	3.935	3.887	3.841	3.794	3.749	3.704	0,24%
Pindoretama	18.683	22.723	25.609	29.210	33.673	39.160	45.874	54.058	2,93%
Quixadá	8.746	9.344	9.672	10.016	10.380	10.766	11.176	11.612	0,73%
Redenção	26.415	26.568	26.695	26.851	27.040	27.264	27.518	27.807	0,15%
São Gonçalo do Amarante	34.509	42.581	47.368	52.731	58.756	65.521	73.122	81.667	2,19%
<b>TOTAL</b>	<b>3.944.240</b>	<b>4.204.800</b>	<b>4.349.946</b>	<b>4.506.286</b>	<b>4.675.170</b>	<b>4.858.041</b>	<b>5.056.596</b>	<b>5.272.817</b>	<b>0,76%</b>

A Figura 12 apresenta a projeção populacional total da RHBM.

**Figura 12 - Projeção Populacional Total na RHBM**



Fonte: Elaboração própria

### 6.1.2 Projeção da Demanda Populacional

A demanda humana futura foi obtida pelo produto da população projetada pelo consumo per capita, foram consideradas as mesmas taxas de crescimento e os mesmos valores populacionais para os três cenários.

Foi adotado o consumo *per capita* apresentado no Diagnóstico desse Plano de Recursos Hídricos. Para o Cenário I foi adotado o mesmo consumo *per capita*, para o Cenário II foi considerado um aumento de 10% do consumo, e para o Cenário III uma diminuição de 10% do consumo.

Para os cenários II e III foram considerado que o aumento e diminuição dos consumos foram graduais ao longo do horizonte do estudo, 30 anos, e as mudanças do padrão de consumo foram adotados apenas para as sedes urbanas com mais de 5.000 habitantes.

Este aumento/redução depende da aplicação de medidas que modifiquem o comportamento do consumidor conforme detalhado na descrição dos Cenários. Dessa forma, preconizou-se que este aumento/redução começa a ocorrer após o ano de 2025 (Tabela 19).

**Tabela 19 - Projeção do consumo per capita (l/hab. dia) para população urbana acima de 5000 habitantes**

Cenário	Demanda per capita (L/hab/dia)						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Cenário II (+10%)	150	150	153	155	157	160	165
Cenário III (-10%)	150	150	147	145	143	140	135

Assim, o cálculo da demanda considerará as seguintes premissas de consumo *per capita*:

- População Urbana residente inferior a 1.000 habitantes – C = 100 l/hab/dia (Cenários I, II e III);
- População Urbana residente entre 1.000 a 5.000 habitantes – C = 120 l/hab/dia (Cenários I, II e III);
- População Urbana residente maior ou igual a 5.000 habitantes
  - Cenário I : C = 150 l/hab/dia;
  - Cenário II : C = 135 a 150 l/hab/dia;
  - Cenário III : C = 150 a 165 l/hab/dia;
- População Rural – C = 70 l/hab/dia (Cenários I, II e III).

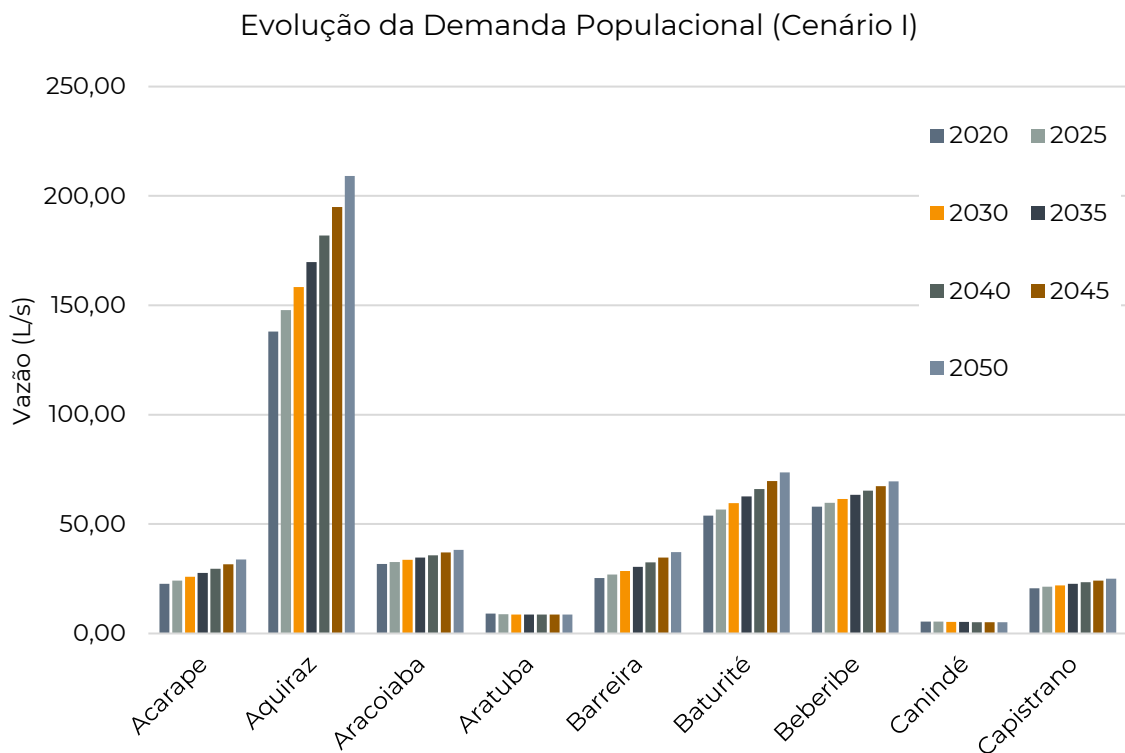
Assim, Para o Cenário I estimou-se uma demanda humana total de 8.716,92 l/s, um aumento efetivo de 26,2% em 30 anos, equivalente a um crescimento médio anual de 0,78% na demanda para abastecimento humano, pouco superior à estimativa de crescimento populacional.

À primeira vista, espera-se que o crescimento da demanda humana seja igual à taxa de crescimento populacional, visto que uma das premissas do Cenário I é que o crescimento das demandas são provenientes apenas do crescimento populacional, entretanto a metodologia empregada considera diferentes consumos *per capita* a depender do tamanho da população urbana; assim, aglomerados urbanos que atingem uma nova faixa populacional têm um incremento na demanda *per capita*.

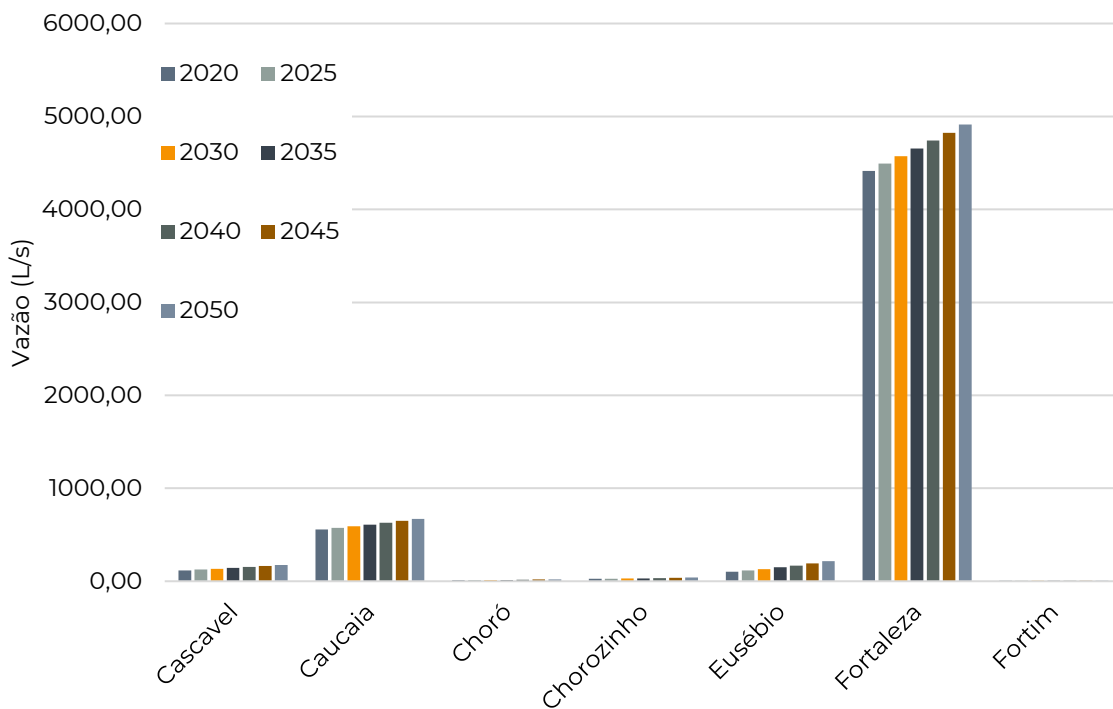
Neste contexto, o crescimento de demanda superior ao crescimento populacional não esta associada a uma mudança de consumo dos habitantes, mas sim a uma evolução natural das cidades devido a urbanização.

Os resultados da Evolução da Demanda Populacional para o Cenário I estão apresentados na Tabela 20 e Figura 13.

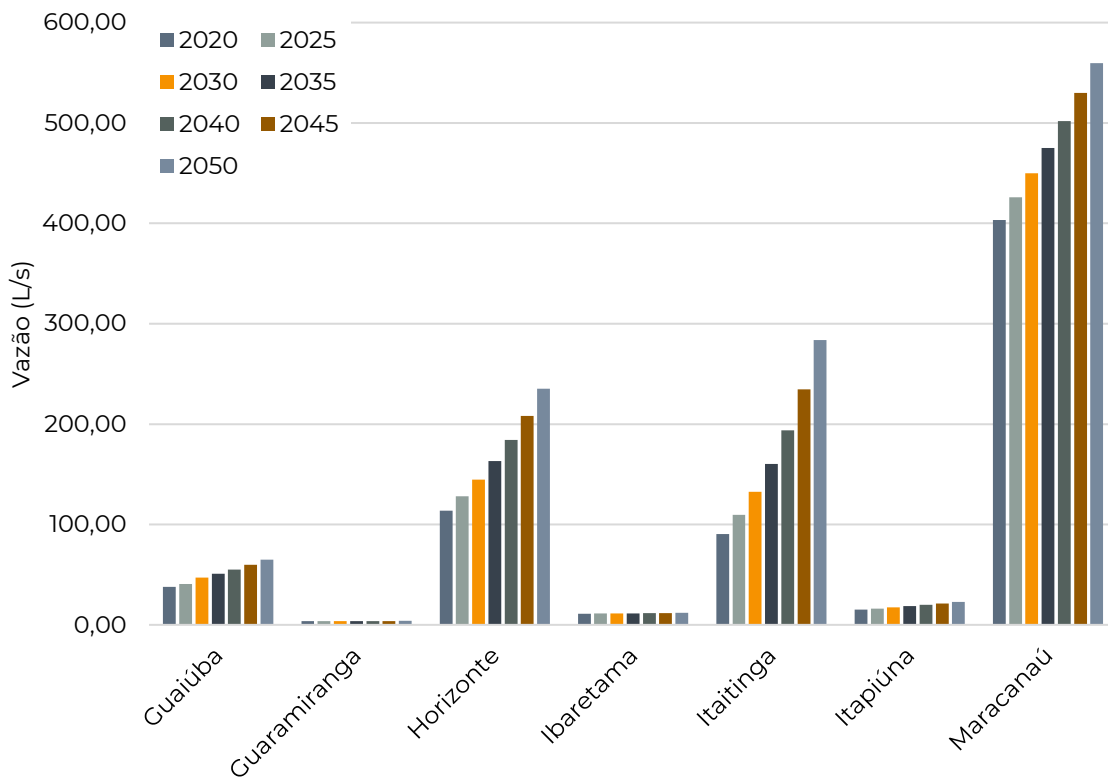
**Figura 13 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário I**

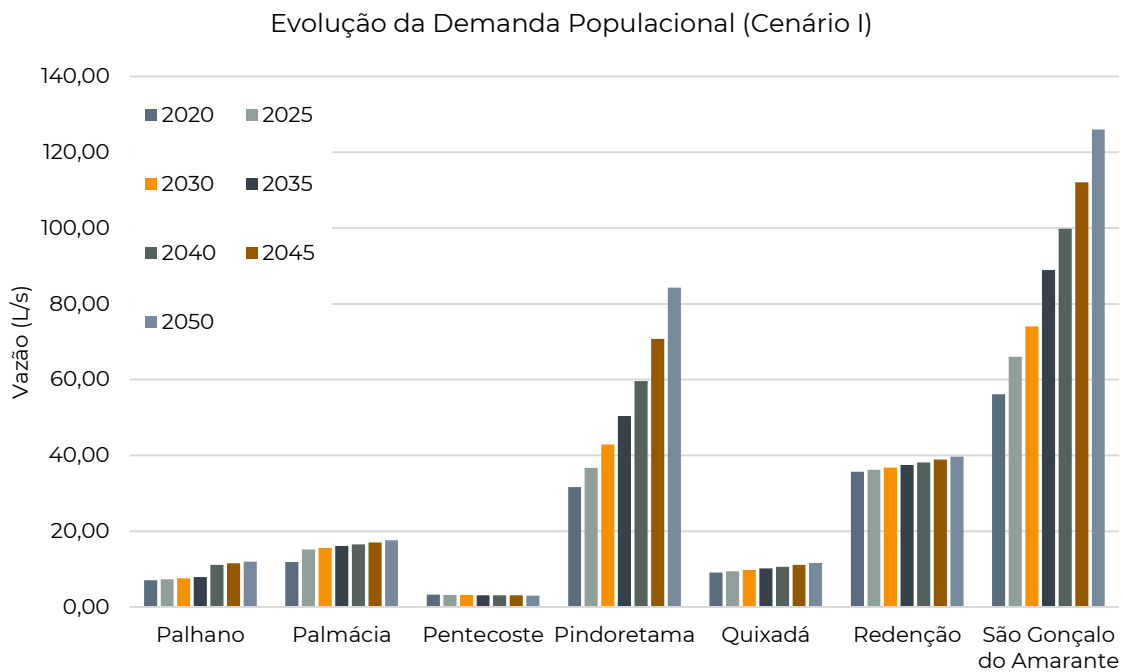
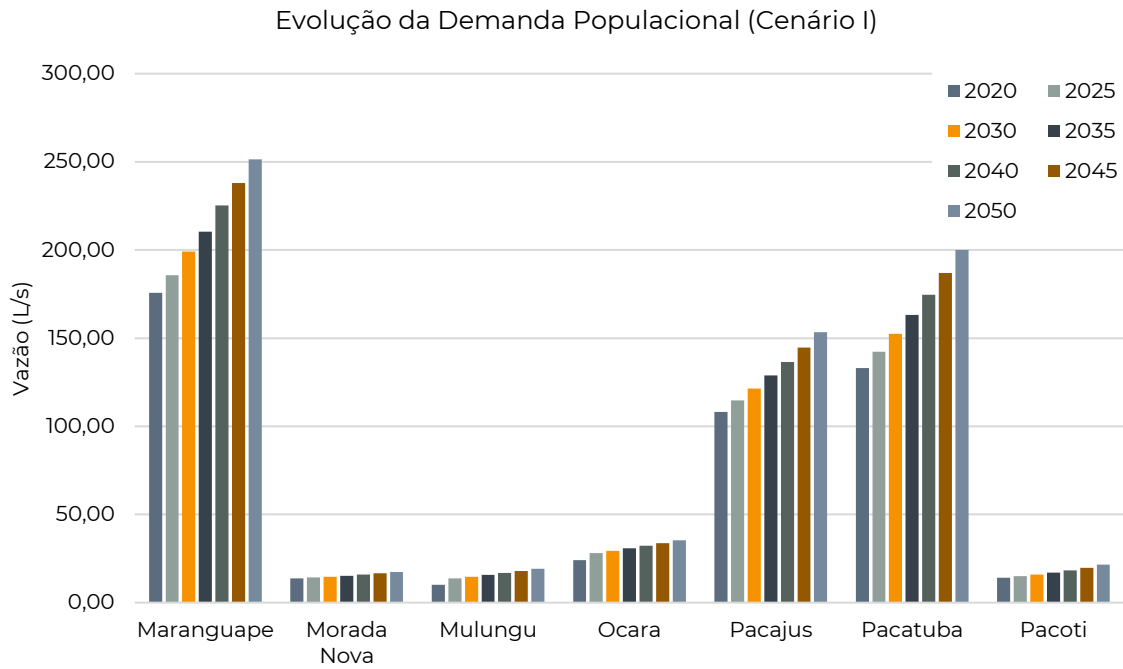


Evolução da Demanda Populacional (Cenário I)



Evolução da Demanda Populacional (Cenário I)





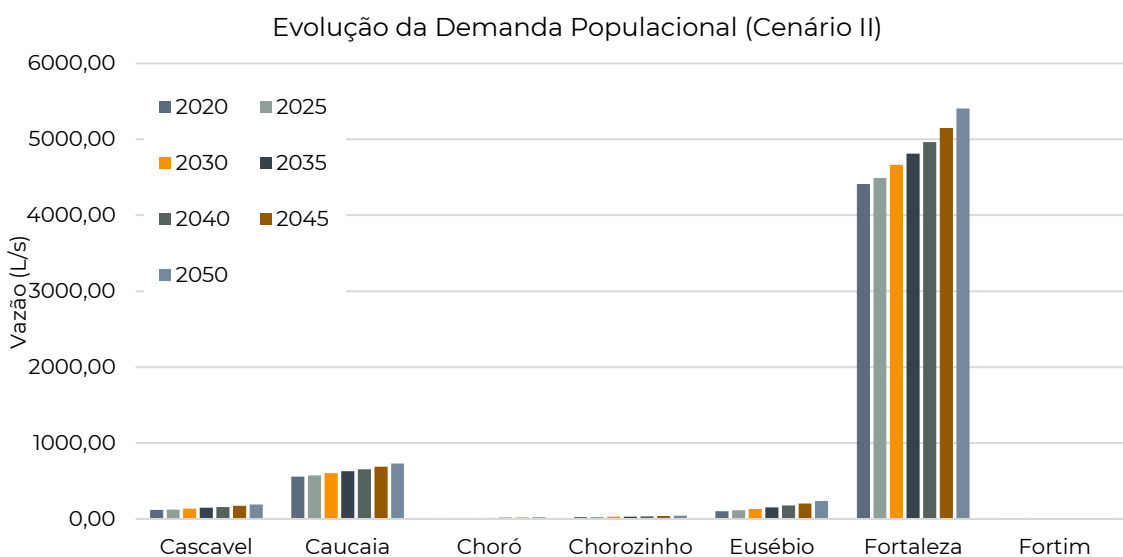
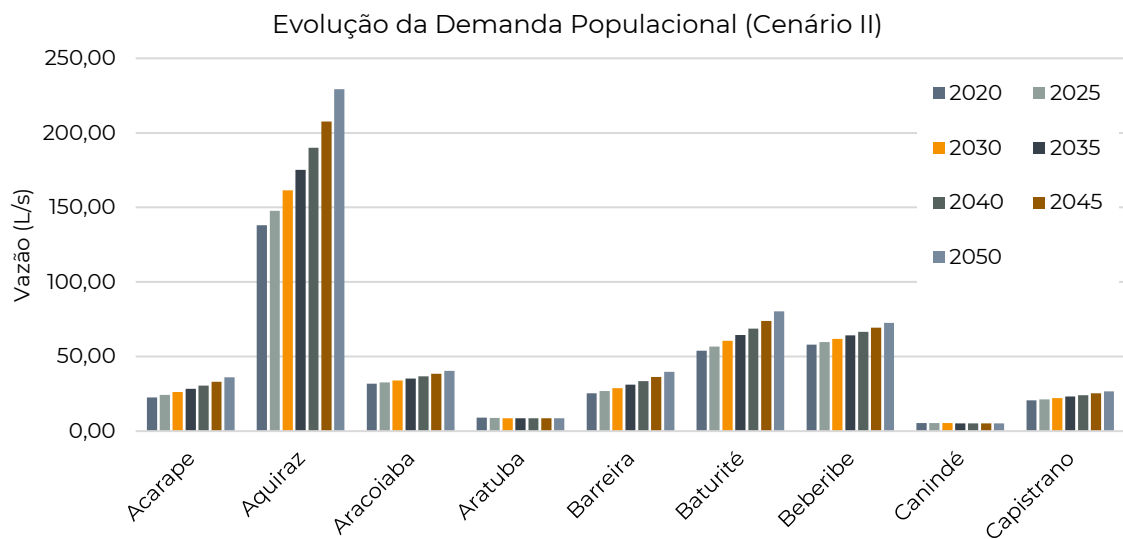
Fonte: Elaboração própria

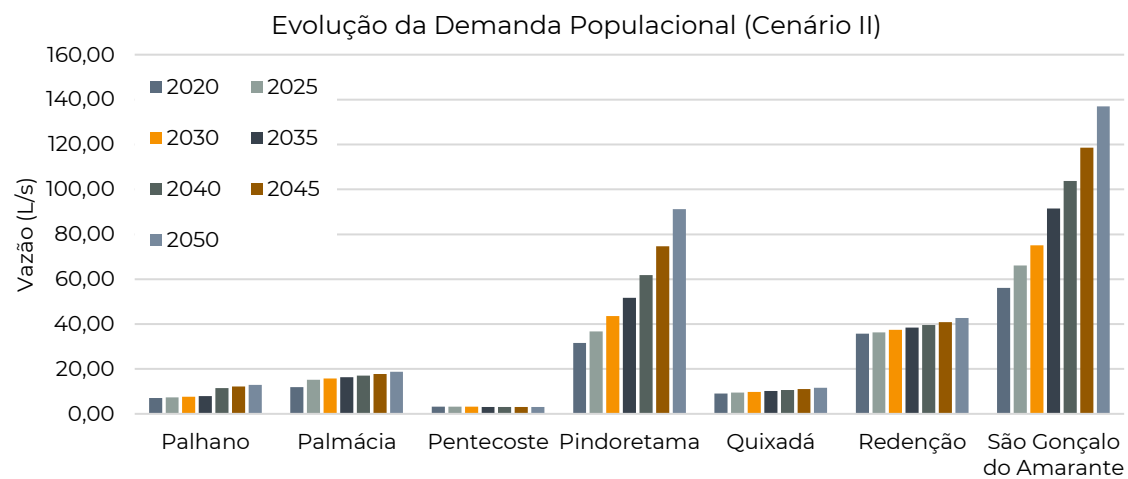
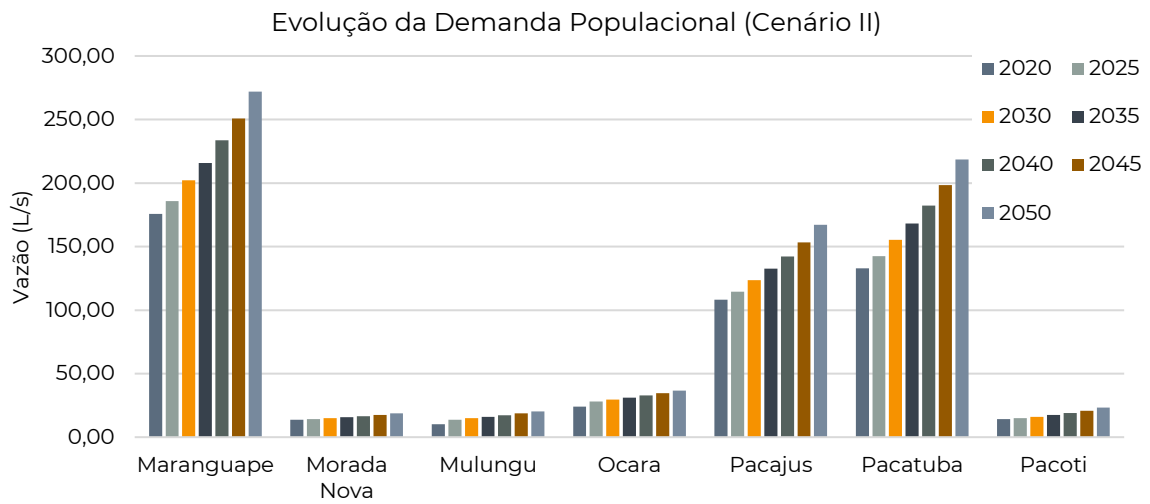
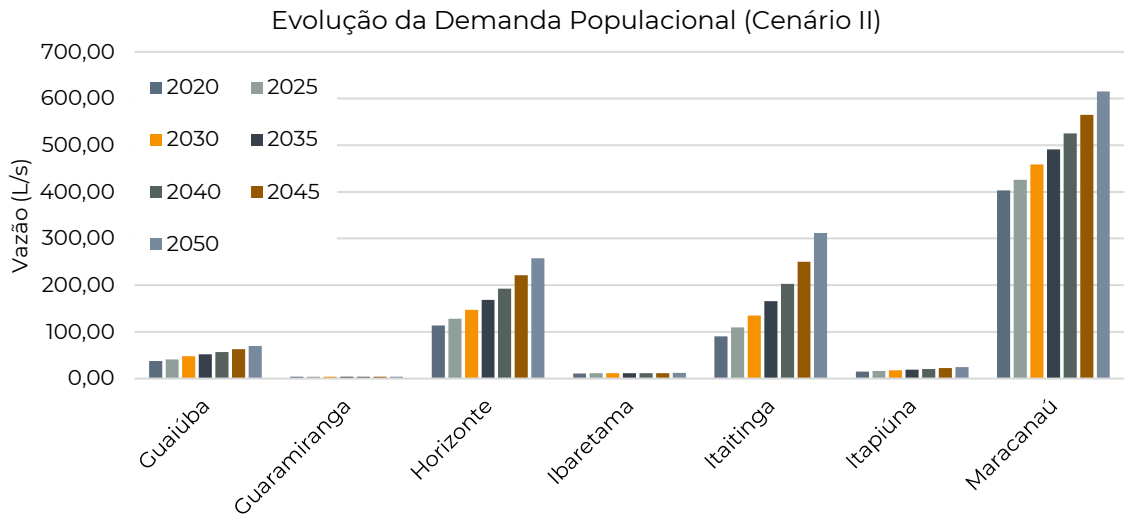
Para o Cenário II estimou-se uma demanda humana total de 9.543,75 l/s, um aumento efetivo de 38,16% em 30 anos, equivalente a um crescimento médio anual de 1,08% na demanda para abastecimento humano.

Valor esse compatível as premissas estabelecidas para avaliação do Cenário II, visto que foi considerada uma mudança de comportamento populacional, caracterizada pelo aumento de consumo *per capita* e da mudança da faixa populacional de alguns aglomerados urbanos implicando em um incremento na demanda *per capita* bem superior a taxa de crescimento populacional.

Os resultados de crescimento populacional para o Cenário II para os municípios da RHBM estão apresentados na Figura 14 e Tabela 21.

**Figura 14 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário II**





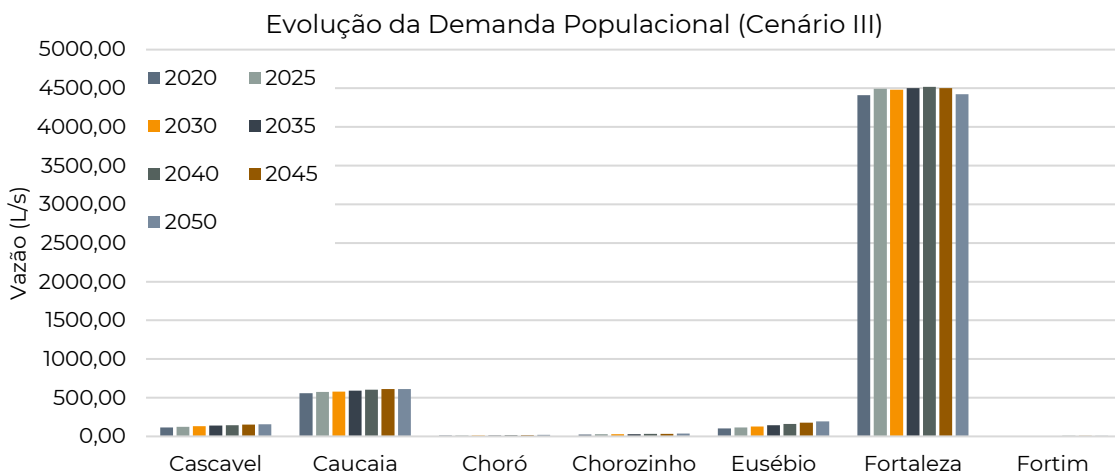
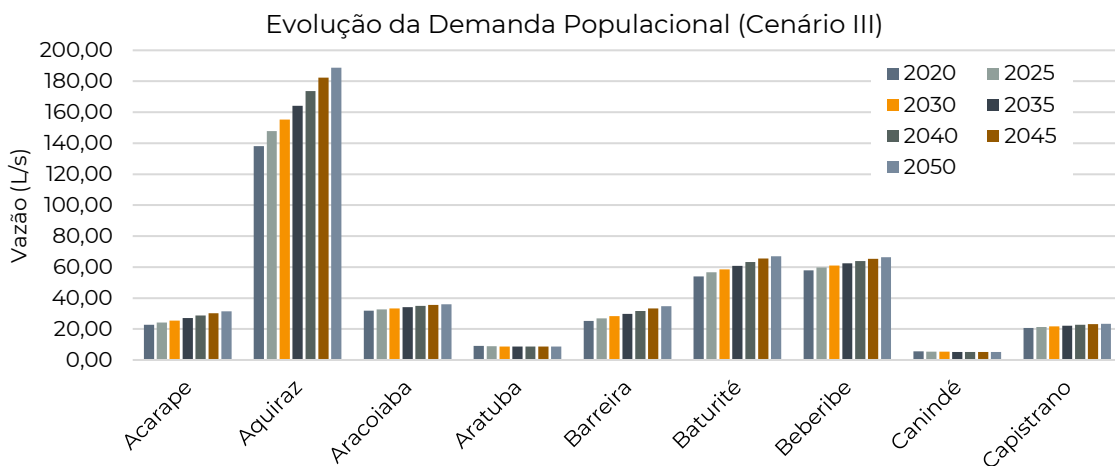
Fonte: Elaboração própria

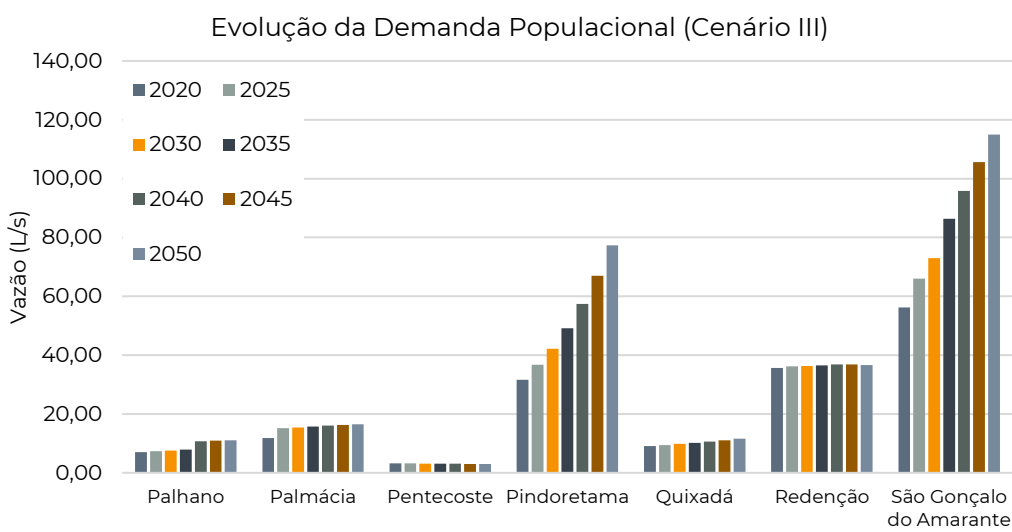
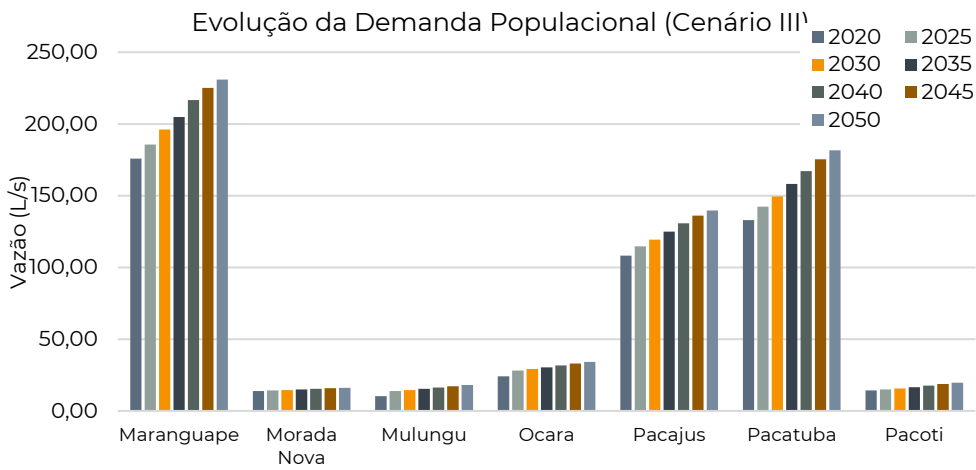
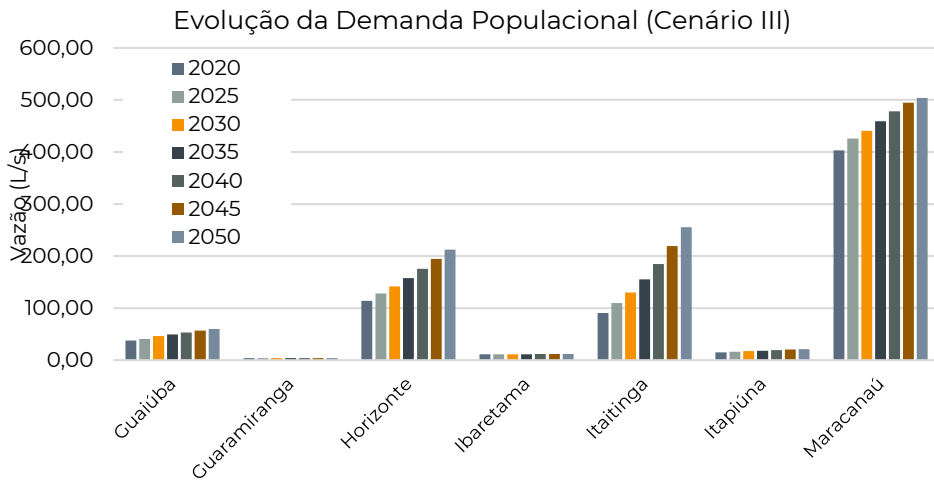
Para o Cenário III estimou-se uma demanda humana total de 7.890,09 l/s, um aumento efetivo de 14,2% em 30 anos, equivalente a um crescimento médio anual de 0,44% na demanda para abastecimento humano, inferior a taxa de crescimento populacional.

Para tal Cenário está prevista uma mudança de comportamento do uso da água, considerando uma diminuição *per capita* ao longo do horizonte de projeto.

Os resultados de crescimento populacional para o Cenário III estão apresentados na Tabela 22 e Figura 15.

**Figura 15 - Demanda humana futura para os municípios da RHBM - Cenário III**





Fonte: Elaboração própria

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

Tabela 20 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM – Cenário I

Município	% Área do Município na Bacia	Demanda Urbana							Demanda Rural						Demanda Total						Taxa Média		
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040		2045	2050
Acarape	100,00%	15,75	16,79	17,89	19,07	20,33	21,67	23,10	6,91	7,43	8,00	8,61	9,27	9,98	10,74	22,65	24,22	25,89	27,68	29,60	31,65	33,84	1,35%
Aquiraz	100,00%	133,72	143,63	154,26	165,69	177,96	191,13	205,29	4,31	4,21	4,12	4,04	3,95	3,87	3,79	138,02	147,84	158,39	169,73	181,91	195,00	209,08	1,39%
Aracoiaba	100,00%	23,08	24,30	25,58	26,93	28,34	29,84	31,41	8,72	8,38	8,05	7,74	7,44	7,15	6,87	31,80	32,68	33,64	34,67	35,78	36,99	38,28	0,62%
Aratuba	86,23%	4,87	5,14	5,43	5,74	6,06	6,41	6,77	4,21	3,70	3,26	2,87	2,53	2,23	1,96	9,07	8,85	8,70	8,61	8,59	8,63	8,73	-0,13%
Barreira	100,00%	16,11	17,68	19,42	21,31	23,40	25,69	28,20	9,22	9,19	9,17	9,14	9,11	9,09	9,06	25,33	26,88	28,58	30,45	32,51	34,77	37,26	1,30%
Baturité	100,00%	47,42	50,46	53,70	57,14	60,81	64,71	68,86	6,49	6,16	5,85	5,56	5,28	5,01	4,76	53,91	56,62	59,55	62,70	66,09	69,72	73,62	1,04%
Beberibe	100,00%	35,48	37,17	38,93	40,78	42,72	44,74	46,87	22,48	22,50	22,52	22,54	22,56	22,58	22,60	57,96	59,67	61,46	63,32	65,28	67,33	69,47	0,61%
Canindé	21,22%	1,14	1,23	1,31	1,41	1,50	1,61	1,72	4,36	4,18	4,01	3,84	3,68	3,53	3,38	5,50	5,41	5,32	5,25	5,19	5,14	5,11	-0,25%
Capistrano	100,00%	12,05	12,73	13,45	14,22	15,02	15,88	16,77	8,66	8,60	8,54	8,47	8,41	8,35	8,29	20,71	21,33	21,99	22,69	23,43	24,22	25,06	0,64%
Cascavel	100,00%	109,20	117,04	125,44	134,44	144,08	154,42	165,50	8,35	8,48	8,61	8,75	8,89	9,03	9,17	117,55	125,53	134,05	143,19	152,97	163,45	174,67	1,33%
Caucaia	100,00%	523,36	536,82	550,61	564,77	579,28	597,12	612,46	34,23	37,49	41,06	44,97	49,25	53,93	59,07	557,59	574,31	591,67	609,73	628,53	651,05	671,53	0,62%
Choró	99,71%	5,29	5,81	6,37	6,98	7,60	8,26	8,92	7,26	7,23	7,19	7,15	7,12	7,08	7,05	12,55	13,04	13,56	14,14	14,72	15,31	15,90	1,53%
Chorozinho	100,00%	20,82	22,88	25,13	27,60	30,32	33,31	36,59	4,92	4,43	3,99	3,59	3,23	2,91	2,62	25,74	27,31	29,12	31,19	33,55	36,22	39,21	1,41%
Eusébio	100,00%	102,51	116,10	131,49	148,92	168,67	191,02	216,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,51	116,10	131,49	148,92	168,67	191,02	216,35	2,52%
Fortaleza	99,99%	4412,44	4492,14	4573,28	4655,88	4739,97	4825,57	4912,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4412,44	4492,14	4573,28	4655,88	4739,97	4825,57	4912,73	0,36%
Fortim	70,38%	1,46	1,57	1,68	1,80	1,93	2,07	2,22	3,41	3,65	3,91	4,19	4,49	4,81	5,16	4,87	5,22	5,60	6,00	6,43	6,89	7,38	1,39%
Guaiúba	100,00%	33,57	36,67	42,95	46,90	51,23	55,95	61,10	4,13	4,08	4,04	3,99	3,95	3,91	3,86	37,70	40,75	46,98	50,90	55,18	59,85	64,97	1,83%
Guaramiranga	72,11%	3,09	3,20	3,31	3,43	3,55	3,67	3,80	0,61	0,48	0,38	0,30	0,24	0,19	0,15	3,71	3,69	3,70	3,73	3,79	3,86	3,95	0,21%
Horizonte	100,00%	111,39	126,06	142,67	161,46	182,73	206,80	234,04	2,52	2,18	1,89	1,64	1,42	1,23	1,07	113,90	128,24	144,56	163,10	184,15	208,03	235,11	2,45%
Ibaretama	87,04%	5,70	5,99	6,30	6,63	6,97	7,33	7,71	5,51	5,29	5,08	4,87	4,68	4,49	4,31	11,20	11,28	11,38	11,50	11,65	11,83	12,03	0,24%
Itaitinga	100,00%	90,36	109,32	132,24	159,98	193,54	234,13	283,24	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,45	90,61	109,59	132,55	160,32	193,91	234,54	283,69	3,88%
Itaipuana	100,00%	15,17	16,26	17,41	18,66	19,99	21,41	22,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,17	16,26	17,41	18,66	19,99	21,41	22,94	1,39%
Maracanaú	100,00%	401,96	424,46	448,22	473,31	499,80	527,78	557,32	1,37	1,49	1,63	1,78	1,94	2,11	2,30	403,33	425,96	449,85	475,09	501,74	529,89	559,62	1,10%
Maranguape	93,55%	153,33	162,29	174,75	184,95	198,71	210,30	222,58	22,45	23,40	24,40	25,44	26,52	27,65	28,82	175,78	185,69	199,15	210,38	225,23	237,95	251,40	1,20%
Morada Nova	23,14%	9,46	10,17	10,93	11,74	12,61	13,55	14,56	4,37	4,08	3,81	3,56	3,33	3,11	2,91	13,83	14,25	14,74	15,30	15,94	16,66	17,47	0,78%
Mulungu	68,68%	5,49	8,76	9,31	9,89	10,52	11,18	11,89	4,70	5,06	5,45	5,86	6,31	6,79	7,31	10,19	13,81	14,75	15,76	16,83	17,97	19,20	2,13%
Ocara	100,00%	9,97	13,65	14,52	15,45	16,44	17,50	18,62	14,08	14,49	14,92	15,36	15,81	16,27	16,75	24,05	28,14	29,44	30,81	32,25	33,77	35,37	1,29%
Pacajus	100,00%	98,28	104,33	110,76	117,57	124,81	132,50	140,65	9,85	10,28	10,73	11,20	11,69	12,20	12,73	108,13	114,61	121,49	128,77	136,50	144,70	153,38	1,17%
Pacatuba	100,00%	123,31	131,89	141,05	150,85	161,34	172,55	184,54	9,68	10,48	11,34	12,27	13,27	14,36	15,54	132,99	142,36	152,39	163,12	174,61	186,91	200,08	1,37%
Pacoti	94,58%	9,90	11,05	12,34	13,77	15,37	17,15	19,14	4,31	3,90	3,52	3,19	2,89	2,61	2,36	14,21	14,95	15,86	16,96	18,25	19,76	21,51	1,39%
Palhano	37,05%	5,69	5,94	6,20	6,47	6,77	7,09	7,45	1,35	1,36	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	7,04	7,30	7,58	7,87	8,19	8,53	8,88	1,79%
Palmácia	97,60%	6,29	9,61	10,06	10,53	11,02	11,54	12,08	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,51	11,85	15,16	15,60	16,06	16,55	17,05	17,59	1,33%
Pentecoste	28,99%	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	3,21	3,17	3,13	3,09	3,05	3,01	2,97	3,23	3,20	3,16	3,12	3,08	3,05	3,01	-0,24%
Pindoretama	100,00%	26,51	31,94	38,47	46,35	55,84	67,26	81,03	5,14	4,76	4,41	4,09	3,78	3,50	3,25	31,65	36,70	42,89	50,44	59,62	70,77	84,28	3,32%
Quixadá	21,61%	4,94	5,28	5,63	6,00	6,41	6,83	7,29	4,11	4,14	4,17	4,21	4,24	4,27	4,30	9,05	9,42	9,80	10,21	10,64	11,10	11,59	0,83%
Redenção	100,00%	27,22	28,11	29,03	29,97	30,95	31,96	33,01	8,45	8,12	7,81	7,51	7,22	6,94	6,67	35,66	36,23	36,83	37,48	38,17	38,90	39,68	0,36%
São Gonçalo do Amarante	62,91%	47,46	56,84	64,31	78,63	88,97	100,67	113,90	8,72	9,20	9,72	10,26	10,83	11,43	12,06	56,18	66,05	74,03	88,89	99,80	112,10	125,97	2,73%
Total		<b>6653,82</b>	<b>6903,32</b>	<b>7164,47</b>	<b>7445,26</b>	<b>7751,48</b>	<b>8077,01</b>	<b>8427,59</b>	<b>253,88</b>	<b>257,46</b>	<b>261,94</b>	<b>267,35</b>	<b>273,69</b>	<b>281,01</b>	<b>289,33</b>	<b>6907,70</b>	<b>7160,78</b>	<b>7426,41</b>	<b>7712,61</b>	<b>8025,17</b>	<b>8358,02</b>	<b>8716,92</b>	<b>0,78%</b>

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

Tabela 21 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM - Cenário II

Município	% Área do Município na Bacia	Demanda Urbana							Demanda Rural							Demanda Total							Taxa Média
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Acarape	100,00%	15,75	16,79	18,25	19,71	21,28	23,11	25,41	6,91	7,43	8,00	8,61	9,27	9,98	10,74	22,65	24,22	26,25	28,32	30,55	33,09	36,15	1,57%
Aquiraz	100,00%	133,72	143,63	157,32	171,16	186,18	203,75	225,62	4,31	4,21	4,12	4,04	3,95	3,87	3,79	138,02	147,84	161,44	175,20	190,14	207,62	229,41	1,71%
Aracoiaba	100,00%	23,08	24,30	25,94	27,56	29,28	31,25	33,64	8,72	8,38	8,05	7,74	7,44	7,15	6,87	31,80	32,68	34,00	35,30	36,72	38,40	40,51	0,81%
Aratuba	86,23%	4,87	5,14	5,43	5,74	6,06	6,41	6,77	4,21	3,70	3,26	2,87	2,53	2,23	1,96	9,07	8,85	8,70	8,61	8,59	8,63	8,73	-0,13%
Barreira	100,00%	16,11	17,68	19,76	21,94	24,37	27,21	30,70	9,22	9,19	9,17	9,14	9,11	9,09	9,06	25,33	26,88	28,93	31,08	33,48	36,29	39,76	1,52%
Baturité	100,00%	47,42	50,46	54,74	58,99	63,57	68,91	75,56	6,49	6,16	5,85	5,56	5,28	5,01	4,76	53,91	56,62	60,59	64,55	68,85	73,92	80,32	1,34%
Beberibe	100,00%	35,48	37,17	39,46	41,70	44,07	46,77	50,05	22,48	22,50	22,52	22,54	22,56	22,58	22,60	57,96	59,67	61,99	64,25	66,63	69,35	72,65	0,76%
Canindé	21,22%	1,14	1,23	1,31	1,41	1,50	1,61	1,72	4,36	4,18	4,01	3,84	3,68	3,53	3,38	5,50	5,41	5,32	5,25	5,19	5,14	5,11	-0,25%
Capistrano	100,00%	12,05	12,73	13,72	14,69	15,72	16,93	18,45	8,66	8,60	8,54	8,47	8,41	8,35	8,29	20,71	21,33	22,26	23,16	24,13	25,28	26,74	0,86%
Cascavel	100,00%	109,20	117,04	127,87	138,77	150,59	164,38	181,52	8,35	8,48	8,61	8,75	8,89	9,03	9,17	117,55	125,53	136,48	147,53	159,48	173,41	190,69	1,63%
Caucaia	100,00%	523,36	536,82	561,34	583,11	605,62	636,30	672,75	34,23	37,49	41,06	44,97	49,25	53,93	59,07	557,59	574,31	602,40	628,07	654,86	690,24	731,82	0,91%
Choró	99,71%	5,29	5,81	6,37	6,98	7,61	8,27	8,96	7,26	7,23	7,19	7,15	7,12	7,08	7,05	12,55	13,04	13,56	14,14	14,83	15,35	20,86	1,71%
Chorozinho	100,00%	20,82	22,88	25,48	28,25	31,31	34,86	39,15	4,92	4,43	3,99	3,59	3,23	2,91	2,62	25,74	27,31	29,47	31,84	34,54	37,77	41,77	1,63%
Eusébio	100,00%	102,51	116,10	134,12	153,89	176,54	203,76	237,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,51	116,10	134,12	153,89	176,54	203,76	237,98	2,85%
Fortaleza	99,99%	#####	#####	4664,74	4811,07	4961,16	5147,28	5404,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4412,44	4492,14	4664,74	4811,07	4961,16	5147,28	5404,00	0,68%
Fortim	70,38%	1,46	1,57	1,68	1,80	1,93	2,07	2,22	3,41	3,65	3,91	4,19	4,49	4,81	5,16	4,87	5,22	5,60	6,43	6,89	7,38	7,38	1,39%
Guaiúba	100,00%	33,57	36,67	43,66	48,20	53,21	59,04	66,16	4,13	4,08	4,04	3,99	3,95	3,91	3,86	37,70	40,75	47,70	52,19	57,16	62,94	70,02	2,09%
Guaramiranga	72,11%	3,09	3,20	3,31	3,43	3,55	3,67	3,80	0,61	0,48	0,38	0,30	0,24	0,19	0,15	3,71	3,69	3,70	3,73	3,79	3,86	3,95	0,21%
Horizonte	100,00%	111,39	126,06	145,47	166,75	191,12	220,36	257,06	2,52	2,18	1,89	1,64	1,42	1,23	1,07	113,90	128,24	147,36	168,39	192,54	221,59	258,13	2,76%
Ibaretama	87,04%	5,70	5,99	6,30	6,63	6,97	7,33	7,71	5,51	5,29	5,08	4,87	4,68	4,49	4,31	11,20	11,28	11,38	11,50	11,65	11,83	12,03	0,24%
Itaitinga	100,00%	90,36	109,32	134,89	165,32	202,57	249,74	311,56	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,45	90,61	109,59	135,19	165,65	202,94	250,15	312,01	4,21%
Itapiúna	100,00%	15,17	16,26	17,65	19,08	20,63	22,39	24,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,17	16,26	17,65	19,08	20,63	22,39	24,51	1,61%
Maracanaú	100,00%	401,96	424,46	457,19	489,09	523,13	562,96	613,05	1,37	1,49	1,63	1,78	1,94	2,11	2,30	403,33	425,96	458,82	490,86	525,06	565,07	615,35	1,42%
Maranguape	93,55%	153,33	162,29	177,84	190,41	207,22	223,17	243,01	22,45	23,40	24,40	25,44	26,52	27,65	28,82	175,78	185,69	202,24	215,85	233,74	250,82	271,83	1,46%
Morada Nova	23,14%	9,46	10,17	11,13	12,10	13,16	14,39	15,90	4,37	4,08	3,81	3,56	3,33	3,11	2,91	13,83	14,25	14,94	15,66	16,49	17,50	18,81	1,03%
Mulungu	68,68%	5,49	8,76	9,49	10,22	11,01	11,93	13,07	4,70	5,06	5,45	5,86	6,31	6,79	7,31	10,19	13,81	14,94	16,09	17,32	18,72	20,39	2,34%
Ocara	100,00%	9,97	13,65	14,72	15,80	16,95	18,27	19,86	14,08	14,49	14,92	15,36	15,81	16,27	16,75	24,05	28,14	29,64	31,16	32,76	34,55	36,61	1,41%
Pacajus	100,00%	98,28	104,33	112,93	121,42	130,53	141,17	154,47	9,85	10,28	10,73	11,20	11,69	12,20	12,73	108,13	114,61	123,66	132,62	142,22	153,37	167,20	1,46%
Pacatuba	100,00%	123,31	131,89	143,87	155,88	168,86	184,05	202,99	9,68	10,48	11,34	12,27	13,27	14,36	15,54	132,99	142,36	155,21	168,15	182,14	198,41	218,53	1,67%
Pacoti	94,58%	9,90	11,05	12,56	14,19	16,03	18,21	20,92	4,31	3,90	3,52	3,19	2,89	2,61	2,36	14,21	14,95	16,09	17,38	18,92	20,82	23,28	1,66%
Palhano	37,05%	5,69	5,94	6,20	6,47	10,07	10,69	11,47	1,35	1,36	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	7,04	7,30	7,58	7,87	11,50	12,14	12,94	2,05%
Palmeira	97,60%	6,29	9,61	10,25	10,86	11,51	12,27	13,22	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,51	11,85	15,16	15,79	16,39	17,03	17,78	18,73	1,54%
Pentecoste	28,99%	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	3,21	3,17	3,13	3,09	3,05	3,01	2,97	3,23	3,20	3,16	3,12	3,08	3,05	3,01	-0,24%
Pindoretama	100,00%	26,51	31,94	39,13	47,67	58,06	71,10	87,96	5,14	4,76	4,41	4,09	3,78	3,50	3,25	31,65	36,70	43,54	51,76	61,85	74,60	91,21	3,59%
Quixadá	21,61%	4,94	5,28	5,63	6,00	6,41	6,83	7,29	4,11	4,14	4,17	4,21	4,24	4,27	4,30	9,05	9,42	9,80	10,21	10,64	11,10	11,59	0,83%
Redenção	100,00%	27,22	28,11	29,57	30,91	32,31	33,97	36,11	8,45	8,12	7,81	7,51	7,22	6,94	6,67	35,66	36,23	37,38	38,42	39,53	40,90	42,78	0,61%
São Gonçalo do Amarante	62,91%	47,46	56,84	65,34	81,16	92,97	107,14	124,89	8,72	9,20	9,72	10,26	10,83	11,43	12,06	56,18	66,05	75,06	91,41	103,80	118,57	136,95	3,02%
Total		#####	#####	7304,73	7688,41	8106,51	8605,60	9254,43	253,88	257,46	261,94	267,35	273,69	281,01	289,33	6907,70	7160,78	7566,67	7955,76	8380,21	8886,61	9543,75	1,08%

PROGNÓSTICO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS // OUTUBRO DE 2023

**Tabela 22 - Demanda humana futura para os Municípios da RHBM - Cenário III**

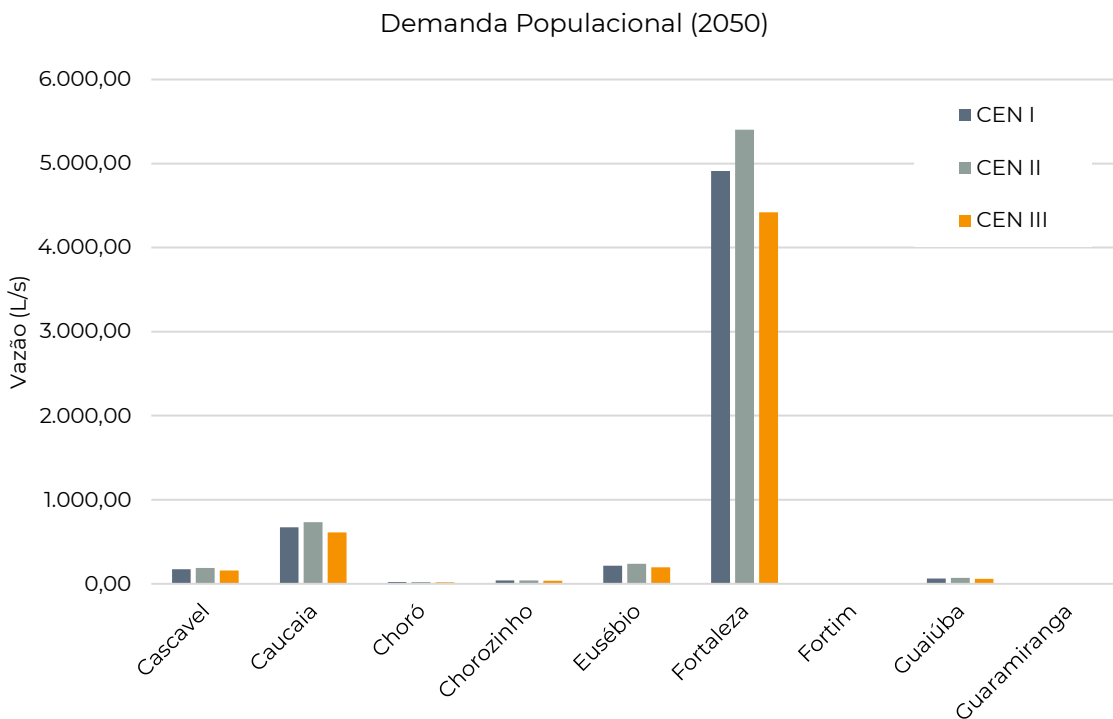
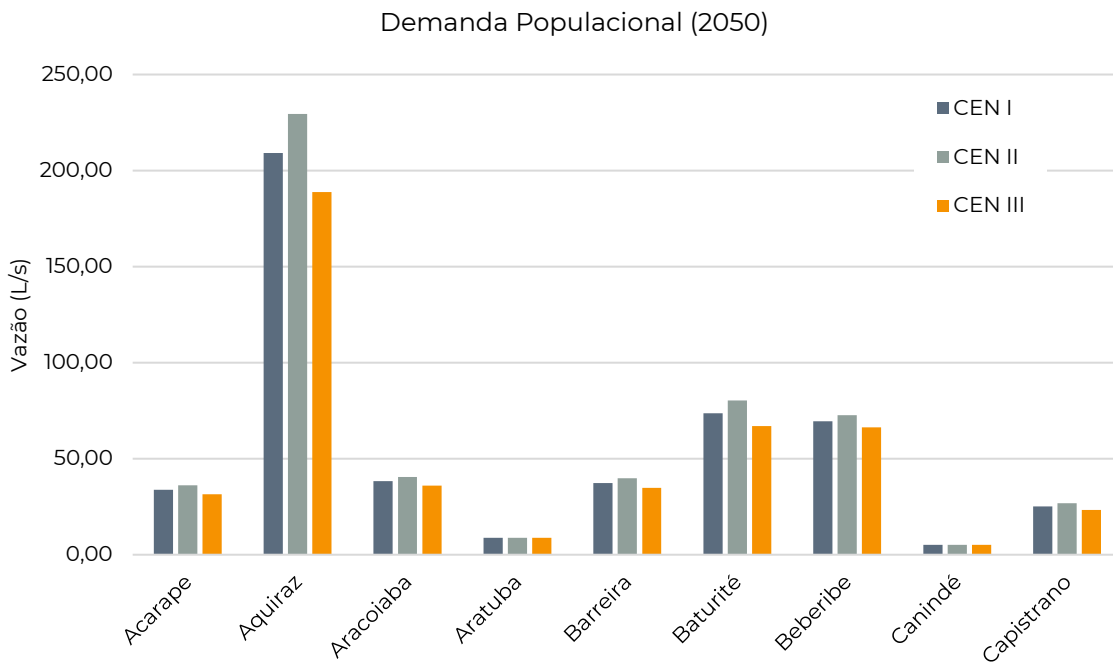
Município	% Área do Município na Bacia	Demanda Urbana							Demanda Rural							Demanda Total							Taxa Média
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Acarape	100,00%	15,75	16,79	17,53	18,44	19,38	20,23	20,79	6,91	7,43	8,00	8,61	9,27	9,98	10,74	22,65	24,22	25,53	27,05	28,65	30,20	31,53	1,11%
Aquiraz	100,00%	133,72	143,63	151,21	160,22	169,73	178,51	184,96	4,31	4,21	4,12	4,04	3,95	3,87	3,79	138,02	147,84	155,33	164,26	173,69	182,38	188,74	1,05%
Aracoiaba	100,00%	23,08	24,30	25,22	26,29	27,41	28,43	29,18	8,72	8,38	8,05	7,74	7,44	7,15	6,87	31,80	32,68	33,27	34,03	34,85	35,58	36,05	0,42%
Aratuba	86,23%	4,87	5,14	5,43	5,74	6,06	6,41	6,77	4,21	3,70	3,26	2,87	2,53	2,23	1,96	9,07	8,85	8,70	8,61	8,59	8,63	8,73	-0,13%
Barreira	100,00%	16,11	17,68	19,07	20,68	22,43	24,17	25,70	9,22	9,19	9,17	9,14	9,11	9,09	9,06	25,33	26,88	28,24	29,82	31,54	33,25	34,76	1,06%
Baturité	100,00%	47,42	50,46	52,65	55,29	58,05	60,51	62,16	6,49	6,16	5,85	5,56	5,28	5,01	4,76	53,91	56,62	58,50	60,84	63,32	65,52	66,91	0,72%
Beberibe	100,00%	35,48	37,17	38,41	39,86	41,36	42,72	43,68	22,48	22,50	22,52	22,54	22,56	22,58	22,60	57,96	59,67	60,93	62,40	63,93	65,30	66,29	0,45%
Canindé	21,22%	1,14	1,23	1,31	1,41	1,50	1,61	1,72	4,36	4,18	4,01	3,84	3,68	3,53	3,38	5,50	5,41	5,32	5,25	5,19	5,14	5,11	-0,25%
Capistrano	100,00%	12,05	12,73	13,18	13,74	14,32	14,82	15,10	8,66	8,60	8,54	8,47	8,41	8,35	8,29	20,71	21,33	21,72	22,22	22,73	23,17	23,39	0,41%
Cascavel	100,00%	109,20	117,04	123,01	130,10	137,57	144,45	149,48	8,35	8,48	8,61	8,75	8,89	9,03	9,17	117,55	125,53	131,63	138,85	146,46	153,49	158,65	1,00%
Caucaia	100,00%	523,36	536,82	539,88	546,42	552,94	557,94	552,18	34,23	37,49	41,06	44,97	49,25	53,93	59,07	557,59	574,31	580,94	591,39	602,19	611,87	611,25	0,31%
Choró	99,71%	5,29	5,81	6,37	6,98	10,19	10,98	11,69	7,26	7,23	7,19	7,15	7,12	7,08	7,05	12,55	13,04	13,56	14,14	17,31	18,06	18,74	1,34%
Chorozinho	100,00%	20,82	22,88	24,78	26,96	29,33	31,75	34,02	4,92	4,43	3,99	3,59	3,23	2,91	2,62	25,74	27,31	28,76	30,55	32,56	34,66	36,64	1,18%
Eusébio	100,00%	102,51	116,10	128,86	143,96	160,80	178,29	194,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102,51	116,10	128,86	143,96	160,80	178,29	194,71	2,16%
Fortaleza	99,99%	4412,44	4492,14	4481,81	4500,68	4518,77	4503,87	4421,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4412,44	4492,14	4481,81	4500,68	4518,77	4503,87	4421,46	0,01%
Fortim	70,38%	1,46	1,57	1,68	1,80	1,93	2,07	2,22	3,41	3,65	3,91	4,19	4,49	4,81	5,16	4,87	5,22	5,60	6,00	6,43	6,89	7,38	1,39%
Guaiúba	100,00%	33,57	36,67	42,23	45,61	49,25	52,86	56,05	4,13	4,08	4,04	3,99	3,95	3,91	3,86	37,70	40,75	46,27	49,60	53,20	56,77	59,91	1,56%
Guaramiranga	72,11%	3,09	3,20	3,31	3,43	3,55	3,67	3,80	0,61	0,48	0,38	0,30	0,24	0,19	0,15	3,71	3,69	3,70	3,73	3,79	3,86	3,95	0,21%
Horizonte	100,00%	111,39	126,06	139,86	156,17	174,34	193,24	211,02	2,52	2,18	1,89	1,64	1,42	1,23	1,07	113,90	128,24	141,75	157,80	175,76	194,47	212,09	2,09%
Ibaretama	87,04%	5,70	5,99	6,30	6,63	6,97	7,33	7,71	5,51	5,29	5,08	4,87	4,68	4,49	4,31	11,20	11,28	11,38	11,50	11,65	11,83	12,03	0,24%
Itaitinga	100,00%	90,36	109,32	129,60	154,65	184,51	218,52	254,92	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,45	90,61	109,59	129,90	154,99	184,88	218,93	255,37	3,51%
Itapiúna	100,00%	15,17	16,26	17,18	18,23	19,35	20,44	21,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,17	16,26	17,18	18,23	19,35	20,44	21,37	1,15%
Maracanaú	100,00%	401,96	424,46	439,26	457,53	476,48	492,59	501,59	1,37	1,49	1,63	1,78	1,94	2,11	2,30	403,33	425,96	440,89	459,31	478,42	494,70	503,89	0,74%
Maranguape	93,55%	153,33	162,29	171,65	179,48	190,20	197,44	202,15	22,45	23,40	24,40	25,44	26,52	27,65	28,82	175,78	185,69	196,05	204,92	216,72	225,08	230,97	0,91%
Morada Nova	23,14%	9,46	10,17	10,73	11,38	12,07	12,72	13,22	4,37	4,08	3,81	3,56	3,33	3,11	2,91	13,83	14,25	14,54	14,94	15,40	15,83	16,12	0,51%
Mulungu	68,68%	5,49	8,76	9,12	9,56	10,03	10,44	10,70	4,70	5,06	5,45	5,86	6,31	6,79	7,31	10,19	13,81	14,57	15,43	16,34	17,23	18,01	1,92%
Ocara	100,00%	9,97	13,65	14,33	15,11	15,93	16,72	17,37	14,08	14,49	14,92	15,36	15,81	16,27	16,75	24,05	28,14	29,25	30,47	31,74	32,99	34,13	1,17%
Pacajus	100,00%	98,28	104,33	108,58	113,72	119,09	123,82	126,83	9,85	10,28	10,73	11,20	11,69	12,20	12,73	108,13	114,61	119,31	124,92	130,78	136,02	139,57	0,85%
Pacatuba	100,00%	123,31	131,89	138,23	145,82	153,81	161,05	166,08	9,68	10,48	11,34	12,27	13,27	14,36	15,54	132,99	142,36	149,56	158,09	167,08	175,41	181,63	1,04%
Pacoti	94,58%	9,90	11,05	12,11	13,34	14,70	16,09	17,37	4,31	3,90	3,52	3,19	2,89	2,61	2,36	14,21	14,95	15,63	16,53	17,59	18,70	19,73	1,10%
Palhano	37,05%	5,69	5,94	6,20	6,47	6,76	7,06	7,37	1,35	1,36	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	7,04	7,30	7,58	7,87	10,68	10,92	11,04	1,51%
Palmeira	97,60%	6,29	9,61	9,87	10,20	10,54	10,81	10,94	5,56	5,55	5,54	5,53	5,52	5,51	5,51	11,85	15,16	15,41	15,73	16,06	16,33	16,45	1,10%
Pentecoste	28,99%	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	3,21	3,17	3,13	3,09	3,05	3,01	2,97	3,23	3,20	3,16	3,12	3,08	3,05	3,01	-0,24%
Pindoretama	100,00%	26,51	31,94	37,81	45,03	53,61	63,43	74,10	5,14	4,76	4,41	4,09	3,78	3,50	3,25	31,65	36,70	42,23	49,11	57,39	66,93	77,35	3,02%
Quixadá	21,61%	4,94	5,28	5,63	6,00	6,41	6,83	7,29	4,11	4,14	4,17	4,21	4,24	4,27	4,30	9,05	9,42	9,80	10,21	10,64	11,10	11,59	0,83%
Redenção	100,00%	27,22	28,11	28,48	29,03	29,59	29,96	29,90	8,45	8,12	7,81	7,51	7,22	6,94	6,67	35,66	36,23	36,29	36,54	36,81	36,89	36,57	0,08%
São Gonçalo do Amarante	62,91%	47,46	56,84	63,28	76,10	84,96	94,19	102,92	8,72	9,20	9,72	10,26	10,83	11,43	12,06	56,18	66,05	73,00	86,36	95,79	105,62	114,98	2,42%
<b>Total</b>		<b>6653,82</b>	<b>6903,32</b>	<b>7024,21</b>	<b>7202,11</b>	<b>7396,45</b>	<b>7548,42</b>	<b>7600,76</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>#####</b>	<b>6907,70</b>	<b>7160,78</b>	<b>7286,15</b>	<b>7469,46</b>	<b>7670,14</b>	<b>7829,42</b>	<b>7890,09</b>	<b>0,44%</b>

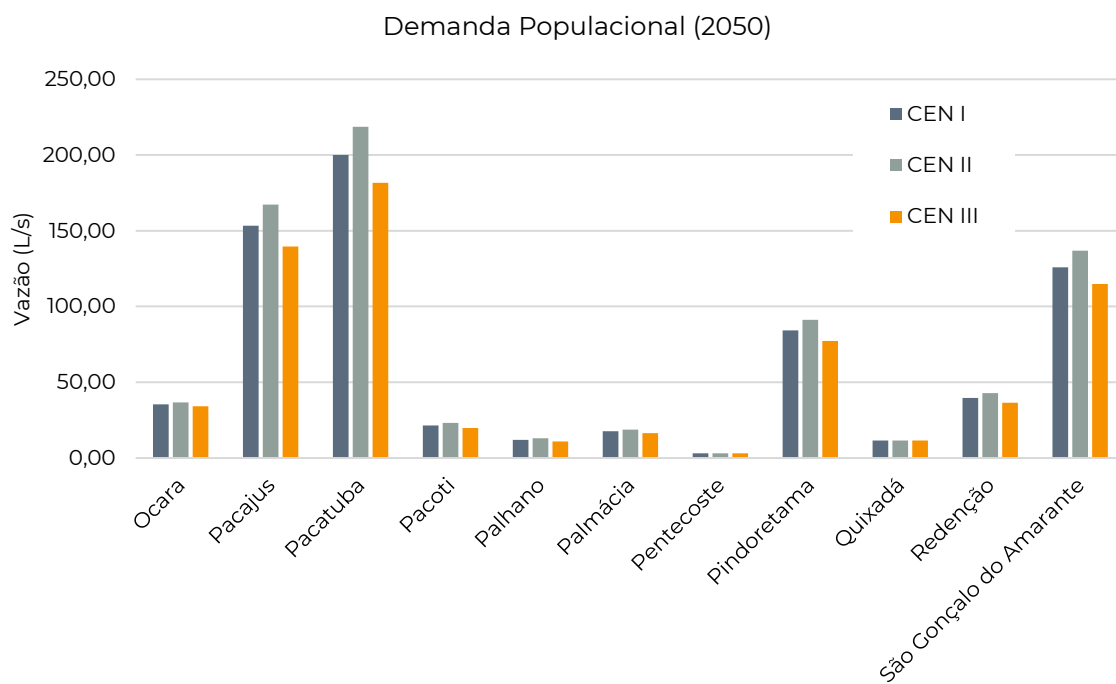
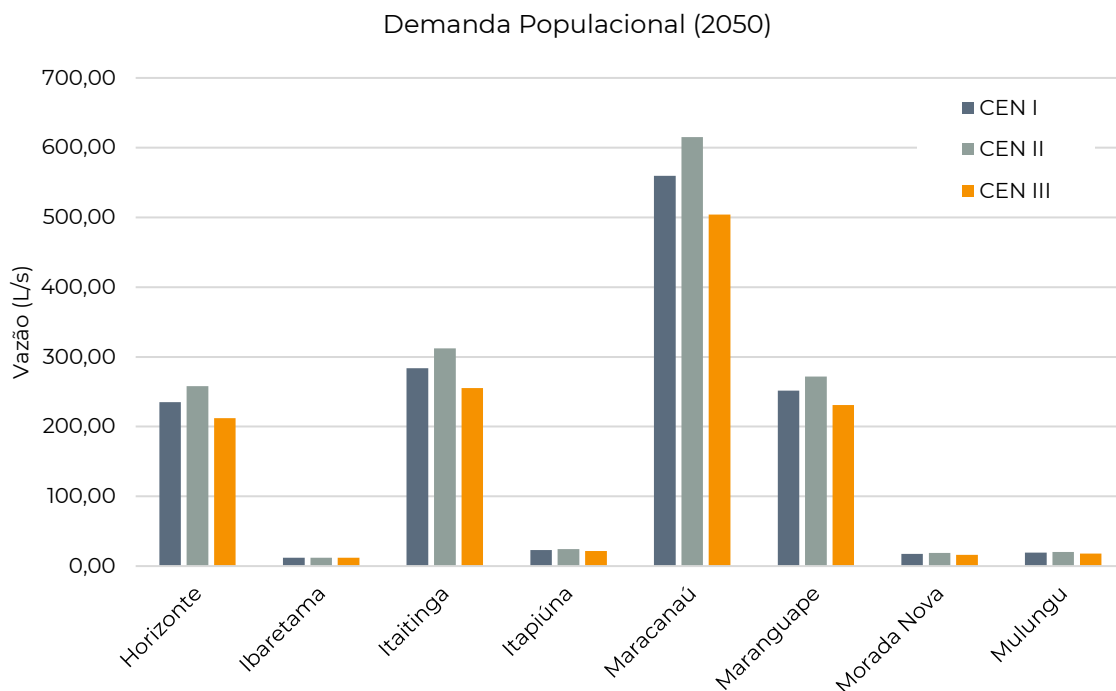
A Tabela 23 e Figura 14 apresentam um comparativo entre os cenários prospectivos propostos, deixando claro que para todos os municípios inseridos na RHBM obteve-se sempre tendência de crescimento, sendo o Cenário II aquele com maior demanda populacional e o Cenário III com menor demanda populacional.

**Tabela 23 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários por Município**

Município	Demanda Urbana			Demanda Rural			Demanda Total		
	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III
Acarape	23,10	25,41	20,79	10,74	10,74	10,74	33,84	36,15	31,53
Aquiraz	205,29	225,62	184,96	3,79	3,79	3,79	209,08	229,41	188,74
Aracoiaba	31,41	33,64	29,18	6,87	6,87	6,87	38,28	40,51	36,05
Aratuba	6,77	6,77	6,77	1,96	1,96	1,96	8,73	8,73	8,73
Barreira	28,20	30,70	25,70	9,06	9,06	9,06	37,26	39,76	34,76
Baturité	68,86	75,56	62,16	4,76	4,76	4,76	73,62	80,32	66,91
Beberibe	46,87	50,05	43,68	22,60	22,60	22,60	69,47	72,65	66,29
Canindé	1,72	1,72	1,72	3,38	3,38	3,38	5,11	5,11	5,11
Capistrano	16,77	18,45	15,10	8,29	8,29	8,29	25,06	26,74	23,39
Cascavel	165,50	181,52	149,48	9,17	9,17	9,17	174,67	190,69	158,65
Caucaia	612,46	672,75	552,18	59,07	59,07	59,07	671,53	731,82	611,25
Choró	12,76	13,82	11,69	7,05	7,05	7,05	19,80	20,86	18,74
Chorozinho	36,59	39,15	34,02	2,62	2,62	2,62	39,21	41,77	36,64
Eusébio	216,35	237,98	194,71	0,00	0,00	0,00	216,35	237,98	194,71
Fortaleza	4.912,73	5.404,00	4.421,46	0,00	0,00	0,00	4.912,73	5.404,00	4.421,46
Fortim	2,22	2,22	2,22	5,16	5,16	5,16	7,38	7,38	7,38
Guaiúba	61,10	66,16	56,05	3,86	3,86	3,86	64,97	70,02	59,91
Guaramiranga	3,80	3,80	3,80	0,15	0,15	0,15	3,95	3,95	3,95
Horizonte	234,04	257,06	211,02	1,07	1,07	1,07	235,11	258,13	212,09
Ibaretama	7,71	7,71	7,71	4,31	4,31	4,31	12,03	12,03	12,03
Itaitinga	283,24	311,56	254,92	0,45	0,45	0,45	283,69	312,01	255,37
Itapiúna	22,94	24,51	21,37	0,00	0,00	0,00	22,94	24,51	21,37
Maracanaú	557,32	613,05	501,59	2,30	2,30	2,30	559,62	615,35	503,89
Maranguape	222,58	243,01	202,15	28,82	28,82	28,82	251,40	271,83	230,97
Morada Nova	14,56	15,90	13,22	2,91	2,91	2,91	17,47	18,81	16,12
Mulungu	11,89	13,07	10,70	7,31	7,31	7,31	19,20	20,39	18,01
Ocara	18,62	19,86	17,37	16,75	16,75	16,75	35,37	36,61	34,13
Pacajus	140,65	154,47	126,83	12,73	12,73	12,73	153,38	167,20	139,57
Pacatuba	184,54	202,99	166,08	15,54	15,54	15,54	200,08	218,53	181,63
Pacoti	19,14	20,92	17,37	2,36	2,36	2,36	21,51	23,28	19,73
Palhano	10,52	11,47	9,57	1,47	1,47	1,47	11,99	12,94	11,04
Palmácia	12,08	13,22	10,94	5,51	5,51	5,51	17,59	18,73	16,45
Pentecoste	0,04	0,04	0,04	2,97	2,97	2,97	3,01	3,01	3,01
Pindoretama	81,03	87,96	74,10	3,25	3,25	3,25	84,28	91,21	77,35
Quixadá	7,29	7,29	7,29	4,30	4,30	4,30	11,59	11,59	11,59
Redenção	33,01	36,11	29,90	6,67	6,67	6,67	39,68	42,78	36,57
São Gonçalo do Amarante	113,90	124,89	102,92	12,06	12,06	12,06	125,97	136,95	114,98
Total	8.427,59	9.254,43	7.600,76	289,33	289,33	289,33	8.716,92	9.543,75	7.890,09

**Figura 16 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários por município da RHBM**





Fonte: Elaboração própria

Conforme observado na Figura 14, o Cenário II possui uma demanda populacional cerca de 17,0% superior ao Cenário III e 9,0% superior ao Cenário I.

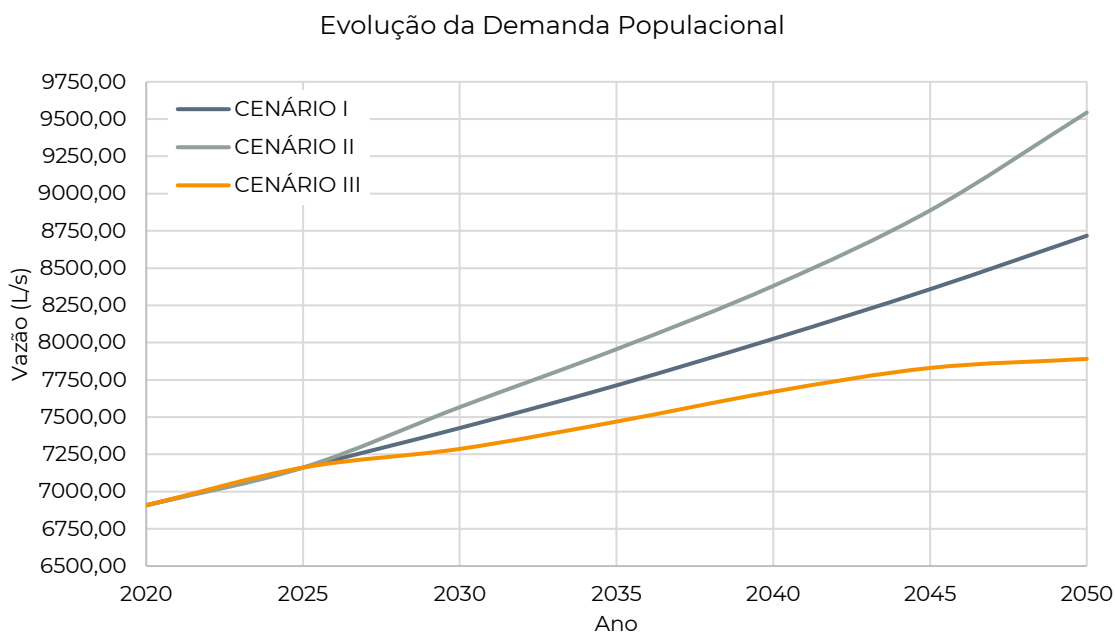
É importante destacar que a mudança de comportamento de consumo da população dos municípios da RHBM ocorre a partir de 2025, conforme apresentado na Tabela 24, assim as demandas humanas, até esse ano de referência, permanecem as mesmas para todos os cenários.

**Tabela 24 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários para a RHBM**

Cenário	Demanda Total						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CENÁRIO I	6907,70	7160,78	7426,41	7712,61	8025,17	8358,02	8716,92
CENÁRIO II	6907,70	7160,78	7566,67	7955,76	8380,21	8886,61	9543,75
CENÁRIO III	6907,70	7160,78	7286,15	7469,46	7670,14	7829,42	7890,09

Avaliando a Figura 15, o Cenário I apresenta comportamento de crescimento linear, o Cenário III apresenta tendência de crescimento com tendência de estabilização a partir de 2045, enquanto o Cenário II apresenta tendência de crescimento expressiva.

**Figura 17 - Comparativo das Demandas Humanas entre cenários nos municípios da RHBM**



### 6.1.3 Incorporação do IPD na Demanda Humana

Conforme discutido anteriormente as perdas na distribuição representam um importante incremento nas demandas humanas.

Conforme dados disponíveis no SNIS 2019 o volume de água produzido no Ceará equivale a uma demanda *per capita* de 241 L/hab/dia, enquanto o volume de água consumido equivale a 138L/hab/dia, representando uma eficiência de aproximadamente 60% na distribuição.

Assim, para uma efetiva estimativa dos volumes de retirada nos reservatórios da RHBM, é importante considerar o IPD para atingir valores de balanço hídrico mais próximos a realidade.

Assim, assumiu-se que no Cenário I as perdas atingem um patamar de 25% (exceto nos casos que os municípios possuam IPD inferior) para todos os sistemas de distribuição, no Cenário II serão mantidos os IPD atuais, e no Cenário III será atingido um índice de perda de 20% para todos os sistemas (exceto nos casos que os municípios possuam IPD inferior).

Os IPD foram aplicados apenas para a demanda urbana, visto que os sistemas de distribuição existentes estão praticamente localizados nos aglomerados urbanos na RHBM.

A Tabela 25 apresenta o IPD para cada cenário prospectivo para os municípios localizados na RHBM. Os valores de IPD foram obtidos dos índices de saneamento ambiental do IBGE de 2017. Os municípios que não possuíam valores disponíveis adotou-se um IPD de 25% para a condição atual.

**Tabela 25 - Índice de Perdas de Distribuição Adotados**

Município	IPD		
	Cenário I	Cenário II (Condição Atual)	Cenário III
Acarape	16,10%	16,10%	16,10%
Aquiraz	20,50%	20,50%	20,00%
Aracoiaba	22,20%	22,20%	20,00%
Aratuba	16,90%	16,90%	16,90%
Barreira	16,30%	16,30%	16,30%
Baturité	25,00%	38,80%	20,00%
Beberibe	25,00%	25,00%	20,00%
Canindé	21,40%	21,40%	20,00%
Capistrano	15,50%	15,50%	15,50%
Cascavel	25,00%	38,10%	20,00%
Caucaia	14,50%	14,50%	14,50%
Choró	20,20%	20,20%	20,00%
Chorozinho	25,00%	25,00%	20,00%
Eusébio	25,00%	25,00%	20,00%
Fortaleza	25,00%	35,20%	20,00%
Fortim	25,00%	25,00%	20,00%
Guaiúba	12,70%	12,70%	12,70%
Guaramiranga	18,20%	18,20%	18,20%
Horizonte	25,00%	39,20%	20,00%
Ibaretama	25,00%	25,00%	20,00%
Itaitinga	25,00%	25,00%	20,00%
Itapiúna	25,00%	35,90%	20,00%
Maracanaú	25,00%	32,80%	20,00%
Maranguape	25,00%	50,80%	20,00%
Morada Nova	25,00%	25,00%	20,00%
Mulungu	25,00%	138,00%	20,00%
Ocara	11,40%	11,40%	11,40%
Pacajus	25,00%	25,00%	20,00%
Pacatuba	25,00%	25,00%	20,00%
Pacoti	25,00%	27,70%	20,00%
Palhano	25,00%	31,70%	20,00%
Palmácia	3,70%	3,70%	3,70%
Pentecoste	11,60%	11,60%	11,60%
Pindoretama	25,00%	25,00%	20,00%
Quixadá	25,00%	40,60%	20,00%
Redenção	2,50%	2,50%	2,50%
São Gonçalo do Amarante	3,40%	3,40%	3,40%

Conforme apresentado na Tabela 26, estimou-se a demanda humana para os RHBM (com a incorporação das perdas de distribuição) em: 10.751,33 l/s (Cenário I), 12.543,89 l/s (Cenário II), e 9.394,85 l/s (Cenário III).

**Tabela 26 - Demanda humana com Incorporação de IPD**

Município	Demanda Urbana			Demanda Rural			Demanda Total		
	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III
Acarape	26.82	29.50	24.14	12.47	12.47	12.47	39.28	41.96	36.60
Aquiraz	247.37	271.87	221.95	4.56	4.56	4.55	251.94	276.44	226.49
Aracoiaba	38.38	41.10	35.02	8.40	8.40	8.24	46.78	49.50	43.26

Município	Demanda Urbana			Demanda Rural			Demanda Total		
	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III	CEN I	CEN II	CEN III
Aratuba	7.91	7.91	7.91	2.30	2.30	2.30	10.20	10.20	10.20
Barreira	32.80	35.71	29.89	10.54	10.54	10.54	43.33	46.25	40.42
Baturité	86.07	104.88	74.59	5.95	6.60	5.71	92.02	111.48	80.30
Beberibe	58.59	62.56	52.42	28.25	28.25	27.12	86.84	90.82	79.54
Canindé	2.09	2.09	2.07	4.11	4.11	4.06	6.20	6.20	6.13
Capistrano	19.37	21.31	17.44	9.57	9.57	9.57	28.95	30.89	27.01
Cascavel	206.87	250.67	179.38	11.47	12.67	11.01	218.34	263.34	190.38
Caucaia	701.27	770.30	632.24	67.63	67.63	67.63	768.91	837.93	699.88
Choró	15.33	16.61	14.03	8.47	8.47	8.46	23.80	25.08	22.49
Chorozinho	45.73	48.94	40.83	3.28	3.28	3.15	49.01	52.21	43.97
Eusébio	270.43	297.48	233.66	0.00	0.00	0.00	270.43	297.48	233.66
Fortaleza	6140.91	7306.21	5305.75	0.00	0.00	0.00	6140.91	7306.21	5305.75
Fortim	2.78	2.78	2.67	6.45	6.45	6.19	9.22	9.22	8.86
Guaiúba	68.87	74.56	63.17	4.35	4.35	4.35	73.22	78.92	67.52
Guaramiranga	4.49	4.49	4.49	0.18	0.18	0.18	4.67	4.67	4.67
Horizonte	292.55	357.83	253.23	1.33	1.48	1.28	293.88	359.31	254.51
Ibaretama	9.64	9.64	9.26	5.39	5.39	5.18	15.03	15.03	14.43
Itaitinga	354.05	389.45	305.90	0.56	0.56	0.54	354.61	390.02	306.44
Itapiúna	28.67	33.30	25.65	0.00	0.00	0.00	28.67	33.30	25.65
Maracanaú	696.65	814.13	601.91	2.88	3.06	2.76	699.53	817.19	604.67
Maranguape	278.22	366.45	242.58	36.03	43.47	34.59	314.25	409.92	277.17
Morada Nova	18.20	19.88	15.86	3.63	3.63	3.49	21.83	23.51	19.35
Mulungu	14.86	31.12	12.84	9.14	17.40	8.78	24.00	48.52	21.61
Ocara	20.74	22.12	19.36	18.66	18.66	18.66	39.40	40.78	38.02
Pacajus	175.81	193.09	152.20	15.92	15.92	15.28	191.73	209.00	167.48
Pacatuba	230.67	253.74	199.30	19.43	19.43	18.65	250.10	273.17	217.95
Pacoti	23.93	26.71	20.84	2.95	3.02	2.84	26.88	29.73	23.68
Palhano	13.15	15.11	11.48	1.84	1.93	1.76	14.99	17.05	13.24
Palmácia	12.53	13.71	11.35	5.71	5.71	5.71	18.24	19.42	17.06
Pentecoste	0.04	0.04	0.04	3.32	3.32	3.32	3.36	3.36	3.36
Pindoretama	101.29	109.95	88.92	4.06	4.06	3.89	105.35	114.01	92.82
Quixadá	9.11	10.25	8.75	5.38	6.05	5.17	14.49	16.30	13.91
Redenção	33.83	37.02	30.65	6.84	6.84	6.84	40.67	43.85	37.49
São Gonçalo do Amarante	117.78	129.14	106.42	12.47	12.47	12.47	130.25	141.61	118.89
<b>Total</b>	<b>10,407.83</b>	<b>12,181.67</b>	<b>9,058.14</b>	<b>343.51</b>	<b>362.23</b>	<b>336.72</b>	<b>10,751.33</b>	<b>12,543.89</b>	<b>9,394.85</b>

Ao comparamos com as demandas populacionais sem a incorporação IPD, temos que os aumentos percentuais são de 23,34%, 31,44% e 19,07% para os cenários prospectivos I, II e III respectivamente.

## 6.2 Demanda da Irrigação e da Pecuária

Com base nas informações coletadas Workshop Sementes do Futuro e entrevistas junto a usuários de água do setor Agropecuário e membros do CBH-RMF, não foram percebidas intenções para a criação de novos rebanhos ou novas áreas irrigadas.

Isso válida que a RHBM não possui vocação para esses tipos de atividades, e conforme apresentado no diagnóstico as maiores demandas da RH são referentes ao abastecimento humano e industrial.

Assim, estimou-se para os três cenários o mesmo valor de demanda do cenário de partida, igual a 1.619,10 L/s e 282,24 L/s, que representam cerca de 9% da demanda total da região.

### **6.3 Demandas para Indústria**

As projeções para as demandas industriais foram obtidas majoritariamente com base nas informações coletadas no Workshop Sementes do Futuro e entrevistas junto a usuários de água do setor industrial, a membros da FIEC, Prefeitura de Maracanaú e membros do CBH-RMF.

Segundo as entrevistas, o setor industrial na RH das Bacias Metropolitanas crescerá mais fortemente no Cipp e no Distrito Industrial de Maracanaú. As indústrias do Cipp, atualmente, ainda não estão demandando a totalidade de sua capacidade operacional, a exemplo das siderúrgicas e termoelétricas. E existe, ainda, a tendência de aumento da demanda de água haja a vista a instalação de novas indústrias no Complexo, notadamente aquelas ligadas ao Hub de Hidrogênio Verde.

O hidrogênio verde tem sido uma das principais apostas mundiais para reduzir a emissão de gás carbônico na atmosfera nas próximas décadas, justamente por ser um combustível universal, leve, muito reativo e não poluente. Ele pode ser obtido a partir da eletrólise, método que utiliza corrente elétrica para separar o hidrogênio do oxigênio que existe na água. E é considerado verde quando produzido utilizando fontes renováveis de energia. A estimativa, segundo entrevistas com atores da FIEC, é que para a produção de 1kg de H<sub>2</sub>V seja necessários 9 litros de água.

No caso do Ceará, a ideia é atrair investidores interessados em instaurar uma planta de eletrólise que use como insumos as energias eólica e solar. Com vento e sol em abundância o ano inteiro, as energias renováveis são apontadas como de grande potencial econômico para o Ceará. Segundo os entrevistados, a possível implantação, dentro do Cipp, de um Hub de hidrogênio verde, considerado o combustível do futuro, pode elevar essa produção a outro patamar. E mais: pode colocar o Ceará no centro do mundo em produção e exportação de energias renováveis.

Segundo os entrevistados, são muitas as razões para acreditar na viabilidade do negócio no Ceará. Existem atualmente 30 memorandos de entendimento entre o Estado e empresas privadas que pretendem investir na exploração do combustível no Ceará. Juntos, os protocolos de intenção somam mais de U\$ 25 bilhões de investimento.

Conforme informado pelos membros da FIEC atualmente 8 memorandos já possuem estudos avançados para implantação, juntos há a previsão de Geração de 9,5 GW, que representa um consumo de  $1,4\text{m}^3/\text{s}$ .

No que se refere ao Distrito Industrial de Maracanaú, existem 79 indústrias cadastradas no Banco de Outorgas da Cogerh, com outorgas variando entre 0,003 L/s a 40 L/s, totalizando uma vazão de 194 L/s ( $0,2\text{ m}^3/\text{s}$ ) de um total outorgado de  $3,71\text{ m}^3/\text{s}$  para uso industrial em toda a RHBM.

Segundo as entrevistas, está prevista a instalação de cerca de novas 40 indústrias nos próximos 5 anos.

Importante destacar que tais tipos de indústrias possuem um baixo consumo de água, sendo pouco representativos para o balanço hídrico.

Durante a formulação dos cenários prospectivos tais crescimentos foram considerados nos Cenários I e III. Assim, para o Cenário II a demanda industrial será a mesma do Cenário de partida para a RHBM (com base nos dados de outorga igual a 3,71 m<sup>3</sup>/s).

Com base no decorrido, para a projeção da demanda industrial considerou-se as seguintes premissas:

**Cenário I:** Incremento de 1.400 L/s devido à produção de hidrogênio verde e incremento de 19,84 L/s (10%) com a implantação de novas indústrias em Maracanaú;

**Cenário II:** Manutenção da demanda industrial do cenário de partida (3.711,92/s);

**Cenário III:** Incremento de 1.400 L/s devido à produção de hidrogênio verde e incremento de 40,00 L/s (20%) com a implantação de novas indústrias em Maracanaú;

#### 6.4 Resumo das demandas calculadas

A seguir são apresentados os resumos das demandas calculadas para o horizonte final de projeto, que é o ano de 2050.

A depender do Cenário prospectivo avaliado, as demandas da RHBM da variaram entre 20,70 m<sup>3</sup>/s (Cenário III) e 22,41 m<sup>3</sup>/s (Cenário II), conforme apresentado na Tabela 27.

Note que no Cenário III mesmo com o aumento populacional há uma diminuição na demanda para abastecimento humano, isso se dá pela diminuição no consumo *per capita* da população e a redução do IPD para 20%.

**Tabela 27 - Resumo das Demandas por Cenário Prospectivo**

Tipo de Uso	Demanda (l/s)			
	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário de Partida
Abastecimento Humano*	10751,33	12543,89	9394,85	10914,03
Indústria	5131,26	3711,42	5151,42	3711,42
Irrigação	1619,1	1619,1	1619,1	1619,1
Dessedentação Animal	282,24	282,24	282,24	282,24
Demais Usos	4255,12	4255,12	4255,12	4255,12
<b>Total</b>	<b>22039,05</b>	<b>22411,77</b>	<b>20702,73</b>	<b>20781,91</b>

\* Considerando o IPD

# 7 PROJEÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO FUTURO

Açude Catucinzenza – Foto: Cogerh



O presente capítulo apresenta o balanço hídrico, em três cenários utilizados para representar os futuros possíveis da RH das Bacias Metropolitanas:

- **Cenário I** – utiliza o prolongamento das tendências no intuito de conduzir a região para um futuro verossímil;
- **Cenário II** – futuro de maior incerteza baseado na ruptura das trajetórias das seguintes variáveis-chave: consumo *per capita*, área irrigada, criação de rebanhos, aquicultura, reservatórios planejados, nível de implementação do Projeto Malha d'Água, eventos extremos de seca, universalização da alocação negociada e arcabouço jurídico-normativo;
- **Cenário III** – explicita a imagem desejada do futuro.

A disponibilidade hídrica futura da RH das Bacias Metropolitanas foi representada:

- Pela vazão regularizada com 90% de garantia ( $Q_{90}$ ) dos reservatórios existentes, calculada com base nas vazões afluentes futuras dos modelos MRI-ESM2-0, FGOALS-g3 e MIROC6 apresentados anteriormente (Capítulo 5), para os três cenários analisados;
- Pela oferta incrementada pela vazão regularizada com 90% de garantia ( $Q_{90}$ ) dos sete reservatórios planejados - Anil (23,4 hm<sup>3</sup>), Alvorada (21,0 hm<sup>3</sup>), Candeia (7,0 hm<sup>3</sup>), Ceará (51,5 hm<sup>3</sup>), Feijão (20,0 hm<sup>3</sup>), Maranguape I (5,4 hm<sup>3</sup>) e Maranguape II (9,1 hm<sup>3</sup>) conforme prioridades do Plano de Ações Estratégicas do Ceará ;
- Pela oferta subterrânea, que não conseguiu ser estimada no Diagnóstico, por falta de estudos aprofundados; e
- Pelos Eixos de Transferência, ou seja, pelas águas proveniente de outras bacias, como é do Açude Castanhão (nos três cenários) e da Transposição do rio São Francisco.

É importante destacar que a utilização dos modelos climáticos nos três cenários prospectivos impõe que a mudança do clima é possível de ocorrer em qualquer futuro e, ela gerará incerteza sobre as disponibilidades superficiais. No balanço hídrico da Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe, o saldo disponível para a transferência para as RH do Baixo Jaguaribe e das Bacias Metropolitanas nos três cenários analisados foram os apresentados na Tabela 28.

**Tabela 28 - Resumo do Balanço Hídrico para a RHMJ (em m<sup>3</sup>/s)**

RHMJ	Cenário I	Cenário II	Cenário III
<b>Oferta Futura</b>	20,35	16,76	24,61
<b>Demanda Futura</b>	3,18	1,86	3,88
<b>Saldo para Transferência</b>	<b>17,17</b>	<b>14,90</b>	<b>20,74</b>

Assim, o balanço hídrico considerou as seguintes premissas para a oferta de água:

**Cenário I:**

- Modelo de mudança climática MRI-ESM2-0;
- Oferta subterrânea igual ao cenário de partida;
- Construção dos reservatórios Anil, Alvorada, Candeia e Feijão, com incremento de  $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$  na Q90;
- Reúso de afluentes sanitários para fins industriais, com vazão de  $1,15 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- Dessalinização da água do mar, com vazão de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; e
- Oferta via transferência - Médio Jaguaribe + Pisf.

**Cenário II:**

- Modelo de mudança climática FGOALS-g3;
- Oferta subterrânea igual ao cenário de partida;
- Construção do reservatório Anil, com Q90 de  $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ ; e
- Oferta via transferência - Médio Jaguaribe + Pisf.

**Cenário III:**

- Modelo de mudança climática MIROC6;
- Oferta subterrânea igual ao cenário de partida;
- Construção dos sete reservatórios planejados, com incremento de  $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$  na Q90;
- Reúso de afluentes sanitários para fins industriais, com vazão de  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- Dessalinização da água do mar, com vazão de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ; e
- Oferta via transferência - Médio Jaguaribe + Pisf.

A Tabela 29 apresenta o resumo da oferta hídrica para a totalidade da RHBM, sem considerar as transferências de outras bacias.

**Tabela 29 - Resumo da Oferta Hídrica para a RHBM (em m³/s)**

Fonte Hídrica	Vazão (m³/s)			
	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário de Partida
Oferta Hídrica Superficial (reservatórios existentes)	14,41	12,51	12,93	11,45
Oferta Hídrica Superficial (novos reservatórios)	0,58	-	1,85	0,0
Oferta Hídrica Subterrânea	-	-	-	-
Dessalinização	1,0	-	1,0	-
Reuso	1,15	-	1,6	-
<b>Total</b>	<b>17,14</b>	<b>12,51</b>	<b>17,38</b>	<b>11,45</b>

Para a demanda hídrica futura, foram consideradas variações para os principais consumos: abastecimento humano e indústria. As demais demandas não sofreram variação em relação ao cenários de partida. A Tabela 30 apresenta o resumo da demanda hídrica para a RHBM.

**Tabela 30 - Resumo da Demanda Hídrica para a RHBM**

Tipo de Uso	Demanda (m³/s)			
	Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário de Partida
Abastecimento Humano*	10,71	11,77	9,72	10,91
Industria	5,13	3,71	5,63	3,71
Irrigação	1,61	1,61	1,61	1,61
Dessedentação Animal	0,28	0,28	0,28	0,28
Demais Usos	2,85	2,85	2,85	2,85
<b>Total</b>	<b>20,60</b>	<b>20,24</b>	<b>20,11</b>	<b>19,38</b>

A Tabela 31 apresenta o Balanço Hídrico para a RHBM.

**Tabela 31 - Balanço Hídrico Futuro da RHBM**

Balanço Hídrico Futuro	Cenário I	Cenário II	Cenário III
Demanda Hídrica (m³/s)	<b>20,60</b>	<b>20,24</b>	<b>20,11</b>
Oferta Hídrica (m³/s)	<b>17,14</b>	<b>12,51</b>	<b>17,38</b>
Déficit	<b>-3,46</b>	<b>-7,73</b>	<b>-2,73</b>

Observa-se que todos os cenários prospectivos indicam um déficit no balanço hídrico da RHBM, independente do aumento da oferta devido à usina de dessalinização e reuso para uso industrial, o que indica que as transferências do Médio Jaguaribe ou Pisf são essenciais para a RHBM.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURDIEU, Pierre. Razões Práticas: Sobre a teoria da ação. 9 ed. Campinas: Papirus, 2008.

BRANDALISE, L. T., ROJO, C. A., DA MATA, D. M., & DE SOUZA, A. F. Simulação de cenários e formulação de estratégias competitivas: o caso do atacado liderança. Revista Gestão & Tecnologia, v. 12, n. 3, p. 223-257, 2012.

Brasil. Presidência da República. Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da União. Brasília, 05 de janeiro de 2007.

\_\_\_\_\_. Brasil. Presidência da República. Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, 20 de setembro de 2010.

\_\_\_\_\_. Brasil. Presidência da República. Decreto 10.588, de 24 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, sobre a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União. Brasília, 24 de dezembro de 2020.

Cagece. Plano de Gestão Estratégica e de Negócio – 2022-2026. Fortaleza, dezembro de 2021.

Ceará. Decreto Nº 33.559 de 29/04/2020. Regulamenta os artigos 6º ao 13 da Lei Estadual Nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à

outorga preventiva, de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica e dá outras providências.

Ceará. Decreto N° 33.920 de 03/02/2021. Dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará ou da União por delegação de competência, e dá outras providências.

Ceará. Decreto 32.861, de 1º de novembro de 2018. Regulamenta o artigo 14 da lei nº14.844, de 28 de dezembro de 2010, na parte referente à fiscalização dos recursos hídricos, disciplinando o sistema de fiscalização do uso dos recursos hídricos e dá outras providências.

Ceará. Assembleia Legislativa. Pacto Pelo Saneamento Básico. Ninguém fica para trás. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Cenário atual do saneamento básico no Ceará [livro eletrônico]. – Fortaleza: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, INESP, 2021.

Ceará. Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará. Ceará: SRH, 2018.

CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. Planejamento estratégico: fundamentos e aplicações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COGERH. Relatório Anual de Segurança de Barragens 2020. SRH: Companhia de Gestão e Recursos Hídricos - Cogeh, 2022.

CYSNE, A. P.; STUDART, T. M. de C.; LUNA, R. M. Vulnerabilidade de reservatórios superficiais às mudanças climáticas: o caso de rios com deflúvios anuais de alta variabilidade. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 133-144, dez. 2012.

FURLAN, M.; MOROZINI, J. F. Métodos de prospecção de cenários e sua aplicação nas cooperativas agroindustriais do Paraná. Anais...Gramado: 8º Congresso IFBAE, 2015.

GIVISIEZ, GHN. Introdução a métodos de estimativas e interpolação populacionais. In: Riani JLR, Rios-Neto ELG (Org.). Introdução à Demografia da Educação. Campinas: ABEP; 2004. p. 45-70.

GODET, M.; DURANCE, P. A prospectiva estratégica. Para as empresas e territórios. DUNOD. 180p. 2011.

GODET, Michel. Manual de prospectiva estratégica: da antecipação a ação. Lisboa: Dom Quichote, 1993.

GOHN, Maria da Glória. conselhos gestores e participação sociopolítica. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

\_\_\_\_\_. IBGE - INSTITUTO Brasileiro DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2019. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>. Acesso em 20 ago. 2021.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change]. Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2014. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf) >. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change]. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)> . Acesso em: 22 ago. 2021.

IPECE [INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO Ceará]. Agropecuária e extração vegetal. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/paineldinamico.xhtml>. Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica. Enfoque econômico: Algumas Reflexões Sobre a Agropecuária do Ceará. Nº 105. Fortaleza. 2014.

LOPES, J. C.; BRAGA, Jr. B. F.; CONEJO, J. L. Simulação Hidrológica: Aplicações de um modelo simplificado. In: III SIMPÓSIO Brasileiro DE RECURSOS HÍDRICOS 1981, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza 1981 p. 42–62.

MARCIAL, E. C. Análise estratégica: estudos de futuro no contexto da inteligência competitiva. Brasília: Thesaurus, 2011.

MARCIAL, E. C., GRUMBACH, R. J. S. Cenários Prospectivos: Como construir um futuro melhor. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

MARTINS, E. S. P. Water Resources Planning and Adaptation to Climate Variability and Climate Change in Selected River Basins in Northeast Brazil. World Bank: Non Lending Technical Assistance (NLTA), 2012.

Ministério das Cidades. Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 1/ Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

MORITZ, Gilberto de O; NUNER, Rogério; PEREIRA, Maurício F. Os Métodos de Prospecção de Cenários e sua Aplicação nas Organizações: Um estudo de caso no período de 1998-2008. Revista de Administração FACES Journal, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 68-83, abr./jun., 2008.

NASCIMENTO, E. P., NEVES, M. J. M., & CHRISTOFIDIS, D. Prospecção no universo das águas: a experiência da construção de cenários no plano nacional de recursos hídricos no Brasil, 2005-2006. Geosul, v. 25, n. 49, p. 27-62, 2010.

OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa e von Sperling, Marcos Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1: análise de desempenho. Engenharia Sanitaria e Ambiental [online]. 2005, v. 10, n. 4 [Acessado 20 Setembro 2021] , pp. 347-357. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000400011>

PEREIRA, S.A.; LOUREIRO, L.D.; MARTINS, F.R.G.S.P.; SANTOS, A.C.O. dos; TUBINO, D.F. Estudo comparativo entre modelos de previsão de demanda: ensaio em um produto classe a de uma empresa de perfumes e cosméticos. In: XXVI ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza/ CE: 9 a 11 de outubro de 2006.

PROJETO ALOCA (2021). Projeto Gerenciamento de Risco, Alocação e Operação do Sistema de Recursos Hídricos. Relatório de Cálculo das Afluências aos Reservatórios Estratégicos do Ceará: Definição das Vazões Oficiais.

SOUSA, C. S. G. D. Cenários prospectivos da produção do biodiesel no Brasil em 2020. João Pessoa, Paraíba, 2013.

SRH (2020). A Importância da Duplicação do Eixão das Águas para o Desenvolvimento Regional do Vale do Jaguaribe e Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) – Nota Técnica.

TSUTIYA, Milton T. Abastecimento de Água. São Paulo, Escola Politécnica da USP. 3ª Edição, 2006