



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
TECNOLOGIA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE CONSULTORIA (PESSOA JURÍDICA) PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTRATÉGICAS DO ACARAÚ, METROPOLITANAS E DA SUB-BACIA DO SALGADO

PSH-RT17-02

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS METROPOLITANAS





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTATÍSTICA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Governador: Camilo Sobreira de Santana

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Secretário: Francisco José Coelho Teixeira

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Diretor-Presidente: João Lúcio Farias de Oliveira

CHEFIA DE GABINETE

Antônio Treze de Melo Lima

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO

Elano Lamartine Leão Joca

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Débora Maria Rios Bezerra

DIRETORIA FINANCEIRA

Paulo Henrique Studart Pinho

GERENTE DO PROJETO

Zulene Almada Teixeira





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## EQUIPE TÉCNICA DO CONSÓRCIO

Francisco Jácome Sarmiento (Coordenador Geral)

Romulo de Macedo Vieira

Jonair Mongin

José Antônio de Oliveira Jesus

Akira Duarte Kobayashi

Marcela Rafaela de Freitas Silva

Bruno Costa Castro Alves

Juliana Argélia Garcia de Almeida

Alan Pinheiro de Souza

Talles Chateaubriand de Macedo

Emanuella Almeida Figueiredo

Jamille Freire Amorim

## EQUIPE TÉCNICA DA COGERH

Francimeyre Freire Avelino

Micaella da Silva Teixeira Rodrigues

Nice Maria da Cunha Cavalcante

Zulene Almada Teixeira

Ubirajara Patrício Álvares da Silva

## AGRADECIMENTOS/COLABORADORES

Ana Lúcia Maia de Souza

Davi Martins Pereira

Francisco de Assis de Souza Filho

Fátima Lorena Magalhães Ferreira

Walt Disney Paulino





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## QUADRO DE CODIFICAÇÃO

<b>Código do Documento</b>	PSH-RT17-02		
<b>Título</b>	Contratação dos serviços de consultoria (pessoa jurídica) para elaboração do Plano de Segurança Hídrica das bacias hidrográficas estratégicas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-Bacia do Salgado		
<b>Aprovação inicial por:</b>	Francisco Jácome Sarmiento		
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	02/05/2018		
<b>Controle de Revisões</b>			
<i>Revisão Nº</i>	<i>Natureza</i>	<i>Data</i>	<i>Aprovação</i>
01	Forma/Conteúdo	23/05/2018	Francisco Jácome Sarmiento
02	Forma/Conteúdo	04/06/2018	Francisco Jácome Sarmiento





GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## APRESENTAÇÃO

Este documento, denominado *Produto 17 – Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas*, é parte integrante do **Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-Bacia do Salgado**, que é um indicador do Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados (PforR). Este plano foi contratado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh).

O Produto 17 – Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas é produto editado em volume único e seu conteúdo reúne, conforme solicitação da companhia contratante, os mais relevantes tópicos abordados nos relatórios do PSH que o antecedem.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Aracoiaba.....	34
Figura 2 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Catucinzenta.....	35
Figura 3 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Gavião.....	36
Figura 4 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Malcozinhado.....	37
Figura 5 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Maranguapinho.....	37
Figura 6 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Aracoiaba.....	42
Figura 7 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Aracoiaba.....	42
Figura 8 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Aracoiaba.....	43
Figura 9 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Aracoiaba.....	43
Figura 10 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Aracoiaba.....	44
Figura 11 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Aracoiaba.....	44
Figura 12 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Aracoiaba.....	45
Figura 13 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Aracoiaba.....	45
Figura 14 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Catucinzenta.....	46
Figura 15 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Catucinzenta.....	46
Figura 16 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Catucinzenta.....	47
Figura 17 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Catucinzenta.....	47
Figura 18 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Catucinzenta.....	48
Figura 19 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Catucinzenta.....	48
Figura 20 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Catucinzenta.....	49
Figura 21 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Catucinzenta.....	49
Figura 22 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Gavião.....	50
Figura 23 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Gavião.....	50
Figura 24 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Gavião.....	51
Figura 25 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Gavião.....	51
Figura 26 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Gavião.....	52
Figura 27 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Gavião.....	52
Figura 28 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Gavião.....	53
Figura 29 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Gavião.....	53
Figura 30 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Malcozinhado.....	54
Figura 31 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Malcozinhado.....	54
Figura 32 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Malcozinhado.....	55
Figura 33 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Malcozinhado.....	55
Figura 34 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Malcozinhado.....	56
Figura 35 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Malcozinhado.....	56
Figura 36 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Malcozinhado.....	57





GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 37 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Malcozinhado.....	57
Figura 38 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Maranguapinho .....	58
Figura 39 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Maranguapinho .....	58
Figura 40 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Maranguapinho.....	59
Figura 41 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Maranguapinho.....	59
Figura 42 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Maranguapinho .....	60
Figura 43 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Maranguapinho .....	60
Figura 44 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Maranguapinho .....	61
Figura 45 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Maranguapinho .....	61
Figura 46 - Variação do PIB agropecuário e as secas no Ceará .....	78
Figura 47 - Decréscimos percentuais acumulados – PIB-Agropecuário.....	80
Figura 48 - Localização dos açudes nas Bacias Metropolitanas.....	86
Figura 49 - Diagrama unifilar dos reservatórios monitorados pela Cogerh nas Bacias Metropolitanas.....	89
Figura 50 - Estimativas das concentrações de fósforo, em 2020 e 2030, em reservatórios das Bacias Metropolitanas .....	111
Figura 51 - Duração e volumes de déficit em período de falhas .....	112
Figura 52 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Aracoiaba .....	142
Figura 53 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Catucinzenta.....	143
Figura 54 - Aglomerado urbano identificado na área de influência do reservatório Gavião .....	144
Figura 55 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Malcozinhado .....	145
Figura 56 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Maranguapinho.....	146
Figura 57 - Sistema Adutor Eixão-Ocara/Ibaretama .....	148
Figura 58 - Sistema Adutor Metropolitano-Litoral Leste.....	150
Figura 59 - Sistema Adutor das Serras Metropolitanas .....	151
Figura 60 - Aracoiaba: Permanência mínima X vazão de referência .....	190
Figura 61 - Catucinzenta: Permanência mínima X vazão de referência.....	191
Figura 62 - Gavião: Permanência mínima X vazão de referência.....	191
Figura 63 - Malcozinhado: Permanência mínima X vazão de referência .....	192
Figura 64 - Maranguapinho: Permanência mínima X vazão de referência.....	192
Figura 65 - Cronograma de projeto e implantação das obras de sistemas de esgotamento sanitário nas Bacias Metropolitanas .....	204
Figura 66 - Segurança hídrica qualitativa dos reservatórios das Bacias Metropolitanas .....	213





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais ações antrópicas causadoras de impactos identificadas nas áreas de influência de açudes das Bacias Metropolitanas.....	26
Tabela 2 - Capacidade de suporte, estimativa de cargas recebidas e variáveis utilizadas - Açudes das Bacias Metropolitanas	27
Tabela 3 - Valores das variáveis utilizadas nos cálculos do IET, resultados e suas respectivas classificações.....	30
Tabela 4 - Variáveis utilizadas no cálculo, resultados e respectivas classificações do IQAR.....	33
Tabela 5 - Número de amostras em desacordo com a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 05/2017 .....	39
Tabela 6 - Eficiência de Nash-Sutcliffe para calibração e para os modelos ajustados.....	68
Tabela 7 - Oferta hídrica subterrânea nas Bacias Metropolitanas .....	72
Tabela 8 - Principais características dos poços dos municípios das Bacias Metropolitanas .....	73
Tabela 9 - Volume anual produzido pelos poços nas Bacias Metropolitanas.....	74
Tabela 10 - Vazões regularizadas dos reservatórios com suas respectivas demandas atuais e futuras – Bacias Metropolitanas .....	85
Tabela 11 - Vazões regularizadas com suas respectivas demandas atuais e futuras - Bacias Metropolitanas .....	88
Tabela 12 - Ofertas hídricas e demandas para os sistemas Pacajus e Pacoti – Riachão – Gavião.....	91
Tabela 13 - Vazões regularizadas com e sem condição de Volume de Alerta para reservatórios enquadrados no Nível I – Bacias Metropolitanas .....	99
Tabela 14 - Comparativo das vazões regularizadas dos reservatórios e suas respectivas capacidades de armazenamento utilizadas em cada estudo .....	103
Tabela 15 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo de reservatórios das Bacias Metropolitanas .....	109
Tabela 16 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo em reservatórios das Bacias Metropolitanas.....	110
Tabela 17 - Indicadores de análise de desempenho da demanda simulada para máxima garantia qualitativa - Bacias Metropolitanas .....	114
Tabela 18 - Indicadores de análise de desempenho da demanda simulada para vazão regularizada com 90% de garantia - Bacias Metropolitanas .....	115
Tabela 19 - Percentuais de contribuição de fósforo (situação atual).....	128
Tabela 20 - Percentuais de contribuição de fósforo (2020).....	128
Tabela 21 - Percentuais de contribuição de fósforo (2030).....	129
Tabela 22 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Aracoiaba.....	133
Tabela 23 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto dos aglomerados urbanos 4 e 12....	133
Tabela 24 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano - Aracoiaba.....	134
Tabela 25 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Catucinzenta.....	135
Tabela 26 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano - Catucinzenta .....	136
Tabela 27 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Gavião .....	137
Tabela 28 - Custo para implantação de fossas sépticas para o aglomerado urbano - Gavião .....	137
Tabela 29 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Malcozinhado.....	138
Tabela 30 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano -Malcozinhado.....	139
Tabela 31 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Maranguapinho .....	140
Tabela 32 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto do aglomerado urbano	154





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO ECONÔMICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Tabela 33 - Custo para implantação de fossas sépticas para o aglomerado urbano - Maranguapinho .....	141
Tabela 34 - Elementos da Matriz GUT .....	198
Tabela 35 - Matriz de Hierarquização para as ações não estruturais e estruturais propostas para as Bacias Metropolitanas...	199
Tabela 36 - Matriz de Hierarquização para os reservatórios das Bacias Metropolitanas - 2020 .....	202
Tabela 37 - Matriz de Hierarquização para os reservatórios das Bacias Metropolitanas - 2030 .....	203
Tabela 38 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Acarape do Meio.....	222
Tabela 39 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Amanary .....	224
Tabela 40 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Aracoiaba.....	227
Tabela 41 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Batente.....	230
Tabela 42 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Castro .....	233
Tabela 43 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Catucinzenta .....	236
Tabela 44 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Cauhipe .....	238
Tabela 45 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Pompeu Sobrinho .....	241
Tabela 46 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Cocó .....	244
Tabela 47 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Gavião .....	247
Tabela 48 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Germinal .....	250
Tabela 49 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Itapebussu .....	252
Tabela 50 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Macacos .....	255
Tabela 51 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Malcozinhado.....	258
Tabela 52 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Maranguapinho .....	260
Tabela 53 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Pacajus.....	263
Tabela 54 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Riachão.....	266
Tabela 55 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Pacoti.....	269
Tabela 56 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Penedo.....	271
Tabela 57 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Pesqueiro.....	274
Tabela 58 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Sítios Novos.....	277
Tabela 59 - Vazões afluentes em m <sup>3</sup> /s – Reservatório Tijuquinha.....	280





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AL – Alagoas

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

BA – Bahia

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará

CE – Ceará

CLA – Clorofila-a

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CTm – Coliformes Termotolerantes

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DEFoFo – Conexões hidráulicas em PVC modificado, com diâmetro equivalente aos tubos de ferro fundido

DN – Diâmetro Nominal

DQO – Demanda Química de Oxigênio

EA – Educação Ambiental

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FT – Fósforo Total

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GUT – Gravidade x Urgência x Tendência

IAP – Instituto Ambiental do Paraná





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IET – Índice de Estado Trófico

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor

INESP – Instituto de Estudos e Pesquisas para o Desenvolvimento do Estado do Ceará

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

IQAR – Índice de Qualidade de Água de Reservatório

ISO – *International Organization for Standardization*

IVA – Inventário Ambiental de Açudes

MDE – Modelo Digital de Elevação

MG – Minas Gerais

MODHAC – Modelo Hidrológico Autocalibrável

NBR – Norma Brasileira

NT – Nitrogênio Total

OD – Oxigênio dissolvido

ONG – Organização Não Governamental

PB – Paraíba

PE – Pernambuco

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PforR – Projeto de Apoio ao Crescimento Econômico com Redução das Desigualdades e Sustentabilidade Ambiental do Estado do Ceará – Programa para Resultados

PI – Piauí

PIB – Produto Interno Bruto

PISF – Projeto de Integração do São Francisco com o Nordeste Setentrional

PLANERH – Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

PMI – *Project Management Institute*

PRMC – Projeto de Recuperação de Matas Ciliares

PRODHAM – Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental

PSA – Pagamento por Serviço Ambiental

PSH – Plano de Segurança Hídrica

PVC – Policloreto de Polivinila

RH – Região Hidrográfica

RMF – Região Metropolitana de Fortaleza

RN – Rio Grande do Norte

RSA – Risco Socialmente Aceitável

SAT – *Saturation* (Capacidade de Saturação do Solo)

SDLR – Secretaria do Desenvolvimento Local e Regional

SE – Sergipe

SMAP – *Soil Moisture Accounting Procedure*

SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos

TR – Termo de Referência

UC – Unidade de Conservação

UFC – Universidade Federal do Ceará

VMP – Valor Máximo Permitido





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA SOCIOECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ASPECTOS QUALITATIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1 Principais impactos influentes na qualidade das águas .....	21
2.2 Capacidade de suporte de reservatórios .....	26
2.2.1 Resultados .....	26
2.3 Dinâmica da qualidade das águas superficiais .....	27
2.3.1 Qualidade de água dos reservatórios.....	28
2.3.2 Índice de Estado Trófico acerca da série histórica.....	34
2.4 Dinâmica da qualidade das águas subterrâneas.....	37
2.5 Avaliação hídrica qualitativa.....	39
<b>3. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ASPECTOS QUANTITATIVOS.....</b>	<b>63</b>
3.1 Estudos Pluviométricos .....	63
3.2 Estudos Fluviométricos .....	65
3.2.1 Levantamento e Seleção da Base de dados e Estudos Fornecidos.....	65
3.2.2 Estudos Fluviométricos fornecidos pela Cogerh .....	67
3.2.2.1 Estações Consideradas nos estudos Cogerh-UFC .....	67
3.2.2.2 Modelos Chuva-Vazão.....	68
3.2.2.3 O modelo chuva-vazão utilizado e os estudos de regionalização.....	69
3.3 Águas Subterrâneas .....	71
3.4 Vazões Afluentes Regionais.....	75
<b>4. IDENTIFICAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DOS SISTEMAS HÍDRICOS.....</b>	<b>77</b>
4.1 Secas: impactos e respostas.....	77
4.2 Demandas associadas aos hidrossistemas .....	82
4.2.1 Resultados .....	83
4.3 Vulnerabilidades Quantitativas .....	87
4.3.1 Níveis de Criticidade.....	92
4.3.2 Cenários de Simulação.....	93
4.3.3 Estudos anteriores: Comparando vazões regularizadas.....	99
4.4 Vulnerabilidades Qualitativas .....	104
4.4.1 Resultados .....	107
4.5 Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras .....	109
4.6 Indicadores de análise de desempenho.....	112
<b>5. ESTRATÉGIA GERAL DE MITIGAÇÃO E GESTÃO DE RISCOS .....</b>	<b>117</b>
5.1 Determinantes Ambientais .....	117





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

5.1.1 Adequação da ocupação e uso do solo.....	117
5.1.2 Adequação da atividade agrícola.....	119
5.1.3 Adequação da prática piscícola intensiva (tanques-rede) .....	120
5.1.4 Adequação da bovinocultura.....	122
5.1.5 Adequação da infraestrutura de esgotamento sanitário .....	125
5.1.6 Estimativa de contribuições .....	126
5.2 Ações Estruturais.....	130
5.2.1. Sistema de esgotamento sanitário .....	130
5.2.1.1. Aspectos metodológicos.....	130
5.2.1.2 Proposições de esgotamento sanitário para os aglomerados urbanos.....	131
5.2.1.2.1 Açude Aracoiaba .....	132
5.2.1.2.2 Açude Catucinzena .....	134
5.2.1.2.3 Açude Gavião.....	136
5.2.1.2.4 Açude Malcozinhado .....	137
5.2.1.2.5 Açude Maranguapinho .....	139
5.2.2 Proposições do Projeto Malha D' Água com influência nos sistemas hídricos estudados.....	147
5.3 Ações Não Estruturais.....	152
5.3.1. Mitigação de conflitos gerados por usos múltiplos da água.....	152
5.3.2 Elaboração de projeto de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) .....	153
5.3.3 Ampliação da base de dados e informações.....	155
5.3.4 Intensificação dos acordos com universidades e de incentivos acadêmicos.....	156
5.3.5 Proteção das zonas de recarga de aquíferos .....	157
5.3.6 Controle da erosão.....	158
5.3.7 Disposição adequada de resíduos sólidos.....	158
5.3.8 Incentivo ao manejo adequado da biodiversidade diante das atividades produtivas .....	160
5.3.9 Incentivo ao engajamento e sustentabilidade das populações rurais .....	161
5.3.10 Incentivo a medidas de combate à desertificação.....	162
5.3.11 Proteção e recuperação de áreas de preservação permanente .....	163
5.3.12 Promoção do macrozoneamento ambiental das bacias hidrográficas .....	165
5.3.13 Educação Ambiental.....	167
5.3.14 Controle da pesca artesanal.....	170
5.3.15 Controle da pecuária bovina.....	171
5.3.16 Incentivo ao manejo adequado das áreas de extração de areia .....	172
5.3.17 Incentivo ao manejo adequado da agricultura .....	173
5.3.18 Redução da carga orgânica advinda de piscicultura.....	175
5.3.19 Manejo e fiscalização das Unidades de Conservação .....	176





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

5.3.20 Controle da geração de efluentes por aviários .....	177
5.4 Gestão de Riscos .....	178
5.4.1 Realização da análise quantitativa dos riscos .....	180
5.4.2 Métodos de análise qualitativa e avaliação dos riscos .....	182
5.4.3. Gestão de risco aplicada às Bacias Metropolitanas .....	183
5.4.3.1 Riscos: Aspectos Quantitativos .....	183
5.4.3.2 Riscos: Aspectos Qualitativos .....	187
5.5 Ações Articuladas.....	193
<b>6. PLANO DE AÇÕES: ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS .....</b>	<b>198</b>
6.1 Hierarquização das Ações .....	198
6.1.1 Resultados .....	199
6.2 Priorização dos reservatórios a receber as ações .....	200
6.2.1 Resultados .....	202
6.3 Cronograma .....	203
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>206</b>
7.1 Perspectiva Quantitativa.....	206
7.2 Perspectiva Qualitativa.....	210
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>215</b>





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 1.INTRODUÇÃO



## 1. INTRODUÇÃO

Conforme determinado no Termo de Referência, o Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas foi elaborado em cinco fases:

- i. Avaliação da segurança hídrica quantitativa;
- ii. Avaliação da segurança hídrica qualitativa;
- iii. Identificação das vulnerabilidades dos sistemas de suprimento de água em relação a quantidade e qualidade;
- iv. Definição de estratégias de mitigação das vulnerabilidades e gestão de riscos com vistas à promoção da segurança hídrica;
- v. Programação de ações estruturais e não estruturais.

A articulação entre essas fases é evidente, pois uma vez estudada a segurança hídrica em seus aspectos quantitativos e qualitativos decorre naturalmente daí a identificação das vulnerabilidades afetas aos reservatórios de interesse. O encadeamento lógico de articulação das fases acima pautadas prossegue com a definição das estratégias detentoras da capacidade de possibilitar a gestão do risco envolvido no aproveitamento das águas dos mananciais em foco, para os quais foram identificadas ações estruturais e não estruturais capazes de permitir melhores condições de usufruto das águas disponíveis, maximizando a qualidade de vida dos usuários que delas se abastecem ou são abastecidos e minimizando a incerteza atinente às atividades econômicas que têm nesses mananciais suas fontes de suprimento hídrico.

As cinco fases referenciadas foram objetos de relatórios específicos, os quais estão consolidados neste estudo, denominado Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas. Ademais, outros relatórios foram elaborados e compreendem interdependências mais amplas com as fases citadas.

Outrossim, o Plano de Segurança Hídrica – PSH, objeto do contrato firmado entre Cogerh e Nippon Koei Lac, contempla três regiões hidrográficas: as Bacias Metropolitanas, a Bacia do Acaraú e a Sub-Bacia do Salgado e é formado por 19 relatórios específicos para cada região hidrográfica em estudo e outros que encerram informações que são comuns a essas áreas. Neste Relatório, as informações se referem às Bacias Metropolitanas. Notadamente para as Bacias Hidrográficas Metropolitanas foram elaborados os seguintes relatórios:

- R1 - Relatório de diagnóstico ambiental das Bacias Metropolitanas;
- R4 - Relatório de coleta e diagnóstico das águas das Bacias Metropolitanas;
- R7 - Inventários ambientais dos açudes estratégicos das Bacias Metropolitanas;
- R10 - Relatório Parcial de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios;
- R11 - Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios;
- R12 - Avaliação da Segurança Hídrica: aspectos qualitativos;
- R13 - Avaliação da Segurança Hídrica: aspectos quantitativos;
- R14 - Identificação das vulnerabilidades dos sistemas hídricos;
- R15 - Estratégia geral de mitigação e gestão de riscos;
- R16 - Plano de ações: estruturais e não estruturais;
- R17 - Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.

Com a finalidade de consolidar as informações obtidas durante o desenvolvimento das atividades indicadas no Termo de Referência que estabelece as diretrizes e critérios técnicos para elaboração do PSH, este R17 - Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas foi organizado em 8 (oito) capítulos mais anexo, a saber:

1. Introdução
2. Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos;
3. Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Quantitativos;
4. Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos;
5. Estratégia Geral de Mitigação e Gestão de Riscos;
6. Plano de Ações: Estruturais e Não Estruturais;
7. Conclusões e Recomendações;
8. Referências bibliográficas.

Adicionalmente, foram incluídas no anexo tabelas que apresentam as vazões afluentes regionais dos 22 açudes das Bacias Metropolitanas monitorados pela Cogeh.

A perspectiva qualitativa da água é tematizada no Capítulo 2, tendo por base o conteúdo apresentado no R12 - Avaliação da Segurança Hídrica: aspectos qualitativos, em que a aplicação de modelos matemáticos quali-quantitativos possibilitou a definição de formas de gestão operacionais, com opção para a priorização da melhoria dos parâmetros qualitativos mais relevantes, comumente utilizados nesse tipo de avaliação. Destaca-se que, no que diz respeito às



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E PESQUISA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

questões qualitativas, as análises foram direcionadas para 5 (cinco) reservatórios indicados pela Cogerh: Aracoiaba, Catucinzenta, Gavião, Malcozinhado e Maranguapinho.

Concernente ao Capítulo 3, seu conteúdo resume as informações mais relevantes obtidas a partir do desenvolvimento de temas abordados no R13. Nesse contexto, importam tanto as ofertas de água garantidas pelos reservatórios contemplados, como as demandas atuais e suas projeções para o horizonte de planejamento que considerou ações de curto e médio prazo até 2020 e ações de longo prazo até 2030. Nesse capítulo foram considerados os 22 (vinte e dois) reservatórios monitorados pela Cogerh nas Bacias Metropolitanas.

O relatório denominado R14 é a fonte da qual se aduziu o conteúdo do Capítulo 4, no qual são explicitadas as vulnerabilidades afetas aos mananciais de interesse, tanto da perspectiva quantitativa quanto qualitativa. Nesse contexto, o produto denominado R7 consubstancia um retrato fidedigno da realidade hidroambiental das bacias estudadas, confirmando os já bem conhecidos problemas da falta de saneamento e de usos indiscriminados das águas públicas, sem a garantia de sustentabilidade, em particular do ponto de vista qualitativo dos estoques hídricos formadores das disponibilidades em seus diversos níveis de garantia.

Do produto denominado R15 foi extraído o conteúdo que fundamenta o Capítulo 5 deste Plano de Segurança Hídrica, em que foram considerados os aspectos naturais dos sistemas hídricos, compreendendo as águas superficiais em seus aspectos quantitativos e qualitativos. A estratégia geral voltada à mitigação e a gestão de risco foi direcionada para resultar em aceitáveis condições da qualidade da água e proteção dos ecossistemas, tendo em vista os usos múltiplos da água. Como estratégia geral, a articulação das ações estruturais e não estruturais se apoiou na própria identificação e mensuração dos riscos envolvidos nas principais atividades antrópicas desenvolvidas em cada região e nos impactos ambientais negativos decorrentes dessas práticas.

As intervenções de cunho estrutural e não estrutural apresentadas no R16 fornecem conteúdo ao Capítulo 6. Tais ações podem ser entendidas como medidas que atenuam ou que solucionam as situações de maior adversidade diagnosticadas nas Bacias Metropolitanas. Com a implementação dessas ações pretende-se assegurar o fornecimento de água em quantidade suficiente e qualidade compatível com os usos de cada reservatório. Dessas ações estruturais e não estruturais deverá surgir o cenário desejável para a disponibilidade quali-quantitativa dessas águas,





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTATÍSTICA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

escolhido segundo a ponderação de interesses representados pelos atores legitimados a ser procedido, os quais integram o Comitê das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.

No Capítulo 7 encontram-se resumidas as mais relevantes conclusões referentes a Segurança Hídrica dos mananciais das Bacias Metropolitanas indicados no TR, tanto do ponto de vista das potencialidades e disponibilidades hídricas, como no que diz respeito aos aspectos qualitativos da água, diretamente determinados pelas condições ambientais das bacias hidrográficas mencionadas.

Ressalta-se que os produtos R18 - Plano de Segurança Hídrica da Bacia Hidrográfica do Acaraú e R19 - Plano de Segurança Hídrica da Sub-Bacia Hidrográfica do Salgado apresentam os Planos de Segurança Hídrica das demais regiões hidrográficas contempladas, bem como foi realizada apresentação do conteúdo deste Plano de Segurança Hídrica aos membros do Comitê das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.

Por fim, é válido participar ao público interessado, que informações mais detalhadas sobre cada assunto abordado nos capítulos referidos poderão ser obtidas em cada um dos relatórios anteriormente citados.





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **2. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ASPECTOS QUALITATIVOS**



## 2. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ASPECTOS QUALITATIVOS

Neste capítulo serão explanadas, de forma resumida, as perspectivas qualitativas das águas, já tematizadas em produtos anteriores do PSH, a exemplo do R12 – Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos.

A abordagem se dará às águas subterrâneas e superficiais de 5 (cinco) reservatórios das Bacias Metropolitanas indicados pela Cogeh, a saber: Aracoiaba, Catucinzenta, Gavião, Malcozinhado e Maranguapinho.

Comenta-se sucintamente sobre os principais impactos que influenciam na qualidade da água, sobre o precípua fenômeno de resposta a eutrofização e a dinâmica das variáveis relacionadas a qualidade da água.

### 2.1 Principais impactos influentes na qualidade das águas

As alterações de cunho negativo identificadas nas Bacias Metropolitanas procedem de atividades antrópicas. Essas atividades são amplamente derivadas em: agrícolas, pecuárias, industriais e de ocupação humana desordenada, sem infraestrutura de saneamento.

Comum às atividades antrópicas citadas no parágrafo anterior tem-se a supressão da vegetação nativa. A primeira consequência do desmatamento é o comprometimento da biodiversidade, por diminuição ou mesmo por extinção de espécies vegetais e animais, afetando, assim, a qualidade do meio ambiente.

Ainda a respeito da supressão vegetal, vale comentar sobre a degradação das matas ciliares, reconhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APP) dos corpos hídricos. Tais áreas, previstas no Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, são essenciais na estrutura geomorfológica fluvial.

A faixa de vegetação ciliar, além de contribuir para evitar a entrada de material poluente grosseiro decorrente do escoamento superficial, também exerce importante função ambiental ao reduzir o aporte de sedimentos que causam o assoreamento do corpo hídrico, seja ele lântico ou lótico. A vegetação atua na recessão do deflúvio, potencializando a infiltração da água no solo, impedindo a perda de coesão das partículas de solo e condicionando-as à decantação quando carregadas de montante pelo escoamento.

Com foco na qualidade da água, o assoreamento do corpo hídrico além de proporcionar aporte indesejado de material, modifica o dinamismo da biota. Por consequência do assoreamento, ocorrerá diminuição do calado e aumento da área do espelho d'água. Tal fato beneficiará a propagação de organismos aquáticos fotossintetizantes (cianobactérias e macrófitas) e outros sistemas de vida mais adaptados a essa condição.

No que diz respeito aos impactos causados pela agricultura, tem-se como principais causas os usos indiscriminados de agrotóxicos e fertilizantes. Tais insumos agrícolas, em se tratando do semiárido brasileiro, chegam aos corpos hídricos, na maioria das vezes, nos períodos chuvosos. Os contaminantes acumulados nas camadas do solo e na epiderme das plantas são lixiviados pelas chuvas, em que parte será transportada pelo escoamento superficial, chegando aos corpos hídricos e parte vai infiltrar/percolar até os aquíferos, onde possivelmente chegará aos corpos hídricos por vazão de base. Vale ressaltar, que as contaminações das águas subterrâneas podem ser muitas vezes mais problemáticas do que contaminações em águas superficiais. O fluxo da água no subsolo é muito mais lento e varia com sua condutividade hidráulica. Dessa forma, os contaminantes ficam muito mais tempo no meio.

A água poluída por defensivos agrícolas prejudica diretamente a fauna e a flora aquática. Os compostos químicos, muitas vezes tendo nas suas formulações metais pesados, além de ficarem dissolvidos na água acumulam-se nos sedimentos e no organismo de seres vivos. O fato de algumas dessas substâncias químicas se acumularem em organismos vivos faz-se preocupante. Os efeitos para a saúde humana podem ser diversos, dentre eles os principais são: disfunção estomacal, do sistema nervoso e renal. Esses efeitos podem ser agudos, imediatos ou crônicos, a curto, médio ou longo prazo (VON SPERLING, 1996).

O principal problema associado à utilização de fertilizantes na agricultura é a eutrofização das águas, que tem como consequência direta o aumento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. Segundo Von Sperling (2005), os efeitos da eutrofização artificial podem ser considerados reações em cadeia que, por sua vez, se refletem na biodiversidade aquática e sobre o ser humano, em especial nos aspectos da saúde e lazer, além do campo econômico.

Atualmente, a eutrofização é reconhecida como um dos problemas mais importantes concernentes à qualidade de água. Um dos impactos mais preocupantes da aceleração do processo de eutrofização é o aumento da probabilidade de ocorrência de florações de algas, principalmente

as cianobactérias potencialmente tóxicas, as quais podem alterar a qualidade das águas, sobretudo no que tange ao abastecimento público. (LAMPARELLI, 2004).

No que diz respeito a pecuária, as principais atividades identificadas como potencialmente poluidoras nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas foram: criações extensivas (bovina, caprina, ovina e suína) e intensivas (aviária e piscícola). Dentre os impactos ambientais negativos gerados pela pecuária, quanto à influência na qualidade da água, pode-se citar como principal o aumento de nutrientes na água (eutrofização) oriundos dos dejetos e restos de rações dos animais, além da contaminação por fármacos (para controle de doenças e parasitas) utilizados nos animais.

Destaca-se dentre as atividades pecuárias citadas, a piscicultura. Em visitas técnicas aos reservatórios estudados e após análises de suas águas ficou claro que, para os açudes que têm atividade piscícola intensiva, as alterações na qualidade da água e susceptibilidade à eutrofização são significativamente maiores.

Entre as alterações na qualidade da água associadas à produção piscícola em tanques-rede estão o aumento no nível de nutrientes, turbidez e matéria orgânica no sedimento, diminuição da diversidade e biomassa de organismos bentônicos, redução de transparência, de concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, quedas no pH e, raramente, mudança na temperatura da água (CORNEL e WHORISKEY, 1993).

Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais. A digestibilidade da matéria seca das rações varia em torno de 70 a 75%. Isto significa que 25 a 30% do alimento fornecido entram nos corpos hídricos como material fecal, contribuindo significativamente para o aporte de nutrientes (KUBITZA, 1998).

O principal impacto negativo relacionado a qualidade da água causado pelas atividades industriais, quando em desconformidade com a Resolução Conama nº 430/2011, que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, é o despejo de águas residuárias no sistema de drenagem das bacias hidrográficas.

As águas residuárias industriais apresentam uma grande variação tanto na sua composição como na sua vazão, refletindo seus processos de produção. Originam-se em três pontos:

- a) águas sanitárias: efluentes de banheiros e cozinhas;
- b) águas de refrigeração: utilizadas para resfriamento de máquinas e equipamentos;
- c) águas de processos: têm contato direto com a matéria-prima do produto processado.

As características das águas sanitárias são as mesmas dos esgotos domésticos. Já as águas de resfriamento possuem dois impactos importantes que devem ser destacados.

O primeiro é a poluição térmica, pois nos seres vivos a elevação da temperatura da água provoca a aceleração do seu metabolismo, ou seja, ocorre um incremento das atividades químicas que ocorrem nas células. A aceleração do metabolismo provoca aumento da necessidade de oxigênio e, por conseguinte, aceleração do ritmo respiratório. Por outro lado, tais necessidades respiratórias ficam comprometidas porque a hemoglobina tem pouca afinidade com o oxigênio aquecido. Combinada e reforçada com outras formas de poluição ela pode desequilibrar o ambiente de forma imprevisível (MIERZWA, 2002). Estes mesmos impactos são observados em efluentes de usinas termoelétricas.

Em segundo lugar têm-se as águas de refrigeração, que são fontes potenciais de cromo (advindo das tubulações de aço), as quais são responsáveis por parte das altas concentrações de cromo hexavalente que recebe as águas do polo industrial (PEREIRA, 2004).

As águas de processos industriais têm características próprias do produto que está sendo fabricado. No geral, os efluentes potencialmente poluidores são os ricos em matéria orgânica, em metais pesados e em poluentes orgânicos persistentes (organoclorados).

Destaca-se também como fator impactante na qualidade da água a ocupação humana desordenada, sem infraestrutura de saneamento. A poluição hídrica por falta de infraestrutura de saneamento pode ser causada principalmente por efluentes domésticos e por resíduos sólidos dispostos em locais indevidos.

Nas Bacias Metropolitanas foram identificadas áreas com déficit em estrutura de saneamento, o que ocorre não só no estado do Ceará, mas em todo o Brasil. Em 2014, o percentual das áreas urbanas do estado cearense com abastecimento de água tratada era de 91,6% e 36,2% com esgotamento sanitário. Na área rural, apenas 30,3% tinham o serviço de abastecimento de água e 0,1% com esgotamento sanitário (IPECE, 2015). Esse baixo percentual de esgotamento



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E REFERÊNCIA OCEANOGRÁFICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

sanitário é preocupante, pois a falta de saneamento representa um risco direto à qualidade das águas.

As contaminações por efluentes domésticos identificadas nas Bacias Metropolitanas ocorrem por lançamento a céu aberto e em galerias pluviais, e pela presença de fossas rudimentares próximas às bacias hidráulicas dos reservatórios.

O esgoto doméstico é constituído por matéria orgânica biodegradável, microrganismos (bactérias, vírus, etc.), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais. Dessa forma, não só propicia ao fenômeno de eutrofização dos corpos hídricos, que já é uma condição de grande risco a qualidade da água, como se torna um transmissor de doenças de veiculação hídrica (ZOBY, 2008).

Os impactos negativos na qualidade hídrica gerados pela disposição indevida de resíduos sólidos, ou seja, em desconformidade com a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, podem ocorrer por lançamento direto nos corpos hídricos ou por lixiviados dessa massa de resíduos disposta no solo. Os principais efeitos da presença dos resíduos sólidos ou seus derivados em corpos hídricos são: elevação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), redução dos níveis de oxigênio dissolvido, formação de correntes ácidas, maior carga de sedimentos, elevada presença de coliformes, aumento da turbidez e intoxicação de organismos presentes no ecossistema local, incluindo o homem, quando este utiliza água contaminada para consumo.

Os subtópicos a seguir resumem os principais impactos identificados nos levantamentos realizados durante a elaboração dos Inventários Ambientais de Açudes - IVAs, com influência na qualidade das águas dos reservatórios de interesse.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais ações antrópicas causadoras de impactos ambientais negativos nas áreas de influência dos reservatórios em análise. Ressalta-se que descrições e comentários mais criteriosos são apresentados no produto denominado “R12 - Avaliação de Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos”.



Tabela 1 - Principais ações antrópicas causadoras de impactos identificadas nas áreas de influência de açudes das Bacias Metropolitanas

Principais impactos identificados	Reservatórios				
	Aracoiaba	Catucinzenta	Gavião	Malcozinhado	Maranguapinho
Desmatamento das APPs	×	×	×	×	×
Piscicultura intensiva	×	×	-	×*	-
Prática de pecuária extensiva em APPs	×	×	×	×	×
Prática de pecuária extensiva em área inundável do reservatório	×	×	×	×	×
Lançamento de esgoto <i>in natura</i> nos cursos d'água	×	×	×	×	×
Disposição indevida de resíduos sólidos na área de influência	×	×	×	×	×
Prática de agricultura em APPs	×	×	-	×	-
Mineração ilegal na área de influência (extração de areia)	×	×	×	-	-

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* Devido ao baixo volume de água armazenada no reservatório em 2016, a atividade de piscicultura intensiva foi transferida para o açude Castanhão.

## 2.2 Capacidade de suporte de reservatórios

A capacidade de suporte de cada reservatório foi estimada utilizando-se como base o limite do fósforo da classificação de Carlson (1977), adaptado por Toledo *et al* (1983), onde a concentração de fósforo total igual a 0,05 mg/L é o limite máximo da classe mesotrófica, aplicado na fórmula de Vollenweider (1976) modificada para climas tropicais por Salas e Martino (1991). Também foram calculadas as cargas com base nas concentrações de fósforo identificadas na campanha de campo realizada em agosto de 2016 e na média da série histórica. Tais metodologias também se encontram descritas no Produto R7 - Inventários Ambientais dos Açudes Estratégicos das Bacias Metropolitanas.

### 2.2.1 Resultados

A Tabela 2 apresenta, em diferentes condições, as respectivas cargas de fósforo para os reservatórios localizados nas Bacias Metropolitanas. Vale ressaltar que a capacidade de suporte no

Açude Gavião é extremamente alta para o seu volume, devido ao baixo tempo de residência da água nesse reservatório.

Tabela 2 - Capacidade de suporte, estimativa de cargas recebidas e variáveis utilizadas - Açudes das Bacias Metropolitanas

Reservatório	Tempo de residência (ano)	Volume médio (m <sup>3</sup> )	* Fósforo mg/L	** Fósforo mg/L	*** Fósforo mg/L	I Carga (kg/ano)	II Carga (kg/ano)	III Carga (kg/ano)
Aracoiaba	2,04	113.387.674	0,05	0,124	0,089	10.717,8	26.580,2	19.077,7
Catucinzenta	1,75	13.115.329	0,05	0,213	0,165	1.366,1	5.819,8	4.508,3
Gavião	0,054	30.377.194	0,05	0,054	0,133	40.696,7	43.952,4	108.253,1
Malcozinhado	2,00	25.026.756	0,05	0,029	0,189	2.395,3	1.389,3	9.054,3
Maranguapinho	1,00	8.291.905	0,05	0,147	0,350	1.243,8	3.656,7	8.706,5

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* limite para classe mesotrófica; \*\* média das concentrações em diferentes profundidades, conforme dados de campanha de campo realizada em 2016; \*\*\* média das concentrações da série histórica; I capacidade de suporte para manter a concentração em 0,05 P mg/L; II carga recebida com base nas concentrações de campanha de campo realizada em 2016; III carga recebida com base na média das séries históricas.

### 2.3 Dinâmica da qualidade das águas superficiais

A compreensão da dinâmica dos parâmetros físicos, químicos e biológicos nos corpos d'água são essenciais para entender o funcionamento desses ecossistemas, de acordo com os fatores antrópicos impostos, o que, por sua vez, permite o desenvolvimento de estratégias adequadas de gerenciamento e conservação de seus recursos.

Esses fatores antrópicos impostos aos ecossistemas aquáticos apresentam diferentes origens e formas. Entretanto, podem ser mensurados a partir de análises das variáveis de qualidade da água, com base em informações contidas nos produtos R4 - Relatório de Coleta e Diagnóstico das Águas das Bacias Metropolitanas e R12 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos para cada reservatório estudado, para cada reservatório estudado.

Nos subtópicos seguintes, referentes as amostragens de água realizadas pela Nippon Koei Lac, serão apresentados os resultados dos Índices de Qualidade de Água de Reservatório, Estado Trófico e suas respectivas variáveis.

### 2.3.1 *Qualidade de água dos reservatórios*

A seguir apresenta-se os valores das variáveis utilizadas nos cálculos dos índices, classificações tróficas e relação N:P. A classificação final do estado de trofia foi realizada em constante diálogo com a Cogerh. As diretrizes para interpretação das classes de estado trófico são (BRASIL, 2000a):

**Oligotrófico** - Corpos d'água que possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água;

**Mesotrófico** - São águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos;

**Eutrófico** - São os corpos d'água com alta produtividade, em geral de baixa transparência, afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos;

**Hipereutrófico** - São águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, podendo ocorrer episódios de florações tóxicas e mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Os reservatórios Gavião e Malcozinhado foram classificados como eutróficos. Nesse estado, a água já apresenta características que comprometem o uso para abastecimento humano, com florações de espécies de cianobactérias potencialmente produtoras de cianotoxinas. Como exemplo, cita-se as espécies *Aphanocapsasp* (que são possíveis produtoras de microcistina) e *Cylindrospermopsis raciborskii* (espécie produtora de neurotoxinas que estão entre as mais nocivas já analisadas) (GONÇALVES, 2005).

Os reservatórios Aracoiaíba, Catucinzena e Maranguapinho tiveram as classificações mais severas (hipereutrófico). Nessa classificação, a qualidade do corpo hídrico é comprometida significativamente pelas elevadas cargas de matéria orgânica e nutrientes, e por florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, apresentadas e comentadas no R4 - Relatório de Coleta e Diagnóstico das águas das Bacias Metropolitanas, comprometendo o uso para abastecimento humano. Dentre os impactos antrópicos impostos a esses reservatórios é suposto que um dos mais significantes seja a prática da piscicultura intensiva, pois segundo Folke e Kautsky (1992), 13%



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
TECNOLOGIA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

do nitrogênio e 66% do fósforo aportado via ração sofre sedimentação; 25% do nitrogênio e 23% do fósforo são convertidos em massa (carne) e 62% de nitrogênio e 11% de fósforo ficam dissolvidos na água.

A Tabela 3 apresenta, para cada reservatório, os valores das variáveis utilizadas no cálculo do IET e suas respectivas classificações.





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Tabela 3 - Valores das variáveis utilizadas nos cálculos do IET, resultados e suas respectivas classificações

<b>Bacias Metropolitanas</b>					
<b>Reservatório</b>	<b>Gavião</b>	<b>Maranguapinho</b>	<b>Aracoiaba</b>	<b>Catucinzenta</b>	<b>Malcozinhado</b>
<b>Data da coleta</b>	<b>02/08/2016</b>	<b>02/08/2016</b>	<b>03/08/2016</b>	<b>04/08/2016</b>	<b>04/08/2016</b>
Profundidade de Coleta (m)	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Fósforo Total (mg/L)	0,052	0,144	0,065	0,216	0,027
Nitrogênio Total (mg N/L)	1,537	2,137	1,250	5,425	3,387
Clorofila-a (µg/L)	58,10	122,400	60,100	112,400	30,100
Cianobactérias (células/mL)	299539	693426	418797	2909244	141201
Transparência (m)	0,700	0,500	0,700	0,300	1,000
N:P	65,360	32,820	42,530	55,540	277,400
Nutriente Limitante	Fósforo	Fósforo	Fósforo	Fósforo	Fósforo
IET - Classe	62,510 - EUTRÓFICO	73,600 - EUTRÓFICO	64,290 - EUTRÓFICO	76,090 - HIPEREUTRÓFICO	54,490 - EUTRÓFICO
Cont. de Cian. - Classe	299539 - EUTRÓFICO	693426 - HIPEREUTRÓFICO	418797 - HIPEREUTRÓFICO	2909244 - HIPEREUTRÓFICO	141201 - EUTRÓFICO
Transparência - Classe	0,700 - HIPEREUTRÓFICO	0,500 - HIPEREUTRÓFICO	0,700 - HIPEREUTRÓFICO	0,300 - HIPEREUTRÓFICO	1,00 - EUTRÓFICO
Classificação final	EUTRÓFICO	HIPEREUTRÓFICO	HIPEREUTRÓFICO	HIPEREUTRÓFICO	EUTRÓFICO

Fonte: adaptado dos laudos da Cagece 0564, 0566, 0570, 0581, 0583, 20564, 20566, 20570, 20581, 20583\_2016 e medições *in loco* realizadas pela Nippon Koei Lac (2017).

Nota: relação N:P em mol.



Concernente ao Índice de Qualidade de Água de Reservatório, dependendo do valor obtido, os reservatórios podem ser classificados em diferentes níveis de comprometimento (classes I a VI), demonstrando a atual situação da qualidade das águas. A depender do nível de comprometimento, as seis classes de qualidade de água estabelecidas são definidas como (IAP, 2004):

**Classe I** - Não impactado a muito pouco degradado: corpos de água saturados de oxigênio, baixa concentração de nutrientes, concentração de matéria orgânica muito baixa, alta transparência das águas, densidade de algas muito baixa, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média;

**Classe II** - Pouco degradado: corpos de água com pequeno aporte de nutrientes orgânicos, inorgânicos e matéria orgânica, pequena depleção de oxigênio dissolvido, transparência das águas relativamente alta, baixa densidade de algas, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média;

**Classe III** - Moderadamente degradado: corpos de água que apresentam um déficit considerável de oxigênio dissolvido na coluna d' água, podendo ocorrer anoxia na camada de água próxima ao fundo em determinados períodos. Médio aporte de nutrientes e matéria orgânica, grande variedade e densidade de algumas espécies de algas, sendo que algumas espécies podem ser predominantes. Tendência moderada a eutrofização. Tempo de residência das águas considerável;

**Classe IV** - Criticamente degradado a poluído: corpos de água com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido da coluna d'água, aporte de consideráveis cargas de nutrientes, alta tendência a eutrofização, ocasionalmente com desenvolvimento maciço de populações de algas ou cianobactérias, ocorrência de reciclagem de nutrientes, baixa transparência das águas, associada principalmente a alta turbidez biogênica. A partir desta Classe é possível a ocorrência de mortandade de peixes em determinados períodos de acentuado déficit de oxigênio dissolvido;

**Classe V** - Muito poluído: corpos de água com altas concentrações de matéria orgânica, geralmente com supersaturação de oxigênio dissolvido na camada superficial e baixa saturação na camada de fundo. Grande aporte e alta reciclagem de nutrientes. Corpos de água eutrofizados, com florações de algas ou cianobactérias que frequentemente cobrem grandes extensões da superfície da água, o que limita a sua transparência;

**Classe VI** - Extremamente poluído: corpos de água com condições bióticas seriamente restritas, resultante de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido. Ocasionalmente ocorrem processos de anoxia em toda a coluna de água. Aporte e reciclagem de nutrientes muito altos. Corpos de água hipereutrófico, com intensas florações de algas ou cianobactérias cobrindo todo o espelho d'água. Eventual presença de substâncias tóxicas.

De início, destaca-se o fato de a variável “déficit de oxigênio” ter influenciado significativamente no cálculo dos índices. Por se tratar da variável de maior peso no cálculo do IQAR, os déficits baixos, e na maioria das vezes nulos, causados por fatores adversos, distorceram a classificação da variável.

Nos cinco reservatórios de interesse, os fatores que influenciaram o índice de forma mais significativa foram: concentrações de “clorofila-a”, “DQO” e “contagem de cianobactérias”. Os valores e resultados são apresentados na Tabela 4. A avaliação da qualidade das águas dos reservatórios foi realizada pelo IQAR com base em dados advindos das análises de água realizadas pela Nippon Koei Lac.

Não foram registradas zonas anóxicas em nenhum dos reservatórios analisados do presente relatório, esse fato exemplifica bem como as formações dessas zonas não são inteiramente dependentes de condições de qualidade da água, sendo muito mais dependentes das conformações dos reservatórios e dos fenômenos físico-naturais, como o vento.

Os reservatórios que obtiveram classificação mais severa foram o Aracoiaba e o Catucinzenta. O IQAR calculado os enquadraram na classe V, indicando que esses corpos hídricos recebem grandes cargas de matéria orgânica, apresentando supersaturação de oxigênio nas zonas eufóticas, estados de trofia críticos e, conseqüentemente, com florações de cianobactérias. Logo, condizentes com seus estados de trofia anteriormente comentados.

Os demais reservatórios (Gavião, Malcozinhado e Maranguapinho) obtiveram classificação IV, constatando-se tendência a eutrofização, floração de cianobactérias e teores anormais de macronutrientes.

Tabela 4 - Variáveis utilizadas no cálculo, resultados e respectivas classificações do IQAR

Bacias Metropolitanas															
Reservatório	Gavião			Maranguapinho			Aracoiaba			Catucinzenta			Malcozinhado		
Data da coleta	02/08/2016			02/08/2016			03/08/2016			04/08/2016			04/08/2016		
Profundidade	Prof. I	Prof. II	Prof. III	Prof. I	Prof. II	Prof. III	Prof. I	Prof. II	Prof. III	Prof. I	Prof. II	Prof. III	Prof. I	Prof. II	Prof. III
Prof. de Coleta (m)	0,300	6,50		0,300	3,800		0,300	7,600		0,300	2,500		0,300	4,250	
P Total (mg/L)	0,052	0,056		0,144	0,150		0,065	0,182		0,216	0,210		0,027	0,030	
N-NH <sub>3</sub> (mg/L)	0,270	0,26		0,380	0,360		0,340	0,420		1,060	0,730		0,630	0,710	
N-Nitrito (mg/L)	<0,010	<0,010		<0,010	<0,010		<0,010	<0,010		<0,010	<0,010		<0,010	0,110	
N-Nitrato (mg/L)	<0,100	<0,100		<0,100	<0,100		0,150	0,180		<0,100	<0,100		0,140	0,150	
DQO (mg/L)	25,450	28,450		52,290	42,760		28,450	37,990		157,240	131,200		81,480	88,580	
Clorofila-a (µg/L)	58,060			122,400			60,100			112,400			30,100		
Cianobactérias (células/mL)	299539			693426			418797			2909244			141201		
Média Déficit OD (%)	5,760			0,050			21,450			18,850			2,940		
Transparência (m)	0,700			0,500			0,700			0,300			1,000		
Profundidade Média (m)	5,300			4,600			5,900			3,500			4,200		
Tempo de Residência (dias)	20,000			368,000			746,000			639,000			730,000		
IQAR - CLASSE	3,960 - CLASSE IV			4,450 - CLASSE IV			4,770 - CLASSE V			4,920 - CLASSE V			4,120 - CLASSE IV		

Fonte: adaptado dos laudos da Cagece 0564, 0565, 0566, 0567, 0570, 0571, 0581, 0582, 0583, 0584\_2016 e medições *in loco* realizadas pela Nippon Koei Lac (2017).

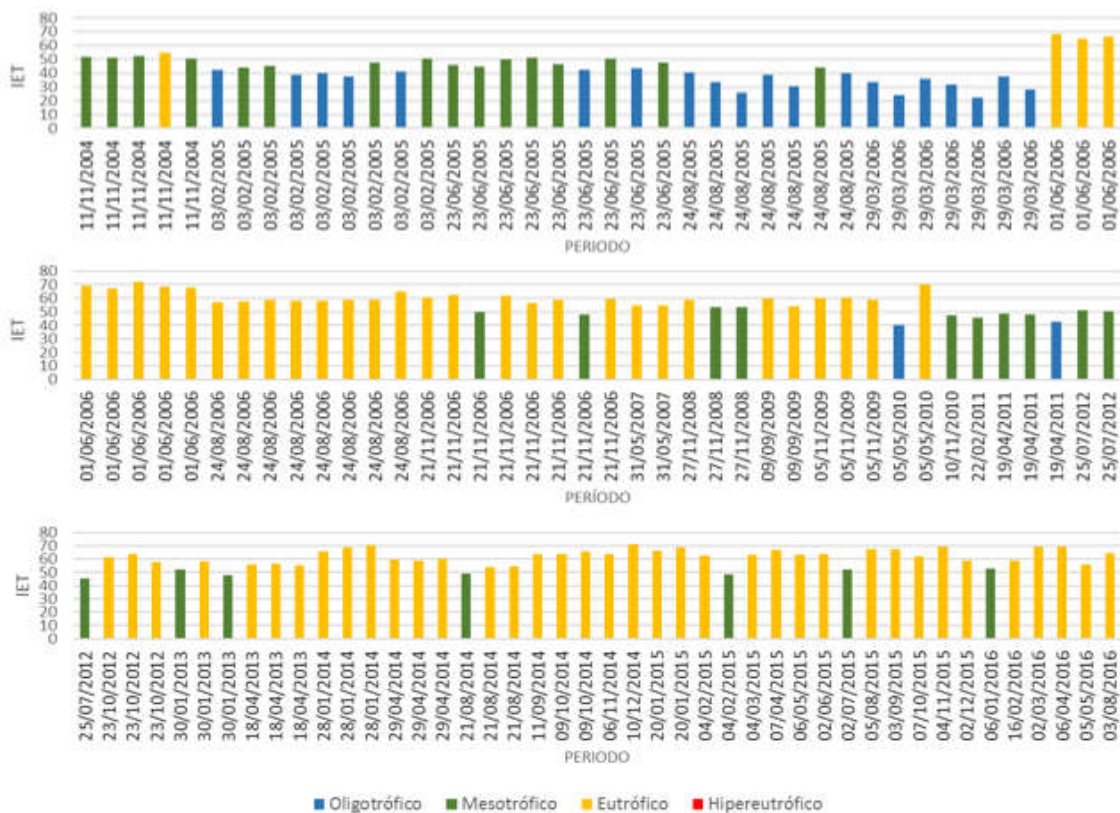
Nota: foram adotados os limites de quantificação (LQ) do método da análise, para variáveis que obtinham concentrações inferiores ao limite.

### 2.3.2 Índice de Estado Trófico acerca da série histórica

A seguir são apresentados os resultados dos cálculos do índice de estado trófico de Carlson (1977), adaptado por Toledo *et al.* (1983), realizados a partir de valores da série histórica das variáveis de qualidade de água do banco de dados da Cogerh. Todavia, é prudente lembrar que nas adaptações realizadas por Toledo *et al.* (1983) foram utilizados dados de uma pesquisa realizada em reservatório na região Sudeste do Brasil. Diante disso, não seria criterioso tomar como determinante o índice obtido, já que o presente estudo trata dados do semiárido cearense. Logo, adverte-se que tais aferições servem apenas para analisar o potencial à eutrofização ao longo do tempo.

A Figura 1 apresenta resultados de classificações para 124 índices de estado trófico calculados para o reservatório Aracoiaba. Nota-se que a classificação eutrófica é predominante desde o ano de 2006, com melhoria de qualidade considerável apenas nos anos de 2011 e 2012, devido à pluviosidade de 2011 haver sido acima da média, próximo de 1.200 mm.

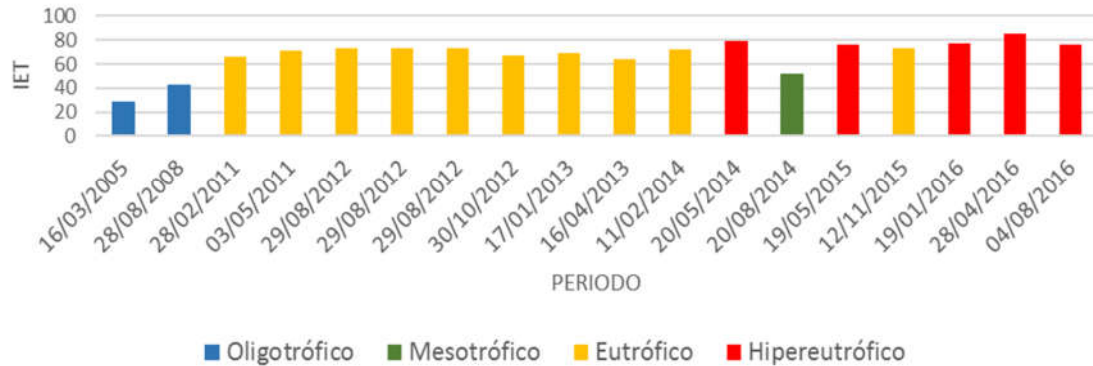
Figura 1 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Aracoiaba



Fonte: Nippon Koei Lac (2016).

A Figura 2 apresenta a distribuição ao longo do tempo das classificações de trofia determinadas pelos 18 índices de estado trófico calculados (IET) para o reservatório Catucinzenta. Nota-se que o reservatório exibe resultados bastante preocupantes, posto a predominância das faixas do IET eutrófico. Vale mais uma vez ressaltar a existência de piscicultura intensiva no lago do reservatório.

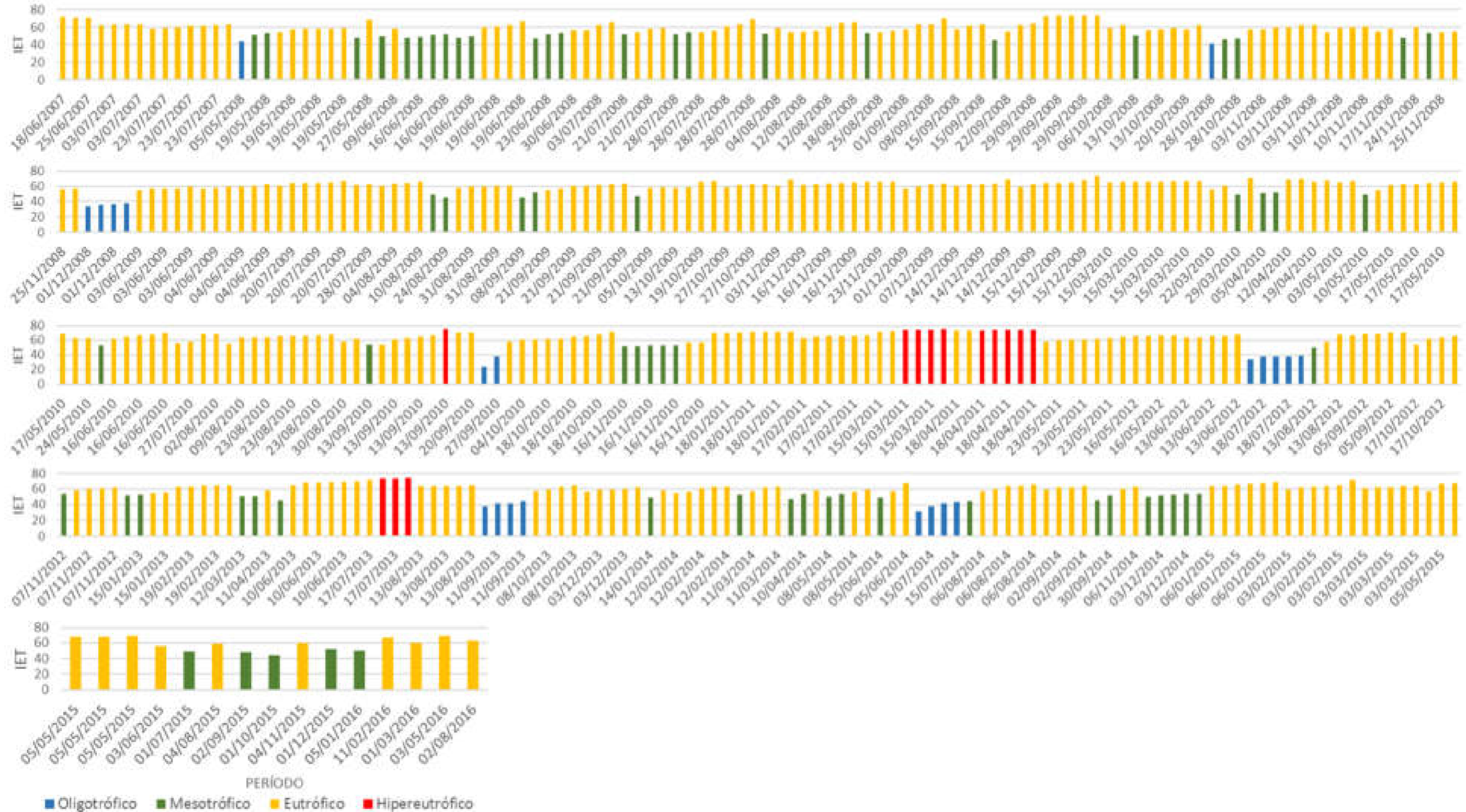
Figura 2 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Catucinzenta



Fonte: Nippon Koei Lac (2016).

A Figura 3 foi gerada com base nas classificações de estado trófico determinadas pelos 1.115 IET calculados para o reservatório Gavião. Assinale-se que apenas uma parte da classificação ao longo do tempo foi plotada. Em análise do gráfico apresentado na Figura 3 é notória a predominância da classe eutrófica. Assinale-se também que as variações de estado ao longo da série temporal não demonstram sazonalidade bem definida. Tais trajetórias evolutivas estão associadas às variações de cargas de poluentes lançadas na bacia hidrográfica do reservatório e também à qualidade da água dos reservatórios Riachão, Pacoti e Pacajus, interligados ao Gavião em um sistema integrado.

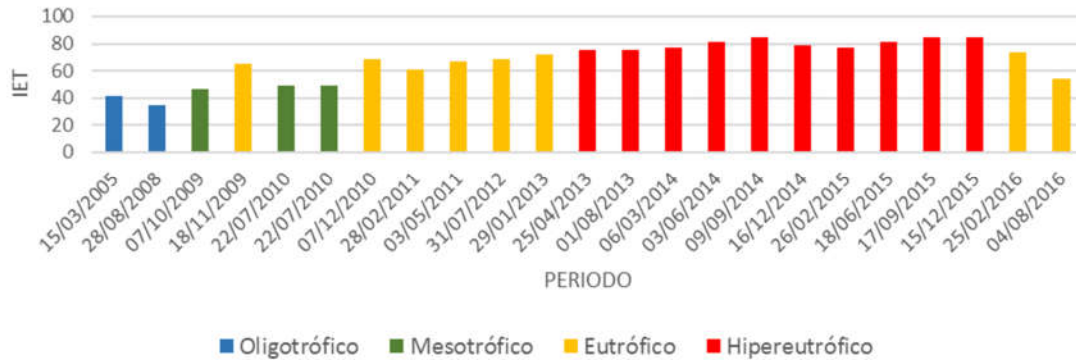
Figura 3 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Gavião



Fonte: Nippon Koei Lac (2016).

A Figura 4 apresenta resultados de classificações para 23 índices de estado trófico calculados para o reservatório Malcozinhado. Nota-se que a classificação hipereutrófico é predominante desde o ano de 2013.

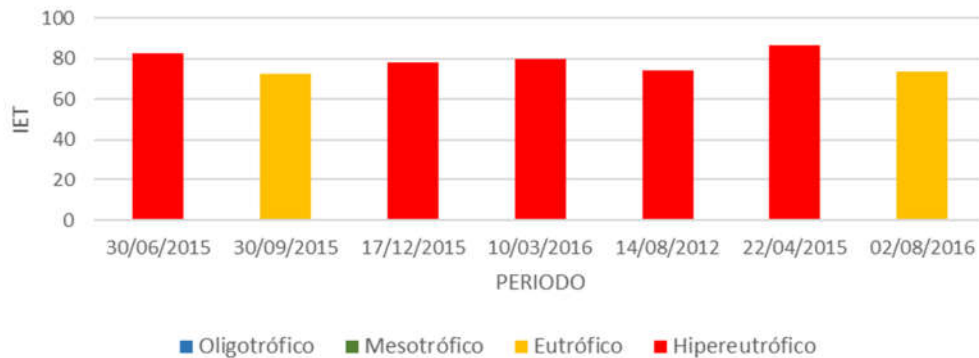
Figura 4 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Malcozinhado



Fonte: Nippon Koei Lac (2016).

A Figura 5 apresenta a distribuição do estado de trofia para o reservatório Maranguapinho, bem como os valores do estado trófico calculados, considerando os dados existentes.

Figura 5 - Índice de estado trófico aplicado para série histórica do Reservatório Maranguapinho



Fonte: Nippon Koei Lac (2016).

## 2.4 Dinâmica da qualidade das águas subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas é resultante, a princípio, da dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos percolados. Entretanto, a qualidade pode ser afetada por outros fatores, como a própria composição da água de recarga, tempo de contato



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas (SILVA e ARAÚJO, 2003).

Devido ao maior contato com os materiais geológicos, baixa velocidade de fluxo e maiores pressões e temperaturas, as águas subterrâneas são geralmente mais mineralizadas do que as águas superficiais. Pelas mesmas razões, possuem menores teores de matérias em suspensão e matéria orgânica, esta última devido à ação dos microrganismos presentes no solo. Também, devido as suas condições de circulação, as águas subterrâneas tendem a possuir menor teor de oxigênio dissolvido do que as superficiais (SCHAFER, 1985).

As análises apresentadas a seguir são oriundas do documento intitulado “Reavaliação Qualitativa de Riscos dos Mananciais de Água Subterrânea na Região Metropolitana de Fortaleza no Estado do Ceará” (SRH, 2008). Para elaboração do documento em questão, utilizou-se como principais fontes de aquisição de dados o Relatório final do “Projeto de Monitoramento/Gestão de Água Subterrânea de Micro-Áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza”, elaborado pelo consórcio Golder-Pivot (2006), os dados dos poços de exploração de águas subterrâneas localizados na Região Metropolitana de Fortaleza, constantes do SIAGAS – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2007), atualizados até 2007, e os Mapas digitais vetoriais diversos fornecidos pelo departamento de informática da Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH/CE.

Para a coleta de amostras subterrâneas foram escolhidos, de acordo com alguns critérios de seleção, 60 poços de um universo de 969, localizados na área de estudo. Foram realizadas três campanhas de coleta de amostras de água subterrânea em cada um dos poços selecionados. A 1ª Campanha foi realizada entre os dias 27 de fevereiro e 14 de março de 2008, a 2ª Campanha foi realizada entre os dias 15 e 26 de maio de 2008 e a 3ª Campanha foi realizada entre os dias 6 e 13 de outubro de 2008. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas, respectivamente, pelo Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada do Centro de Geociências e pelo Laboratório de Recursos Aquáticos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza/CE.

Os resultados analíticos das campanhas de amostragem de água foram comparados com os valores máximos estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, vigente à época da realização das análises, que estabelecia os procedimentos e responsabilidades relativos



ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Tabela 5 indica o número de amostras que apresentaram valores em desacordo com limites estabelecidos pela Portaria citada. Destaca-se que tal norma foi substituída pela Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 05/2017, porém, não foram identificadas alterações quanto aos valores máximos permitidos para os parâmetros analisados.

Tabela 5 - Número de amostras em desacordo com a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº 05/2017

Parâmetro (VMP*)	Nº amostras que excedem o VMP		
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha
NO <sub>3</sub> (10 mg N/L)	30	36	34
NO <sub>2</sub> (1 mg N/L)	0	0	0
NH <sub>4</sub> (1 mg N/L)	4	2	3
pH (>6 e <9,5)	22	19	21
Na (200 mg/L)	3	1	1
Cl (250 mg/L)	5	3	2
Fe (0,3 mg/L)	8	5	4
Dureza Total (500 mg/L)	1	1	0
STD (1000 mg/L)	1	1	1
Coliformes totais (ausência em 100 ml)	7	9	5
Coliformes fecais (ausência em 100 ml)	5	4	1

Fonte: SRH (2008), com adaptação de Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* Valor Máximo Permitido, conforme a Portaria MS nº 518/2004 e Portaria de Consolidação nº 05/2017.

Os resultados obtidos permitiram afirmar que: a taxa de amostras de água subterrânea que excederam o VMP para nitrato variava entre 50% na 1ª campanha e 60% na 2ª campanha; as concentrações de nitrito não excederam o VMP, fato esse que deve estar associado com a rápida oxidação do nitrito para nitrato; poucas foram as amostras de água subterrânea que possuíam concentrações de nitrogênio amoniacal total que excediam o VMP, de modo que, as que apresentaram tal comportamento podem estar indicando proximidade da fonte de contaminação da água subterrânea por compostos nitrogenados. As águas tenderam a ser bastante ácidas, visto que, aproximadamente, 1/3 das amostras estavam fora do intervalo permitido; por fim, menos de 12% das amostras coletadas apresentaram coliformes totais.

## 2.5 Avaliação hídrica qualitativa

Neste tópico será brevemente comentado o funcionamento do Modelo de Simulação Quali-quantitativo Multiobjetivo utilizado. No produto denominado R12 - Avaliação da Segurança



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Hídrica: Aspectos Qualitativos poderão ser obtidas informações mais detalhadas sobre a avaliação realizada.

O modelo de simulação/otimização trabalha com escala de tempo mensal e possui em seu núcleo um algoritmo de otimização que utiliza técnicas como a Programação Linear Sequencial e o Método por Aproximações Lineares. Em sua essência, é um modelo de simulação, apesar de incluir um processo de otimização. O modelo aborda um planejamento de alocação que é realizado para um dado mês  $t$  em função das condições do sistema no mês  $t-1$ .

O modelo permite otimizar mensalmente os usos múltiplos de sistemas de reservatórios, considerando variáveis hidroclimáticas (precipitação, evaporação), hidráulicas (características dos componentes hidráulicos do sistema), as demandas (abastecimento, agrícolas, etc.) e parâmetros de qualidade da água (a demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, clorofila-a e coliformes termotolerantes).

As leis de conservação da massa são aplicadas aos reservatórios e aos nós que compõem a topologia do sistema hidráulico considerado. Igualmente, são implementadas na modelagem as limitações físicas e operacionais dos componentes do sistema. Na presente aplicação, as vazões destinadas foram as regularizadas com 99% de garantia para cada corpo d'água de interesse. As concentrações simuladas e referentes aos parâmetros de qualidade da água são determinadas mês a mês de forma integrada com os volumes disponíveis em todos os componentes considerados (reservatórios e/ou pontos de controle), procurando satisfazer metas que estão de acordo com a Resolução Conama nº 357/05, que estabelece os padrões de qualidade dos corpos hídricos por classe, sendo a classe 2 para água doce a principal referência.

A função multiobjectivo consegue integrar, ao mesmo tempo, tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos da água. Essa função baseia-se no Método das Ponderações que, dado as características do problema, requer a normalização de cada objetivo. Os objetivos são aliados a pesos que permitem a definição de cada prioridade de atendimento e de operação.

Dada a natureza das principais fontes poluidoras que são, em geral, esgotos e drenagem de irrigação, além de atividades econômicas desenvolvidas diretamente no lago, o modelo considera como parâmetros base de qualidade para o planejamento do uso de água em uma bacia hidrográfica, a demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, clorofila-a e coliformes termotolerantes. Para estimar a qualidade da água de rios e



reservatórios e avaliar os níveis de poluição deve-se, também, conhecer suas fontes e os processos de autodepuração associados aos parâmetros de qualidade de água considerados. No presente caso, o foco diz respeito aos 5 (cinco) reservatórios das Bacias Metropolitanas.

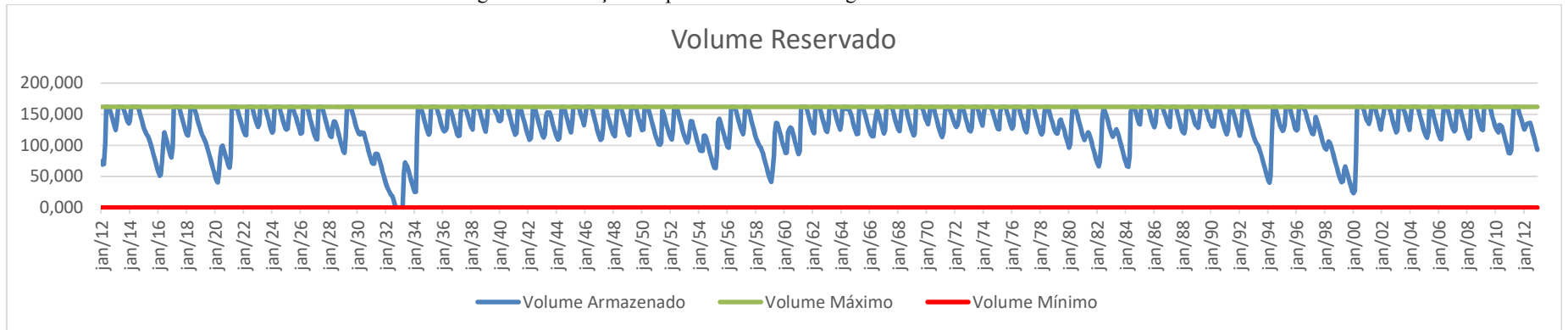
Seguindo com os resultados obtidos, após a modelagem matemática descrita ser aplicada aos reservatórios de interesse nas bacias Metropolitanas, destaca-se que a natureza qualiquantitativa do modelo, agora utilizado, voltou a considerar de maneira conjunta, tanto o atendimento das demandas quantitativas como a manutenção dos níveis qualitativos desejáveis, traduzidos pelos parâmetros considerados.

Na sequência, para os 5 (cinco) reservatórios das Bacias Metropolitanas, são mostrados os gráficos da evolução temporal das principais variáveis de interesse, obtidos através da resolução dos modelos de otimização mensal (Figura 6 a 45).

Verifica-se, ao longo do tempo considerado na simulação/otimização, que há o extrapolamento dos limites normativos para as diversas Classes de uso das águas de cada um dos 5 reservatórios estudados, sendo essa temática abordada com mais detalhes no R11 - Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios. O elemento fósforo é, sem dúvida, um dos maiores comprometedores da qualidade das águas nos corpos hídricos considerados.

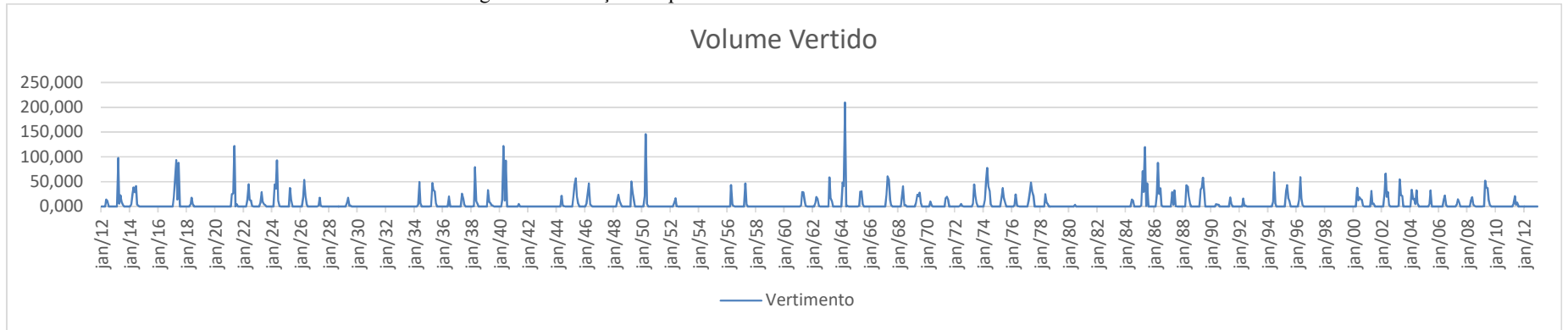
Para a série temporal considerada na modelagem, conforme esperado, verifica-se haver grande variabilidade nas concentrações dos parâmetros qualitativos de interesse, bem como sua dependência de fatores bem conhecidos, como o nível de armazenamento propiciado pelos aportes naturais, profundidades e tempo de residência.

Figura 6 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Aracoiaba



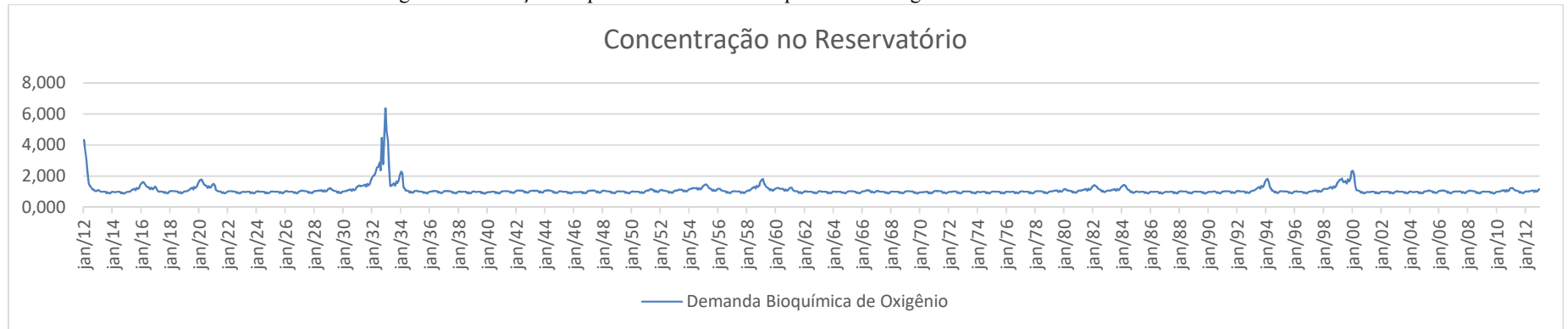
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 7 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Aracoiaba



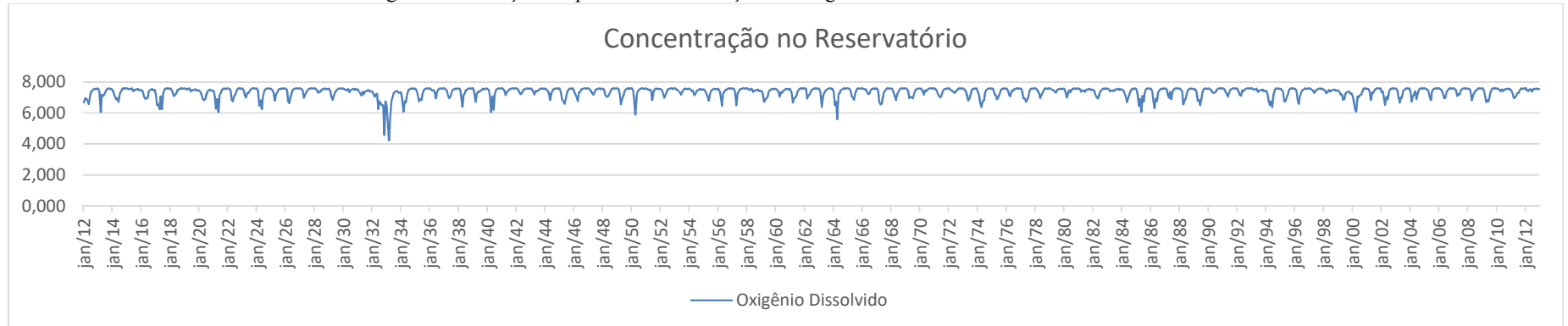
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 8 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Aracoiaba



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 9 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Aracoiaba



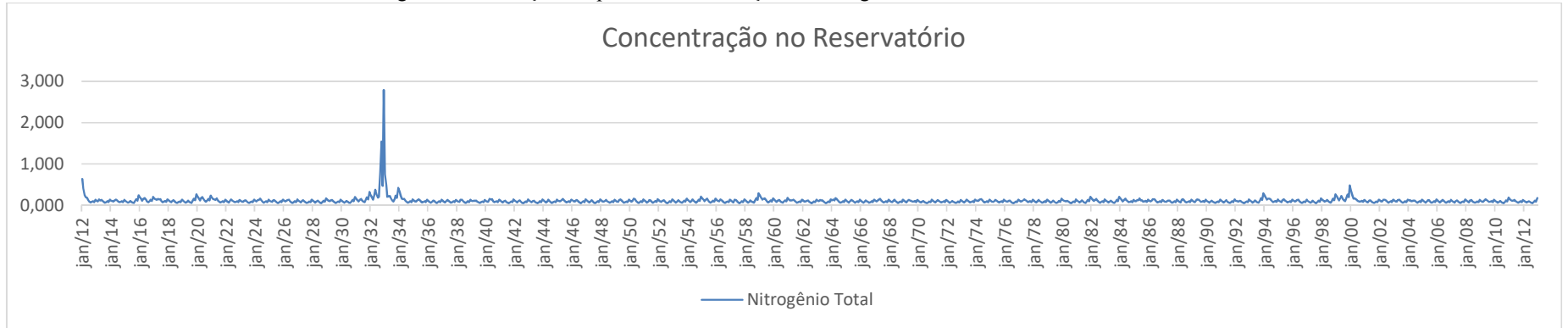
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ

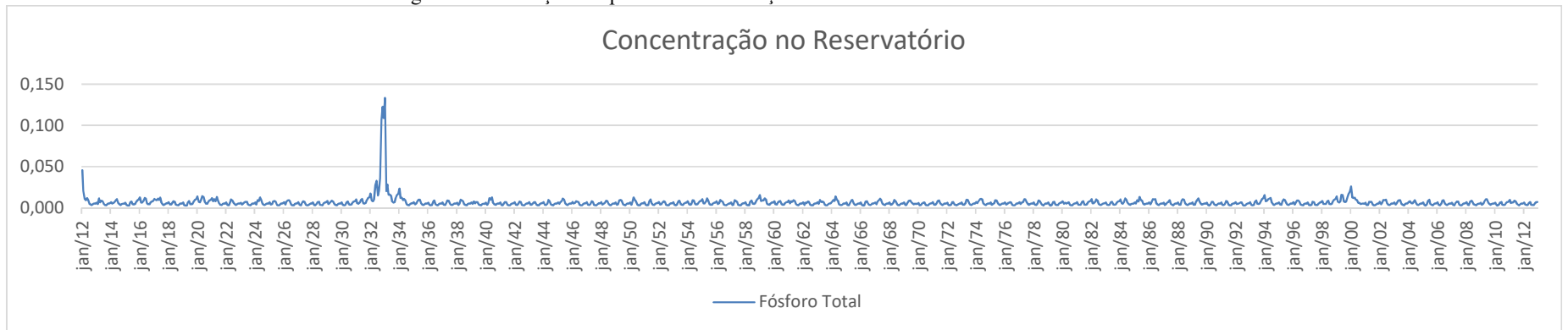


Figura 10 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Aracoiaba



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 11 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Aracoiaba



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

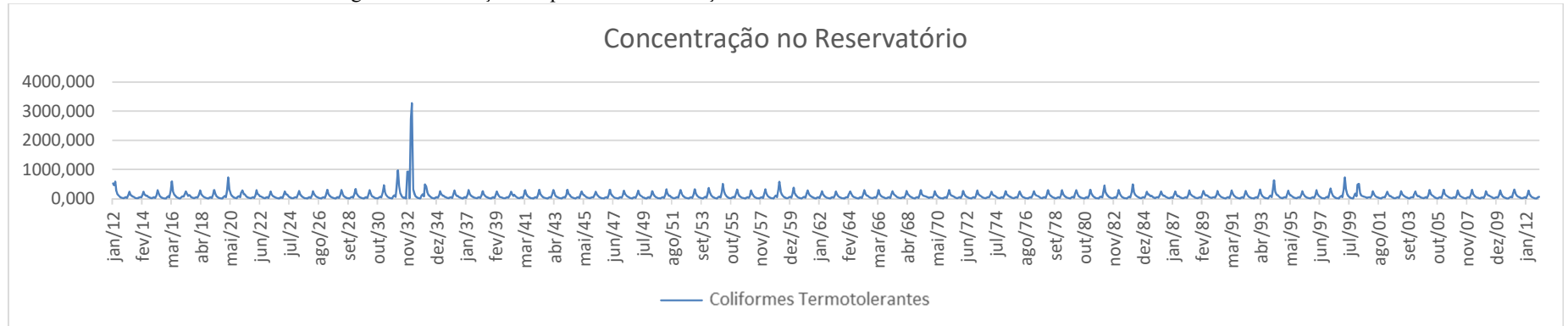


Figura 12 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Aracoiaíba



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 13 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Aracoiaíba



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



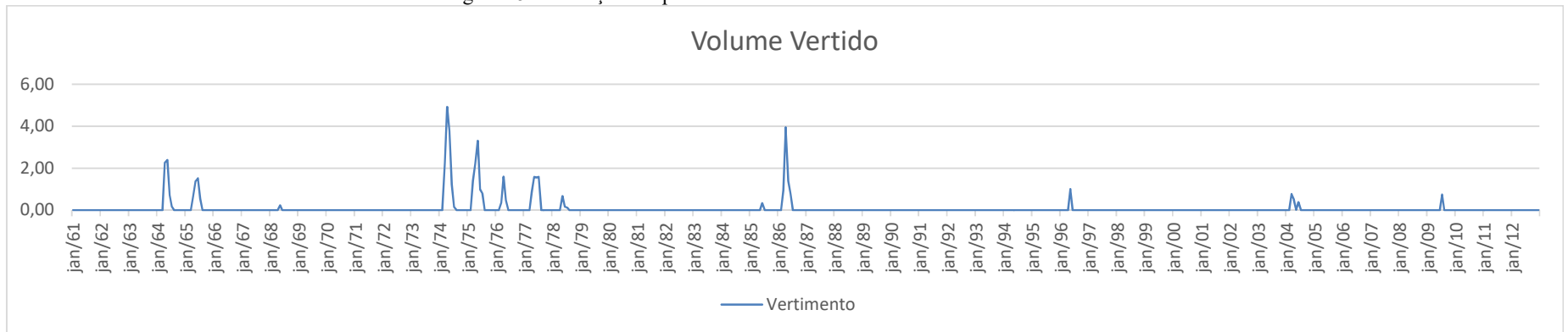
**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Figura 14 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Catucinzenta



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

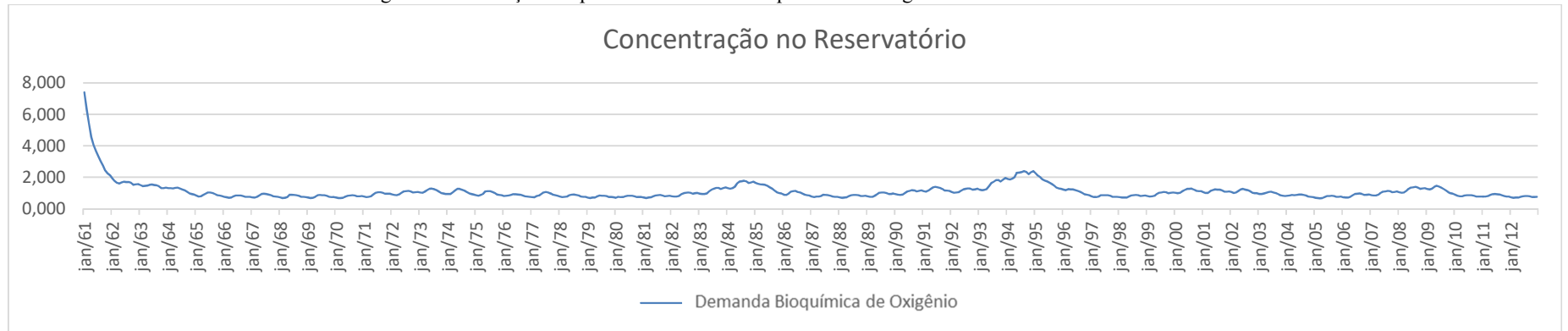
Figura 15 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Catucinzenta



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

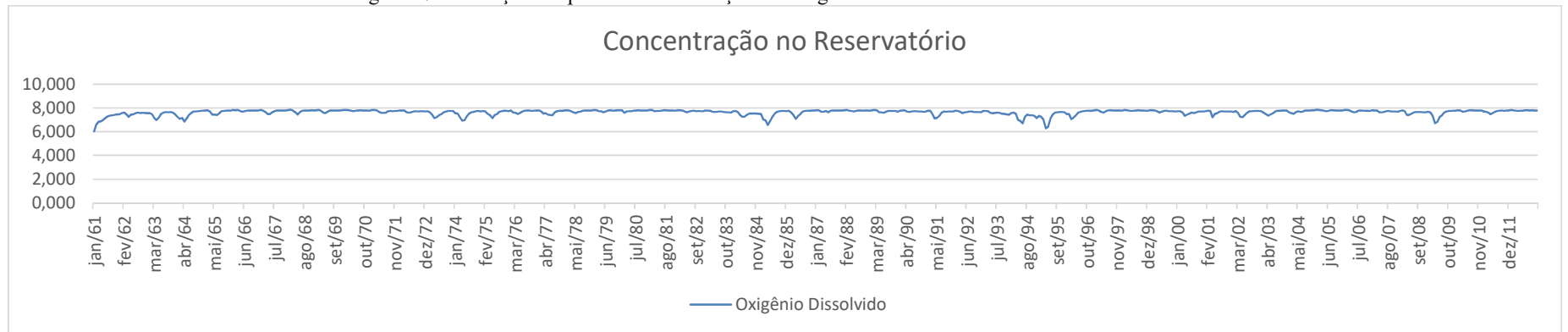


Figura 16 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Catucinzenta



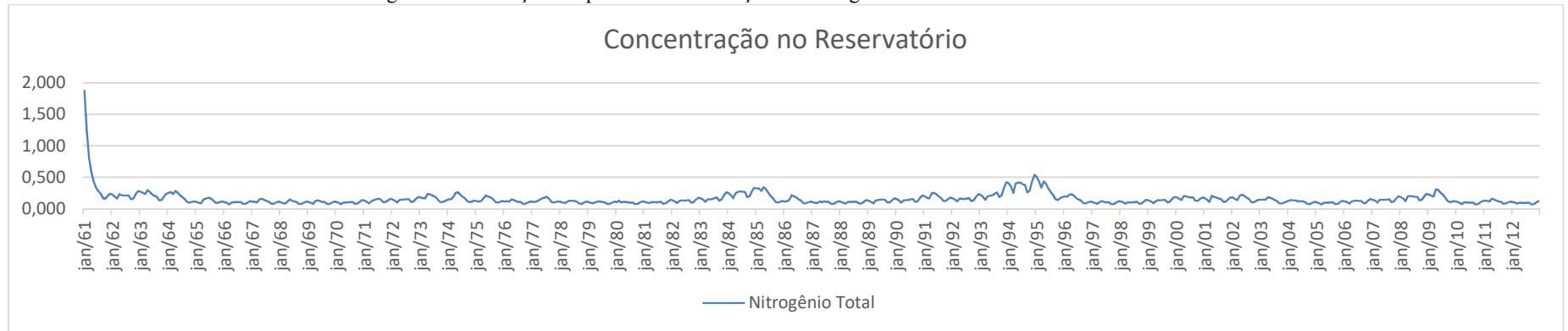
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 17 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Catucinzenta



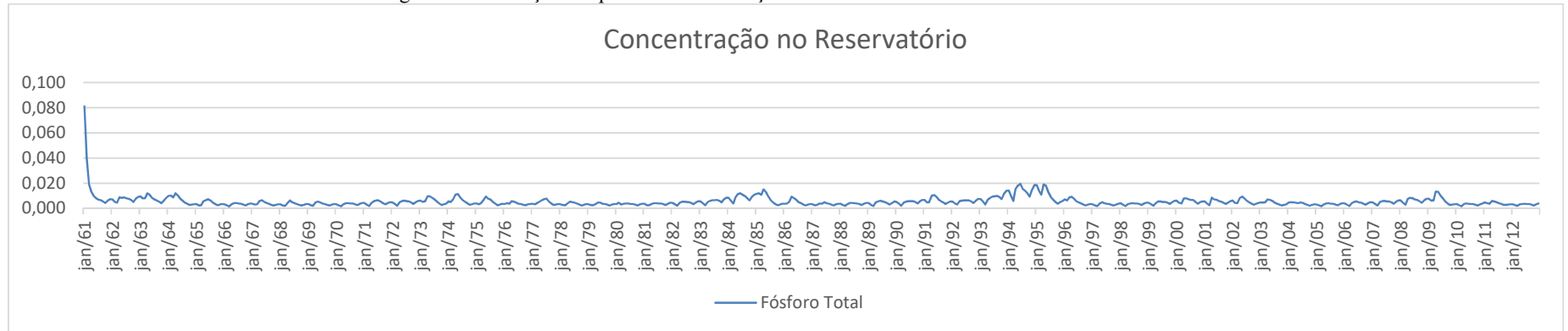
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 18 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Catucinzena



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 19 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Catucinzena



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 20 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Catucinzenta



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 21 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Catucinzenta



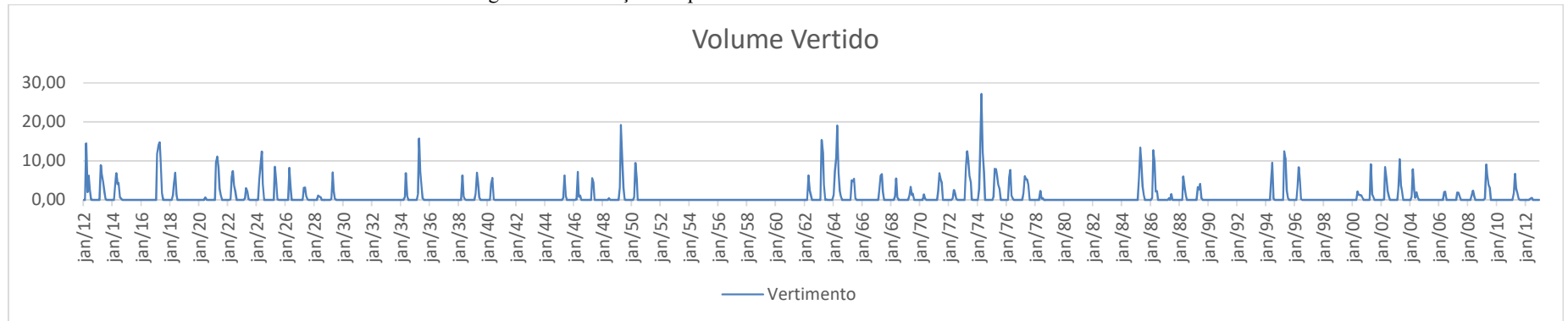
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 22 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Gavião



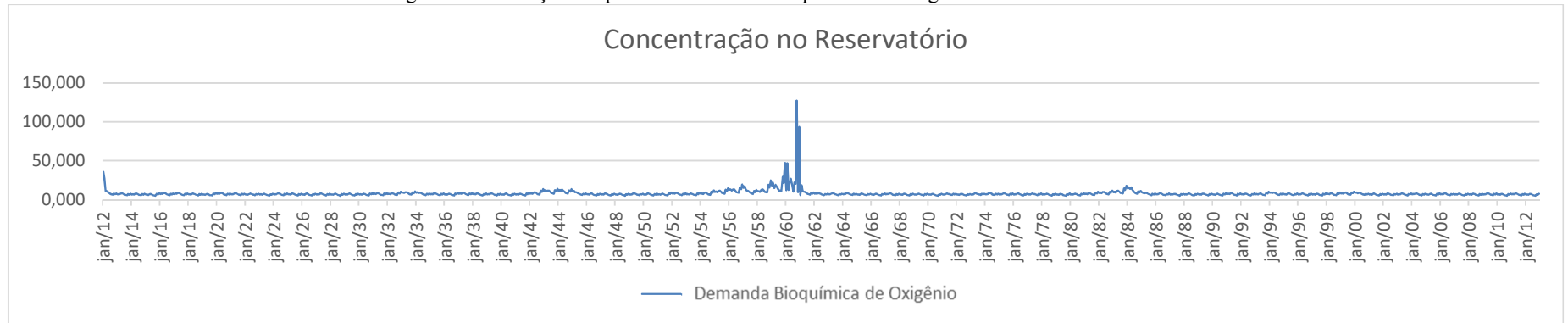
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 23 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Gavião



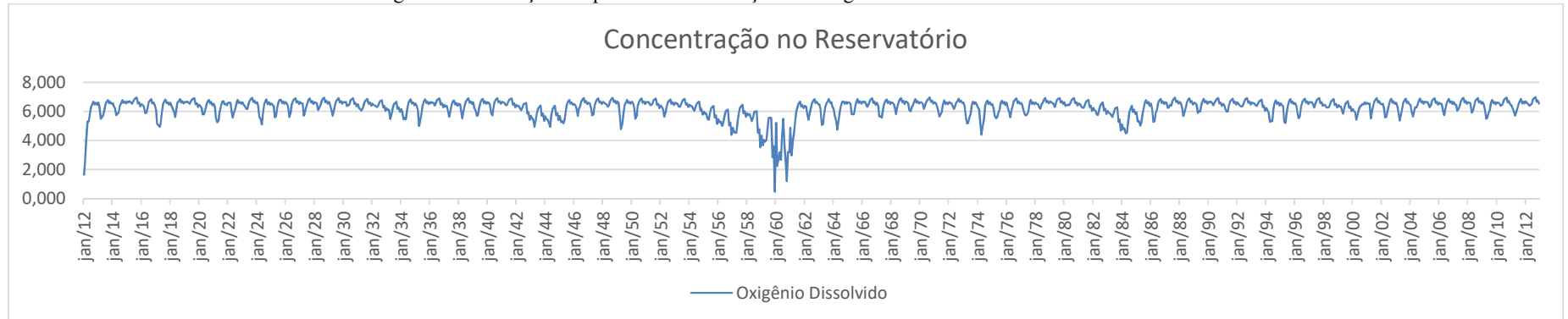
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 24 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Gavião



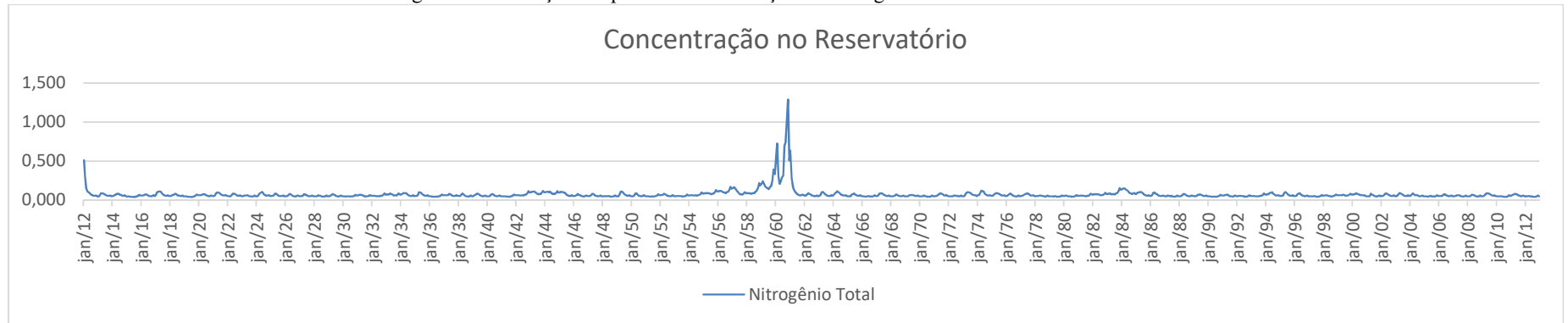
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 25 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Gavião



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 26 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Gavião



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 27 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Gavião



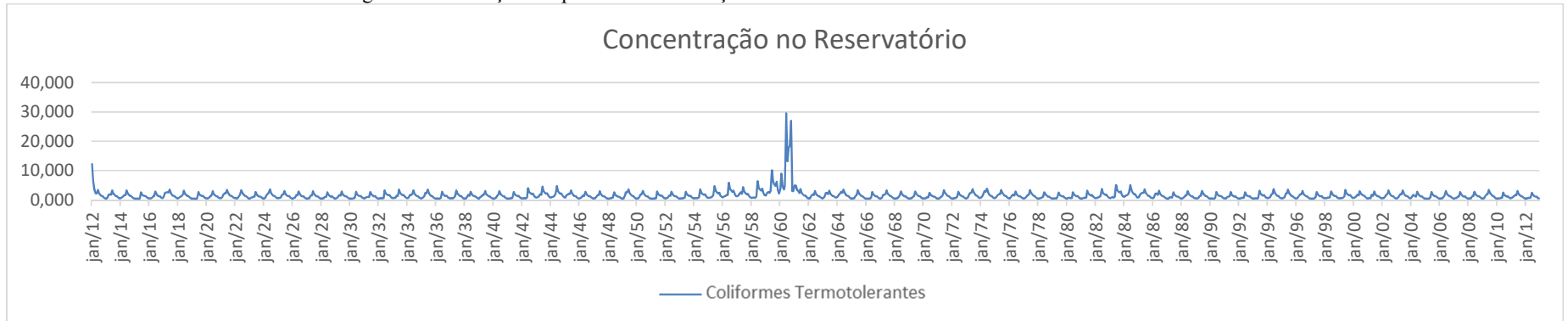
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 28 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Gavião



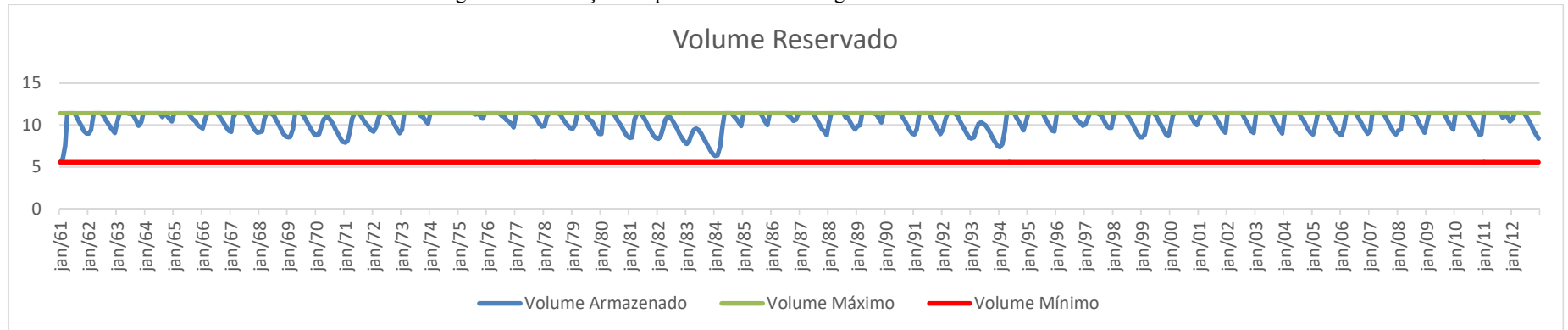
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 29 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Gavião



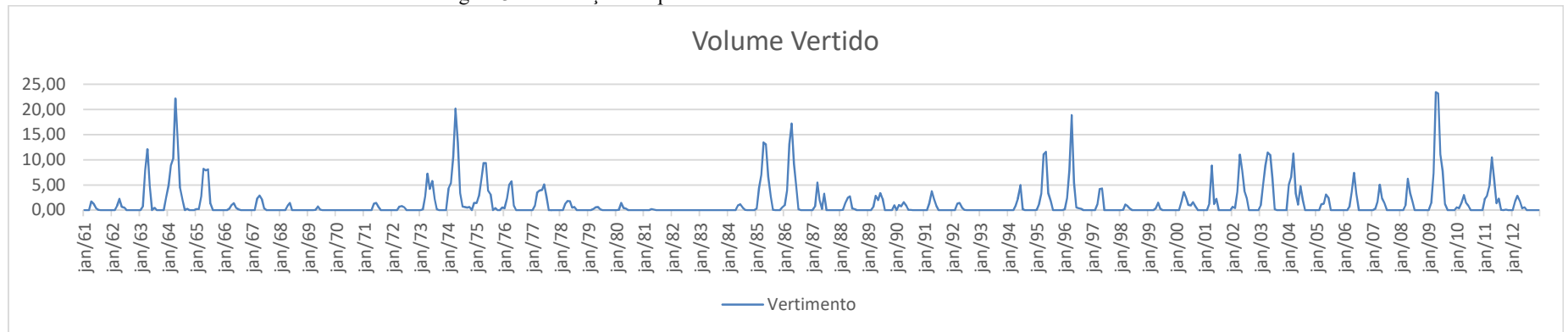
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 30 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Malcozinhado



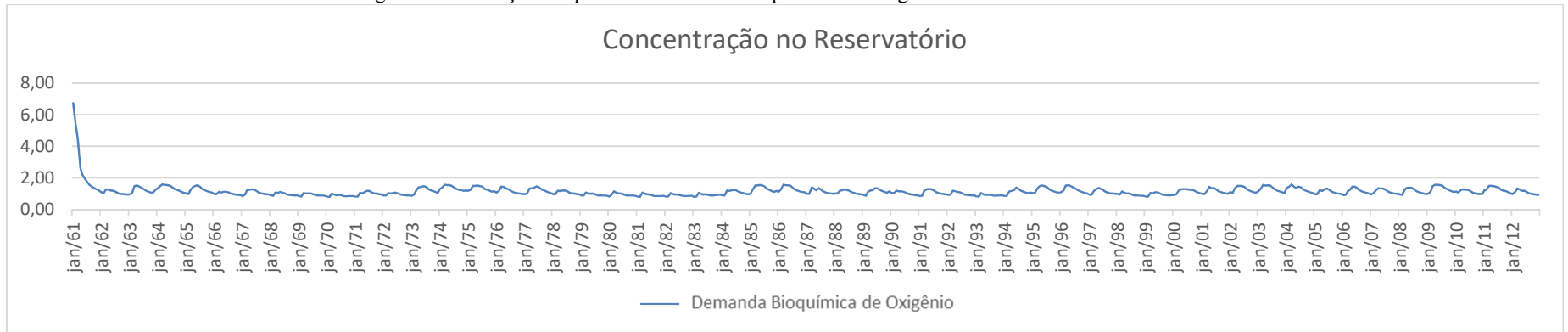
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 31 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Malcozinhado



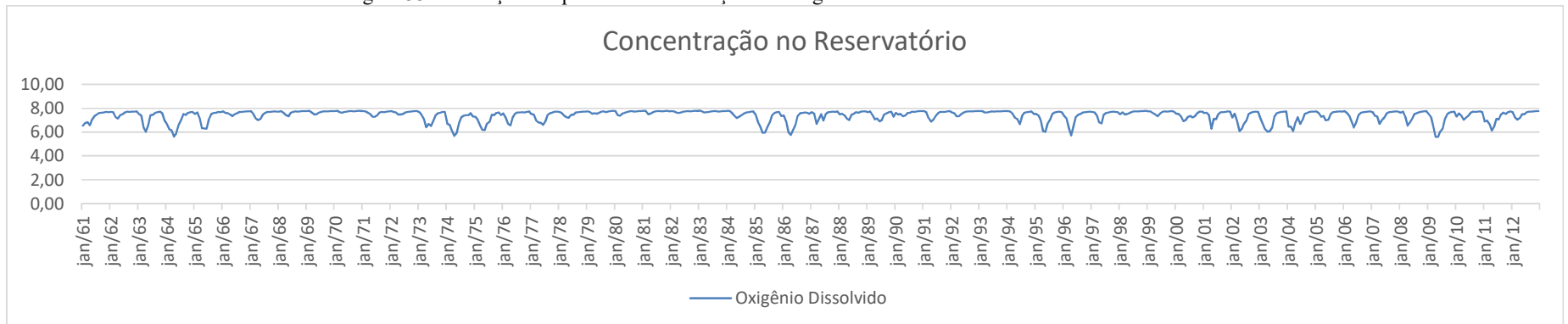
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 32 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Malcozinhado



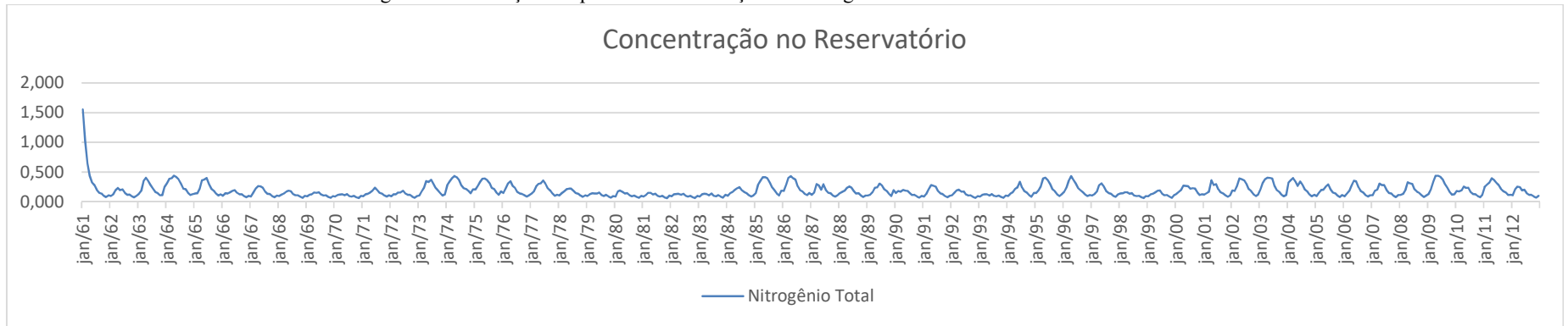
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 33 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Malcozinhado



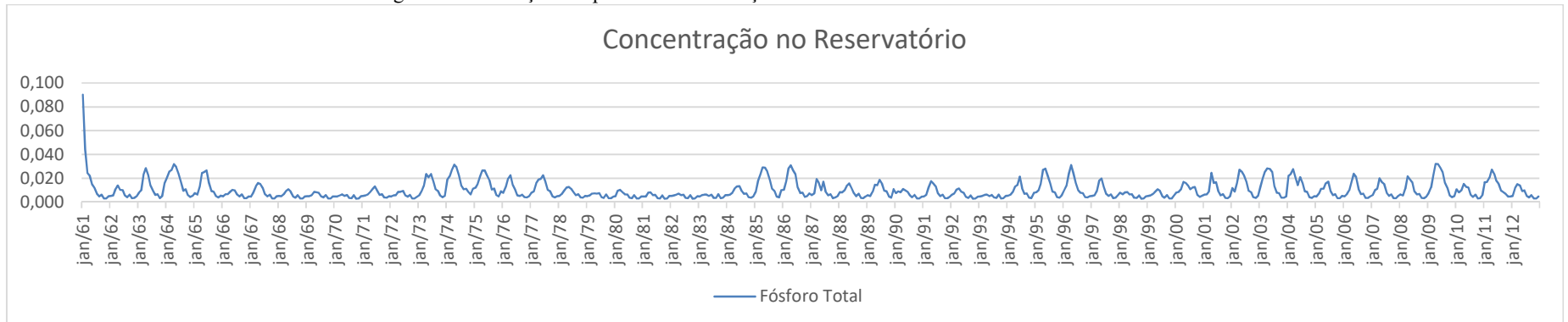
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 34 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Malcozinhado



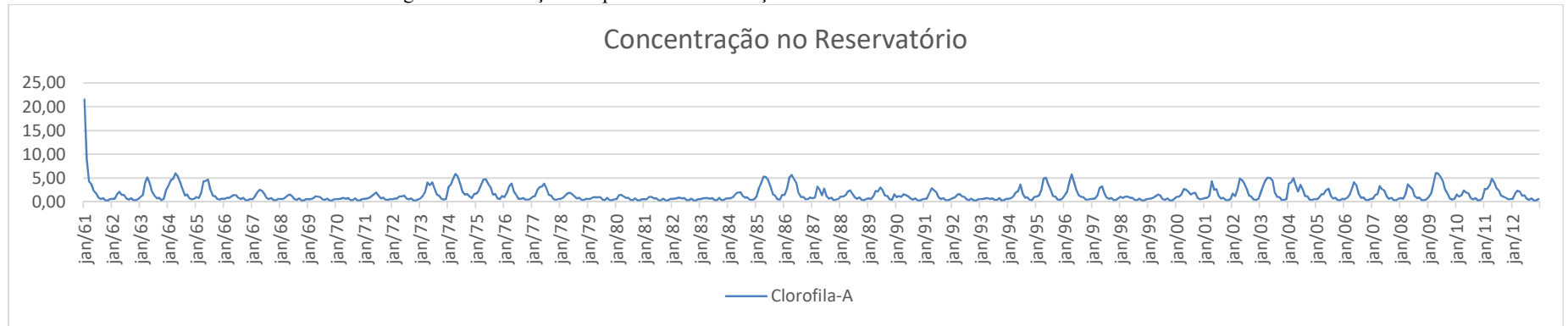
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 35 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Malcozinhado



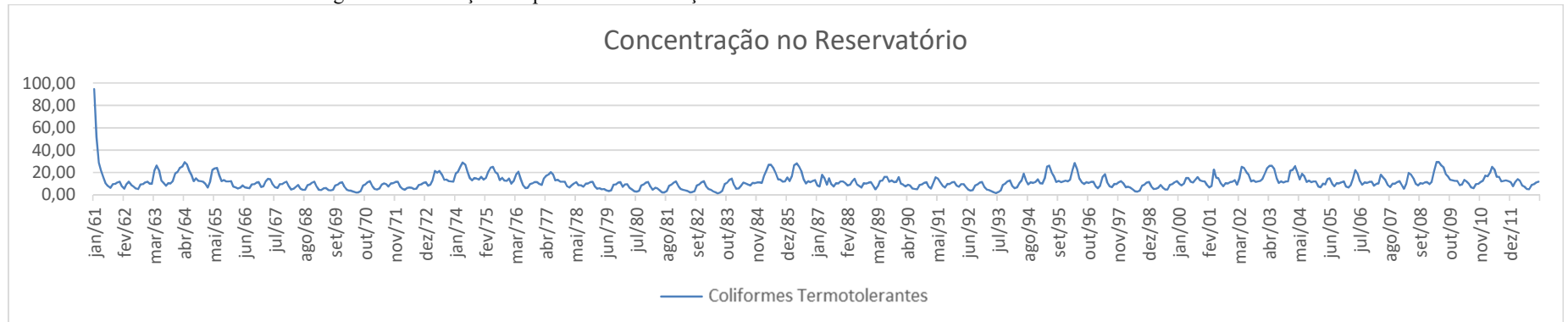
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 36 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Malcozinhado



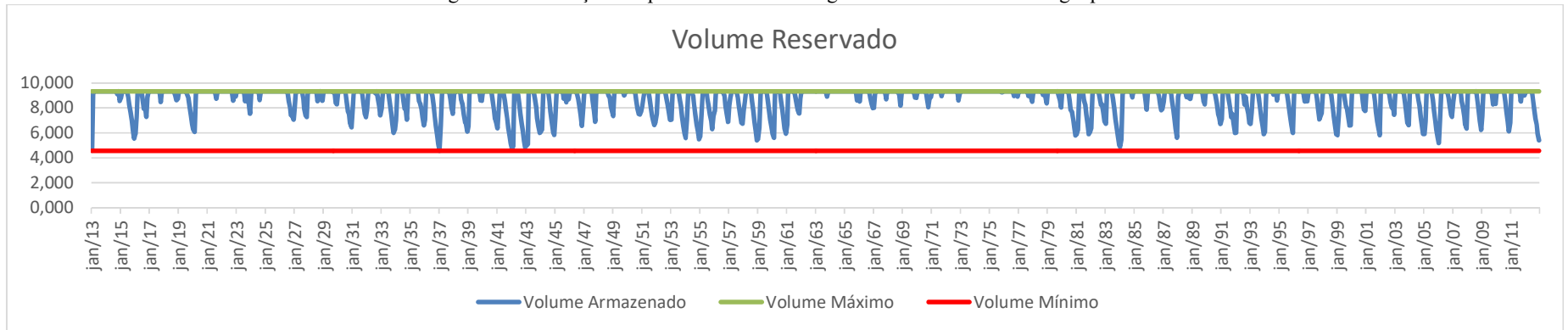
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 37 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Malcozinhado



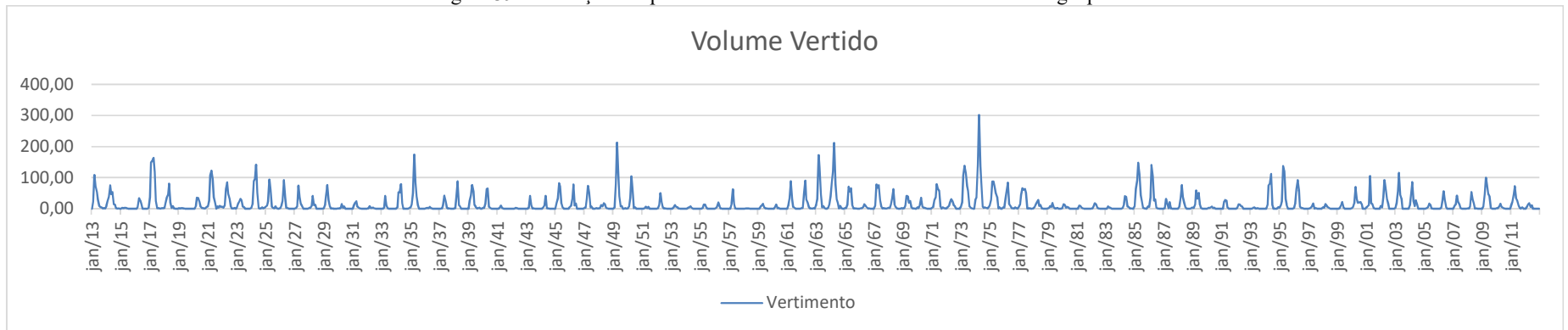
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 38 - Evolução temporal do volume de água no Reservatório Maranguapinho



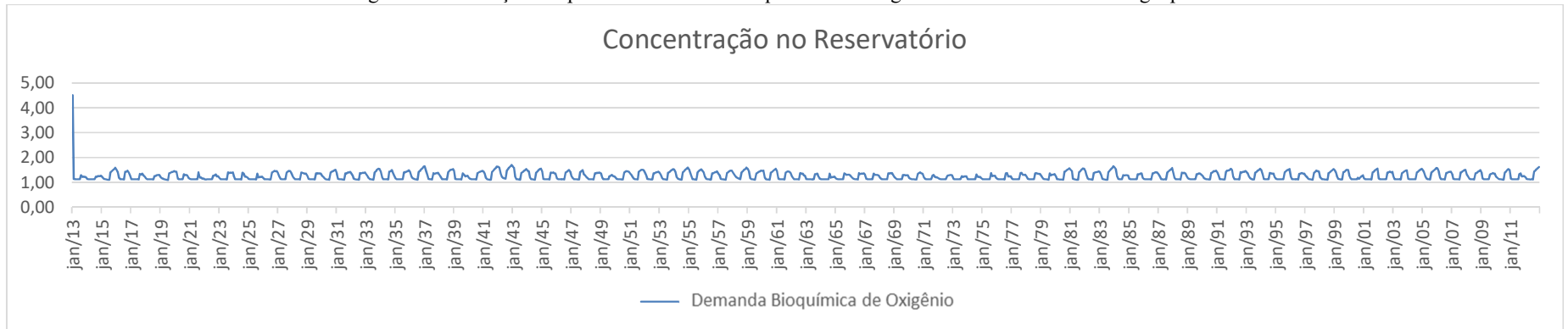
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 39 - Evolução temporal do volume vertido do Reservatório Maranguapinho



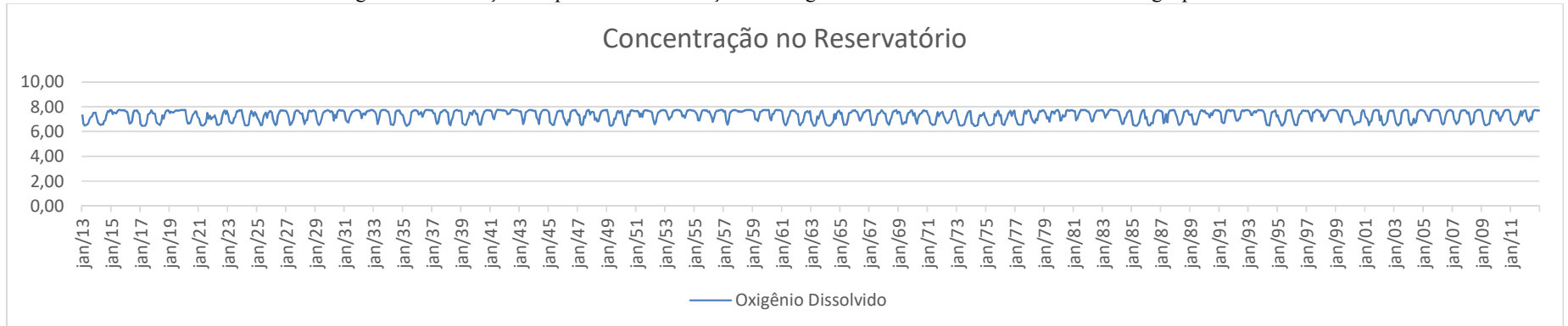
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 40 - Evolução temporal da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Reservatório Maranguapinho



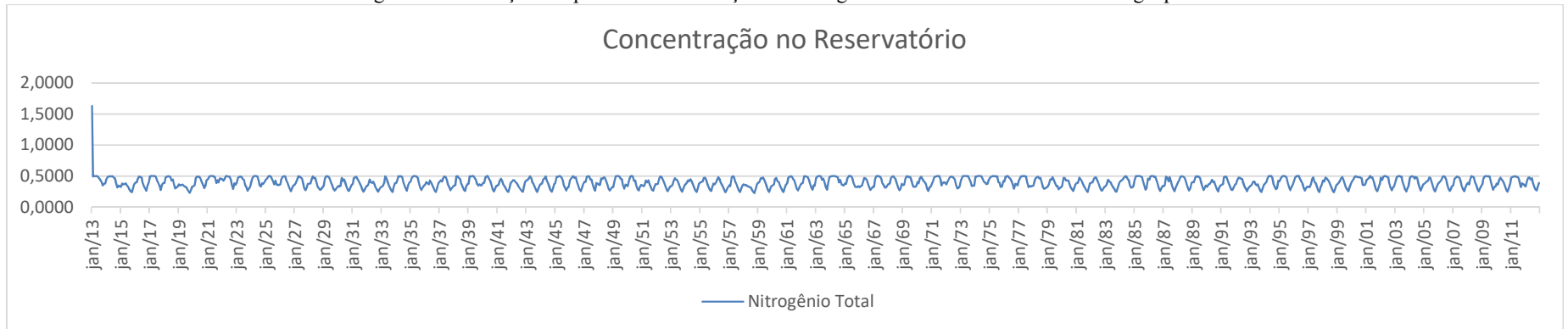
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 41 - Evolução temporal da concentração do Oxigênio Dissolvido no Reservatório Maranguapinho



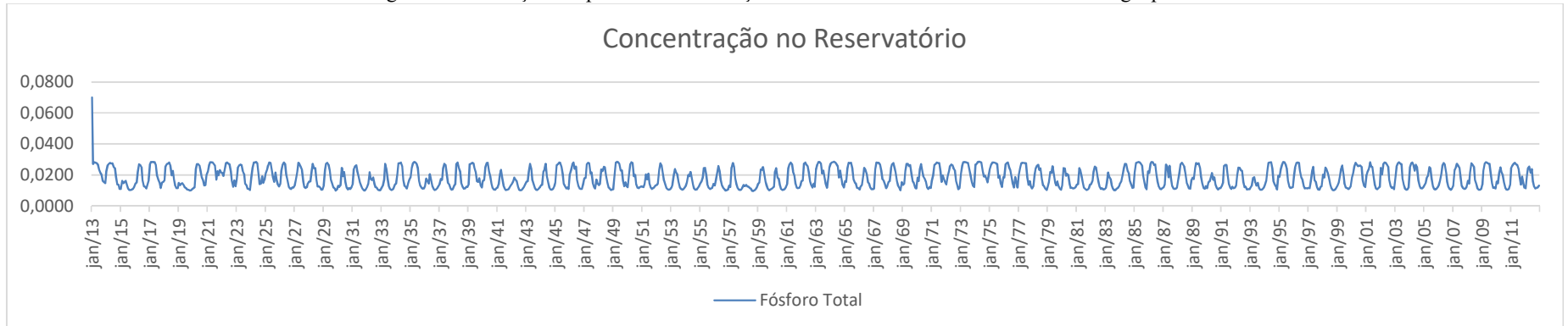
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 42 - Evolução temporal da concentração do Nitrogênio Total no Reservatório Maranguapinho



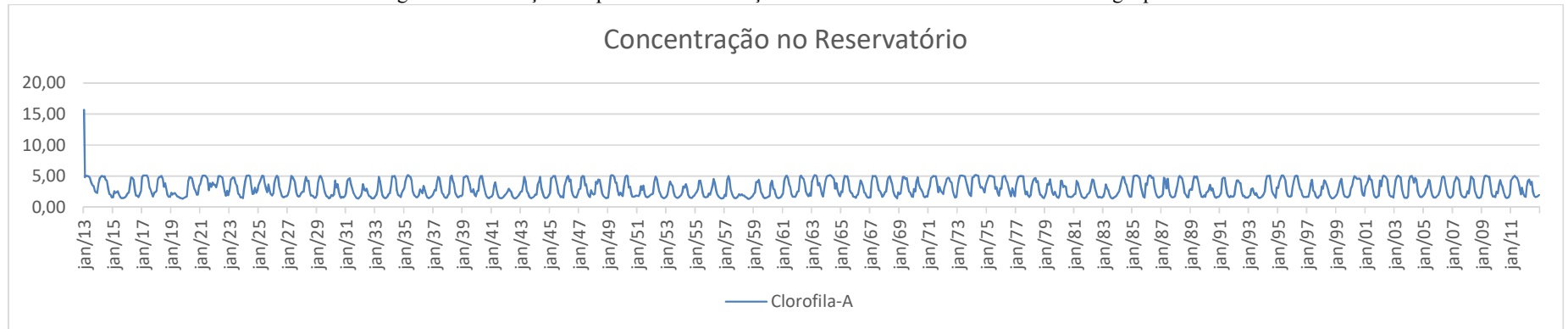
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 43 - Evolução temporal da concentração do Fósforo Total no Reservatório Maranguapinho



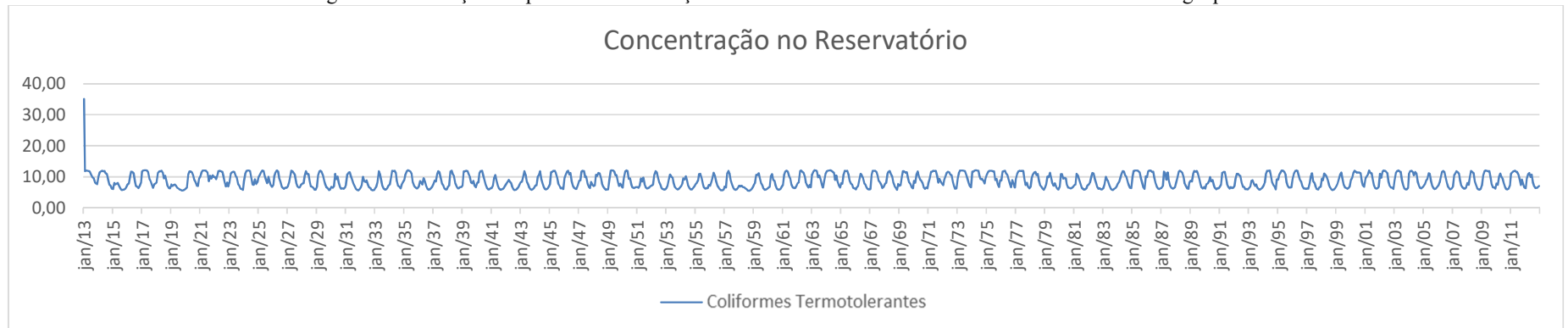
Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 44 - Evolução temporal da concentração de Clorofila-A no Reservatório Maranguapinho



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Figura 45 - Evolução temporal da concentração de Coliformes Termotolerantes no Reservatório Maranguapinho



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTATÍSTICA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

### 3. SEGURANÇA HÍDRICA QUANTITATIVA



### 3. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ASPECTOS QUANTITATIVOS

Conforme aduz-se do Termo de Referência, a avaliação da Segurança Hídrica em seus aspectos quantitativos trata tanto dos recursos hídricos superficiais como subterrâneos. Com relação aos primeiros, o TR especifica que devem ser avaliadas as garantias de abastecimento de cada um dos 22 reservatórios das Bacias Metropolitanas monitorados pela Cogerh, sendo essas expressas pelas suas curvas de regularização.

Para tanto, o TR especifica que as *“afluências dos reservatórios poderão ser obtidas através de observação em posto fluviométrico da rede de observação nacional ou obtidas no estudo desenvolvido pela UFC/Cogerh”*. O documento também considera a hipótese de algum reservatório não dispor da série de afluentes na fonte bibliográfica mencionada. Nesse caso, *“devem ser calculadas utilizando modelo chuva vazão SMAP”*.

Os resultados advindos do modelo de simulação, gerador das curvas de regularização, serão o insumo básico para geração do conteúdo apresentado no Capítulo 4 - Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos.

No que concerne aos mananciais subterrâneos, enfatize-se que em termos volumétricos, na região das Bacias Metropolitanas, o protagonismo das ofertas hídricas é assumido pela disponibilidade hídrica de superfície, como, aliás, é comum no contexto do semiárido nordestino, onde a predominância em termos geológicos é das rochas cristalinas, constituindo assim um manancial bastante limitado tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

Os estudos que compõem do R13 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Quantitativos, estão apresentados de forma simplificada nos tópicos seguintes. Vale ressaltar que, com o intuito de evitar repetições, assuntos concernentes à análise de demanda e vazões regularizadas apresentam-se no capítulo seguinte.

#### 3.1 Estudos Pluviométricos

A abrangência espacial desses estudos consiste nas bacias hidrográficas dos reservatórios de interesse no Estado do Ceará e, quando necessário, as adjacências que se fizerem importantes para os fins pretendidos. Os registros de chuva diária constituem-se nas mais importantes fontes



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

de informações, em vista das limitações concernentes às redes fluviométricas da região onde se insere preponderantemente o território cearense.

A metodologia que foi empregada nos estudos que a Cogerh conveniou com a UFC evidenciam como base a regionalização de parâmetros do modelo chuva-vazão (SMAP), com vistas à geração de séries pseudo-históricas de vazão em um sítio qualquer de interesse, sem precisar cumprir as etapas a serem aqui descritas, pois os parâmetros do modelo chuva-vazão, necessários à geração da série de aflúências, podem ser obtidos diretamente das equações de regionalização, abstendo-se assim da laboriosa tarefa de calibração e validação de tais parâmetros do modelo.

Qualquer que seja a abordagem, a definição de séries médias sobre as bacias focadas pode ser feita com a ajuda do Método das Malhas (Thiessen eletrônico), com o qual as informações disponíveis são aproveitadas ao máximo nas áreas controladas por cada reservatório de interesse, propiciando a conversão da série média em série pseudo-histórica de vazões com maior extensão possível.

A Metodologia de Análise de Consistência possível de utilização tem como núcleo teórico o chamado Método do Vetor Regional. Isso decorre do reconhecimento, praticamente unânime, entre muitos dos profissionais atuantes na área de Hidrologia e Recursos Hídricos, de que a análise de consistência para níveis de discretização anual (e, subsidiariamente, mensal) encontra no Vetor Regional um procedimento analítico mais adequado do que o clássico (histórico) Método de Duplas Massas.

Os autores do Método do Vetor Regional (HIEZ e RANCAN, 1983) definem o vetor como sendo formado "*de índices pluviométricos anuais ou mensais, oriundos da extrapolação por um método de máxima verossimilhança, da informação mais provável, contida nos dados de um conjunto de estações de observação agrupadas por região*".

A estimativa da série de precipitação média é recorrente quando da necessidade de elaboração de estudos hidrológicos baseados em modelos chuva - vazão. Via de regra, as séries médias são obtidas pela atribuição de coeficientes de ponderação aos aparelhos de medição da rede pluviométrica de monitoramento da bacia, com exutório na seção para a qual se deseja, em etapa posterior, o cálculo de vazões pseudo-históricas.



O traçado dos chamados Polígonos de Thiessen, em redes sem considerável influência orográfica, consiste no procedimento mais utilizado para a avaliação desses coeficientes. A solução numérica para essa tarefa, graficamente laboriosa, pode ser obtida lançando-se mão de técnicas de simulação. Um método determinístico (SARMENTO e MARTINS, 1990) pode ser aqui aplicado. Denominado Método das Malhas, o procedimento adotado apresenta vantagens comprovadas sobre a alternativa de uso do Método Thiessen/Monte Carlo, embora este também seja baseado no uso de computador. A principal vantagem do primeiro sobre o segundo diz respeito à eficiência de processamento, em particular quando se trabalha com um número elevado de estações.

### 3.2 Estudos Fluviométricos

#### 3.2.1 Levantamento e Seleção da Base de dados e Estudos Fornecidos

O banco de dados correspondente à Região Hidrográfica 3 é disponibilizado pela ANA e totaliza 123.917 registros de informações de vazão. Os critérios de escolha dos postos se orientam pela necessidade de atendimento à aplicação de modelo conceitual chuva-vazão. Este, conforme visto, destina-se à obtenção de séries pseudo-históricas de vazão, tão abrangentes na dimensão temporal quanto o forem as respectivas séries de precipitação média advindas dos Estudos Pluviométricos.

Ratifica-se a constatação comum às bacias hidrográficas em todo o território nacional, segundo a qual, via de regra, as séries pluviométricas são muito mais abundantes e extensas do que as séries de vazão.

No presente estudo, confrontada a disponibilidade de dados de uma e outra categoria (chuva e vazão) na região hidrográfica de interesse, constata-se que, considerados simplesmente o número de registros, há para a Região Hidrográfica 3 a percentagem de 14,1%, como sendo a proporção de dados fluviométricos em relação aos pluviométricos. A caracterização das informações contidas no banco de dados HIDROWEB referentes às regiões hidrográficas de interesse foi realizada com foco especial nos seguintes aspectos:

- ✓ **Extensão das séries temporais:** Considerada em termos de extensões mediana, média, mínima e máxima; disponibilidade de dados mais recentes em relação ao presente e

quantidade de séries com extensão estatisticamente significativa (mais de 30 anos, preferencialmente contínuos);

- ✓ **Presença de falhas ou lacunas de observações:** Considerada em termos de percentagem total de falhas no conjunto de estações analisadas; séries detentoras do maior e do menor percentual de falhas; quantidade de séries enquadradas como possuidoras de certo limite percentual de falhas de observação, tendo sido considerados os níveis de 10% e 20%.

Conforme mencionado, essa região hidrográfica envolve 291 estações fluviométricas, cujos registros de observação consistem em valores médios diários. Dessas, 243 estações constituem acervo de informações brutas sem correspondente consistido.

A maior frequência que se observa corresponde à disponibilidade de séries que têm até 10 anos de dados, fato que confirma a conhecida precariedade da rede de monitoramento da variável vazão e reforça a necessidade da aplicação de modelos conceituais de extensão dessas séries. Em um extremo da distribuição empírica tem-se 218 séries muito curtas, com até 10 anos de dados.

No que diz respeito ao percentual de falhas, a região hidrográfica em comento concentra grande percentual de séries que apresentam até 10% de falhas (204 dentre 243 estações). Os três intervalos de classe subsequentes abrigam quantidades de séries temporais significativas e correspondem àqueles cujos limites inferiores e superiores de valores faltantes são de 11% a 20%, 21% a 30% e 31% a 40%. Há no conjunto apenas 1 série que apresenta percentual de falhas acima de 81%, ao longo do respectivo período correspondente à operação do posto.

Uma terceira característica analisada diz respeito ao quão recentes são os últimos anos retratados nas séries integrantes da região hidrográfica em foco. Constatou-se a preponderância de séries com dados até anos posteriores a 2011. Considerando o ano de 2001 como referência, percebe-se que 81 séries se estendem, no mínimo, até aquele ano. Entretanto, de acordo com os “Estudos Pluviométricos”, há a lacuna deixada na disponibilidade de dados pluviométricos, que impõe o início da década de 1990 como limite para a extensão das séries pseudo-históricas.

Consideradas em conjunto, as 243 séries temporais de vazão que integram a Região Hidrográfica 3 possuem uma extensão média de cerca de 8 anos, tendo a série mais longa 105 anos e a série mais curta apenas alguns meses em certo ano. Há dados bastante recentes no banco de dados analisado. A mais recente das séries analisadas possui dados até julho de 2014.

Importa destacar que apenas cerca de 2,5% das séries analisadas possuem mais de 30 anos de observações, o que, sem dúvida, limita o universo e a escolha das estações para os processos de calibração e validação do modelo chuva-vazão escolhido. Tal quadro não impede que se possa gerar séries pseudo-históricas de vazão bastante ricas em episódios extremos.

Considerado em seu conjunto, o acervo de dados afeto à RH 3 exibe um percentual de falhas de observação de 16,6%, existindo séries sem nenhuma lacuna observacional, bem como, no extremo oposto, uma série que apresenta quase 84% de falhas ao longo de sua operação. É de se supor, nesse último caso, tratar-se de posto com pouco tempo de existência e ainda em estado de operação precário ou incipiente.

Ainda conforme ANA (2016), a Região Hidrográfica 3 mostra para as séries temporais que dela fazem parte, que pouco mais de 90% apresentam percentual de ocorrência de falhas menor ou igual a 20%. Para o nível de 10%, o percentual de séries alcança cerca de 84%.

No que se refere às características relatadas, os números apresentados refletem a relativa limitação do acervo de vazões, conforme era esperado, visto ser a realidade da disponibilidade de dados de vazão bastante adversa, particularmente quando comparada à disponibilidade pluviométrica.

### 3.2.2 Estudos Fluviométricos fornecidos pela Cogeh

#### 3.2.2.1 Estações Consideradas nos estudos Cogeh-UFC

As estações fluviométricas utilizadas nos estudos fornecidos pela Cogeh, que, por determinação explícita nos Termos de Referência, devem ser considerados como a fonte dos dados sobre afluência aos reservatórios de interesse são identificadas na Tabela 6, onde também constam os resultados da eficiência de Nash-Sutcliffe para calibração e para os modelos ajustados (COGERH/UFC, 2013).

Tabela 6 - Eficiência de Nash-Sutcliffe para calibração e para os modelos ajustados

Código - ANA	Calibrados	Normal	Gamma	Robusta
34750000	83,7%	18,2%	49,6%	81,7%
35050000	28,8%	39,5%	39,4%	39,0%
35125000	88,8%	88,5%	87,3%	88,4%
35170000	94,4%	88,4%	88,6%	90,1%
35210000	77,5%	68,0%	71,0%	78,1%
35260000	83,5%	82,9%	81,5%	85,5%
35263000	87,2%	85,5%	82,1%	88,5%
35880000	82,2%	72,5%	71,6%	73,7%
35950000	77,1%	65,5%	66,7%	62,8%
36020000	68,8%	22,1%	24,9%	23,1%
36125000	83,7%	75,7%	69,3%	82,3%
36130000	81,5%	74,6%	76,7%	70,8%
36160000	80,3%	71,6%	74,5%	73,9%
36210000	78,7%	70,6%	74,1%	67,7%
36250000	62,5%	71,1%	73,0%	70,1%
36270000	78,8%	75,6%	75,2%	75,3%
36290000	83,0%	83,3%	83,7%	83,0%
36520000	89,6%	89,3%	87,5%	84,3%

Fonte: adaptado de Cogerh - UFC, 2013.

### 3.2.2.2 Modelos Chuva-Vazão

O cerne dos estudos fornecidos pela Cogerh é a modelagem chuva-vazão. Como se sabe, trata-se de modelos que partem de dados como precipitação e evaporação para a obtenção, através de equações empíricas e/ou físicas, do escoamento em determinada seção fluvial de uma bacia hidrográfica.

A impossibilidade de se analisar todo o ciclo hidrológico obriga-nos a lançar mão de modelos simplificados deste complexo natural para ter respostas aproximadas àquelas produzidas pela natureza. Assim, o sistema real é substituído por um sistema mais simples e de fácil manipulação.

Esses modelos procuram descrever, tendo como base o ciclo hidrológico, com diferentes abrangências, os diversos caminhos da água pela superfície e pelo interior do solo (chamada fase terra) e pelas calhas fluviais (chamada fase canal). A fase terra é geralmente representada por

reservatórios fictícios que distribuem as águas pelos diversos caminhos. Há várias fontes de incertezas envolvidas no uso de modelos dessa natureza. A maioria delas se encontra nas fases de registro de dados hidrometeorológicos da bacia hidrográfica, de estruturação do modelo e na calibração.

Importa registrar que, ao se optar pela regionalização dos parâmetros de um determinado modelo, todas as consequências nocivas dessas fontes de incertezas se agregarão àquelas inerentes à própria regionalização, isso, partindo-se da premissa de que o modelo escolhido, de fato, é dotado de parâmetros com representatividade física aceitável.

### 3.2.2.3 O modelo chuva-vazão utilizado e os estudos de regionalização

O modelo chuva-vazão utilizado nos estudos foi o SMAP (*Soil Moisture Accounting Procedure*), desenvolvido por Lopes *et al.* (1981). Trata-se de um modelo chuva-vazão do tipo conceitual e concentrado, e a versão utilizada neste estudo possui discretização temporal mensal. Modelos como o SMAP procuram representar o armazenamento e os fluxos de água na bacia através de reservatórios lineares fictícios. Informações detalhadas sobre a estrutura e operação do modelo podem ser encontradas no produto R13 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos quantitativos.

Os estudos realizados por Cogerh/UFC (2013) afirmam que apenas dois parâmetros utilizados no SMAP possuem sensibilidade para as bacias localizadas no estado do Ceará. Os mesmos estudos afirmam que “*tal consideração é justificada pela pouca representatividade do escoamento subterrâneo, devido à natureza cristalina do substrato da região, na composição final do escoamento*”. O mesmo argumento é reiterado em Alexandre *et al.* (2016), onde se lê: “*Devido a nossa área de estudo estar localizada no semiárido, apenas dois parâmetros do modelo chuva-vazão SMAP necessitam ser calibrados e regionalizados, o do escoamento superficial (P-ES) e o da capacidade de saturação do solo (SAT)*”.

Tendo como válida essa afirmativa fundamental, os referidos estudos determinaram apenas dois parâmetros do modelo, a capacidade de saturação do solo (SAT) e a taxa de geração de escoamento superficial (Kes). Assim, ainda da mesma fonte “*os demais parâmetros são considerados constantes e possuem os seguintes valores: CREC = 0; k = 3; TUin = 30 e EBin =*

0. Os dados de entrada do modelo são a precipitação média mensal na bacia 14 ( $P$ ), dada em mm, a evapotranspiração potencial mensal ( $EP$ ), também em mm, e a área de drenagem da bacia ( $A$ ) em  $km^2$ .

Ainda conforme a referência Cogherh -UFC (2013), os estudos elaborados através de convênio entre as instituições tiveram como objetivo “realizar a modelagem chuva-vazão dos postos fluviométricos do estado do Ceará, disponíveis no banco de dados HidroWeb/ANA e ajustar um modelo regional para estimar os parâmetros para as bacias dos reservatórios. Neste estudo utilizaram-se o modelo chuva-vazão SMAP mensal calibrado para os postos fluviométricos e modelos de regressão linear...”.

As variáveis utilizadas no estudo de regionalização, conforme a fonte mencionada foram as seguintes:

- Declividade -  $D$  (%);
- Precipitação média -  $P$  (mm);
- Comprimento do rio principal -  $CT$  (km);
- Área de contribuição da estação fluviométrica -  $A$  ( $km^2$ );
- Perímetro da área de contribuição da estação fluviométrica -  $P$  (km);
- Comprimento total de drenagem -  $CTD$  (km);
- Densidade de drenagem -  $DD$  ( $km^{-1}$ );
- Capacidade de armazenamento do solo  $CAD$  (mm);
- Curve number médio –  $CN$  (mm);
- Índice de compacidade da bacia –  $Kc$ ;
- Parcela da bacia no cristalino –  $Cr$ .

Ainda conforme descrito nos estudos, “foram gerados para cada um dos parâmetros  $SAT$  e  $PES$  um modelo, com base nos ajustes apresentados anteriormente. O método de seleção para escolha do melhor ajuste baseou-se na eficiência de Nash-Sutcliffe das vazões geradas pelo modelo SMAP com uso dos parâmetros estimados por uma validação cruzada”. Portanto, a regionalização realizada nos referidos estudos abrangeu dois dos parâmetros estruturais do SMAP. Para o parâmetro  $SAT$ , o modelo regional é dado pela equação:

$$E[SAT] = 3.021,6 - 2.026,7 \times C_r$$

Onde  $C_r$  é o percentual da área da bacia assente sobre formação cristalina.

Já o parâmetro PES, tem como modelo regional a seguinte equação:

$$E[PES] = 5,4 + 42,3 \times D - 3,8 \times DD - 2,5 \times C_r$$

Onde:

$D$  = é a declividade média da bacia em %;

$DD$  = é a densidade de drenagem em  $km^{-1}$ ; e,

$C_r$  = é o percentual da área da bacia assente no cristalino em %.

A estimativa dos parâmetros das bacias incrementais/totais dos reservatórios do estado do Ceará foi realizada nos estudos fornecidos a partir de características fisiográficas e climáticas. Os principais dados e resultados fornecidos podem ser encontrados no produto R13 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos quantitativos.

### 3.3 Águas Subterrâneas

Dois domínios hidrogeológicos são encontrados nas Bacias Metropolitanas: Fraturado e Poroso intergranular. Quase dois terços das Bacias Metropolitanas fazem parte do domínio Fraturado (cerca de 63% da área), sendo o restante representado pelo domínio hidrogeológico Poroso intergranular (aquífero Dunas/Paleodunas, aquífero Barreiras, aquífero Aluvionar).

De acordo com os dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e da Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra), constata-se elevada concentração de poços nos municípios de Fortaleza, Eusébio, Maracanaú e na região litorânea de Caucaia próxima à foz do Rio Ceará. Outros locais, com uma concentração significativa, podem ser encontrados na região entre Fortaleza e Ocara, na região entre Fortaleza e São Gonçalo do Amarante e na região dos municípios de Baturité, Guaramiranga, Pacoti e Aratuba.

Conforme assinalam CAVALCANTE (1998) e BIANCHI *et al.* (1984), existem 4 (quatro) sistemas aquíferos nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas:

- Dunas/Paleodunas;
- Barreiras;

- Aluviões;
- Fraturado.

#### Uso das águas subterrâneas na RME:

A evolução da oferta hídrica subterrânea, segundo os estudos: Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1992, Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas de 2000 (COGERH, 2000), Plano Estadual de Recursos Hídricos de 2005 e Pacto das Águas de 2009 (SRH, 1992; 2005; 2009), estão apresentados na Tabela 7. Já na Tabela 8 são apresentadas as principais características dos poços dos municípios das Bacias Metropolitanas, conforme bibliografia fornecida pela contratante.

Tabela 7 - Oferta hídrica subterrânea nas Bacias Metropolitanas

Plano	Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992)	Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas (2000)	Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)	Pacto das Águas (2009)
Poços	4.751	4.603	2.244	16.019
Poços Tubulares	*	*	*	1.043
Poços Amazonas	*	*	*	45
Fontes Naturais	*	*	*	8
Disponibilidade Hídrica (hm <sup>3</sup> /ano)	72,70	*	5,45	91,95
Vazão Média – aquífero Fraturado (m <sup>3</sup> /h)	2,06	*	*	*
Vazão Média – aquíferos porosos intergranulares (m <sup>3</sup> /h)	6,31	*	*	*

Fonte: Cogeh, 1992, 2000, 2005 e 2010; Inesp, 2009.

Nota: \* Sem dados.

Tabela 8 - Principais características dos poços dos municípios das Bacias Metropolitanas

Município	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	Poços em Operação	Profundidade Média (m)	Vazão Específica Média (L/h.m)	Condutividade Elétrica Média (mS/cm)
Acarape	2,05	61%	53,90	45,60	2,74
Aquiraz	2,07	88%	50,90	94,80	0,41
Aracati *	5,53	66%	39,70	695,90	1,38
Aracoiaba	2,17	62%	53,40	77,00	4,71
Aratuba	2,87	64%	59,60	124,50	0,64
Barreira	2,15	79%	55,40	94,70	3,53
Baturité	2,38	55%	61,30	121,60	1,88
Beberibe	1,58	66%	47,40	69,70	1,96
Canindé *	1,78	53%	48,70	72,60	3,06
Capistrano	1,74	50%	56,50	59,10	3,11
Cascavel	1,92	54%	44,20	69,40	0,73
Caucaia	1,76	70%	44,80	97,40	1,21
Choró	1,45	15%	55,40	68,30	3,14
Chorozinho	2,00	79%	56,30	89,10	2,87
Eusébio	1,53	82%	51,40	60,70	0,37
Fortaleza	2,75	96%	43,50	142,70	0,71
Fortim *	1,36	64%	35,60	144,50	2,06
Guaiúba	0,20	18%	57,80	14,00	2,63
Guaramiranga	3,36	64%	49,00	114,80	0,45
Horizonte	2,30	82%	56,60	143,70	0,91
Ibaretama	2,33	64%	53,30	77,40	6,74
Itaitinga	2,66	58%	54,80	197,60	1,77
Itapiúna	3,24	33%	49,60	170,80	4,49
Maracanaú	0,80	38%	58,90	31,10	1,29
Maranguape	1,22	29%	61,60	37,50	2,67
Morada Nova *	1,46	47%	54,00	62,00	5,17
Mulungu	3,16	65%	57,30	166,10	0,90
Ocara	2,26	69%	55,40	121,70	5,83
Pacajus	2,72	77%	54,60	112,40	0,97
Pacatuba	2,10	42%	62,10	52,00	2,21
Pacoti	2,29	74%	43,40	80,40	0,54
Palhano *	1,32	45%	58,70	61,10	7,61
Palmácia	1,05	27%	54,90	45,40	1,89
Paracuru *	3,81	63%	49,80	377,10	0,51
Pentecoste *	3,06	52%	58,00	199,30	4,12
Pindoretama	1,65	61%	59,30	80,00	0,24
Quixadá *	0,96	51%	40,80	37,40	3,50
Redenção	1,34	63%	39,70	49,90	1,16
Russas *	2,60	51%	46,20	116,70	4,79
São Gonçalo do Amarante	1,86	67%	36,70	67,20	1,94

Fonte: Da Silva *et al.*, 2007.

Nota: \* Não incluídos nas Bacias Hidrográficas Metropolitanas (conforme Decreto nº 26.902/2003).

Com vistas ao enriquecimento das informações mostradas nas duas tabelas apresentadas anteriormente, foram obtidos mais dados disponíveis na Cogerh, com os quais foi possível montar o quadro evolutivo dos volumes explorados ao longo do tempo, desde o início da série de informações fornecidas (Tabela 9).

Tabela 9 - Volume anual produzido pelos poços nas Bacias Metropolitanas

Ano	Volume Anual (m <sup>3</sup> )
2003	130.670
2004	132.130
2005	256.670
2006	1.185.228
2007	73.000
2008	376.534
2009	614.660
2010	473.770
2011	470.748
2012	538.740
2013	305.505
2014	830.711
2015	1.247.628
2016	3.768.786
<b>Total</b>	<b>10.404.780</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Machado e da Silva (2004) apresentaram a situação do uso, dados construtivos e hidrodinâmicos dos poços instalados nas Bacias Metropolitanas: 54% dos poços estão em operação, 2,4 poços em uso a cada 1.000 habitantes, profundidade média dos poços de 52,2m, 0,637 poços/km<sup>2</sup>, com vazão média de 1,74 m<sup>3</sup>/h, vazão específica de 0,0859 m<sup>3</sup>/h/m e vazão superficial disponível de 9.760 m<sup>3</sup>/ano/km<sup>2</sup>.

Apesar das Bacias Metropolitanas, dentre as regiões hidrográficas estudadas no PSH, ter demonstrado maior quantidade de dados e estudos pré-existent, é necessário também destacar a necessidade de realização de estudos hidrogeológicos mais completos nessa área, no intuito de se efetuar uma atualização no conhecimento dos sistemas aquíferos: modelos conceituais dos aquíferos, áreas de recarga, fluxo subterrâneo, áreas de descarga, interações águas superficiais/águas subterrâneas, caracterização hidroquímica e hidrogeoquímica dos sistemas aquíferos, vulnerabilidade e riscos de contaminação, estudos específicos de intrusão salina, classificação dos usos da água (humano, irrigação, industrial, animal, lazer, etc.), modelagem matemática do fluxo e transporte de massa nos sistemas aquíferos, estratégias de gestão de águas



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTATÍSTICA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

subterrâneas pautadas no planejamento de uso e controle e gestão dos recursos hídricos subterrâneos, de acordo com a Lei Federal nº 9.443/77, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.

### **3.4 Vazões Afluentes Regionais**

As Vazões Afluentes Regionais para todos os 22 reservatórios encontram-se em anexo.





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E ESTATÍSTICA  
ECONÔMICA  
DO CEARÁ



**COGERH**  
Companhia de Gestão  
dos Recursos Hídricos



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

#### **4. IDENTIFICAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DOS SISTEMAS HÍDRICOS**



## 4. IDENTIFICAÇÃO DAS VULNERABILIDADES DOS SISTEMAS HÍDRICOS

### 4.1 Secas: impactos e respostas

Assim como ocorre nas demais áreas do nordeste semiárido, nas Bacias Metropolitanas a coexistência de realidades contrapostas sobre chuvas anuais extremamente elevadas (cheias) e extremamente reduzidas (secas) justificam, por si, atenção maior em estruturação adequada ao convívio ambiental sustentável no semiárido. Tais realidades constituem também fator de degradação dos solos, sempre mais erodidos, sempre mais pobres.

Além da adversa realidade socioeconômica concomitantemente modelada pela dimensão hídrica, há um custo pago ao longo da história, mais diretamente sentido pela sociedade, decorrente da carência de soluções estruturantes capazes de dotar o semiárido de segurança em face de fenômenos hidrológicos tão conhecidos quanto encarados paliativamente, sob uma ótica de planejamento destituída de pragmatismo e sonegado pelo Poder Público no transcurso de séculos, muito embora, nas últimas décadas, o estado do Ceará venha promovendo uma verdadeira revolução no campo da implantação de infraestrutura destinada ao aumento da oferta de água e da segurança hídrica, destacando-se como pioneiro na gestão hídrica, tendo sido o primeiro estado do país a implantar a cobrança pelo uso da água bruta, um dos principais instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

A título informativo e ilustrativo, comenta-se a seguir o efeito dos eventos extremos ocorridos nas últimas três décadas do século XX sobre o PIB-Agro do Ceará, tendo como fonte de informações os Estudos de Inserção Regional da Transposição do rio São Francisco. Embora esses estudos tenham sido concluídos no início da década de 2000, as séries temporais utilizadas possuem significância estatística (número de valores maior ou igual a 30 anos) e, portanto, espelham o efeito dos eventos extremos no PIB agropecuário, efeitos esses que recorrem a cada seca ou cheia ocorrida na área geográfica de estudo.

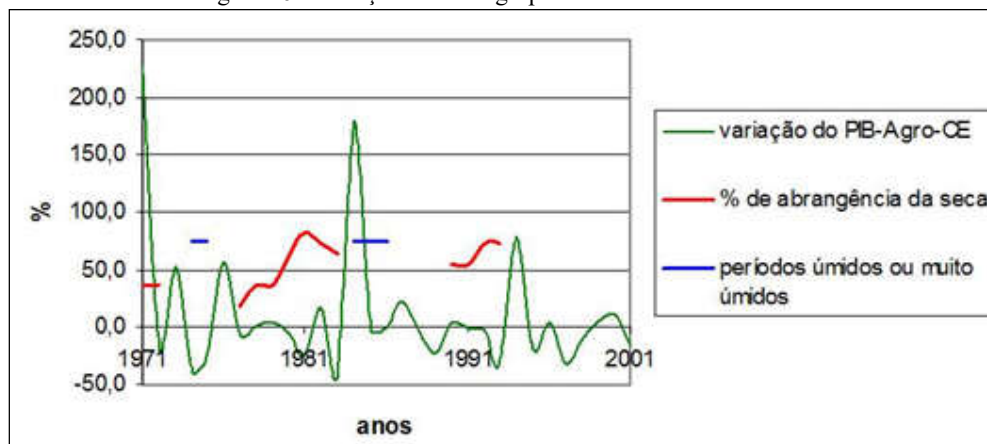
Mais do que estimar quantitativamente perdas econômicas acumuladas pelo Ceará e os outros estados beneficiados pela Transposição do Rio São Francisco, a menção às cifras feitas na abordagem que se segue tem a pretensão apenas de fornecer uma ideia do quão deletério à perspectiva socioeconômica estadual e regional podem ser os eventos extremos, permitindo, assim,

com a representatividade estatística que a quantidade de dados utilizados propiciou, vislumbrar a relação direta entre a ocorrência desses eventos e seu impacto direto sobre o PIB-Agropecuário.

Da estrita perspectiva econômica, a mensuração do impacto de eventos climáticos sobre a economia de qualquer estado do nordeste semiárido, desprovido de segurança hídrica até mesmo para atendimento de suas cidades, pode ser feita superpondo-se séries temporais do PIB às séries climatológicas que exibam o histórico de tais eventos. Bem mais curtas que as séries de precipitação disponíveis, as séries temporais anuais do PIB, no nível estadual, são obtidas com informações desde 1970, facultando a superposição que envolve secas ocorridas em pelo menos 30 anos.

Observando-as em séries pluviométricas disponíveis em estações espacialmente distribuídas para representar a incidência de chuvas no semiárido, onde se insere o estado do Ceará, identifica-se severidade superior a 50% da severidade média anual. Os anos úmidos e extremamente úmidos num período podem ser também classificados. Estudo realizado no âmbito dos Estudos de Inserção Regional da Transposição do rio São Francisco adotou o ano de 2001 como tendo sido, à época, o último ano com seca relativamente ampla e tomou-o como referência para a conversão do PIB do setor primário em dólares americanos por estado nordestino inserto no semiárido. A Figura 46 a seguir representa grande parte do impacto de uma convivência inadequada com os eventos extremos no estado do Ceará.

Figura 46 - Variação do PIB agropecuário e as secas no Ceará



Fonte: Sarmento (2005).

Embora genericamente a variação do PIB agrícola resulte de fatores climáticos e não climáticos, o grau de influência dos extremos climáticos no Ceará e no semiárido, em particular no semiárido setentrional, é o mais elevado dentre as variáveis que explicam a variância do PIB. O comportamento explicitado na figura anterior demonstra crescimento pouco significativo ou decréscimo do PIB, enquanto persistem anos de secas/cheias e súbita elevação pós-manifestações climáticas extremas. Aponta, pois, essas particularidades hidroclimatológicas do semiárido cearense e nordestino, como grandes condicionantes da trajetória temporal do PIB.

Estudar o comportamento interanual das chuvas no semiárido cearense revela que a transição para períodos de seca normalmente não é abrupta. Secas de grande severidade, com abrangência espacial que extrapola o semiárido, evoluem a esse estágio após um ou mais anos de escassa precipitação, registrando-se regiões diferentemente afetadas quanto à pluviosidade. O reflexo deste comportamento nas atividades econômicas rurais implica variabilidade espacial e temporal na produção agrícola. A soma das perdas contribui para arrefecer o crescimento do PIB.

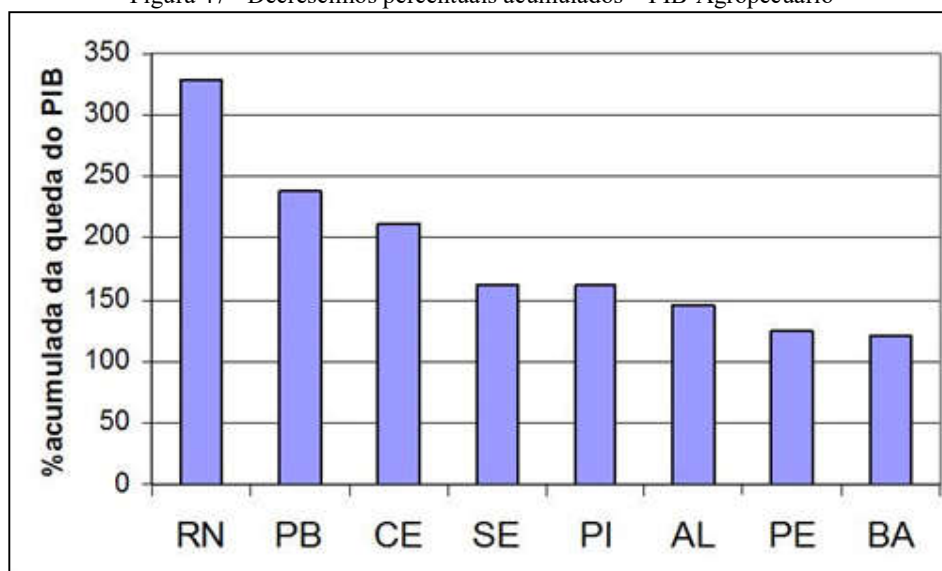
Apesar da ausência de dados não propiciar a separação entre efeitos climáticos e não climáticos sobre a variação do PIB, uma aplicação prática pode avaliar a imprecisão de se adotar a seca como principal determinante da variância em foco. Deve-se antes lembrar a alta frequência de secas com díspares severidades no período (1970 - 2001). Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco tiveram, em aproximadamente 50% dos anos de variabilidade espacial considerável, anomalias pluviométricas. Anos úmidos e extremamente úmidos são 22% dos extremos climáticos deste período.

Além disso, se houver seca/cheia, quaisquer variáveis influentes sobre crescimento/decréscimo do PIB serão inócuas, porque os extremos climáticos apresentar-se-ão como envoltórios dos efeitos nocivos ao crescimento econômico. Revendo-se a série histórica de anos sem influência de secas/cheias, o crescimento do PIB prepondera, mesmo que pouco expressivo nalguns casos. Portanto, reforça-se a tese de que extremos climáticos são a envoltória dos efeitos nocivos ao crescimento, dado que a resultante de efeitos não climáticos, sozinha, não é suficiente para decrescer o PIB do setor primário.

Embora não se descarte, para anos de extremos climáticos, na dimensão espacial, principalmente, uma composição de efeitos climáticos e não climáticos, é pouco significativa a contribuição dos não climáticos. Sendo desejável estimar o impacto das secas na economia

nordestina, reflexo na queda do PIB do setor primário e preferencialmente subestimando-o, pode-se ter como critério estimativo apenas os decréscimos do PIB, mormente nos anos em que se constatou seca de severidade superior à severidade média em cada estado. Reforçando a subestimação, adota-se a variação negativa do PIB (em dado ano) relativamente ao ano anterior, não em relação ao último ano de variação positiva; toma-se em conta a perda efetiva, não a perda potencial. Sarmiento (2005) aplicou esse procedimento para todos os estados do Nordeste, exceto para o Maranhão. O estudo aponta que a região perdeu 13,2 bilhões de dólares nas três últimas décadas do século XX. A Figura 47 exhibe o ranking dos estados mais afetados em decréscimos percentuais acumulados do PIB, calculados sob o critério enunciado. O Ceará se encontra na terceira posição nesse indesejável ranking de perdas.

Figura 47 - Decréscimos percentuais acumulados – PIB-Agropecuário



Fonte: Sarmiento (2005).

Somente estados do semiárido setentrional fora da Bacia do São Francisco (RN, PB, CE) respondem por 52% da perda percentual acumulada do PIB primário dos 8 estados avaliados.

A seca provoca impacto difuso, afeta a produção rural empreendida sob condições de insegurança hídrica em todas as bacias hidrográficas. A correção do problema da insegurança hídrica criaria alternativas de investimento em atividades rurais sustentáveis ao menos no aspecto dependente da disponibilidade de água. Considerando apenas os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, as perdas acumuladas nos 30 anos finais do século XX somam 5,3



**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

bilhões de dólares. Individualmente, nesse intervalo o Rio Grande do Norte perdeu 4,3 PIBs primários médios, a Paraíba 2,6 e o Ceará 2,2, ficando em terceiro lugar nesse indesejável ranking. Isso, sem que tenham sido computadas as perdas pela propagação de efeitos da queda do PIB primário nos outros setores da economia.

Perversa angulação econômica, incutida na inadequabilidade de convivência com secas, é a dos dispêndios governamentais referentes à desestruturação que o fenômeno provoca. Segundo Sarmiento (2005), tão só na seca de 1997-98-99 foram gastos 4,05 bilhões de dólares em programas socioeconômicos, singularmente de saúde. Considerando-se que seca com nível semelhante de severidade e abrangência reincide uma vez a cada 10 anos, adiciona-se a toda a sociedade brasileira, em todas as gerações e indefinidamente, o altíssimo ônus de não se encarar o problema do semiárido com a responsabilidade de sua extensão.

Apesar da evidência dessa realidade nordestina, a ação espasmódica dos governos contra os impactos do fenômeno é a tônica secularmente consolidada. As providências (raras as exceções) jamais enfrentaram o extremo subdesenvolvimento característico do semiárido. Em termos históricos, na maioria nem foram ações, mas tímidas reações à seca, à insegurança hídrica. Uma mudança nesse paradigma histórico só veio a ocorrer a partir do final da década de 80, quando a gestão corporativa tomou lugar daquela de natureza estritamente política, passando o estado do Ceará a tomar a dianteira nas iniciativas voltadas à solução estruturante e definitiva dos problemas de oferta hídrica em seu território.

Fora da condição de emergência percebe-se ênfase a providências de infraestrutura, constantemente exaltando obras de porte e visibilidade maiores, cujos supostos poderes transformadores da realidade subjagam até o clima, "amansando" desertos. Intervenções de engenharia de grandes dimensões não são por si inadequadas ou validam o preconceituoso rótulo de "faraônico", porém requerem muita reflexão quando os investimentos públicos excluem providências básicas em pesquisa e tecnologia e concentram-se em megaintervenções e difusão da "virtualidade dos milagres". Não transcendem à funcionalidade. São ferramentas que combatem questões crônicas e derivativas, convertendo potencialidades e vocações regionais em benefícios socioeconômicos proporcionais aos avanços no desmonte da estrutura de singularidades políticas, econômicas, sociais, culturais e ambientais de gênese e interinfluência seculares.





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

No Ceará não é diferente, a seca é força natural denunciadora. A cogitação de transumância e de abandono de áreas de boas condições edáficas e de insolação, de níveis de precipitação médios superiores a várias regiões produtivas exploradas no mundo, mantém-se, ainda hoje, alternativo à região.

Na medida em que o presente Plano de Segurança Hídrica aponta os condicionantes e as ações estruturais e não estruturais para reverter a situação diagnosticada, contribui para lançar a luz da racionalidade nas ações estatais, em suas diversas esferas de responsabilidade perante a sociedade.

#### **4.2 Demandas associadas aos hidrossistemas**

Conforme determinam os Termos de Referência, dois horizontes de projeção das demandas devem ser considerados para fins de análise: 2020 e 2030. Vale ressaltar que as demandas utilizadas como base/atuais foram fornecidas pela Cogeh.

Para projeções das demandas de abastecimento humano foram utilizadas informações com base nas estimativas populacionais do IBGE (anos 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017). As taxas de crescimento populacionais de cada município foram calculadas e, em seguida, visto quais municípios compunham a bacia hidrográfica de cada reservatório, foram obtidas as médias das taxas para cada bacia.

Convém comentar que analisando os números estimados da população cearense nos anos de 2013 até 2017, percebe-se uma inversão na tendência de crescimento da população observada no passado, onde constata-se uma redução de suas taxas de crescimento. Por outro lado, observa-se uma elevada concentração populacional nas Bacias Metropolitanas, por estarem inseridas na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), principal polo econômico do estado. Conseqüentemente, o fluxo migratório para essa região é considerável, resultando em elevadas demandas hídricas a serem supridas para essa população crescente.

A respeito da demanda de irrigação, além da disponibilidade hídrica, uma série de fatores fisioclimáticos e socioeconômicos afetam o desenvolvimento de áreas irrigadas, principalmente no semiárido nordestino, onde o clima, mais que o relevo e a aptidão dos solos, pode ser determinante para a produção agrícola. Ademais, torna-se necessário para a ampliação da irrigação



investimentos em medidas estruturais, tais como transporte, instalações e estradas, e ainda medidas não estruturais como programas de apoio ao trabalhador, incentivos para qualificação técnica, crédito facilitado, entre outros. A implantação dessas medidas é intrínseca ao incremento da oferta hídrica para irrigação, otimizando o uso da água e, conseqüentemente, refletindo quantitativamente nas projeções de demanda, no que se refere à indução ao desenvolvimento provocada pela presença da água.

Para as demandas industriais, percebe-se a partir de estudos elaborados pela SRH, como “Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH)” do ano 2005, que existe uma insuficiência de estudos que abordem demandas futuras para esse tipo de atividade. Apesar disso, sabe-se que a atividade industrial presente no Ceará se concentra basicamente na região das Bacias Metropolitanas, resultando em demandas mais elevadas para essa atividade nessa região, quando compara-se com outras bacias.

Para as demais projeções de demandas, como irrigação, dessedentação animal e industrial também foram utilizadas informações aduzidas do estudo “Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH)” do ano 2005. As análises e projeções apresentadas no trabalho em comento possibilitaram os cálculos de taxas de crescimento que posteriormente serão abordadas.

Por fim, destaca-se que, seguindo recomendações da Cogerh, para as demandas atuais foram utilizadas as referentes ao ano de 2012. A escolha deve-se ao fato de que nesse ano as restrições de oferta hídricas eram mínimas, devido ao regime hídrico do ano 2011, que apresentou pluviometria acima da média. Em alguns casos específicos, para poucos reservatórios, foram utilizados outros anos como base, por motivos que serão comentados mais adiante.

#### 4.2.1 Resultados

Neste tópico são apresentadas as demandas atuais e futuras para os 22 reservatórios das Bacias Metropolitanas atualmente monitorados pela Cogerh. Destaca-se que os reservatórios Cocó e Maranguapinho destinam-se a controle de cheias, entretanto, o reservatório Maranguapinho está sendo usado de forma especial em razão da crise hídrica. Para o reservatório Itapebussu foi

utilizada a demanda de irrigação do ano 2011 e para o Malcozinhado a demanda de abastecimento humano do ano 2016, ambas por serem as maiores dentre os anos analisados. As demandas para abastecimento humano foram obtidas como descrito anteriormente. As especificidades referentes às demais demandas são tratadas a seguir.

Para as projeções das demandas de irrigação nas Bacias Metropolitanas, inicialmente calculou-se a taxa de crescimento a partir das projeções das demandas hídricas das áreas privadas de irrigação para os horizontes de 2000, 2010 e 2020 obtidas do PLANERH (SRH, 2005). Entretanto, observou-se que a demanda hídrica para o ano de 2010 mostrou uma tendência de aumento pouco verossímil (164,94 hm<sup>3</sup>/ano) quando comparada com a soma das demandas hídricas de irrigação dos reservatórios presentes nas Bacias Metropolitanas para o ano base de 2012 (22,56 hm<sup>3</sup>/ano) fornecidas pela Cogerh. Por conseguinte, optou-se no presente documento pela utilização da taxa de crescimento calculada a partir das demandas de irrigação de 2000 e 2012 provenientes, respectivamente, do PLANERH (SRH, 2005) e da Cogerh. Vale ressaltar que o volume de 22,56 hm<sup>3</sup>/ano refere-se somente as demandas nos mananciais, sendo desconsideradas as outorgas dos trechos 3 e 4 do Eixão das Águas.

As taxas de crescimento utilizadas no cálculo das projeções das demandas industriais foram elaboradas a partir de dados oriundos das projeções das demandas industriais municipais consolidadas para os horizontes 2000, 2010 e 2020 provenientes do estudo “Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas” elaborado no ano 2000 (COGERH, 2000). As demandas industriais calculadas nesse documento levam em consideração as demandas provenientes do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, dos Distritos Industriais e das indústrias difusas dos municípios. Dessa forma, primeiramente calculou-se as taxas de crescimento da demanda industrial de cada município e, em seguida, determinou-se a média das taxas dos municípios que compunham a bacia do reservatório, obtendo-se assim valores representativos adequados à composição das demandas futuras.

A seguir, na Tabela 10 apresentam-se as demandas hídricas atuais e para os horizontes 2020 e 2030 de cada reservatório, exceto para o Cocó e o Germinal, pois são reservatórios de construção recente, sem demandas estabelecidas, conforme atestam os dados fornecidos pela Cogerh. Em seguida, na Figura 48, estão indicados os reservatórios das Bacias Metropolitanas contemplados neste Plano de Segurança Hídrica.

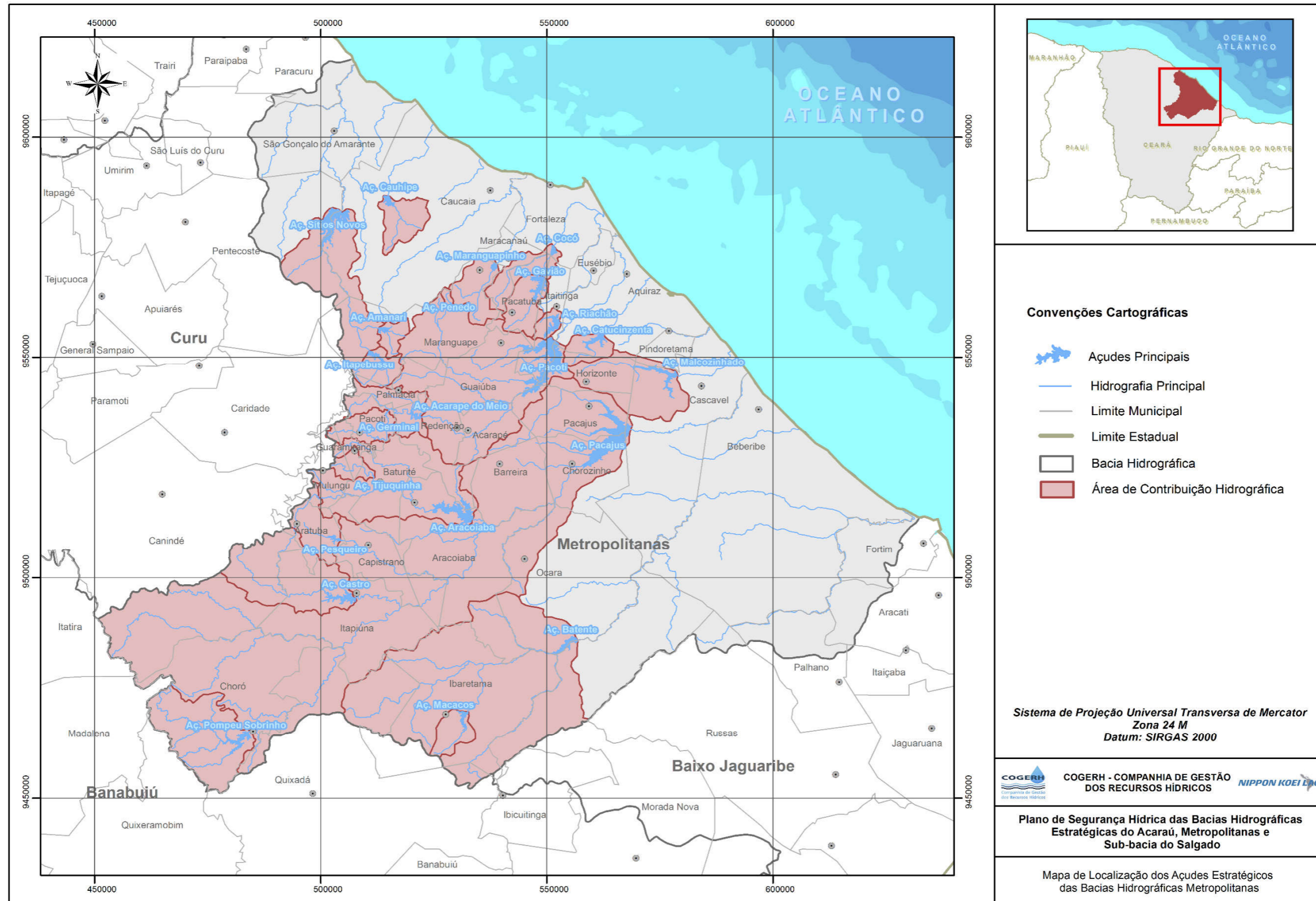
Tabela 10 - Vazões regularizadas dos reservatórios com suas respectivas demandas atuais e futuras – Bacias Metropolitanas

Reservatórios	Usos	Demandas (L/s)					
		ano *		ano 2020		ano 2030	
Acarape do Meio	abast. Humano	200,0	400,0	203,1	408,9	207,0	420,2
	irrigação	200,0		205,8		213,3	
Amanary	abast. humano	10,0	210,0	10,8	216,6	11,9	225,2
	irrigação	200,0		205,8		213,3	
Aracoiaba	abast. humano	35,0	415,0	35,0	418,5	35,0	427,7
	irrigação	45,0		46,3		48,0	
	industrial	335		337,2		344,7	
Batente	abast. humano	30,0	60,0	30,7	61,6	31,6	63,6
	irrigação	30,0		30,9		32,0	
Castro	abast. humano	34,0	134,0	34,4	137,3	35,0	141,6
	irrigação	100,0		102,9		106,6	
Catucinzenta	abast. humano	100,0	135,0	110,4	146,4	124,8	162,2
	irrigação	35,0		36,0		37,3	
Cauhipe	abast. humano	10,0	20,0	10,8	21,1	11,9	22,6
	irrigação	10,0		10,3		10,7	
Gavião	abast. humano	8200,0	9357,0	8795,4	9960,0	9600,8	10791,0
	industrial	1157,0		1164,6		1190,5	
Itapebussu	abast. humano	20,0	80,0	21,5	83,2	23,5	87,5
	irrigação	60,0		61,7		64,0	
Macacos	abast. humano	12,0	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
Malcozinhado	abast. humano	144,0	144,0	156,7	156,7	174,1	174,1
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
Maranguapinho	abast. humano	200,0	200,0	216,1	216,1	238,0	238,0
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
Pacajus	abast. humano	120,0	220,0	124,6	230,9	130,6	245,4
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
	industrial	100,0		106,3		114,8	
Pacoti	abast. humano	200,0	240,0	215,0	262,2	235,4	293,3
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
	industrial	40,0		47,1		57,8	
Penedo	abast. humano	20,0	30,0	21,6	31,9	23,9	34,5
	irrigação	10,0		10,3		10,7	
Pesqueiro	abast. humano	16,0	50,0	16,5	51,5	17,1	53,3
	irrigação	34,0		35,0		36,3	
Pompeu Sobrinho	abast. humano	10,0	200,0	10,2	205,7	10,5	213,1
	irrigação	190,0		195,5		202,6	
Riachão	abast. humano	34,0	34,0	37,0	37,0	41,1	41,1
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
Sítios Novos	abast. humano	55,0	720,0	58,5	835,8	63,1	1007,9
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
	industrial	665,0		777,3		944,8	
Tijuquinha	abast. humano	40,0	40,0	39,6	39,6	39,0	39,0
	irrigação	0,0		0,0		0,0	
Total agregado das demandas		12701,0		13479,0		14693,8	

Fonte: Cogerh (2017), Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* seguindo recomendações da contratante foram utilizadas como base as demandas do ano 2012, que devido ao elevado volume precipitado em 2011 foi um ano de baixíssimas restrições hídricas. Para as demandas de alguns reservatórios foram utilizados outros anos como base, foi o caso da demanda para irrigação do reservatório Itapebussu, com ano 2011 e da demanda para abastecimento humano do reservatório Malcozinhado, com ano 2016.

Figura 48 - Localização dos açudes nas Bacias Metropolitanas



Fonte: IBGE (2015), ANA (2016), Cogerh (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2017).

### 4.3 Vulnerabilidades Quantitativas

Uma vez avaliada a segurança hídrica em seu aspecto quantitativo, a análise das vulnerabilidades encadeia-se como fase subsequente natural, preparatória da elaboração de estratégias e ações mitigadoras das vulnerabilidades identificadas.

Já tendo sido apresentadas as demandas e suas respectivas projeções no tópico anterior, sucede-se a abordagem a respeito das vazões regularizadas para os 22 corpos hídricos. Esses volumes de água que podem ser fornecidas por cada reservatório, dada uma determinada garantia de atendimento, foram simulados com base em séries pseudo-históricas das vazões afluentes advindas dos estudos que a Cogerh conveniou com a UFC. Ressalta-se que explicações mais criteriosas sobre a metodologia foram fornecidas no produto denominado R13 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Quantitativos.

A Tabela 11 resume as demandas de água confrontadas com as curvas de garantia obtidas para cada um dos 22 reservatórios das Bacias Metropolitanas, seguido de seu respectivo diagrama unifilar apresentado na Figura 49.

Os dados apresentados permitem observar que existem distintas particularidades no que diz respeito às ofertas e demandas hídricas para cada reservatório. Entretanto, essas particularidades são comuns aos três sistemas hidrográficos em estudo no âmbito do PSH (Bacias Metropolitanas, Bacia do Acaraú e Sub-Bacia do Salgado). Vale destacar que existem casos nas Bacias Metropolitanas que envolvem transposição de bacia, onde há interação entre vários corpos hídricos.

Diante disso, no subtópico seguinte as particularidades dos balanços hídricos de cada sistema foram divididas em níveis de criticidade, abordando-se os casos encontrados de uma maneira menos repetitiva.

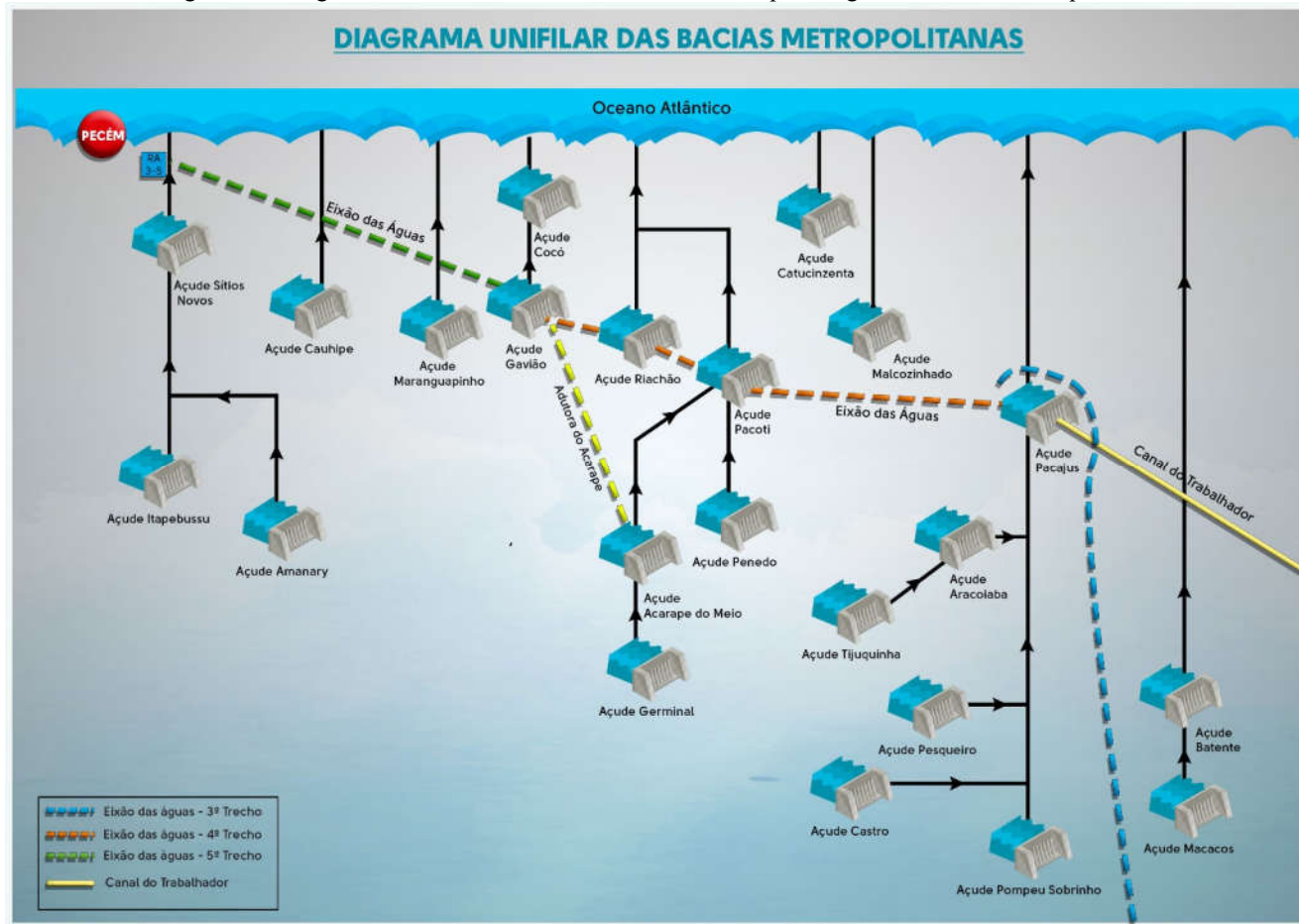
Tabela 11 - Vazões regularizadas com suas respectivas demandas atuais e futuras - Bacias Metropolitanas

Reservatórios	Volume máx. (m <sup>3</sup> )	Vazão/garantia (L/s)		Usos	Demandas (L/s)					
		g 90%	g 99%		ano **		ano 2020		ano 2030	
Acarape do Meio	29.593.388	740,34	561,94	abast. humano	200,0	400,0	203,1	408,9	207,0	420,2
				irrigação	200,0		205,8		213,3	
Amanary	11.010.000	194,13	92,92	abast. humano	10,0	10,0	10,8	10,8	11,9	11,9
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Aracoiába	162.000.000	3906,26	2636,74	abast. humano	35,0	415,0	35,0	418,5	35,0	427,7
				irrigação	45,0		46,3		48,0	
				industrial	335,0		337,2		344,7	
Batente	33.510.000	227,26	95,96	abast. humano	30,0	60,0	30,7	61,6	31,6	63,6
				irrigação	30,0		30,9		32,0	
Castro	62.310.000	2023,63	1014,17	abast. humano	34,0	134,0	34,4	137,3	35,0	141,6
				irrigação	100,0		102,9		106,6	
Catucinzenta	24.900.000	187,16	138,85	abast. humano	100,0	135,0	110,4	146,4	124,8	162,2
				irrigação	35,0		36,0		37,3	
Cauhipe	12.000.000	162,76	75,96	abast. humano	10,0	20,0	10,8	21,1	11,9	22,6
				irrigação	10,0		10,3		10,7	
Cocó*	5.095.672	195,82	116,73	-	-	-	-	-	-	-
Gavião	33.300.000	479,27	321,19	abast. humano	8200,0	9357,0	8795,4	9960,0	9600,8	10791,3
				industrial	1157,0		1164,6		1190,5	
Germinal*	2.107.201	135,92	66,05	-	-	-	-	-	-	-
Itapebussu	6.000.000	155,53	23,51	abast. humano	20,0	80,0	21,5	83,2	23,5	87,5
				irrigação	60,0		61,7		64,0	
Macacos	10.320.000	7,20	0,0	abast. humano	12,0	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Malcozinhado	36.550.000	138,55	75,42	abast. humano	144,0	144,0	156,7	156,7	174,1	174,1
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Maranguapinho	9.350.000	291,68	191,64	abast. humano	200,0	200,0	216,1	216,1	238,0	238,0
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Pacajus	232.000.000	6852,83	4685,11	abast. humano	120,0	220,0	124,6	230,9	130,6	245,4
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
				industrial	100,0		106,3		114,8	
Pacoti	380.000.000	5383,20	3464,74	abast. humano	200,0	240,0	215,0	262,2	235,4	293,3
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
				industrial	40,0		47,1		57,8	
Penedo	2.400.000	18,08	9,40	abast. humano	20,0	30,0	21,6	31,9	23,9	34,5
				irrigação	10,0		10,3		10,7	
Pesqueiro	9.031.000	391,97	185,10	abast. humano	16,0	50,0	16,5	51,5	17,1	53,3
				irrigação	34,0		35,0		36,3	
Pompeu Sobrinho	143.000.000	2187,41	948,25	abast. humano	10,0	200,0	10,2	205,7	10,5	213,1
				irrigação	190,0		195,5		202,6	
Riachão	47.916.512	222,96	181,44	abast. humano	34,0	34,0	37,0	37,0	41,1	41,1
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Sítios Novos	126.000.000	1974,84	1063,39	abast. humano	55,0	720,0	58,5	835,8	63,1	1007,9
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
				industrial	665,0		777,3		944,8	
Tijuquinha	403.871	30,80	20,0	abast. humano	40,0	40,0	39,6	39,6	39,0	39,0
				irrigação	0,0		0,0		0,0	
Total agregado das demandas					12701,0		13479,0		14693,8	

Fonte: Cogerh (2017), Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* reservatórios de construção recente, sem demandas estabelecidas. \*\* seguindo recomendações da contratante, foram utilizadas como base as demandas do ano 2012, que devido ao elevado volume precipitado em 2011 foi um ano de baixíssimas restrições hídricas. Para as demandas de alguns reservatórios foram utilizados outros anos como base, foi o caso da demanda para irrigação do reservatório Itapebussu, com ano 2011 e da demanda para abastecimento humano do reservatório Malcozinhado, com ano 2016.

Figura 49 - Diagrama unifilar dos reservatórios monitorados pela Cogerh nas Bacias Metropolitanas



Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Como observa-se na Figura 49, parte das vazões regularizadas na bacia do rio Jaguaribe é transferida para as Bacias Metropolitanas a partir de dois pontos de captação, até alcançarem o reservatório Gavião: o primeiro, imediatamente a jusante da barragem Castanhão, onde se inicia o “Eixão das Águas” e o segundo, mais abaixo, onde se inicia o denominado “Canal do Trabalhador”. Ambas as transferências se encaminham na direção do reservatório Pacajús, sendo que somente o Canal do Trabalhador vai desaguar naquele corpo d’água. A 4ª etapa do Eixão das Águas se efetiva ampliando a interligação das águas advindas do Jaguaribe com o sistema mais antigo, mediante o qual promoveu-se a integração do conjunto de reservatórios Pacoti-Riachão-Gavião, sendo esse último receptor final dos montantes aduzidos para a Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza.

Nas Bacias Metropolitanas há que se destacar uma situação especial relacionada com o reservatório Gavião. O caso justifica uma breve análise do que vem ocorrendo no sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza. A condição de “caixa de passagem” do açude Gavião, enquanto integrante do sistema, explica a superação das ofertas locais desse reservatório pelas demandas.

Atualmente, a Cagece necessita de vazões da ordem de 8,2 a 8,5 m<sup>3</sup>/s para abastecer a região da grande Fortaleza. No contexto de suprimento hídrico em análise, o Canal do Trabalhador, com capacidade aproximada de 4,5 m<sup>3</sup>/s, embora concebido e implantado emergencialmente, opera com cerca de 3 m<sup>3</sup>/s para complementar o abastecimento da RMF. O canal chega no reservatório Pacajús e suas águas integram-se ao sistema Pacoti - Riachão - Gavião.

O grau de dependência das grandes demandas hídricas estaduais do reservatório Castanhão e, mais recentemente, a liberação de água do açude Orós para reforço imprescindível do sistema, evidenciam outras vulnerabilidades importantes a exigirem providências de cunho estrutural e não estrutural.

O Canal do Trabalhador desempenha um importante papel, atualmente operando com o sentido invertido (Serra do Felix → Itaiçaba). O sistema passa por constante manutenção, com equipes trabalhando diuturnamente para retirada da vegetação que cresce em seu leito, devido ao assoreamento decorrente da baixa velocidade de escoamento da água, além de consertar seu revestimento em caso de vazamentos. O canal precisa ser recuperado, mas pairam dúvidas sobre

como fazê-lo sem que seja necessário paralisar sua operação. Há a ideia de revesti-lo completamente com placas e, em anos mais distantes, cogitou-se a instalação de turbinas com vistas a acelerar o escoamento, aumentando a capacidade de transporte e minorando o assoreamento.

Diante do exposto anteriormente, a Tabela 12 apresenta, de forma integrada com os incrementos do Canal do Trabalhador e do Eixão das Águas, as ofertas hídricas e demandas para os sistemas Pacajus e Pacoti – Riachão – Gavião.

Tabela 12 - Ofertas hídricas e demandas para os sistemas Pacajus e Pacoti – Riachão – Gavião

<b>Balanco Hídrico do Sistema Integrado</b>					
		<b>Pacajus</b>	<b>Pacoti</b>	<b>Riachão</b>	<b>Gavião</b>
<b>Ofertas</b>	Vazão g 99%	4.685,0	3.464,74	181,44	321,19
	Total de 8.652,3 L/s				
	Canal do Trabalhador	Capacidade máxima de 4.500,0 L/s			
	Eixão das Águas	Capacidade máxima de 19.000,0 L/s			
<b>Demandas</b>	Atuais	220,0	240,0	34,0	9.357,0
	Total de 9.851,0 L/s				
	Para horizonte de 2020	230,9	262,2	37,0	9.960,0
	Total de 10.490,1 L/s				
	Para horizonte de 2030	245,4	293,3	41,1	10.791,3
Total de 11.371,1 L/s					

Fonte: Cogerh (2017), Nippon Koei Lac (2017).

O balanço hídrico integrado apresentado na tabela anterior ilustra que os sistemas Pacajus e Pacoti-Riachão-Gavião, que abastecem a RMF, recebem incrementos hídricos provenientes do Canal do Trabalhador e do Eixão das Águas para o atendimento de uma demanda atual de 8,65 m<sup>3</sup>/s. Entretanto, como mencionado anteriormente, a Cagece atualmente demandaria de vazões na ordem de 8,2 a 8,5 m<sup>3</sup>/s para suprir o abastecimento dessa região. A evidente diferença entre oferta e demanda certamente está relacionada com as perdas físicas que a Cagece enfrenta, a exemplo do que ocorre em outros estados brasileiros.

As perdas presentes nas estruturas constituintes do sistema são provenientes, principalmente, da falta de manutenção e precisam ser controladas, visto que minimizá-las resulta não só na otimização do sistema de abastecimento, como também no aumento da oferta de água local. Para isso, faz-se necessária a substituição de materiais, equipamentos, tubulações e uma reestruturação nas unidades dos sistemas, além de implantação de tecnologias que controlem a magnitude das perdas observadas atualmente.

Adicionalmente, tem-se a problemática das retiradas de água ilegais, não outorgadas, dos reservatórios, realidade comum não só nos reservatórios cearenses, mas em todos os outros estados. Apesar da Cogerh trabalhar no sentido de coibir usos não outorgados, existe uma dificuldade no controle das retiradas clandestinas, principalmente com o intenso evento de seca que atingiu o estado nos últimos anos.

Para o atendimento das demandas futuras, além dos incrementos de água advindos do Canal do Trabalhador, que possui capacidade para conduzir uma vazão de 4,5 m<sup>3</sup>/s, e do Eixão das Águas, que chega no sistema Riachão-Pacoti-Gavião com capacidade para transpor 19 m<sup>3</sup>/s, embora se saiba que esses sistemas atualmente não operam com suas capacidades máximas devido ao déficit hídrico, a RMF será assegurada pela importação de águas da Transposição do Rio São Francisco - Eixo Norte, com uma vazão que pode chegar até 40 m<sup>3</sup>/s (SRH, 2017; BRASIL, 2000b).

#### 4.3.1 Níveis de Criticidade

A análise dos dados apresentados na Tabela 11 permite observar que existem quatro níveis de criticidade, no que se refere ao suprimento das demandas hídricas de abastecimento humano e irrigação para os reservatórios objetos de estudo. Tais níveis determinam o comprometimento desses reservatórios no atendimento de suas demandas, levando em consideração as garantias estudadas.

A demanda industrial não foi considerada um fator determinante na categorização de tais reservatórios, uma vez que só é apresentada para os reservatórios Pacajus, Pacoti e Sítios Novos. Para os reservatórios da bacia em estudo, adiciona-se também o fato dessas demandas, direcionadas principalmente para o abastecimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, serem supridas pela transposição hídrica do Eixão das Águas e não pelas ofertas locais dos próprios reservatórios.

Dessa forma, para cada premissa de evolução de demanda (demanda atual, demanda para o horizonte de 2020 e demanda para o horizonte de 2030), os reservatórios objetos de estudo são categorizados a seguir::

**Nível I:** Compreende os reservatórios que não conseguem suprir suas demandas para abastecimento humano. Entre esses reservatórios estão os que não regularizam vazão para uma garantia de 99% e, portanto, apresentam valor de vazão nulo, e os que regularizam vazão com valor insuficiente para o atendimento dessa demanda. Para o primeiro caso, inclui-se o reservatório Macacos. Já para o segundo caso, tem-se os reservatórios Gavião, Penedo, Malcozinhado, Maranguapinho e Tijuquinha.

Lembrando que o açude Gavião é um caso particular, pois, conforme já mencionado, recebe aportes transpostos da Bacia do Jaguaribe e as demandas que a ele foram associadas encontram atendimento nesses montantes hídricos transpostos de forma complementar ou integral.

**Nível II:** Abrange os reservatórios que satisfazem suas demandas para abastecimento humano, porém são insuficientes para garantir as suas demandas para irrigação. Para o cenário de demanda atual e, conseqüentemente, para os demais cenários, encaixa-se nesse nível o reservatório Itapebussu. Para o horizonte de demanda de 2020 e, conseqüentemente, também para 2030, tem-se o reservatório Catucinzenta. Para os reservatórios enquadrados nesse nível, diretrizes foram tratadas de forma mais criteriosa no produto denominado R15 - Estratégia Geral e Mitigação e Gestão de Risco).

**Nível III:** Configura os reservatórios que conseguem atender todas as suas demandas (abastecimento humano e/ou irrigação) para todos os horizontes em estudo. Se enquadram nesse nível os reservatórios Acarape do Meio, Amanary, Aracoiaba, Batente, Castro, Cauhipe, Pacajus, Pacoti, Pesqueiro, Pompeu Sobrinho, Riachão e Sítios Novos.

#### 4.3.2 Cenários de Simulação

Para os reservatórios classificados como Nível I, ou seja, que não conseguem suprir suas demandas para abastecimento humano, foram propostos cenários de simulação para estudar as alternativas de vazões regularizadas disponíveis. Tais cenários, quando possíveis, consideram um Volume de Alerta caracterizado como um certo nível do reservatório que, ao ser atingido, aciona uma nova configuração de operação por um certo intervalo de tempo, por meios de racionamentos das ofertas, assegurando uma maior eficiência no esquema das retiradas e reduzindo a possibilidade de ocorrência de colapsos no sistema.

O conceito de Volume de Alerta torna-se uma importante ferramenta para tomada de decisão no que concerne à gestão hídrica, na medida que proporciona uma maior assertividade nas decisões sobre o fornecimento de um serviço de oferta de água bruta mais eficaz. Por meio de tal instrumento podem ser visualizadas diversas alternativas para o suprimento de abastecimento de água e, assim, definir a opção que melhor se enquadra para o caso analisado.

Nos cenários de operação dos reservatórios propostos neste estudo, apesar da vazão demandada total não ser atendida quando existe a condição do Volume de Alerta, o reservatório não passa por períodos de déficit, mas sim por períodos onde essa disponibilidade é limitada por uma porcentagem de sua demanda total. Os cenários elaborados são listados a seguir:

- g 70%: vazão garantida em 70% do tempo;
- g 80%: vazão garantida em 80% do tempo;
- g 90%: vazão garantida em 90% do tempo;
- g 95%: vazão garantida em 95% do tempo;
- g 99%: vazão garantida em 99% do tempo;
- g 98,50,2 %: vazão garantida em 98% do tempo e com 50% de racionamento nos 2% do tempo restante;
- g 90,20,10 %: vazão garantida em 90% do tempo e com 20% de racionamento nos 10% do tempo restante;
- g 90,40,10 %: vazão garantida em 90% do tempo e com 40% de racionamento nos 10% do tempo restante;
- g 90,50,10 %: vazão garantida em 90% do tempo e com 50% de racionamento nos 10% do tempo restante;
- g 95,20,5 %: vazão garantida em 95% do tempo e com 20% de racionamento nos 5% do tempo restante;
- g 95,40,5 %: vazão garantida em 95% do tempo e com 40% de racionamento nos 5% do tempo restante;
- g 95,50,5 %: vazão garantida em 95% do tempo e com 50% de racionamento nos 5% do tempo restante.

Para os reservatórios de pequeno porte em estudo, torna-se inviável o uso de um Volume de Alerta, pois, para tanto, seria necessária a adoção de um valor muito elevado para essa variável,

o que se torna impraticável. Dessa forma, para esses reservatórios são apresentados apenas os resultados para os cinco primeiros cenários de operação.

Vale ressaltar que, apesar de um aumento considerável nas vazões ofertadas, na maioria dos reservatórios em estudo o uso do Volume de Alerta não foi suficiente para garantir o atendimento das demandas de abastecimento humano em sua totalidade.

Importa, por fim, ressaltar que a adoção de um esquema operacional de gestão de águas acumuladas com base no conceito de Volume de Alerta é muito mais aconselhável no caso dos grandes reservatórios (capacidade superior a 10 milhões de m<sup>3</sup>), pois pequenos corpos hídricos, em decorrência dos extremados processos de evaporação típicos do semiárido, tendem a perder eficiência quando um gerenciamento prudencial (que retém a água armazenada por mais tempo) é posto em prática. De qualquer forma, o referido conceito mostra grande utilidade, mesmo nesses casos dos pequenos reservatórios, pois permite uma negociação de alocação da água no âmbito das Comissões Gestoras de Açudes e dos Comitês de Bacias Hidrográficas, particularmente nos períodos críticos, sob bases técnicas bem fundamentadas.

Algumas distinções devem ser consideradas a respeito dos reservatórios que não conseguem suprir suas demandas para abastecimento humano, regularizando ou não alguma vazão. Para esses reservatórios destacados no Nível I de criticidade: Macacos, Penedo, Malcozinhado, Maranguapinho e Tijuquinha serão comentadas certas particularidades a seguir. O caso específico do reservatório Gavião será explicitado posteriormente, no tópico 4.3.3.

Destaca-se que, devido aos anos consecutivos de seca, o aproveitamento de pequenos reservatórios pelo poder público, outrora não utilizados por não oferecerem segurança hídrica, é realizado principalmente nos períodos mais críticos, com intuito de obter algum incremento na oferta hídrica, aliviando pressões sobre reservatórios importantes que, com o perdurar da crise hídrica, aproximam-se paulatinamente de um possível colapso. Dessa forma, para certos reservatórios, cabe tecer considerações quanto à gestão hídrica realizada pela Cogeh.

O reservatório Macacos, que possui localização desfavorável (próximo a cabeceira da bacia), não regulariza vazão com 99% de garantia e nem recebe transferência de outros reservatórios para o atendimento das suas demandas. Assim, foram propostas no R15 - Estratégia Geral de Mitigação e Gestão de Riscos e no Capítulo 5 deste relatório, medidas estruturais que

contribuem para garantir essas demandas em períodos de falhas da vazão a ser retirada, calculada pelo modelo de simulação que apresenta como série histórica de afluições valores fornecidos pela Cogerh. Todavia, o Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH, 2017) fornece como valor de vazão regularizada presente nas fichas técnicas desses reservatórios um valor de 100 L/s, o que é suficiente para suprir as suas demandas, caso a garantia associada a mesma seja adequada. Ressalta-se que a ficha técnica não informa a garantia associada à vazão regularizada.

Quanto às demandas impostas ao reservatório Penedo, ressalta-se que a vazão regularizada apresentada na sua ficha técnica é de 630 L/s (SRH 2017), valor mais que suficiente para atender suas demandas. Entretanto, a curva das vazões regularizadas para esse reservatório, gerada a partir das séries de afluições pseudo-históricas apresentada nos estudos que a Cogerh conveniou com a UFC (COGERH-UFC, 2013), não apresentou valor satisfatório que suprisse suas demandas, nem mesmo a vazão regularizada com 70% de garantia (37,7 L/s) se aproximou da apresentada na ficha técnica do reservatório. Por fim, sabe-se que o corpo hídrico está localizado numa área de grande densidade de reservatórios e que, tanto o município de Maranguape, quanto os municípios limieiros, são abastecidos por um sistema hídrico mais seguro, o sistema adutor Acarape, que integra os reservatórios Acarape do Meio e Gavião. Logo, a demanda atribuída ao açude Penedo decorre de um aproveitamento estratégico circunstancial, induzido pelos últimos anos de seca, com o intuito de aproveitar ao máximo volumes hídricos úteis que ainda estejam disponíveis.

Em relação ao reservatório Maranguapinho, ressalta-se o caráter de urgência do uso das suas águas para o abastecimento de parte de Maranguape, já que em períodos normais, sem eventos de longas estiagens, esse município é abastecido pelo sistema adutor Acarape (sistema que integra os reservatórios Acarape do Meio e Gavião) e ainda conta com projetos futuros de dois reservatórios, Maranguape I e Maranguape II, com capacidade aproximada de 5,5 hm<sup>3</sup> e 9,0 hm<sup>3</sup>, respectivamente, integrados a um sistema que aduzirá cerca de 132,37 L/s para o município (SRH, 2017).

Para o reservatório Tijuquinha, localizado no município de Baturité e que barra o rio Aracoiaaba, sua vazão regularizada com 99% de garantia é de aproximadamente 20,0 L/s, não garantindo completamente a demanda para abastecimento humano atribuída a ele (40,0 L/s). No entanto, Baturité é abastecido pelo reservatório Aracoiaaba, que oferta com 99% de garantia, aproximadamente 2.636,74 L/s, e que tem sua água aduzida até o município pelo sistema

Aracoiaba-Baturité, cuja capacidade é de 133,6 L/s. Também nesse caso, medidas não estruturais, mormente voltadas à área de gestão hídrica, se mostram mais indicadas para contornar problemas de ordem conjuntural. O detalhamento dessas medidas poderá ser consultado no R15 - Estratégia Geral de Mitigação e Gestão de Riscos.

Já o reservatório Malcozinhado possui demandas humanas de, aproximadamente, 144,0 L/s, e regulariza, aproximadamente, 75,4 L/s, com 99% de garantia. Sabe-se que essa demanda, bem superior à vazão regularizada, deve-se às maximizações de aproveitamentos hídricos já comentadas. Segundo a Cogeh, o reservatório já chegou a contribuir com o abastecimento dos municípios de Pindoretama, Cascavel e Beberibe. Todavia, Cascavel e Beberibe têm como principal manancial o rio Choró, que é perenizado pelo reservatório Pacajus (atualmente receptor da transposição de rio Jaguaribe e futuramente receptor da transposição do rio São Francisco – Eixo Norte). Ainda quanto às demandas projetadas para o Malcozinhado, segundo a SRH (2017), existe uma adutora projetada com captação direta no reservatório, cuja capacidade é de 41,2 L/s para o município de Pindoretama, e outra a jusante, com captação no trecho perenizado pelo açude, de capacidade de 34,8 L/s para o distrito de Caponga, no município de Cascavel, dispondo de uma garantia hídrica em 99% do tempo.

Mais uma vez, enfatize-se também, nesse caso do Malcozinhado, a pertinência de se adotar medidas não estruturais de gestão hídrica que compatibilizem e aproximem a operação real praticada nos reservatórios com aquela prescrita pelos modelos de planejamento. No Malcozinhado fica evidente que atribuir-lhe uma retirada de 144,0 L/s relativa à época (2012) em que esse reservatório contava com elevado armazenamento, não significa que tal montante hídrico seja compatível com a curva de regularização calculada, muito menos que seja aconselhável transferir os problemas de desabastecimento afetos a outros mananciais para corpos hídricos que oferecem sustentabilidade sabidamente menor. Ao se retirar de um reservatório uma vazão maior que aquela por ele oferecida com certa garantia, deve-se sempre ter em mente, na operação real do sistema, que o adicional indevidamente retirado se acumulará como déficit no período crítico.

A própria adoção da vazão retirada de 144,0 L/s, relativa ao ano de 2012, faz aportar à presente análise um problema conjuntural que, apenas na aparência, reveste-se como sendo estrutural. Afinal, qualquer modelo de planejamento que se pretenda realista deve partir do cômputo das ofertas hídricas associadas às garantias de interesse. Certamente foi como procedeu



**ipece**

INSTITUTO  
DE FOMENTO  
E RECURSOS  
ECONÔMICOS  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

o Governo do Ceará em relação ao projeto das duas adutoras citadas anteriormente, que partem do reservatório Malcozinhado. Observe-se, mais uma vez, que a soma de suas capacidades hidráulicas é praticamente igual à vazão regularizada por esse manancial com uma garantia de 99%. Se por um lado, essa constatação atesta a eficiência e o acerto dos planejadores estatais, por outro lado demonstra que não eram demandas prioritárias (abastecimento humano) aquelas atendidas quando, em 2012, permitiu-se a retirada de quase o dobro da vazão projetada para atendimento das cidades em 2030. Uma vez mais, deparamo-nos com a situação já bem tipificada quando envolve o uso da água de mananciais capazes de garantir o abastecimento humano, mas que, em época de relativa abundância de armazenamento, têm suas águas alocadas para atividades como, por exemplo, a irrigação praticada em propriedades privadas localizadas próximo ao reservatório, cujo retorno econômico para o Estado como um todo carece de um estudo que o aprimore quanto a perspectiva de maximização dos benefícios para o maior número de pessoas.

A seguir, na Tabela 13, são apresentadas as vazões regularizadas com e sem condição de alerta para os reservatórios das Bacias Metropolitanas que se enquadraram no Nível I de criticidade.



Tabela 13 - Vazões regularizadas com e sem condição de Volume de Alerta para reservatórios enquadrados no Nível I – Bacias Metropolitanas

Garantia sem condição de alerta	Reservatórios									
	Macacos		Tijuquinha		Penedo		Maranguapinho		Malcozinhado	
	Vazão (L/s)		Vazão (L/s)		Vazão (L/s)		Vazão (L/s)		Vazão (L/s)	
g 70%	26,1		51,1		37,7		472,0		230,6	
g 80%	16,7		40,4		26,0		384,7		175,4	
g 90%	7,2		30,8		18,1		291,7		138,6	
g 95%	2,3		25,8		13,7		236,7		109,9	
g 99%	-		20,0		9,4		191,6		75,4	
Garantia com condição de alerta	Vazão (L/s)	*Vol. de alerta	Vazão (L/s)	*Vol. de alerta	Vazão (L/s)	*Vol. de alerta	Vazão (L/s)	*Vol. de alerta	Vazão (L/s)	*Vol. de alerta
g 98,50,2 %	-	-	18,3	35,9%	9,2	54,8%	169,5	35,0%	79,2	41,7%
g 95,50,5 %	-	-	19,5	45,4%	10,5	58,4%	189,7	40,2%	86,2	51,4%
g 95,40,5 %	-	-	18,2	49,6%	9,7	59,9%	180,2	43,9%	79,7	53,8%
g 95,20,5 %	-	-	17,1	55,0%	9,0	63,8%	164,2	53,3%	69,2	60,6%
g 90,50,10 %	-	-	20,1	56,9%	11,8	67,2%	205,3	48,9%	94,9	62,3%
g 90,40,10 %	-	-	19,2	58,6%	10,9	68,7%	191,4	52,1%	87,6	64,2%
g 90,20,10 %	-	-	17,3	66,2%	9,4	73,8%	169,6	59,0%	72,7	71,8%

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Nota: \* percentual da capacidade máxima de armazenamento do reservatório; “-” não regularizaram vazão para as condições.

#### 4.3.3 Estudos anteriores: Comparando vazões regularizadas

Neste tópico, como solicitado pela Cogerh, para os reservatórios da RMF será realizado um comparativo entre as vazões regularizadas obtidas pelas séries pseudo-históricas das vazões afluentes advindas dos estudos que a Cogerh conveniou com a UFC (COGERH-UFC, 2013) e os seguintes estudos anteriores disponíveis: “Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Estudos de Inserção Regional – Relatório Geral – Tomo I” (BRASIL, 2000b) e “Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos” (SRH, 2005).

Para a realização de uma comparação dessa natureza, faz-se de primordial importância ressaltar os limites aos quais estão submetidas as análises e conclusões. Tais limites dizem respeito principalmente a dois aspectos:

- a) O período coberto pelas séries pseudo-históricas empregadas nas simulações e;

b) A metodologia empregada nos estudos considerados, mormente o tipo de modelo chuva-vazão adotado na reprodução matemática da relação entre a chuva média e a vazão no intervalo de discretização considerado.

A mais relevante consequência da observância desses aspectos é que as conclusões acerca da existência de hierarquias de consistência que qualifiquem os resultados contidos em qualquer dos estudos somente têm importância em casos específicos e nunca dispensam a incidência de subjetividades, mesmo porque não há nenhum referencial absoluto objetivo de julgamento da consistência dos valores apresentados para a vazão regularizada de cada reservatório de interesse no estudo atual e nos anteriores.

O presente estudo de regularização de vazões observou rigorosamente o conteúdo dos Termos de Referência ao adotar as séries de vazão pseudo-históricas fornecidas pela própria contratante que, por sua vez, as obteve mediante estudos conveniados com a Universidade Federal do Ceará – UFC. Os estudos desenvolvidos pela UFC consistiram na calibração em nível mensal do modelo chuva-vazão SMAP para diversos postos fluviométricos de bacias cearenses, na posterior regionalização dos parâmetros calibrados tidos como mais influentes e na subsequente geração das séries de vazão pseudo-históricas para dezenas de reservatórios localizados no estado do Ceará.

Em termos metodológicos, os estudos de regularização de vazão realizados à época do desenvolvimento do projeto da Transposição do Rio São Francisco, assim como a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará, fizeram uso do modelo chuva-vazão MODHAC (Modelo Hidrológico Autocalibrável), com passo de cálculo diário e apresentação de resultados em nível mensal. Ressalte-se que, nesse caso, a geração de vazões pseudo-históricas não foi realizada com base em regionalização de parâmetros calibrados, mas sim por traslado de parâmetros dos postos calibrados e validados para às seções fluviais de interesse em cada um desses estudos.

Um dos trabalhos citados anteriormente denomina-se Estudos de Inserção Regional do projeto atualmente denominado PISF (Projeto de Integração do São Francisco com o Nordeste Setentrional), mais conhecido como Transposição do Rio São Francisco. Esses estudos foram concluídos em 2000 e, no caso das bacias cearenses, considerou no cálculo das vazões regularizadas, as séries temporais transcorridas a partir das primeiras décadas do século XX (as

mais antigas), estendendo-se até o ano de 1996. Portanto, no que diz respeito ao aspecto abordado no subitem a), identifica-se aqui uma desvantagem relativa no uso desses estudos, uma vez que sua abrangência em termos de extensão das séries temporais, ao contrário dos estudos atuais, deixa de fora quase metade da década de 1990, período no qual ocorreu uma das maiores secas do Nordeste (1997-1999) e, igualmente, deixa de fora mais de uma década do século XXI, uma vez que, neste Plano de Segurança Hídrica, as séries geradas alcançam o ano de 2012.

Com a integração entre a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe e as Bacias Metropolitanas, o reservatório Castanhão passou a ser, ao Eixo Norte da Transposição, a mais importante fonte hídrica para atendimento da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Nos Estudos de Inserção Regional do PISF, esse manancial, por ser receptor das águas transpostas, foi considerado para o cálculo de suas vazões regularizadas. À época de desenvolvimento desses estudos (final da década de 1990), o Castanhão sequer contava com seu sistema de comportas, que elevaram sua capacidade de 4,45 bilhões de m<sup>3</sup> para os atuais 6,7 bilhões de m<sup>3</sup>. Para fins de cálculo da vazão regularizada foi considerado um volume máximo de 4,45 bilhões de m<sup>3</sup>. De maneira que sua vazão regularizada com 90% de garantia foi calculada como sendo Q<sub>90</sub> de 21,75 m<sup>3</sup>/s. Já para a garantia de 99%, o valor encontrado foi Q<sub>99</sub> de 17,78 m<sup>3</sup>/s. Nota-se que essa vazão regularizada com 99% de garantia é mais do que suficiente para o atendimento da RMF.

Como se sabe, o reservatório de Castanhão não integra o grupo dos 22 reservatórios analisados neste relatório, embora suas águas sejam utilizadas no abastecimento da RMF. Sua vazão regularizada com 99% de garantia, conforme o Atlas da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH, 2017) é de Q<sub>99</sub> = 29,0 m<sup>3</sup>/s. Já no relatório de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-2005), consta para a garantia de 90% uma vazão de Q<sub>90</sub> = 30,21 m<sup>3</sup>/s.

Em relação a essa fonte de suprimento hídrico da RMF, observe-se por fim que, mesmo se fazendo uso dos resultados advindos dos estudos de Inserção Regional do PISF, há disponibilidade de sobra para o atendimento da demanda mencionada. Isso, sem contar com a entrada em operação do Eixo Norte do PISF, prevista pelo Governo Federal para ter início no corrente ano (2018).

Concernente aos demais reservatórios construídos nas Bacias Metropolitanas, objetos deste Plano de Segurança Hídrica, há informações anteriores sobre vazões regularizadas para aqueles



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

mostrados na Tabela 14, em que essas informações são apresentadas juntamente com as respectivas capacidades de armazenamento utilizadas em cada estudo.

Conforme se vê na referida tabela, apenas no caso de três reservatórios, a saber: Castro, Gavião e Pacajus, as vazões regularizadas obtidas para as garantias de 90% e 99% no PLANERH (SRH, 2005) são inferiores às suas correspondentes obtidas no presente estudo. No caso do reservatório Pacajus, mesmo se considerando o valor encontrado no PLANERH, não advém daí qualquer vulnerabilidade quantitativa, dado que o valor da regularização contido nesse corpo hídrico supera bastante as demandas fornecidas pela Cogerh.

Já no caso do açude Gavião, o valor contido no PLANERH é cerca de 60 L/s inferior ao obtido nos presentes estudos. Ocorre que, sendo o Gavião uma obra hidráulica receptora das transferências da Bacia do Jaguaribe e, brevemente, da Transposição do São Francisco, não há qualquer sombra de vulnerabilidade que possa advir dessa pequena diferença entre os valores encontrados em um e outros estudos.

Finalmente, no caso do reservatório Castro, a pequena monta das demandas fornecidas pela Cogerh indica que a vazão regularizada calculada pelo PLANERH, inferior àquela obtida no presente estudo, atende sem gerar vulnerabilidades as projeções realizadas para 2030.





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Tabela 14 - Comparativo das vazões regularizadas dos reservatórios e suas respectivas capacidades de armazenamento utilizadas em cada estudo

Reservatórios	Volume máx. (m <sup>3</sup> ) <sup>I</sup>	Calculadas		Volume máx. (m <sup>3</sup> ) <sup>II</sup>	PLANERH <sup>I</sup> (2005)
		g 90%	g 99%		g 90%
Acarape do Meio	29.593.388,00	740,30	561,90	31.500.000,00	1.420,00
Amanary	11.010.000,00	194,10	92,90	11.010.000,00	170,00
Aracoiaba	162.000.000,00	3.906,30	2.636,70	170.700.000,00	2.700,00
Batente	33.510.000,00	227,30	96,00	52.700.000,00	370,00
Castro	62.310.000,00	2.023,60	1.014,20	63.900.000,00	610,00
Catucinzenta	24.900.000,00	187,20	138,90	27.130.000,00	210,00
Cauhipe	12.000.000,00	162,80	76,00	12.000.000,00	210,00
Gavião	33.300.000,00	479,30	321,20	32.900.000,00	260,00
Malcozinhado	36.550.000,00	138,60	75,40	37.840.000,00	490,00
Pacajus	232.000.000,00	6.852,80	4.685,10	240.000.000,00	3.280,00
Pacoti - Riachão	427.916.512,00	5.606,20	3.646,20	429.950.000,00	5.400,00
Pompeu Sobrinho	143.000.000,00	2.187,40	948,30	143.000.000,00	400,00
Sítios Novos	126.000.000,00	1.974,80	1.063,40	126.000.000,00	1.700,00

Fonte: Cogerh (2017), Nippon Koei Lac (2017), SRH (2005), Brasil (2000).

Nota: <sup>I</sup> capacidade de armazenamento dos reservatórios para cálculos das vazões regularizadas deste trabalho; <sup>II</sup> capacidade de armazenamento dos reservatórios para cálculos das vazões regularizadas apresentadas no PLANERH; <sup>1</sup> Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos.



#### 4.4 Vulnerabilidades Qualitativas

A abordagem de aspectos qualitativos da segurança hídrica parte do pressuposto que eventuais desconformidades na qualidade da água podem impossibilitar seu uso para determinados usuários ou impor elevados custos para seu aproveitamento.

Num reservatório, grande parte dos processos bioquímicos que ocorrem se enquadram no que se denomina fenômenos irreversíveis, como é o caso do fenômeno de anaerobiose, onde toda uma fauna e flora microbiana aeróbica é substituída por organismos anaeróbicos, não sendo possível, a curto prazo, reconstruir o ambiente aeróbico perdido, mesmo dispondo novamente de oxigênio dissolvido.

Assim, é relevante salientar que as perdas de atributo em matéria de qualidade da água podem representar restrições que perdurem durante longos períodos após ter ocorrido o evento que alterou inicialmente as condições de qualidade da água.

Por outro lado, dois fenômenos relevantes em matéria de segurança hídrica são de lento e muitas vezes irrecuperável avanço. Tratam-se dos processos de (i) salinização, onde as características do corpo d'água fazem com que exista uma tendência à concentração de sais dissolvidos e o processo de (ii) eutrofização, onde a disponibilidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio) vai crescendo progressivamente e uma série de fenômenos de sucessão de algas unicelulares com predisposição diferenciada ao desenvolvimento, segundo a disponibilidade de nutrientes, leva à impossibilidade de utilização de grandes corpos d'água pela incapacidade de tratar seus elevados teores de matéria orgânica.

Os três problemas citados anteriormente: anaerobiose, salinização e eutrofização, acrescidos do que denominaremos contaminação por acidentes, são os principais fenômenos que devem ser monitorados e as causas dos problemas mais frequentes de qualidade que afetam a segurança hídrica. A seguir se descrevem condições propícias para a ocorrência de cada um dos processos mencionados, a saber:

- (i) A anaerobiose pode acontecer por vários fatores convergentes, a ocorrência mais usual é associada à estratificação térmica e bloqueio da difusão de oxigênio em profundidade. Este fenômeno leva à ocorrência de hipolimnionos anaeróbicos com restrições para seu uso, acarretando problemas de tratamento d'água, sobretudo pelo excesso de ferro e inclusive

- eventuais acidentes explosivos pela acumulação de metano em salas de bombas. Eventualmente a anaerobiose pode atingir todo o corpo d'água, comprometendo a fauna e flora do reservatório. Esse processo pode ser acelerado por escoamento de águas ricas em matéria orgânica provenientes de esgotos não tratados ou resíduos urbanos;
- (ii) A salinização é um fenômeno natural que ocorre como consequência do elevado tempo de residência da água em alguns açudes. A longa permanência das águas nesses açudes faz com que as retiradas e a evaporação favoreçam a concentração de sais. Reservatórios mal operados (sem retiradas de vazões) ou superdimensionados (sem vertimentos regulares) podem ter tendências inevitáveis à salinização. As consequências são normalmente irreversíveis e devem ser adotadas medidas preventivas e de longo prazo, mudando basicamente o balanço hídrico do reservatório. Algumas regiões do tipo endorreicas ou com aluviões ricas em xistos apresentam predisposição natural a estes processos, tornando-os irreversíveis (MOLINAS, 1996);
  - (iii) O processo de eutrofização de reservatórios é também um problema grave. Reservatórios em estado eutrófico, mesmo apresentando condições de potabilidade aceitáveis, se tornam instáveis e susceptíveis a florações de algas que podem inviabilizar seu consumo durante longos períodos;
  - (iv) As contaminações por acidentes são eventos de difícil controle, para os quais só se podem definir normas de segurança e isolamento dos mananciais que afastem, na medida do possível, os riscos deste tipo de contaminação. Esta contaminação é associada a derramamentos de produtos contaminantes nos corpos d'água afluentes ou no próprio açude, em decorrência de sinistros em veículos que transportam cargas perigosas, como derivados de petróleo ou acidentes em distritos industriais, postos de gasolina ou dutos de produtos perigosos que podem vir a escoar diretamente para os corpos d'água, dentre outros fatores.

Ainda que a Resolução Conama nº 357/2005 já seja bastante difundida, as diretrizes descritas a seguir servirão para elucidação da norma numa forma mais sintetizada. Será realizado um comparativo dos corpos hídricos em análise com as classes indicadas nessa resolução, embora o artigo 42 estabeleça que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, o que é o caso para os reservatórios em estudo, as águas doces são consideradas Classe 2. O esquema básico de agrupamento para águas doces compreende os seguintes níveis ou categorias sistemáticas:

Classe 1 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- À aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3 - Águas que podem ser destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À pesca amadora;
- À recreação de contato secundário;
- À dessedentação de animais.

Classe 4 - Águas que podem ser destinadas:

- À navegação;
- À harmonia paisagística.

Para as Bacias Metropolitanas foram elaboradas as Tabelas 15 e 16, que apresentam cenários futuros de concentração de fósforo para 4 premissas de produção (n). Para cada contexto

de evolução de certas atividades (piscicultura e pecuária), tem-se a previsão de um determinado comportamento desse nutriente, que influencia diretamente na qualidade da água dos reservatórios.

Na concepção dos cenários para o ano de 2020 considerou-se o aumento da antropização em 1,5; 2; 2,5 e 3 vezes. O mesmo procedimento foi realizado na elaboração dos cenários para o ano de 2030. A título de exemplo, para um cenário em que a produtividade das atividades citadas dobre ( $n=2$ ), as cargas de fósforo oriundas desses processos são multiplicadas por 2.

Feita essa exposição de cunho genérico, foca-se nos subitens seguintes referentes às vulnerabilidades afetas aos reservatórios de interesse localizados nas Bacias Metropolitanas.

#### 4.4.1 Resultados

Genericamente, nas Bacias Metropolitanas os problemas de segurança hídrica são, basicamente, associados aos problemas decorrentes dos processos de urbanização rápida e adensamento populacional.

Os açudes destas bacias sofrem sérias pressões urbanas em suas bacias de contribuição, o que torna a afluição de esgotos domésticos um dos principais problemas.

Embora em termos apenas potenciais, outro fator relevante observado principalmente nas Bacias Metropolitanas, devido ao seu alto grau de urbanização e importância econômica, são as contaminações por acidentes em veículos que trafegam por rodovias contíguas a corpos d'água de alta importância estratégica, particularmente as rodovias federais.

A execução do modelo adotado para todas as bacias de interesse, conforme detalhado no R12 – Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos, um dos produtos do Plano de Segurança Hídrica, inicia-se com a simulação quantitativa, que é linearizada num processo iterativo, determinando os volumes ótimos alocado mês a mês. Com os volumes alocados ótimos encontrados, sem a preocupação dos componentes de qualidade da água, determinam-se as concentrações dos parâmetros analisados pelo modelo (DBO, OD, NT, FT, CTm e CLA) nos reservatórios e nos pontos de controle (nós) do sistema, que servirão como valor inicial do processo iterativo subsequente. Neste processo iterativo, onde todas as equações do balanço hídrico e do balanço de massa estão linearizadas e integradas, alteram-se simultaneamente os volumes e as

concentrações com a finalidade de satisfazer as restrições impostas e otimizar a função objetivo qualiquantitativa proposta mês a mês.

A partir dos resultados aprofundados no R14 - Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos, pode-se concluir que as principais vulnerabilidades identificadas foram:

- À exceção do Aracoiaba e do Catucinzenta, todos os outros três reservatórios, com maior ou menor frequência, ultrapassam o limite da Classe IV no que diz respeito à DBO;
- O Oxigênio Dissolvido não tem o limite da Classe IV ultrapassado pelos reservatórios Aracoiaba, Catucinzenta e Maranguapinho, sendo baixíssima essa frequência para o caso do Malcozinhado. Apenas o reservatório Gavião mostrou pouco mais de um quarto de permanência com suas águas na Classe IV;
- Os 5 reservatórios analisados nas Bacias Metropolitanas apresentam vulnerabilidade quanto à presença excessiva de fósforo, sendo o Maranguapinho o caso mais grave, em que as águas armazenadas permanecem cerca de 90% do tempo com teores dessa substância (fósforo total) acima do limite da Classe IV. A situação mais branda ocorre no Catucinzenta, seguido do Aracoiaba e do Gavião, todos com menos de um terço do tempo com as águas na Classe IV, no que diz respeito a esse parâmetro;
- Quanto aos níveis de nitrogênio total, cabe comentar que os reservatórios Aracoiaba, Catucinzenta, Maranguapinho e Malcozinhado, que atingem valores superiores a 1,27 mg/L e possam vir a ter essa variável como nutriente limitante de processos de eutrofização, podem vir a estar em condições vulneráveis, já que, segundo a Resolução Conama nº 357/2005, para águas doces de Classes I e II o valor de nitrogênio total não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos;
- A clorofila a evidencia-se como vulnerabilidade ao atingir valores acima daquele referente à Classe IV para todos os reservatórios. Por ordem de gravidade do problema tem-se os reservatórios Maranguapinho, Malcozinhado, Gavião, Aracoiaba e Catucinzenta, sendo os dois primeiros nitidamente casos distintos dos três últimos, onde em termos de permanência das águas na Classe IV a frequência no caso do Catucinzenta chega a ser mais de quatro vezes menor do que aquela apresentada pelo Maranguapinho;
- Em termos de coliformes termotolerantes praticamente não há que se destacar vulnerabilidades por alcance do limite da Classe IV para nenhum dos reservatórios

estudados, sendo observável que, à exceção do reservatório Aracoiaba, onde em cerca de 16% do tempo o reservatório deixa a Classe I para enquadrar-se na Classe II, todos os demais preservam, em 100% do tempo, enquadramento na Classe I.

#### 4.5 Curvas paramétricas de evolução das atividades e cargas poluidoras

Os gráficos obtidos para os anos de estudo (cenários de 2020 e 2030) mostram que a evolução na produção de esgoto sanitário não ocasiona mudança considerável na concentração média de fósforo dos reservatórios, e que o aumento na produtividade das atividades de piscicultura e pecuária origina um acréscimo mais significativo na concentração desse nutriente. Esse resultado induz ao entendimento de que a piscicultura e a pecuária contribuem mais expressivamente na concentração de fósforo nesses corpos d'água do que o esgoto doméstico

As concentrações médias anuais de fósforo obtidas para cada cenário elaborado e os gráficos das estimativas das concentrações de fósforo para os horizontes de planejamento de 2020 e 2030 são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Concentrações médias anuais de fósforo para cada cenário produtivo de reservatórios das Bacias Metropolitanas

		Concentração Média Anual de Fósforo (mg/l)				
		Aracoiaba	Catucinzenta	Gavião	Malcozinhado	Maranguapinho
POPULAÇÃO PROJETADA - 2020	n = 1	0,118	0,228	0,062	0,0286	0,145
	n = 1,5	0,174365	0,333602	0,084652	0,036832	0,212706
	n = 2	0,230952	0,439335	0,10742	0,04508	0,280154
	n = 2,5	0,287538	0,545066	0,130188	0,053328	0,347602
	n = 3	0,344125	0,650797	0,152956	0,061577	0,41505
POPULAÇÃO PROJETADA - 2030	n = 1	0,11767	0,228	0,0638	0,02859	0,1453
	n = 1,5	0,174253	0,333795	0,086559	0,036834	0,212708
	n = 2	0,23084	0,439527	0,109327	0,045083	0,280157
	n = 2,5	0,287427	0,545259	0,132096	0,053331	0,347604
	n = 3	0,344013	0,65009	0,154864	0,061579	0,415053

Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Na Tabela 16 tem-se os percentuais de contribuição das atividades humanas com o uso econômico das águas represadas. Ressalta-se que esses números foram obtidos com a modelagem

descrita no Relatório R10 - Relatório Parcial de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios. Assim, o quadro aqui retratado mediante calibração do modelo foi aquele configurado quando da realização das campanhas de campo, situação devidamente modelada, conforme explicado no R10.

Tabela 16 - Percentuais de contribuição para a carga de fósforo em reservatórios das Bacias Metropolitanas

Reservatório	Pol. difusa - uso solo (%)	Pol. Pontual - piscicultura (%)	Pol. Pontual - bovinos (%)	Pol. Pontual - esgoto (%)
Aracoiaba	2.53%	88.01%	8.17%	1.29%
Catucinzenta	6.38%	55.16%	31.89%	6.58%
Gavião	9.97%	0.00%	66.77%	23.26%
Malcozinhado	33.80%	0.00%	45.45%	20.75%
Maranguapinho	0.99%	0.00%	28.01%	71.00%

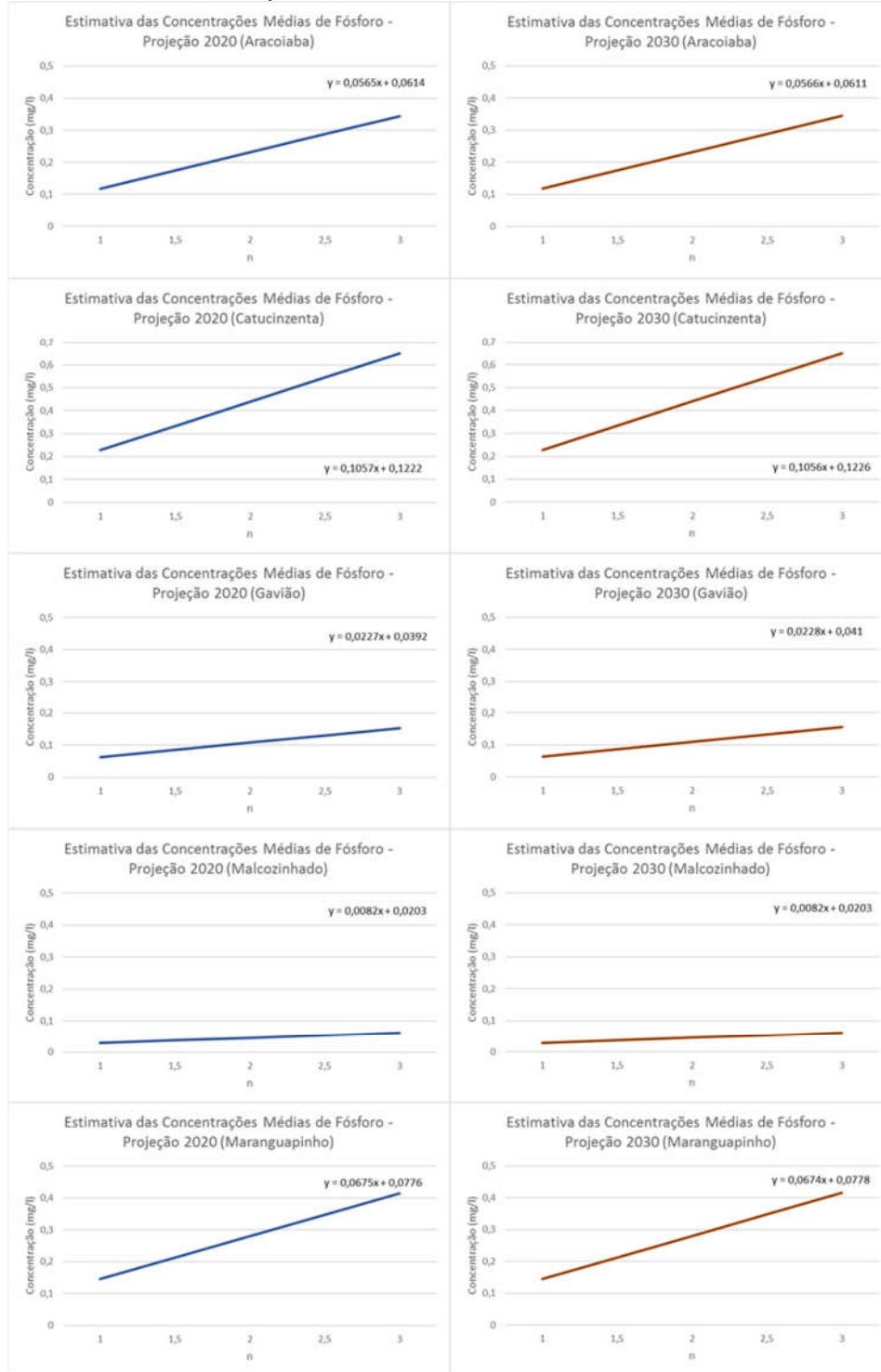
Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

Os valores apresentados na tabela anterior representam uma composição percentual do cenário tendencial para os horizontes de 2020 e 2030. Destaca-se que as atividades de piscicultura e pecuária, para os reservatórios Aracoiaba e Catucinzenta, respondem pela maioria do comprometimento da qualidade das águas, devido ao lançamento exacerbado de fósforo nesses corpos hídricos.

Mais detalhes sobre os resultados e a metodologia aplicada para obtenção das concentrações de fósforo podem ser obtidos no produto R11 - Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios.

Na Figura 50 são apresentados os gráficos com as estimativas das concentrações de fósforo em 2020 e 2030 para os reservatórios das Bacias Metropolitanas.

Figura 50 - Estimativas das concentrações de fósforo, em 2020 e 2030, em reservatórios das Bacias Metropolitanas

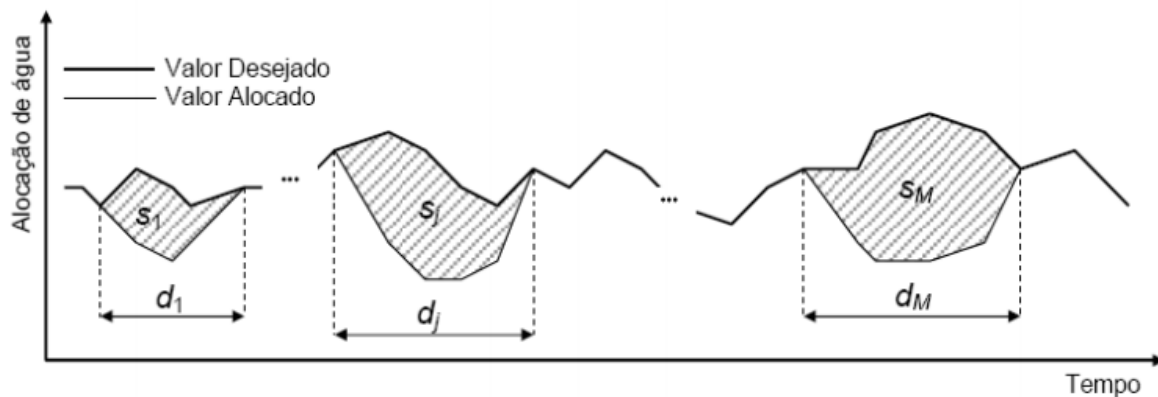


Fonte: Nippon Koei Lac, 2017.

#### 4.6 Indicadores de análise de desempenho

Para avaliar o desempenho do atendimento das demandas hídricas em duas condições, numa respeitando o ponto ótimo de qualidade e na outra simplesmente retirando uma vazão constante, foram incluídos indicadores de análise de desempenho, como confiabilidade, vulnerabilidade, resiliência e sustentabilidade. Tais indicadores, utilizados para avaliação de risco ao atendimento às demandas hídricas, foi proposto por Hashimoto *et al.* (1982). Eles são determinados utilizando a série temporal  $X_t$ ,  $t = 1, \dots, NT$ , onde  $NT$  é o número total de intervalos de tempo e os respectivos valores limite  $X_{0t}$  especificados, separando os valores satisfatórios dos insatisfatórios, de modo que uma falha ocorra quando  $X_t < X_{0t}$ . Seja  $NF$  o número de intervalos de tempo no qual  $X_t < X_{0t}$  e sejam  $d_j$  e  $s_j$ , respectivamente, a duração e o volume de déficit do  $j$ -ésimo evento de falhas,  $j = 1, \dots, M$ , onde  $M$  é o número de eventos insatisfatórios (Figura 51).

Figura 51 - Duração e volumes de déficit em período de falhas



Fonte: Vieira (2011).

Nota:  $d_j$  e  $s_j$  representam, respectivamente, a duração e o volume do déficit do  $j$ -ésimo evento de falha,  $j = 1, \dots, M$ , onde  $M$  é o número de eventos insatisfatórios.

A confiabilidade (Conf) é a probabilidade da série temporal permanecer em estado satisfatório durante o horizonte de operação, ou seja, a porcentagem do tempo em que o sistema funciona sem falhas. Equivale à garantia, quando da aplicação de modelos puros de simulação de operação dos reservatórios.

$$Conf = \Pr\{X_t > X_{0t}\} = \{X_t > X_{0t}\} = 1 - \frac{NF}{NT}$$

Onde:

$X_t > X_{0t}$  = Evento insatisfatório (falha);

NF = Número de intervalos de tempo com falha;

NT = Número total de intervalos de tempo.

A resiliência (Res) é a forma como o sistema recupera-se de uma falha, uma vez que esta tenha ocorrido, ou seja, é a probabilidade de haver um estado satisfatório no período  $t_{+1}$  dado um valor insatisfatório no período  $t$ . Pode ser, ainda, definida como o inverso do valor esperado do tempo em que o sistema permanece em estado insatisfatório,  $E[d]$ .

$$Res = \frac{1}{E[d]} = \left[ \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M d_j \right]^{-1}$$

Onde:

$E[d]$  = Valor esperado do tempo em que o sistema permanece em estado insatisfatório;

$M$  = Número de eventos insatisfatórios;

$d_j$  = Duração do déficit do  $j$ -ésimo evento de falha.

A vulnerabilidade (Vul) é a magnitude das falhas a que o sistema está sujeito.

$$Vul = E\{s\} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M s_j$$

$E\{s\}$  = Valor esperado do volume em que o sistema permanece em estado insatisfatório;

$M$  = Número de eventos insatisfatórios;

$s_j$  = Volume do déficit do  $j$ -ésimo evento de falha.

Loucks (2000) propôs um índice de sustentabilidade geral definido pelo produto entre a confiabilidade, a resiliência e a parte não vulnerável.

$$Sust = Conf \times Res \times (1 - Vul)$$

Para efeito de análise, com as retiradas ótimas determinadas mês a mês, via programação linear sequencial, é possível determinar os indicadores de desempenho definidos por Hashimoto *et al.* (1982). No modelo aplicado aborda-se o impacto das mudanças operacionais nos horizontes desejados, determinando-se os indicadores de desempenho e o enquadramento dos corpos d' água para os parâmetros de qualidade de água considerados neste estudo.

Logo, para os 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas contemplados neste PSH para realização das análises qualitativas, são apresentados na Tabela 17 os indicadores de desempenho da demanda simulada para máxima garantia qualitativa, da perspectiva do modelo multiobjetivo de otimização a futuro desconhecido.

Tabela 17 - Indicadores de análise de desempenho da demanda simulada para máxima garantia qualitativa - Bacias Metropolitanas

Indicadores	Aracoiaba	Catucinzenta	Gavião	Malcozinhado	Maranguapinho
Nº de falhas	6,0	0,0	8,0	0,0	0,0
Nº de falhas com subsequente recuperação	1,0	0,0	2,0	0,0	0,0
Confiabilidade (%)	99,5	100,0	99,3	100,0	100,0
Resiliência (%)	16,7	100,0	25,0	100,0	100,0
Vulnerabilidade (%)	76,0	0,0	76,8	0,0	0,0
Sustentabilidade (%)	4,0	100,0	5,8	100,0	100,0

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

A Tabela 18 apresenta os resultados para a segunda condição, que se caracteriza pela retirada de uma vazão constante regularizada com 90% de garantia.

Tabela 18 - Indicadores de análise de desempenho da demanda simulada para vazão regularizada com 90% de garantia - Bacias Metropolitanas

Reservatório	Nº de falhas	Nº de falhas com subsequente recuperação	Conf (%)	Res (%)	Vul (%)	Sust (%)
Acarape do Meio	63	8	90,0%	7,9%	81,4%	1,3%
Amanary	121	23	90,0%	5,3%	75,0%	1,2%
Aracoiaba	120	21	90,0%	5,7%	79,6%	1,1%
Batente	103	11	90,0%	9,4%	81,9%	1,5%
Castro	119	17	90,0%	7,0%	77,8%	1,4%
Catucinzenta	62	8	90,0%	7,8%	96,6%	0,2%
Cauhipe	120	21	90,0%	5,7%	82,6%	0,9%
Cocó	121	27	90,0%	4,5%	73,7%	1,1%
Gavião	122	17	90,0%	7,2%	85,4%	0,9%
Germinal	62	20	90,0%	3,1%	70,3%	0,8%
Itapebussu	122	15	90,0%	8,1%	92,3%	0,6%
Macacos	103	11	90,0%	9,4%	98,6%	0,1%
Malcozinhado	64	19	90,0%	3,4%	66,9%	1,0%
Maranguapinho	120	22	90,0%	5,5%	83,4%	0,8%
Pacajus	120	20	90,0%	6,0%	77,0%	1,2%
Pacoti	63	6	90,0%	10,5%	86,2%	1,3%
Penedo	63	9	90,0%	7,0%	94,4%	0,4%
Pesqueiro	121	20	90,0%	6,1%	72,7%	1,5%
Pompeu Sobrinho	120	15	90,0%	8,0%	84,3%	1,1%
Riachão	62	9	90,0%	6,9%	89,8%	0,6%
Sítios Novos	121	20	90,0%	6,1%	81,8%	1,0%
Tijuquinha	121	44	90,0%	2,8%	61,0%	1,0%

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **5. ESTRATÉGIA GERAL DE MITIGAÇÃO E GESTÃO DE RISCOS**



## 5. ESTRATÉGIA GERAL DE MITIGAÇÃO E GESTÃO DE RISCOS

### 5.1 Determinantes Ambientais

#### 5.1.1 Adequação da ocupação e uso do solo

De maneira sucinta, o uso do solo pode ser compreendido como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que o mau uso deteriora o meio ambiente. A ocupação do solo interfere diretamente nos recursos hídricos, bem como na sua gestão, pois o uso inadequado pode originar processos erosivos, compactação, aumento da salinidade do solo e, conseqüentemente, assoreamento de corpos de água e perdas em termos qualitativos e quantitativos (SILVA *et al.*, 2010).

A ocupação e uso do solo são reflexos das diversas atividades antrópicas desenvolvidas no espaço geográfico considerado. Tendo-se a qualidade da água dos reservatórios como foco, por um lado há que se investigar o dinamismo aceitável para ecossistemas aquáticos e, por outro lado levar em consideração a complexidade para adequação de desconformidades relacionadas a ocupações indevidas de reservas legais, áreas de preservação permanente e áreas de uso restrito. Face à realidade diagnosticada nos corpos d'água de interesse, são necessárias adequações de Áreas de Preservação Permanente - APPs, correspondentes às matas ciliares dos lagos de reservatórios e cursos d'água.

Na modelagem de estimativa de carga de nutrientes para identificação e quantificação das potenciais causas da eutrofização dos corpos hídricos, foram aplicados coeficientes de exportação às diferentes classes de cobertura do solo e atividades desenvolvidas dentro da área de influência de cada reservatório. A quantificação das fontes de nutrientes permite discernir quando se deve adotar medidas mais específicas para superação ou mitigação de tal adversidade.

Problema comum à quase totalidade das bacias hidrográficas brasileiras, a supressão da vegetação tem como primeira consequência o comprometimento da biodiversidade, por diminuição ou mesmo por extinção de espécies animais e vegetais, comprometendo, assim, a qualidade do meio ambiente. Sobre a degradação das APPs, em especial as localizadas às margens dos reservatórios e cursos de água, torna-se essencial sua recuperação e proteção, ante a importância dessas áreas na preservação dos recursos hídricos, além de proteger o solo, facilitar o fluxo gênico da fauna e da flora e contribuir para a estabilidade geológica, dentre outras funções.

A faixa de vegetação ciliar, além de evitar a entrada de material poluente grosseiro que venha no escoamento superficial, evita o assoreamento do corpo hídrico, seja ele lântico ou lótico. A vegetação atua na recessão do deflúvio, potencializando a infiltração da água no solo, impedindo a perda de coesão das partículas de solo e condicionando-as à decantação quando carregadas de montante pelo escoamento.

Com foco na qualidade da água, o assoreamento do corpo hídrico além de proporcionar aporte indesejado de material, modifica o dinamismo da biota. Em consequência do assoreamento, ocorrerá diminuição da profundidade e, logicamente, aumento da área do espelho d'água. Tal fato beneficiará a propagação de organismos aquáticos fotossintetizantes (cianobactérias e macrófitas) e outros sistemas de vida mais adaptados à essa condição.

Ainda quanto aos benefícios da vegetação ciliar, em se tratando da qualidade da água, essa vegetação interfere diretamente no fluxo de nutrientes aportados no sistema aquático. Estudos de Nogueira (2016), comprovaram a alta eficiência na retenção de nutrientes coadjuvantes do processo de eutrofização pela vegetação ciliar.

Por fim, fica clara a importância da preservação e recomposição das matas ciliares, bem como o seu reconhecimento como parte integrante da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. Logo, recomenda-se a formação e a manutenção desse tipo de vegetação como medida mitigadora dos impactos ambientais negativos nos corpos hídricos.

No tópico “5.1.6” Estimativa de contribuições”, em análise específica concernente a cada reservatório, nota-se que em todos houve influência qualitativa decorrente do uso do solo. Em visitas realizadas ao longo de todo o entorno dos reservatórios foram identificadas desconformidades graves quanto à preservação das faixas de vegetação ciliares dos corpos hídricos.

### 5.1.2 Adequação da atividade agrícola

Embora essa atividade seja abordada indiretamente no tópico anterior (5.1.1 Adequação da ocupação e uso do solo), cabe-lhe destaque devido à sua relevante contribuição nos impactos ambientais negativos identificados nas bacias hidrográficas metropolitanas, quando exercida de maneira indiscriminada.

Entende-se atividade agrícola como sendo um conjunto de técnicas utilizadas para cultivar plantas, com o objetivo de obter produtos e matérias-primas que serão utilizados para diversos fins, dentre eles a alimentação humana e animal.

Dentre os impactos ambientais negativos gerados pela atividade agrícola, pode-se dizer que a supressão da vegetação nativa, a salinização do solo, a desertificação, que pode ser consequência da supressão vegetal e salinização do solo, e a contaminação do solo/água por agrotóxicos são os principais.

O impacto negativo da agricultura quase sempre começa com o desmatamento e com a substituição da vegetação nativa por outra cultivada e de porte e/ou ciclo de vida diferentes. A vegetação arbustiva e arbórea da caatinga, predominante no semiárido, é substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto. O descobrimento do solo favorece o processo de erosão. O cultivo continuado, com a retirada dos produtos agrícolas e sem reposição dos nutrientes retirados, leva à perda da fertilidade do solo (MUNNS, 2012).

A salinização do solo, embora possa ser causada por processos naturais, geralmente é imposta por processos antrópicos, em particular, pela irrigação. No semiárido do Brasil, principalmente em períodos de seca, onde a precipitação anual não garante a lavagem dos sais acumulados pela irrigação e devido às altas taxas de evaporação, a salinização do solo torna-se um problema extremamente severo. Vários efeitos ambientais estão associados à salinização do solo, como a degradação de suas propriedades químicas e físicas (GHEYI *et al.*, 1997; QADIR *et al.*, 2003), trofia do crescimento das plantas (BRADY; WEIL, 2008), redução na absorção de água pelas plantas, além de levar ao acúmulo de vários íons em quantidades tóxicas e a distúrbios no balanço de íons (CHHABRA, 1996). Isso, conseqüentemente, gera uma queda progressiva no rendimento das colheitas e da produtividade do solo (FIGUEIREDO, 2005; WANDERLEY, 2009).

A desertificação, fenômeno antrópico induzido principalmente pela agricultura e crescente no semiárido brasileiro, é um processo no qual a área perde o potencial de produtividade e de recuperação natural. Esse fenômeno, que está diretamente ligado ao uso indiscriminado do solo, é um processo dinâmico, que pode ter uma cadeia de eventos. Entretanto, esse fenômeno associa-se não só ao comprometimento do sistema edáfico, mas também na deterioração das condições sociais da população da área (BELTRÁN, 2010).

As atividades agrícolas interagem de várias formas sobre os recursos naturais, tendo como impacto ambiental a poluição dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, decorrentes do uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos, principalmente nas áreas onde se desenvolve a agricultura irrigada. A contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região resulta do carreamento destes produtos pelas chuvas para os cursos e mananciais hídricos, pelo descarte de embalagens de agrotóxicos em áreas inadequadas e pela lavagem de pulverizadores em canais e cursos d'água, entre outros, causando contaminação/intoxicação e mortandade de diversos seres vivos dos ecossistemas (SDLR, 2003).

Diante do explanado, fica mais que evidente a necessidade de uma adequação na prática agrícola, precedida por uma avaliação das possibilidades reais da atividade. Dessa forma, torna-se necessário planejar soluções gerais e locais que impliquem em opções culturais adequadas à irrigação, à agricultura de uma maneira geral e à comercialização da respectiva produção. Sobre essas questões é de fundamental importância intensificar a divulgação de programas existentes de crédito e assistência técnica, que adequem a política agrícola a uma realidade regional. Como resultado, os agricultores nordestinos terão mais possibilidades de exercer suas atividades com sustentabilidade econômica e ambiental.

### *5.1.3 Adequação da prática piscícola intensiva (tanques-rede)*

Em uma descrição breve, a prática piscícola ou piscicultura pode ser definida como uma atividade pecuária que envolve a criação de peixes, geralmente em um espaço confinado e controlado, buscando maximizar a qualidade e a produtividade.

Sabe-se que nos últimos anos foram formuladas políticas de estímulo ao uso de reservatórios de água para produção de peixes em tanques-rede através de programas

governamentais. Há um destaque especial para criação de tilápias do Nilo nos reservatórios cearenses, cuja expansão é geralmente refreada quando da ocorrência de uma seca, sendo o prolongamento temporal ou a severidade desse fenômeno (seca hidrológica) determinante da própria suspensão da atividade.

Embora a piscicultura venha se desenvolvendo como uma atividade importante para melhorar as condições socioeconômicas da população local, gerando não só renda, mas também barateando o custo de obtenção de proteína para sua alimentação, existem riscos associados a essa prática. Entre as adversidades oriundas dessa atividade tem-se os problemas relacionados à qualidade da água, pois como se sabe, essa produção pesqueira é fortemente subsidiada por matéria e energia que vêm de fora do sistema/reservatório, na forma de ração e outros insumos, comprometendo a qualidade das águas.

Um problema já bastante conhecido e não menos discutido diz respeito à emissão de nutrientes particulados e dissolvidos nos corpos d'água utilizados na piscicultura. Durante o processo de produção piscícola é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos nos tanques e viveiros. O volume de fezes excretado diariamente pela população de peixes é uma das principais fontes de resíduos orgânicos em sistemas aquaculturais.

A digestibilidade da matéria seca das rações varia em torno de 70 a 75%. Isto significa que 25 a 30% do alimento fornecido entram nos corpos hídricos como material fecal, contribuindo significativamente para o aporte de nutrientes (KUBITZA, 1998). Segundo Folke e Kautsky (1992), 13% do nitrogênio e 66% do fósforo aportado via ração sofre sedimentação, 25% do nitrogênio e 23% do fósforo são convertidos em massa (carne) e 62% de nitrogênio e 11% de fósforo ficam dissolvidos na água. Tal constatação põe em evidência a forma como essa atividade contribui para alterar as características bióticas e abióticas dos ecossistemas, maximizando processos de eutrofização e degradando a qualidade da água.

Entre as alterações na qualidade da água associadas à produção piscícola em tanques-rede estão o aumento no nível de nutrientes, turbidez e matéria orgânica no sedimento, diminuição da diversidade e biomassa de organismos bentônicos, redução de transparência, de concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, quedas no pH e, embora raramente, mudança na temperatura da água (CORNEL e WHORISKEY, 1993).

Em visitas técnicas aos reservatórios estudados e após análises de suas águas, ficou claro que, para os açudes que têm atividade piscícola intensiva, as alterações na qualidade da água e susceptibilidade à eutrofização são significativamente maiores. Tomando-se como exemplo o reservatório Catucinzenza, colheu-se a informação em campo de que a diminuição da quantidade de tanques-rede no açude sucede quando ocorre o comprometimento da qualidade da água, momento esse em que o produtor já não enxerga viabilidade no negócio.

Pelo exposto, fica clara a importância de um controle mais rigoroso dessa atividade por parte dos órgãos responsáveis, podendo até mesmo ser recomendado ajustes na metodologia para concessão da outorga de direito de uso dos recursos hídricos para a piscicultura. Esses ajustes devem ser baseados nas variações quantitativas e qualitativas do reservatório, refletindo em constantes ajustes na capacidade de suporte do corpo hídrico. A própria implantação de um controle dessa natureza oportuniza a coleta de importantes informações que retroalimentam o sistema, permitindo seu aperfeiçoamento, na medida em que, cada vez mais, incrementa-se o nível de informações acerca da relação entre a atividade de piscicultura no corpo d'água e as consequências da forma com que essa prática é realizada, medindo-se seus reflexos na qualidade da água.

Simplificadamente, o cálculo da capacidade de suporte deve consistir na avaliação potencial do impacto que ocorrerá em um manancial devido a instalação de tanques-rede, levando em consideração as cargas de poluentes geradas ao longo de todo o ciclo do cultivo dos peixes e as cargas de poluentes já existentes no manancial (BRITO, 2008).

Por fim, no tópico “5.1.6 Estimativa de contribuições”, em que os percentuais mostrados se referem ao quadro estático da situação dos reservatórios de interesse, fica evidente que onde a piscicultura estava ativa o aporte de fósforo foi notavelmente maior.

#### *5.1.4 Adequação da bovinocultura*

A bovinocultura ou pecuária bovina pode ser compreendida como a criação de gado leiteiro ou de corte, seja em sistemas confinados ou não confinados. Essa prática, sem dúvida, é uma das principais atividades econômicas nas áreas rurais do semiárido brasileiro.

Segundo Ipece (2015), o rebanho bovino do Ceará é o terceiro do Nordeste e representa, segundo dados de 2012, 9,6% do efetivo da região, enquanto a Bahia tem 36,3% e o Maranhão 26,5%. Ainda com base nas informações do mesmo órgão, a bovinocultura, tanto de corte quanto de leite, teve grandes altas até o ano 2012, tendo sido a última grande seca o atual fator limitante na progressão da atividade, ciclo esse tão bem conhecido como recorrente ao longo dos séculos de ocupação territorial do Nordeste.

Sabe-se que o desafio relacionado ao controle das consequências ambientais dessa prática é permanente e muito grande, considerando tratar-se de uma atividade que deita profundas raízes na própria cultura desenvolvimentista regional. Assim, as alternativas de trato dos aspectos deletérios dessa atividade para o meio ambiente não podem desconsiderar essa realidade sociocultural. Pelo contrário, deve tê-la como aliada, explorando suas particularidades, mas direcionando o processo de produção pelo paradigma da agregação de valor, de maneira a aproveitar ao máximo a parcela de natureza que inexoravelmente é demandada nessa atividade econômica. Dessa forma, os atores envolvidos na atividade pecuária bovina devem estar cientes das limitações e vantagens comparativas inerentes ao seu desenvolvimento em um ambiente semiárido onde, certamente, a escala de produção não deva ser o carro-chefe direcionador da atividade. Como em outras partes do mundo, onde a sustentabilidade ambiental tomou o lugar da produção desenfreada como paradigma de desenvolvimento dessa atividade, o caminho recomendado é aquele que inverta o binômio quantidade-qualidade, e a maneira de priorizar a qualidade é através da formatação de política governamental que incentive a produção diferenciada, com alto valor agregado e sustentável.

A bovinocultura de forma extensiva é claramente a mais difundida não só no Ceará, mas em todos os outros estados do Nordeste. Embora comumente e facilmente praticada, a realização dessa atividade de forma indiscriminada causa sérios danos ao meio ambiente, sobretudo aos corpos d'água.

Dentre os impactos produzidos por essa atividade destacam-se: (i) a retirada da vegetação ciliar para o estabelecimento de pastagens e decorrente redução da fauna e da flora locais; (ii) a compactação do solo pelos animais, que limita a capacidade de infiltração da água no solo e a regeneração das espécies vegetais; (iii) contribuição ao estabelecimento de processos erosivos e,

por fim, mas não menos importante, em particular para os corpos d'água, diz respeito ao problema dos excrementos dos animais.

O esterco do gado *in natura* ou decomposto chega aos corpos hídricos de forma direta, quando os animais circundam o espelho d'água, ou de forma indireta quando lixiviados e carreados pela chuva, sendo então transportados por escoamento superficial ou vazão de base (quando infiltrado e percolado). Dessa forma, ocorrerá um acréscimo de matéria orgânica aportada no sistema hídrico.

Além de rica em macronutrientes (nitrogênio e fósforo), a matéria orgânica oriunda da pecuária quando decomposta, em parte, derivará em mais nutrientes, potencializando o processo de eutrofização do corpo receptor. Dentre as mais problemáticas consequências da eutrofização estão a perda de biodiversidade, o aumento da comunidade fotossintetizante (floração de cianobactérias e macrófitas aquáticas), a restrição aos usos da água, os efeitos sobre a saúde humana e o aumento nos custos para o tratamento da água.

Segundo Von Sperling (1996), considera-se a floração de cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas o principal problema resultante da eutrofização artificial. Tais florações levam à morte muitos organismos aquáticos, podendo também afetar o ser humano, visto que através do abastecimento público as populações ficam expostas à contaminação, o que torna a questão um problema de saúde pública.

Como já comentado em relatórios anteriores, em todos os reservatórios foram identificados animais próximos à bacia hidráulica, pastando em áreas de preservação permanente dos corpos hídricos. Analisando o tópico “5.1.6 Estimativa de contribuições”, referente à contribuição de fósforo pontual pela bovinocultura, para a maioria dos reservatórios evidencia-se essa atividade como principal adversidade contribuinte para a degradação da qualidade da água em relação aos parâmetros influenciados pela atividade. Isso não chega a surpreender em face da mencionada presença de animais pastando às margens do espelho d'água dos reservatórios.

Portanto, é mais do que justificada a adoção de medidas que adequem a prática da bovinocultura. Algumas das principais ações a serem tomadas consistem no controle dessa atividade em áreas de uso restrito e na restrição de seu desenvolvimento em APP, uma vez que a criação de bovinos é considerada uma atividade de alto impacto ambiental, provocando problemas ambientais significativos, como a substituição da vegetação nativa por espécies exóticas utilizadas

como alimento para o gado e a degradação das características originais do solo pelo pisoteio intenso. Entretanto, o acesso desses animais à APP de corpos hídricos para fins de dessedentação é assegurado pelo artigo 9º da Lei nº 12.651/2012. Assim, recomenda-se que sejam construídos bebedouros para os animais fora das APPs, com o objetivo de evitar a permanência dos animais próximos às bacias hidráulicas dos açudes.

Deve-se ainda (i) implementar as medidas legais que impeçam o confinamento dos animais nos espaços marginais aos reservatórios; (ii) adotar medidas de manejo que associem a atividade produtiva a medidas de proteção ambiental, prestando assistência técnica aos pequenos produtores rurais e (iii) implantar sistemas que tornem possível a dessedentação animal, para que os animais não necessitem se aproximar do corpo hídrico.

#### 5.1.5 Adequação da infraestrutura de esgotamento sanitário

É de conhecimento geral que um dos fatores que mais ameaça a segurança hídrica é o déficit em coleta e tratamento de esgoto, embora o direito ao saneamento esteja assegurado na Constituição Federal, pela Lei nº 11.445/2007 e pelo Decreto Federal nº 7.217/2010, que a regulamenta.

O Ceará possui 184 municípios e, segundo a Cagece (2016), 151 são atendidos com serviços de esgotamento sanitário. Com 75% da população residente em áreas urbanas, sendo os demais (25%) moradores da zona rural (estimativa 2015 - IBGE), o estado do Ceará conta com apenas 40,11% de sua área urbana com sistema de esgotamento sanitário.

A falta de acesso de grande parte da população aos serviços de saneamento contribui para que diversos setores sociais e econômicos sejam prejudicados, como a saúde, a preservação ambiental, o turismo, o trabalho, a educação e a cidadania. Porém, os principais e mais importantes deles dizem respeito ao comprometimento da qualidade da água e o consequente impacto na saúde pública.

Como foi dito, são inúmeros os problemas causados pela falta de esgotamento sanitário. Com foco na qualidade da água e comprometimento ao abastecimento humano, o esgoto *in natura*, quando despejado em cursos d'água ou carreados por escoamento superficial, chega aos corpos

hídricos que, muitas vezes, têm dentre os usuários de suas águas os sistemas de abastecimento humano.

O esgoto doméstico é constituído por matéria orgânica biodegradável, microrganismos (bactérias, vírus etc.), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais. Assim, não só propicia o fenômeno de eutrofização dos corpos hídricos, que já é uma condição de grande risco à qualidade da água, como se torna um transmissor de doenças de veiculação hídrica (ZOBY, 2008). Em casos de contato direto entre a água sem tratamento e o ser humano podem ser transmitidas diversas doenças, como diarreias, febre tifoide e paratifoide, amebíases, esquistossomose, leptospirose, teníase, micoses e conjuntivites. A principal delas é a diarreia, que afeta, na maioria das vezes, crianças com até cinco anos (CAGECE, 2016).

Como descrito nos inventários ambientais de açudes, foi identificado o lançamento de esgoto a céu aberto nas áreas de influência de todos os reservatórios. No tópico “5.1.6 Estimativa de contribuições”, na coluna referente à contribuição de fósforo pontual por esgoto, nota-se que para todos os corpos hídricos há contribuições devido a essa carência de infraestrutura. Contudo, o único reservatório que teve como principal contribuinte de fósforo o lançamento de efluente, foi o Maranguapinho, que tem grande parte da sua área de contribuição ocupada por zona urbana com déficit em esgotamento sanitário.

É, sem dúvida, necessário implementar melhorias e ampliações nos sistemas de infraestrutura de saneamento. A reestruturação das condições sanitárias nas regiões deficientes, principalmente nas comunidades lindeiras aos reservatórios, deve ser assumida pelo Poder Público como uma prioridade, muito embora tenha-se conhecimento das vultosas quantias que demanda o simples resgate desse gigantesco passivo de infraestrutura, o que ocorre certamente em âmbito nacional, sendo um dos maiores causadores de impactos ambientais negativos, que devem ser combatidos com rapidez e eficiência, haja vista suas consequências nefastas para o meio ambiente e para a saúde humana.

#### *5.1.6 Estimativa de contribuições*

A aplicação dos procedimentos descritos no R11 – Relatório Técnico Final de Metodologia de Enquadramento de Reservatórios e no tópico 4.5 deste R17 – Plano de Segurança Hídricas das



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Bacias Metropolitanas, permitiram estimar os percentuais relativos a cada fonte/atividade determinante da condição qualitativa da água nos reservatórios de interesse. As Tabelas 19, 20 e 21 apresentam esses valores por reservatório das Bacias Metropolitanas, considerando a situação atual e os horizontes futuros.



Tabela 19 - Percentuais de contribuição de fósforo (situação atual)

Reservatório	Poluição difusa - uso do solo kg.ano <sup>-1</sup> / (%)		Poluição pontual - piscicultura kg.ano <sup>-1</sup> / (%)		Poluição pontual - bovinos kg.ano <sup>-1</sup> / (%)		Poluição pontual - esgotos kg.ano <sup>-1</sup> / (%)		Carga total acumulada kg.ano <sup>-1</sup> / (%)	
Aracoiaba	45,49	2,53%	1585,27	88,01%	147,166	8,17%	23,260	1,29%	1801,183	100%
Catucinzenta	30,51	6,38%	263,92	55,16%	152,585	31,89%	31,475	6,58%	478,497	100%
Gavião	14,94	9,97%	0,00	0,00%	100,033	66,77%	34,847	23,26%	149,821	100%
Malcozinhado	83,44	33,80%	0,00	0,00%	112,212	45,45%	51,219	20,75%	246,875	100%
Maranguapinho	1,00	0,99%	0,00	0,00%	28,366	28,01%	71,909	71,00%	101,273	100%

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).

Tabela 20 - Percentuais de contribuição de fósforo (2020)

Reservatório	Poluição difusa - uso do solo (%)					Poluição pontual - piscicult. (%)					Poluição pontual - bovinos (%)					Poluição pontual - esgotos (%)				
	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3
Aracoiaba	2,5	1,7	1,3	1,0	0,9	87,2	88,6	89,3	89,7	90,0	8,1	8,2	8,3	8,3	8,4	2,2	1,5	1,1	0,9	0,8
Catucinzenta	5,6	4,0	3,2	2,6	2,2	48,4	52,5	54,9	56,4	57,4	28,0	30,4	31,7	32,6	33,2	18,0	13,0	10,2	8,4	7,1
Gavião	4,1	3,6	3,2	2,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	36,5	43,4	48,9	53,5	68,1	59,9	53,4	48,1	43,8
Malcozinhado	30,0	25,0	21,4	18,7	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	50,4	57,5	62,9	67,0	29,6	24,6	21,1	18,4	16,4
Maranguapinho	2,2	1,7	1,4	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,8	71,7	77,2	80,9	83,5	35,0	26,6	21,5	18,0	15,5

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



Tabela 21 - Percentuais de contribuição de fósforo (2030)

Reservatório	Poluição difusa - uso do solo (%)					Poluição pontual - piscicult. (%)					Poluição pontual - bovinos (%)					Poluição pontual - esgotos (%)				
	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3	n=1	n=1,5	n=2	n=2,5	n=3
Aracoiaba	2,5	1,7	1,3	1,0	0,9	87,3	88,7	89,4	89,8	90,1	8,1	8,2	8,3	8,3	8,4	2,1	1,4	1,1	0,9	0,7
Catucinzenta	5,4	3,9	3,1	2,6	2,2	46,5	51,1	53,7	55,4	56,6	26,9	29,5	31,0	32,0	32,7	21,2	15,5	12,2	10,1	8,6
Gavião	3,6	3,2	2,9	2,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	32,5	39,1	44,5	49,0	72,1	64,3	58,0	52,8	48,5
Malcozinhado	28,8	24,1	20,8	18,2	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,7	48,7	55,8	61,3	65,5	32,4	27,2	23,4	20,5	18,3
Maranguapinho	2,1	1,6	1,3	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	69,3	75,0	79,0	81,8	37,8	29,1	23,6	19,9	17,2

Fonte: Nippon Koei Lac (2017).



## 5.2 Ações Estruturais

### 5.2.1. Sistema de esgotamento sanitário

Em relação aos riscos elevados de degradação da qualidade dos recursos hídricos provenientes da ausência de rede coletora de esgoto que direcione o efluente para algum sistema de tratamento, destaca-se a importância da implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotamento sanitário ou de sistemas individualizados de fossa em localidades onde a população é reduzida, para que seja dada uma destinação final adequada às águas residuárias, minimizando os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas e de contaminação por doenças de veiculação hídrica.

#### 5.2.1.1. Aspectos metodológicos

Conforme determina o Termo de Referência (TR) em seu item 3.5, as estimativas de custos das ações estruturais devem ser realizadas “ao nível de pré-viabilidade”. A metodologia aqui adotada extrapola tal nível de exigência dos TR, na medida em que, na pior das hipóteses, seus resultados fornecem uma estimativa consistente e realista do valor teto para os custos das ações estruturais. É evidente que, em se tratando de centenas de aglomerados residenciais difusamente localizados nas áreas de influência dos reservatórios de interesse, nem sempre a solução que fornece o teto dos custos estimados seria a mais recomendada na análise prática que possa vir a ser realizada no futuro, digamos, em nível de viabilidade.

Entretanto, em se tratando de uma estimativa em nível de pré-viabilidade, como determinado pelo TR do PSH, é prudencial se trabalhar com o teto dos custos, uma vez que, quando os estudos em nível mais detalhado vierem a ser contratados pelo Estado do Ceará, não se incorra no risco de os custos presentes serem superados pelos custos obtidos nesses eventuais estudos futuros, a serem elaborados com o detalhamento que permita especificar, caso a caso, qual a solução de engenharia mais adequada.

A metodologia utilizada neste trabalho tem como ponto inicial a coleta de dados referentes aos custos de diversos elementos utilizados em sistemas de esgotamento sanitário já implantados. A partir desses custos e suas respectivas atualizações, de acordo com o Índice Nacional da Construção Civil, foram desenvolvidas equações e tabelas que têm como objetivo estimar os custos

finals para implantação dos sistemas, de modo a fornecer informações cruciais para as tomadas de decisões envolvidas no contexto da Segurança Hídrica, especialmente sobre a oferta de água dos reservatórios de interesse.

Para todos os itens integrantes do sistema de coleta e tratamento das águas servidas foram considerados os projetos dessa natureza levantados por Pacheco (2011), fonte bibliográfica norteadora dos procedimentos apresentados nos subitens que se seguem.

Mais informações sobre os custos e o dimensionamento das redes coletoras de esgoto, coletores e interceptores, estações elevatórias de esgoto, linhas de recalque, estações de tratamento de esgoto, disposição final do lodo e fossas sépticas, podem ser encontradas no produto R15 - Estratégia Geral de Mitigação e Gestão de Riscos.

Os resultados provenientes da aplicação metodológica apresentam-se nos subtópicos a seguir, por reservatório, na forma de mapas, onde encontram-se especializadas as populações, e tabelas de custos, apontando-se inclusive a solução técnica mais indicada para cada núcleo habitacional.

#### 5.2.1.2 Proposições de esgotamento sanitário para os aglomerados urbanos

As estimativas dos investimentos em esgotamento sanitário apresentadas a seguir, envolvendo os 5 reservatórios que foram analisados sob a ótica qualitativa, pertencentes às Bacias Metropolitanas, se referem ao teto de dispêndios, ou seja, ao máximo que o Estado precisaria investir nesse tipo de infraestrutura nas comunidades existentes nas suas áreas de influência.

As estimativas e as apresentações desses referenciais financeiros são importantes, mesmo nos casos em que o número de habitantes e a disposição física das áreas habitadas sugiram a adoção de fossa séptica como solução universal. Afinal, a presente avaliação, consoante o TR, se dá na forma de pré-viabilidade e, em tal nível de aprofundamento, carece-se de informações pontuais, como as propriedades físicas do subsolo, que subsidiem com maior segurança a sugestão de soluções técnicas indicadas neste Relatório. Daí optar-se não por fornecer apenas um valor taxativo de investimento por habitante, mas sim estimar uma faixa de valores que é delimitada inferiormente pelos custos relativos à implantação do mais simples elemento infraestrutural, que é a fossa séptica, até seu limite superior, representado pela solução completa de esgotamento

sanitário (coleta e tratamento) que, como dito, representa o teto de dispêndios com o qual se sugere trabalhar, principalmente tendo-se em vista eventuais estudos posteriores à fase de pré-viabilidade preconizada no atual TR.

Dessa forma, compreendendo a viabilidade econômica das implantações de sistemas de esgotamento sanitário para os aglomerados urbanos de baixa densidade populacional e espalhados difusamente nas áreas de influência dos reservatórios foram apresentadas estimativas de custo de sistemas individuais (fossa séptica).

#### 5.2.1.2.1 Açude Aracoiaba

O reservatório Aracoiaba, localizado no município de mesmo nome, possui no total 31 (trinta e um) aglomerados urbanos dentro de sua área de influência, como pode ser observado no mapa apresentado na Figura 52, com uma população estimada de 26.715 habitantes e totalizando uma área de 0,31 km<sup>2</sup>, não possuindo nenhum tratamento para esgoto. A altura manométrica foi estimada em 45 mca.

A estimativa de orçamento para implantação do sistema coletivo (rede coletora e módulo de tratamento) resultou num custo por habitante de R\$ 351,39 (trezentos e cinquenta e um reais e trinta e nove centavos). Na obtenção desse valor foram considerados que todos os aglomerados urbanos inseridos na área de influência do reservatório serão atendidos por esse tipo de sistema, totalizando um custo de R\$ 9.387.304,54 (nove milhões, trezentos e oitenta e sete mil, trezentos e quatro reais e cinquenta e quatro centavos) para implantação das etapas do sistema de esgotamento sanitário que segue descrito na Tabela 22.

Tabela 22 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Aracoiaba

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 45,20	R\$ 1.207.490,60
Coletores e interceptores	R\$ 72,03	R\$ 1.924.348,55
Estação elevatória de esgoto	R\$ 60,23	R\$ 1.609.155,05
Linha de recalque (emissário)	R\$ 0,81	R\$ 21.522,84
Tratamento de esgoto	R\$ 154,72	R\$ 4.133.450,45
Tratamento de lodo	R\$ 18,39	R\$ 491.337,05
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 351,39</b>	<b>R\$ 9.387.304,54</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Como comentado anteriormente, ressalta-se que nem todos os aglomerados urbanos possuem viabilidade econômica para implantação de sistemas de esgotamento sanitário únicos, devido sua distribuição espacial por muitas vezes difusas. Portanto, deve-se também considerar os custos para a alternativa menos onerosa, os quais serão discriminados nas tabelas seguintes.

A Tabela 23 apresenta as estimativas de custo da implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto para os aglomerados urbanos “4” e “12”, identificados na Figura 52.

Tabela 23 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto dos aglomerados urbanos 4 e 12

Descrição	Custo / habitante	Custo - Aglomerado 4	Custo - Aglomerado 12
Rede coletora de esgoto	R\$ 45,20	R\$ 610.001,12	R\$ 304.375,88
Coletores e interceptores	R\$ 72,03	R\$ 972.088,07	R\$ 485.048,55
Estação elevatória de esgoto	R\$ 60,23	R\$ 812.839,99	R\$ 405.587,59
Linha de recalque (emissário)	R\$ 0,81	R\$ 10.931,44	R\$ 5.454,52
Tratamento de esgoto	R\$ 154,72	R\$ 2.088.039,23	R\$ 1.041.881,33
Tratamento de lodo	R\$ 18,39	R\$ 248.184,08	R\$ 123.837,89
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 351,39</b>	<b>R\$ 4.742.218,88</b>	<b>R\$ 2.366.253,10</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Na Tabela 24 são apresentadas as estimativas de custos para implantação de fossas sépticas nos aglomerados urbanos identificados, totalizando aproximadamente R\$ 1.712.548,40 (um milhão, setecentos e doze mil, quinhentos e quarenta e oito reais e quarenta centavos).

Tabela 24 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano - Aracoiaba

* ID Aglomerado	População	Custo
5	103	R\$ 27.327,90
6	3493	R\$ 909.108,14
7	265	R\$ 69.230,68
8	163	R\$ 43.724,64
9	471	R\$ 123.886,48
10	12	R\$ 3.643,72
11	174	R\$ 45.546,50
13	249	R\$ 65.586,96
14	10	R\$ 3.643,72
15	11	R\$ 3.643,72
16	9	R\$ 3.643,72
17	93	R\$ 25.506,04
18	14	R\$ 3.643,72
19	10	R\$ 3.643,72
20	554	R\$ 145.748,80
21	95	R\$ 25.506,04
22	130	R\$ 34.615,34
23	81	R\$ 21.862,32
24	7	R\$ 1.821,86
25	9	R\$ 3.643,72
26	12	R\$ 3.643,72
27	14	R\$ 3.643,72
28	9	R\$ 3.643,72
29	16	R\$ 5.465,58
30	9	R\$ 3.643,72
31	56	R\$ 16.396,74
32	7	R\$ 1.821,86
33	158	R\$ 41.902,78
34	252	R\$ 67.408,82
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>R\$ 1.712.548,40</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: identificação referenciada na Figura 52.

#### 5.2.1.2.2 Açude Catucinzenza

O reservatório Catucinzenza, localizado no município de Aquiraz, possui no total 18 (dezoito) aglomerados urbanos em sua área de influência, como pode ser observado no mapa apresentado na Figura 53, com uma população estimada de 3.003 habitantes e totalizando uma área de 0,034 km<sup>2</sup>, não possuindo nenhum tratamento para esgoto. A altura manométrica foi estimada em 45 mca.

A estimativa de orçamento para implantação do sistema coletivo (rede coletora e módulo de tratamento) resultou num custo por habitante de R\$ 983,93 (novecentos e oitenta e três reais e noventa e três centavos). Na obtenção desse valor foram considerados que todos os aglomerados urbanos inseridos na área de influência do reservatório serão atendidos por esse tipo de sistema, totalizando um custo de R\$ 2.954.736,83 (dois milhões, novecentos e cinquenta e quatro mil, setecentos e trinta e seis reais e oitenta e três centavos) para implantação das etapas do sistema de esgotamento sanitário que segue descrito na Tabela 25.

Tabela 25 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Catucinzenta

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 39,73	R\$ 119.310,20
Coletores e interceptores	R\$ 43,39	R\$ 130.299,43
Estação elevatória de esgoto	R\$ 218,55	R\$ 656.305,10
Linha de recalque (emissário)	R\$ 7,17	R\$ 21.522,84
Tratamento de esgoto	R\$ 643,37	R\$ 1.932.038,50
Tratamento de lodo	R\$ 31,72	R\$ 95.260,76
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 983,93</b>	<b>R\$ 2.954.736,83</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Como observado no mapa citado, devido a distribuição espacial dos aglomerados urbanos, a implantação de fossas sépticas foi considerada a alternativa menos onerosa em nível de pré-viabilidade. Os respectivos custos para cada aglomerado urbano localizado na área de influência estão discriminados na Tabela 26 a seguir, totalizando aproximadamente R\$ 801.618,40 (oitocentos e um mil, seiscentos e dezoito reais e quarenta centavos).

Tabela 26 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano - Catucinzenta

* ID Aglomerado	População	Custo
58	325	R\$ 85.627,42
59	960	R\$ 251.416,68
60	596	R\$ 156.679,96
61	491	R\$ 129.352,06
62	49	R\$ 14.574,88
63	75	R\$ 20.040,46
64	30	R\$ 9.109,30
65	120	R\$ 32.793,48
66	37	R\$ 10.931,16
67	13	R\$ 3.643,72
68	18	R\$ 5.465,58
69	64	R\$ 18.218,60
70	6	R\$ 1.821,86
71	44	R\$ 12.753,02
72	76	R\$ 20.040,46
73	80	R\$ 21.862,32
74	8	R\$ 3.643,72
75	9	R\$ 3.643,72
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>R\$ 801.618,40</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: identificação referenciada na Figura 53

### 5.2.1.2.3 Açude Gavião

O reservatório Gavião, localizado entre os municípios de Pacatuba e Itaitinga, possui no total 1 (um) aglomerado urbano em sua área de influência, como pode ser observado no mapa apresentado na Figura 54, com uma população estimada de 455 habitantes e totalizando uma área de 0,005 km<sup>2</sup>, não possuindo nenhum tratamento para esgoto. A altura manométrica foi estimada em 16 mca.

A estimativa de orçamento para implantação do sistema coletivo (rede coletora e módulo de tratamento) resultou num custo por habitante de R\$ 1.095,25 (um mil, noventa e cinco reais e vinte e cinco centavos). Na obtenção desse valor foi considerado que o aglomerado urbano inserido na área de influência do reservatório será atendido por esse tipo de sistema, totalizando um custo de R\$ 498.340,01 (quatrocentos e noventa e oito mil, trezentos e quarenta reais e um centavo) para implantação das etapas do sistema de esgotamento sanitário que segue descrito na Tabela 27.

Tabela 27 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Gavião

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 40,10	R\$ 18.247,44
Coletores e interceptores	R\$ 43,80	R\$ 19.928,15
Estação elevatória de esgoto	R\$ 826,00	R\$ 375.831,50
Linha de recalque (emissário)	R\$ 0,67	R\$ 304,67
Tratamento de esgoto	R\$ 68,85	R\$ 31.328,32
Tratamento de lodo	R\$ 115,82	R\$ 52.699,93
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 1.095,25</b>	<b>R\$ 498.340,01</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Para o reservatório em questão, a implantação de fossas sépticas foi considerada a alternativa menos onerosa em nível de pré-viabilidade. O custo para implantação do sistema no aglomerado urbano localizado na área de influência está discriminado na Tabela 28 a seguir.

Tabela 28 - Custo para implantação de fossas sépticas para o aglomerado urbano - Gavião

* ID Aglomerado	População	Custo
76	455	R\$ 118.420,90

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: identificação referenciada na Figura 54.

#### 5.2.1.2.4 Açude Malcozinhado

O reservatório Malcozinhado, localizado no município de Cascavel, possui no total 58 (cinquenta e oito) aglomerados urbanos em sua área de influência, como pode ser observado no mapa apresentado na Figura 55, com uma população estimada de 2.021 habitantes e totalizando uma área de 0,005 km<sup>2</sup>, não possuindo nenhum tratamento para esgoto. A altura manométrica foi estimada em 16 mca.

A estimativa de orçamento para implantação do sistema coletivo (rede coletora e módulo de tratamento) resultou num custo por habitante de R\$ 1.559,79 (um mil, quinhentos e cinquenta e nove reais e setenta e nove centavos). Na obtenção desse valor foram considerados que todos os aglomerados urbanos inseridos na área de influência do reservatório serão atendidos por esse tipo de sistema, totalizando um custo de R\$ 3.152.337,72 (três milhões, cento e cinquenta e dois mil, trezentos e trinta e sete reais e setenta e dois centavos) para implantação das etapas do sistema de esgotamento sanitário que segue descrito na Tabela 29.

Tabela 29 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Malcozinhado

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 244,82	R\$ 494.786,41
Coletores e interceptores	R\$ 267,37	R\$ 540.359,41
Estação elevatória de esgoto	R\$ 239,31	R\$ 483.654,71
Linha de recalque (emissário)	R\$ 10,65	R\$ 21.522,84
Tratamento de esgoto	R\$ 758,61	R\$ 1.533.156,55
Tratamento de lodo	R\$ 39,02	R\$ 78.857,80
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 1.559,79</b>	<b>R\$ 3.152.337,72</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Devido a distribuição espacial dos aglomerados urbanos, a implantação de fossas sépticas foi considerada a alternativa menos onerosa em nível de pré-viabilidade. Os respectivos custos para cada aglomerado urbano localizado na área de influência estão discriminados na Tabela 30 a seguir, totalizando aproximadamente R\$ 568.420,32 (quinhentos e sessenta e oito mil, quatrocentos e vinte reais e trinta e dois centavos).

Tabela 30 - Custo para implantação de fossas sépticas por aglomerado urbano -Malcozinhado

* ID Aglomerado	População	Custo	* ID Aglomerado	População	Custo
92	57	R\$ 16.396,74	121	4	R\$ 1.821,86
93	41	R\$ 10.931,16	122	6	R\$ 1.821,86
94	5	R\$ 1.821,86	123	8	R\$ 3.643,72
95	1540	R\$ 400.809,20	124	5	R\$ 1.821,86
96	50	R\$ 14.574,88	125	8	R\$ 3.643,72
97	10	R\$ 3.643,72	126	3	R\$ 1.821,86
98	8	R\$ 3.643,72	127	9	R\$ 3.643,72
99	2	R\$ 1.821,86	128	6	R\$ 1.821,86
100	4	R\$ 1.821,86	129	9	R\$ 3.643,72
101	4	R\$ 1.821,86	130	2	R\$ 1.821,86
102	2	R\$ 1.821,86	131	4	R\$ 1.821,86
103	5	R\$ 1.821,86	132	3	R\$ 1.821,86
104	3	R\$ 1.821,86	133	11	R\$ 3.643,72
105	6	R\$ 1.821,86	134	9	R\$ 3.643,72
106	7	R\$ 1.821,86	135	5	R\$ 1.821,86
107	8	R\$ 3.643,72	136	7	R\$ 1.821,86
108	3	R\$ 1.821,86	137	7	R\$ 1.821,86
109	13	R\$ 3.643,72	138	8	R\$ 3.643,72
110	7	R\$ 1.821,86	139	4	R\$ 1.821,86
111	4	R\$ 1.821,86	140	5	R\$ 1.821,86
112	4	R\$ 1.821,86	141	7	R\$ 1.821,86
113	9	R\$ 3.643,72	142	8	R\$ 3.643,72
114	5	R\$ 1.821,86	143	5	R\$ 1.821,86
115	7	R\$ 1.821,86	144	11	R\$ 3.643,72
116	7	R\$ 1.821,86	145	5	R\$ 1.821,86
117	7	R\$ 1.821,86	146	7	R\$ 1.821,86
118	4	R\$ 1.821,86	147	7	R\$ 1.821,86
119	3	R\$ 1.821,86	148	7	R\$ 1.821,86
120	9	R\$ 3.643,72	149	7	R\$ 1.821,86
<b>CUSTO TOTAL</b>					<b>R\$ 568.420,32</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: identificação referenciada na Figura 55.

#### 5.2.1.2.5 Açude Maranguapinho

O reservatório Maranguapinho, localizado no município de Maranguape, possui no total 2 (dois) aglomerados urbanos em sua área de influência, como pode ser observado no mapa apresentado na Figura 56, com uma população estimada de 12.302 habitantes e totalizando uma área de 0,14 km<sup>2</sup>, não possuindo nenhum tratamento para esgoto. A altura manométrica foi estimada em 45 mca.

No cálculo do orçamento para implantação do sistema coletivo (rede coletora e módulo de tratamento) foi estimado um custo de R\$ 501,28 (quinhentos e um reais e vinte e oito centavos) por habitante. Na obtenção desse valor foram considerados que todos os aglomerados urbanos inseridos na área de influência do reservatório serão atendidos por esse tipo de sistema, totalizando um custo de R\$ 6.166.740,18 (seis milhões, cento e sessenta e seis mil, setecentos e quarenta reais e dezoito centavos) para implantação das etapas do sistema de esgotamento sanitário que segue descrito na Tabela 31.

Tabela 31 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto - Maranguapinho

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 42,98	R\$ 528.740,45
Coletores e interceptores	R\$ 60,35	R\$ 742.426,90
Estação elevatória de esgoto	R\$ 103,32	R\$ 1.271.080,53
Linha de recalque (emissário)	R\$ 1,75	R\$ 21.522,84
Tratamento de esgoto	R\$ 272,51	R\$ 3.352.381,72
Tratamento de lodo	R\$ 20,37	R\$ 250.587,74
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 501,28</b>	<b>R\$ 6.166.740,18</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Em contrapartida, como comentado anteriormente, ressalta-se que nem todos os aglomerados urbanos possuem viabilidade econômica para implantação de sistemas de esgotamento sanitário únicos, devido sua distribuição espacial por muitas vezes difusas. Portanto, deve-se também considerar os custos para a alternativa menos onerosa os quais serão discriminados nas tabelas seguintes.

A Tabela 32 apresenta a estimativa de custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto para o aglomerado urbano “154”, identificado na Figura 56.

Tabela 32 - Custo para implantação de rede coletora e módulo de tratamento de esgoto do aglomerado urbano 154

Descrição	Custo / habitante	Custo
Rede coletora de esgoto	R\$ 42,98	R\$ 526.762,88
Coletores e interceptores	R\$ 60,35	R\$ 739.649,60
Estação elevatória de esgoto	R\$ 103,32	R\$ 1.266.289,92
Linha de recalque (emissário)	R\$ 1,75	R\$ 21.448,00
Tratamento de esgoto	R\$ 272,51	R\$ 3.339.882,56
Tratamento de lodo	R\$ 20,37	R\$ 249.654,72
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>R\$ 501,28</b>	<b>R\$ 6.143.687,68</b>

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Na Tabela 33 é apresentada a estimativa de custo para implantação de fossas sépticas no aglomerado urbano identificado.

Tabela 33 - Custo para implantação de fossas sépticas para o aglomerado urbano - Maranguapinho

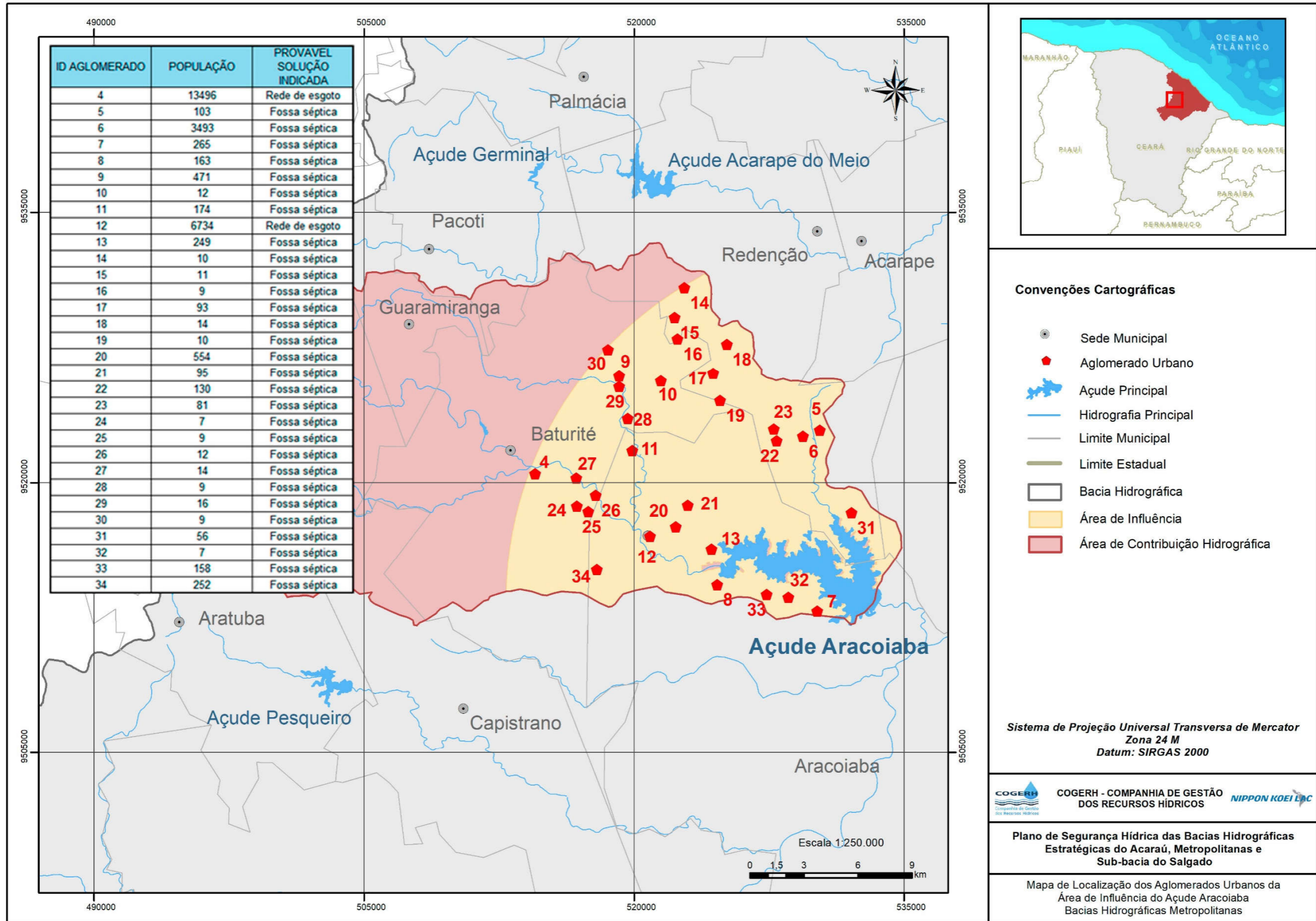
* ID Aglomerado	População	Custo
155	46	R\$ 12.753,02

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: identificação referenciada na Figura 56.

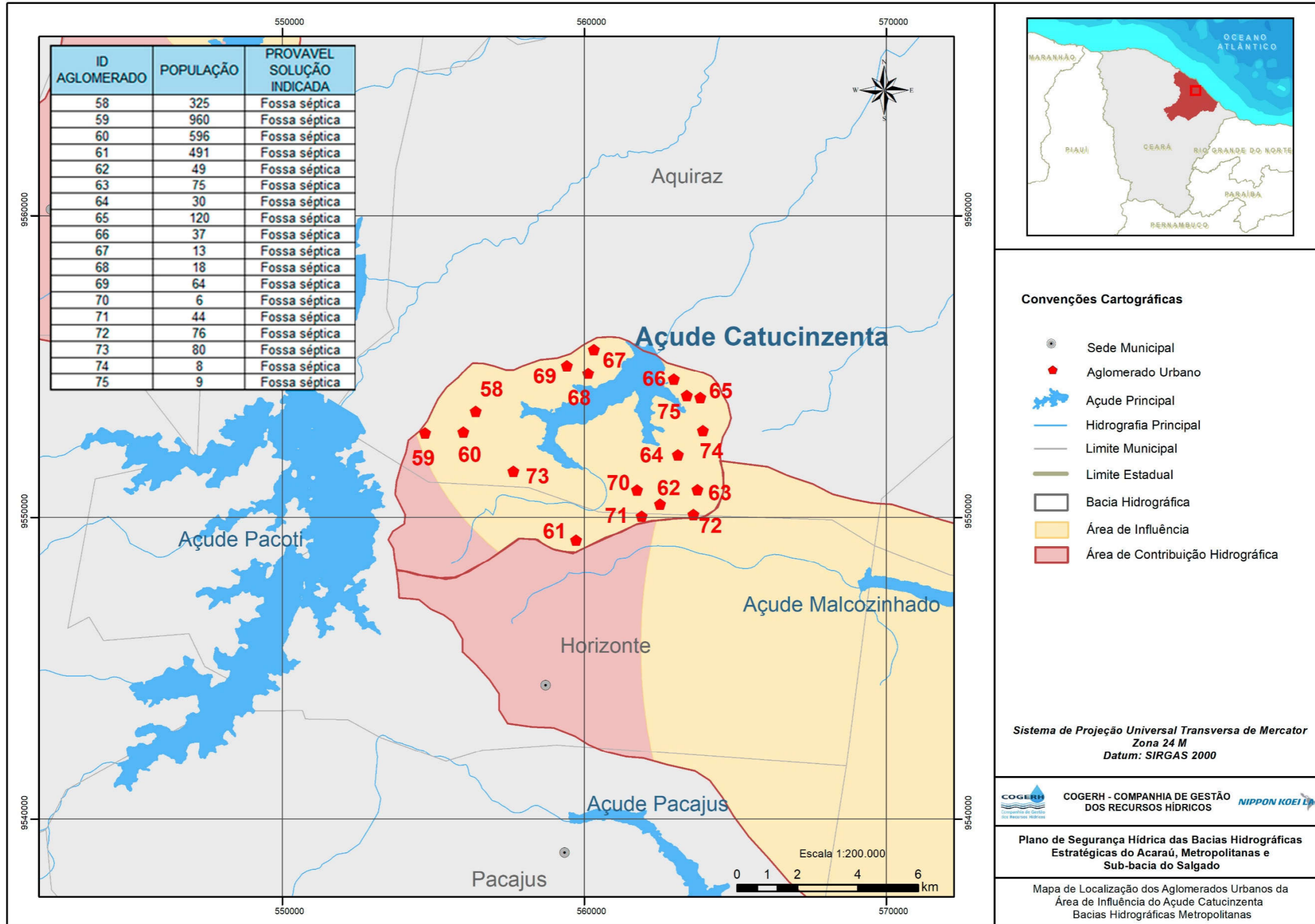
As Figuras 52 a 56 apresentam a localização espacial dos aglomerados urbanos identificados nas áreas de influência dos 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas.

Figura 52 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Aracoíaba



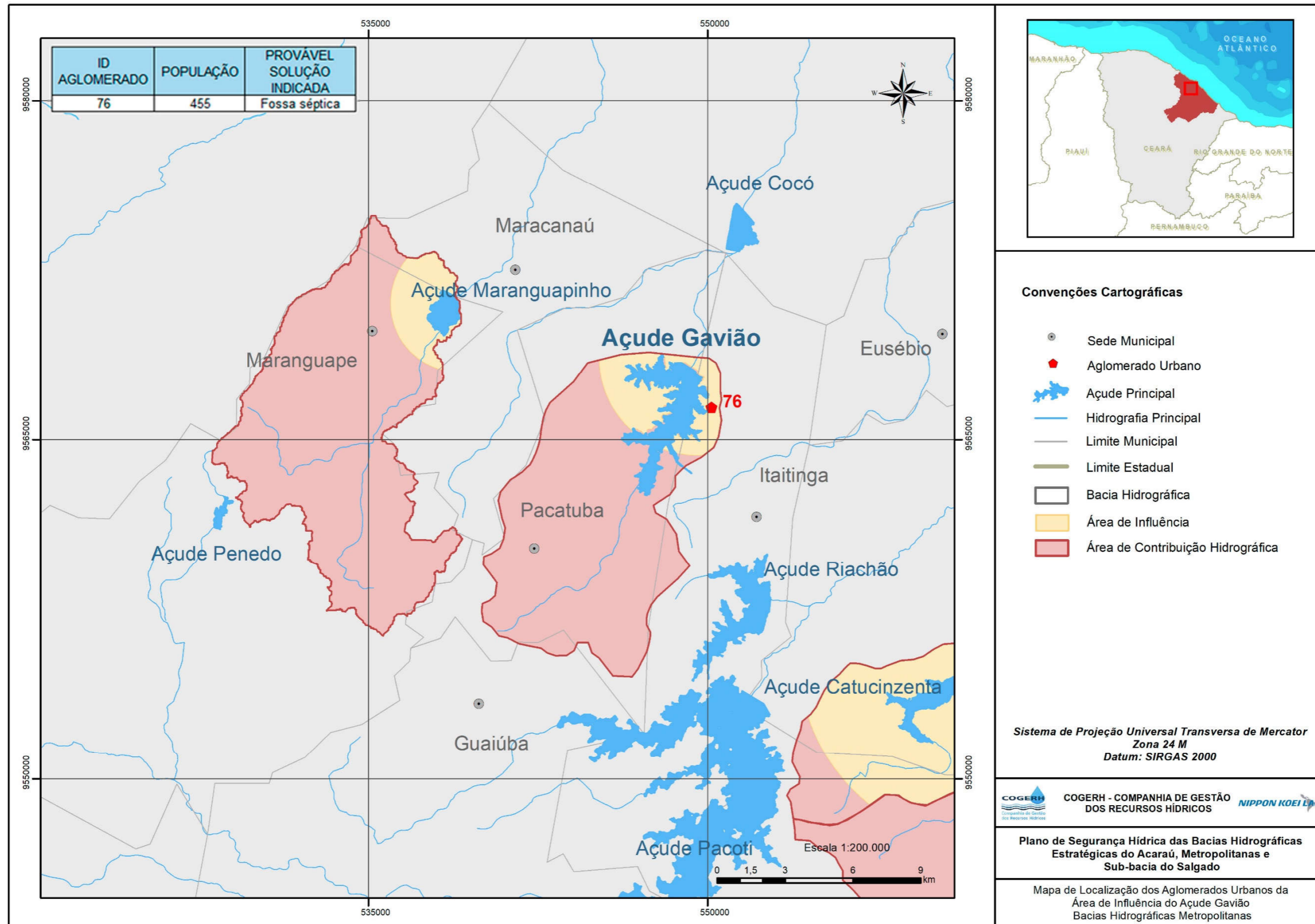
Fonte: ANA (2012), IBGE (2015), Cogerh (2016), ANA (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2018).

Figura 53 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Catucinzenza



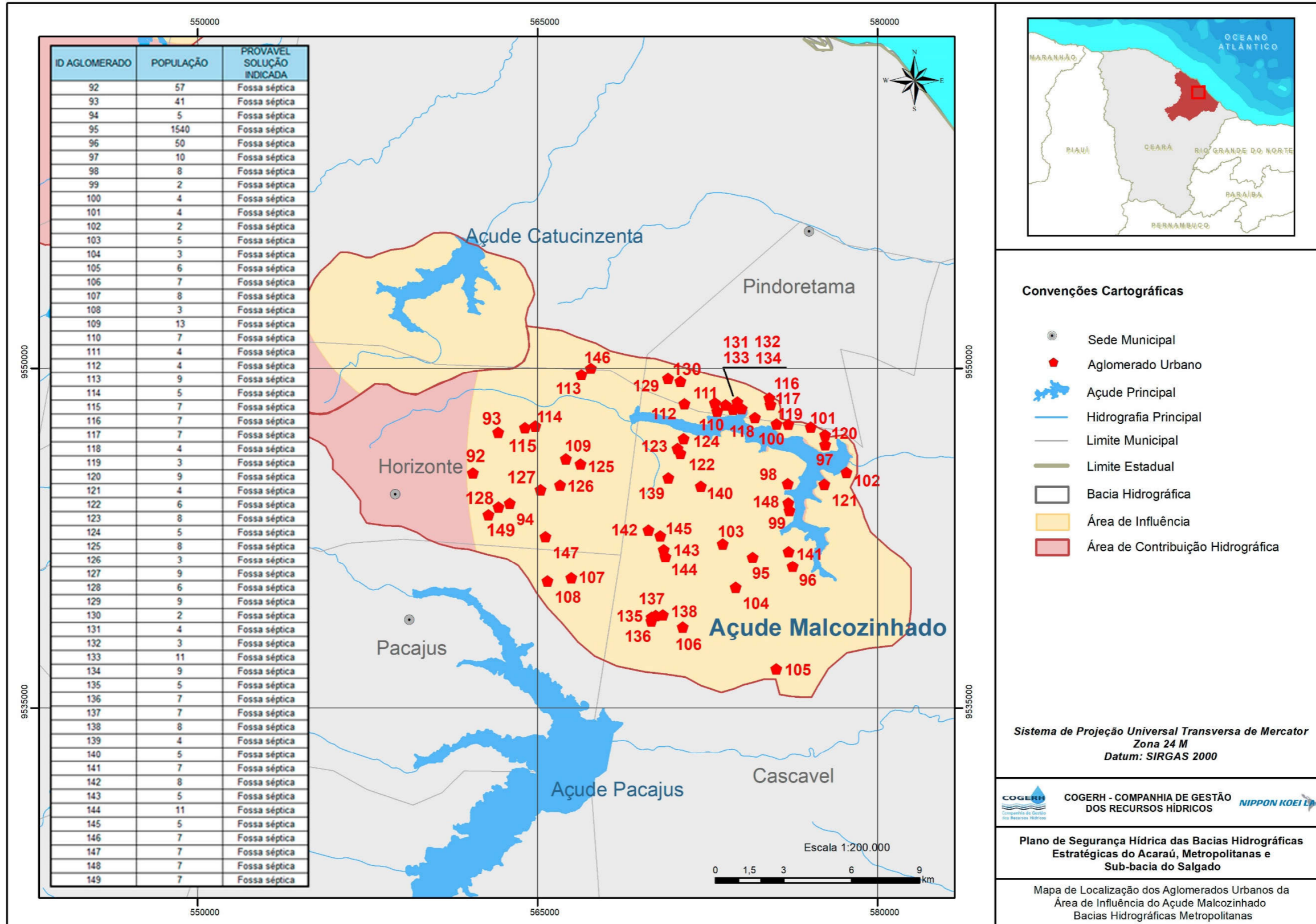
Fonte: ANA (2012), IBGE (2015), Cogerh (2016), ANA (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2018).

Figura 54 - Aglomerado urbano identificado na área de influência do reservatório Gavião



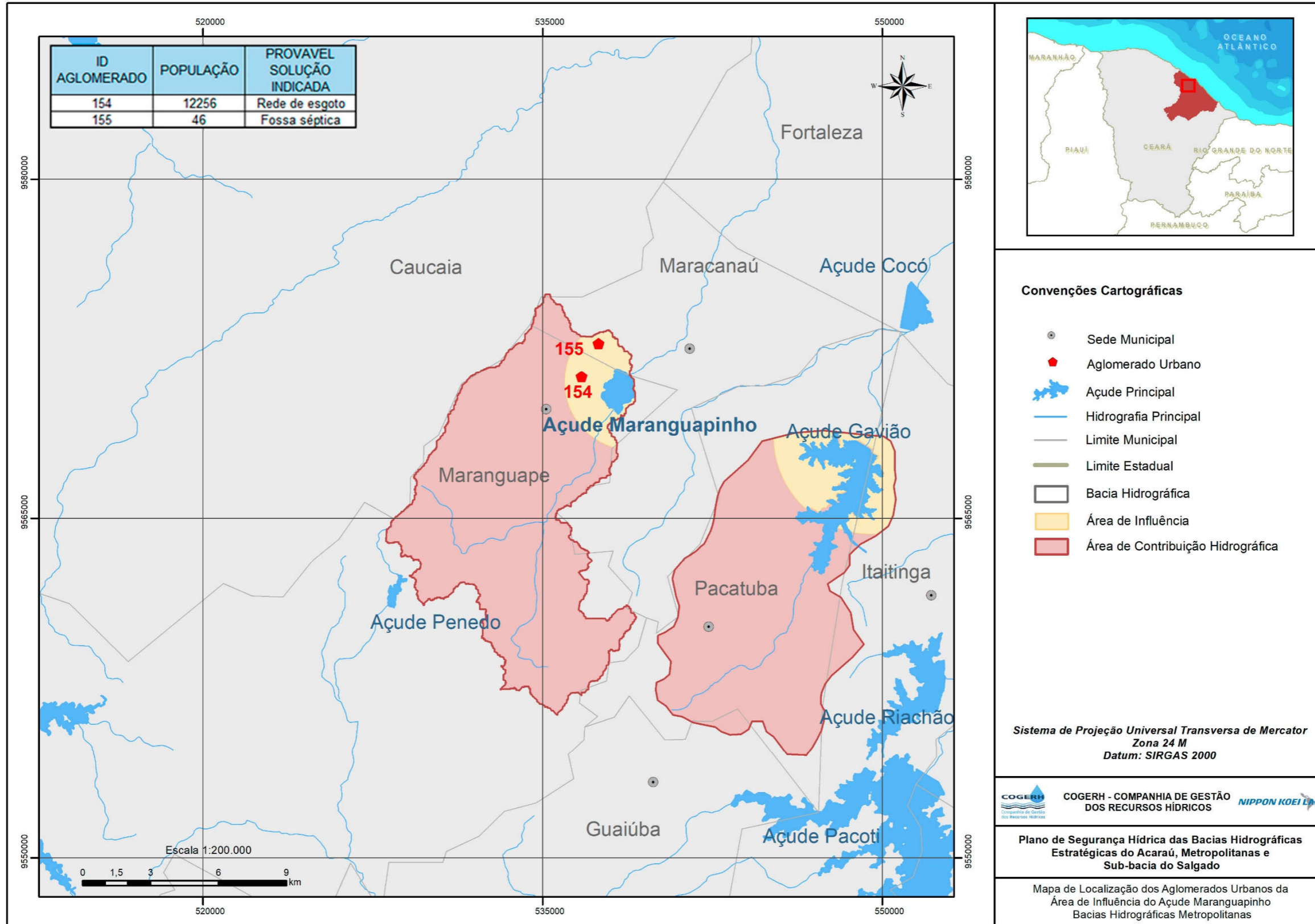
Fonte: ANA (2012), IBGE (2015), Cogerh (2016), ANA (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2018).

Figura 55 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Malcozinhado



Fonte: ANA (2012), IBGE (2015), Cogerh (2016), ANA (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2018).

Figura 56 - Aglomerados urbanos identificados na área de influência do reservatório Maranguapinho



Fonte: ANA (2012), IBGE (2015), Cogerh (2016), ANA (2016), com adaptação da Nippon Koei Lac (2018).



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

### *5.2.2 Proposições do Projeto Malha D'Água com influência nos sistemas hídricos estudados*

O Projeto Malha D'Água, idealizado pelo Governo do Estado do Ceará através da Secretaria dos Recursos Hídricos, em parceria com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, propõe um adensamento na rede de adutoras do estado, que busca não só levar água a lugares atualmente com déficit de abastecimento, mas também reduzir ao máximo o escoamento desse recurso nos leitos de rios, onde as perdas são elevadas, o que trará um aumento na capacidade de enfrentamento a períodos críticos. Com os 34 sistemas adutores propostos, cidades poderão ser ligadas a mananciais que possuam maior resiliência aos longos períodos de estiagem (SRH, no prelo).

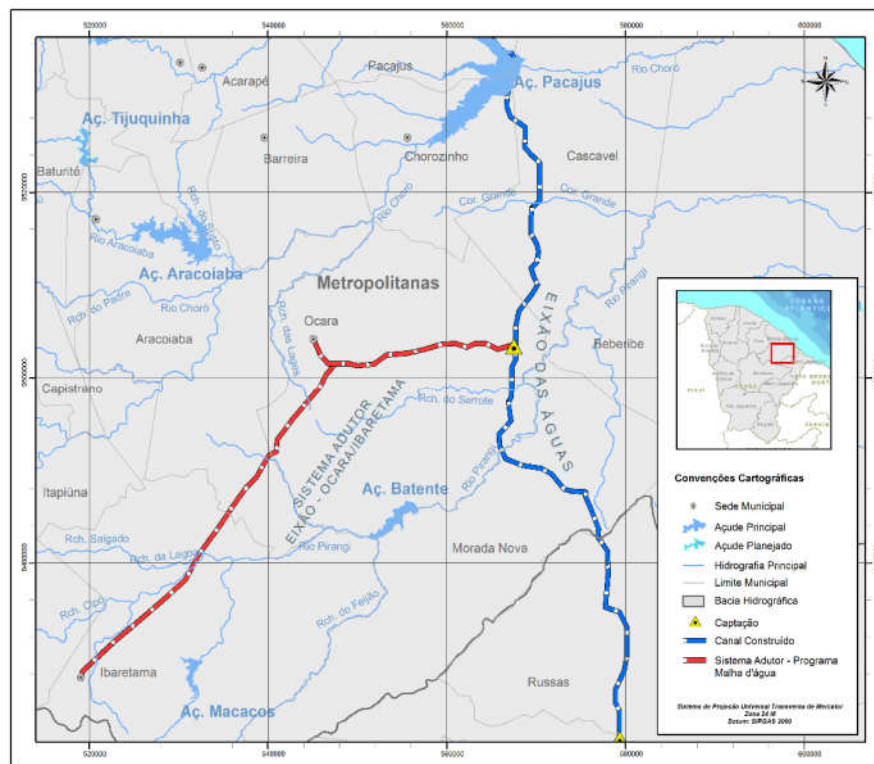
Neste subtópico são tratados apenas os sistemas adutores que implicarão em reforços para o suprimento das demandas atribuídas aos reservatórios das Bacias Metropolitanas que são incapazes de fomentá-las.

Dessa forma, o sistemas tratado a seguir se relaciona ao reservatório Macacos, enquadrado no Nível 1 de criticidade, que compreende os reservatórios que não suprem suas demandas para abastecimento humano, apresentados no produto denominado R14 - Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos e, resumidamente, no Capítulo 4 deste Plano de Segurança Hídrica das Bacias Metropolitanas.



- a) **Sistema Adutor Eixão-Ocara/Ibaretama:** com captação no Eixão das Águas para o atendimento com água tratada da população urbana dos municípios de Ocara e Ibaretama. Sua extensão total é de 72,4 km, com um custo aproximado de R\$ 54,9 milhões, beneficiando cerca de 25 mil pessoas (Figura 57). Esse sistema chegará ao município de Ibaretama com capacidade de 21,9 L/s (vazão de projeto), o suficiente para suprir a demanda do município, que tem aproximadamente 12 mil habitantes, mas segundo IBGE (2017) teve sua taxa de crescimento praticamente nula (0,09%), o que implica em um potencial decréscimo populacional. Contudo, em tempos de regime hídrico favorável, o município tem parte de sua demanda de água (cerca de 12 L/s) abastecida pelo reservatório Macacos (atualmente colapsado). Entretanto, o reservatório em comento não regulariza nenhuma vazão com 99% de garantia (SRH, no prelo).

Figura 57 - Sistema Adutor Eixão-Ocara/Ibaretama



Fonte: SRH (no prelo).



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



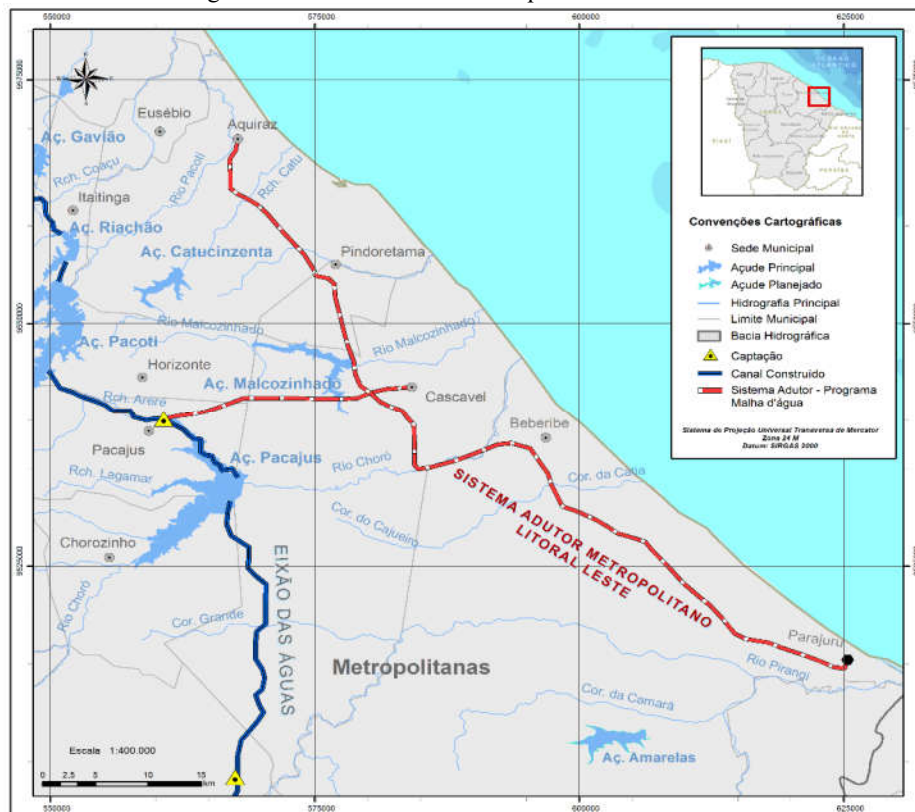
**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

A seguir, serão citados os sistemas adutores que, além de influenciar diretamente no abrandamento das pressões hídricas impostas aos reservatórios enquadrados no Nível II de criticidade, garantem a oferta hídrica de localidades atualmente abastecidas por reservatórios que possuem altas taxas de consumo por atividades agropecuárias e que, portanto, sofrem intensas pressões durante períodos de escassez hídrica, como no período atualmente vivenciado pelo Ceará e o restante do Nordeste. No nível II encontram-se os reservatórios que satisfazem suas demandas para abastecimento humano, porém são insuficientes para garantir as suas demandas para irrigação. Logo, para o cenário de demanda atual e, portanto, para os demais cenários, encaixam-se nesse nível o reservatório Itapebussu, pertencente às Bacias Metropolitanas. Para o horizonte de demanda de 2020 e, conseqüentemente, também para 2030, tem-se o Catucinzenza (SRH, no prelo).



- a) **Sistema Adutor Metropolitan-Litoral Leste:** com captação no trecho 4 do Eixão das Águas para atendimento com água tratada da população urbana dos municípios de Cascavel, Pindoretama, Aquiraz e Beberibe. Sua extensão total é de 117,4 km, com custo aproximado de R\$ 193 milhões, beneficiando cerca de 270 mil pessoas (SRH, no prelo). O sistema aliviará pressões hídricas diretas no reservatório Catucinzenta (Figura 58).

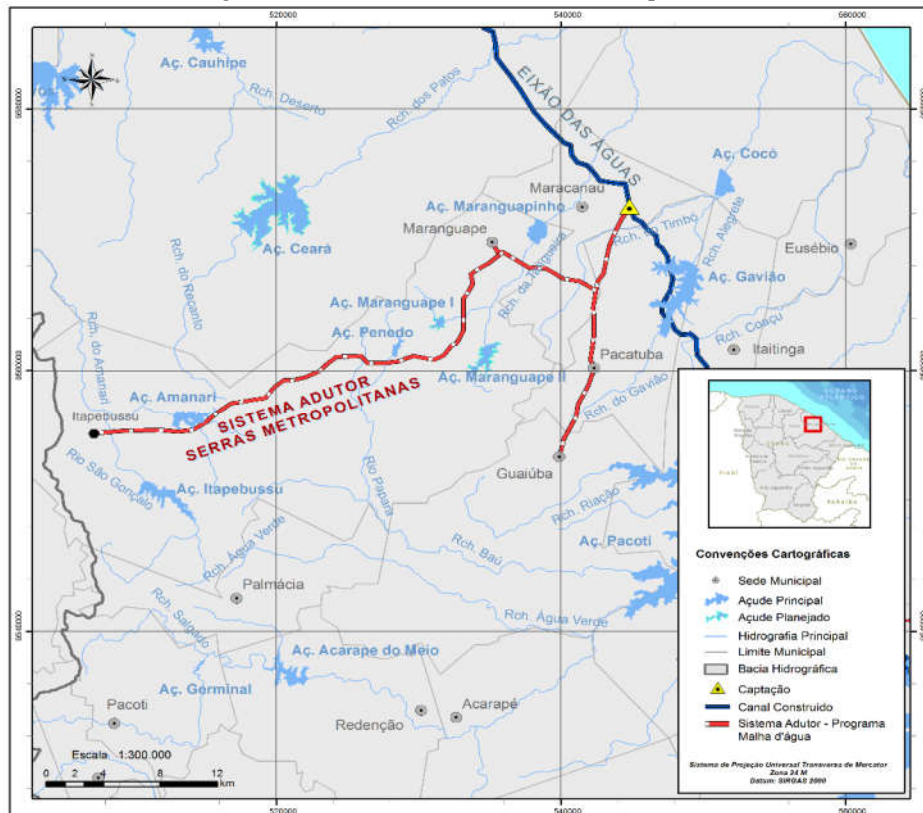
Figura 58 - Sistema Adutor Metropolitan-Litoral Leste



Fonte: SRH (no prelo).

- b) **Sistema Adutor das Serras Metropolitanas:** com captação no trecho 5 do Eixão das Águas para atendimento com água tratada da população urbana dos municípios de Pacatuba, Guaiúba e Maranguape. Sua extensão total é de 68,7 km, com custo estimado de R\$ 117,8 milhões, beneficiando aproximadamente 261 mil pessoas (SRH, no prelo). Esse sistema garantirá abastecimento às localidades que dependem, ou podem vir a depender, de mananciais que atualmente têm dificuldade para garantir, quantitativamente ou qualitativamente, água para o consumo humano (Figura 59). O sistema adutor influenciará diretamente nas demandas hídricas associadas ao reservatório Itapebussu.

Figura 59 - Sistema Adutor das Serras Metropolitanas



Fonte: SRH (no prelo).

### 5.3 Ações Não Estruturais

Neste estudo são propostas ações não estruturais, com o objetivo de ampliar a participação social na execução de ações voltadas a promoção da segurança hídrica e a proteção ambiental. Diante da realidade dos impactos e degradação ambiental causados pela seca e pela grande pressão antrópica sobre os recursos naturais, propostas para capacitar e educar a população a conviver e se adequar a realidade em que vivem influenciarão de maneira considerável a região a alcançar um desenvolvimento sustentável e a criar populações resilientes às vulnerabilidades apresentadas pelo semiárido e sua irregularidade hídrica (AGEVAP, 2006).

As ações de natureza não estruturais objetivam mitigar os impactos de cunho qualitativo que comprometem as águas dos reservatórios objetos de estudo. Tais ações abordam principalmente o fortalecimento institucional das organizações, mecanismos de gestão dos recursos naturais, monitoramento e controle ambiental, estudos de recuperação das áreas impactadas, conscientização, educação ambiental e sensibilização das populações locais, bem como de todos os atores envolvidos nas propostas.

Diante desse quadro, para a viabilização e realização das ações não estruturais, ressalta-se a importância da participação do Poder Público em sua ação organizadora, visto que tais ações necessitam, muitas vezes, de estudos mais aprofundados, cuja execução caracteriza-se como sendo de competência pública, e em sua ação fiscalizadora, uma vez que o controle e fiscalização de diversas atividades geradoras de impactos ambientais negativos é incumbência dos órgãos públicos.

As Ações Não Estruturais, descritas no R15 - Estratégia Geral de Mitigação e Gestão de Riscos, cuja aplicação é recomendada para os reservatórios das Bacias Metropolitanas analisados qualitativamente serão apresentadas a seguir.

#### 5.3.1. Mitigação de conflitos gerados por usos múltiplos da água

As modificações introduzidas nas áreas de contribuição hidrológica dos reservatórios, oriundas dos conflitos gerados pelos diversos usos de suas águas, vêm ao longo dos anos provocando impactos ambientais significativos, como a sedimentação e a eutrofização dos corpos d'água. A remediação desses conflitos, que na maioria das vezes envolvem setores de grande

importância social, como o abastecimento humano, a irrigação e a dessedentação animal, necessita de um correto gerenciamento dos recursos hídricos.

Desse modo, se faz necessária a compatibilização dos usos atuais com a capacidade de suporte de cada reservatório, o que garante o aproveitamento de forma sustentável dos recursos hídricos da bacia e beneficia a população que depende dessa água para sobreviver. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Utilizar os dados obtidos a partir dos estudos sobre a capacidade de suporte de cada reservatório, que podem ser encontrados nos IVAs elaborados no âmbito do PSH, a fim de limitar as atividades a um certo patamar que esteja em concordância com os níveis sustentáveis e que não cause estresse hídrico ou impactos demasiados;
- Buscar compromisso entre os usuários das águas, uma vez que a degradação em quantidade e qualidade da água dos reservatórios é algo que prejudica todos os usuários;
- Fiscalizar o uso das águas, verificando se os usuários são detentores de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, o que contribuirá para regularizar as atividades que ainda não possuem outorga para captação de água dos açudes em questão;
- Realizar palestras nas comunidades situadas nas áreas de influência dos açudes, em que seriam abordadas questões referentes à utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com ênfase também na importância da melhoria da qualidade ambiental local, para que a população tenha acesso à água de boa qualidade.

### 5.3.2 *Elaboração de projeto de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)*

A retirada da vegetação nas regiões próximas às reservas hídricas, não só prejudica o meio ambiente, mas pode causar prejuízos econômicos e sociais. O desmatamento nesses casos causa impactos ambientais negativos, como a erosão do solo e o assoreamento dos reservatórios, provocando cada vez mais preocupação no que diz respeito à qualidade e regularidade do fornecimento de recursos hídricos.

Diante disso, se torna favorável a adoção de medidas de PSA, com foco principalmente nos pequenos produtores rurais que habitam e/ou desenvolvem suas atividades em áreas próximas



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

aos reservatórios, que poderão contribuir para a preservação das matas, para a recuperação de áreas degradadas e, conseqüentemente, para a proteção dos recursos hídricos.

Os agricultores encontram em programas como PSA incentivos para mudar suas práticas, muitas vezes predatórias, e mitigar os impactos causados ao meio ambiente. Assim, além de possuir vantagens econômicas, permitindo a obtenção de créditos com juros reduzidos e isenção de impostos para insumos e equipamentos adquiridos pelo agricultor, o PSA contribui para a formação de gestores que conduzem a manutenção de práticas sustentáveis, atendendo ao que dispõe o Código Florestal (Lei Federal 12.651/12).

Dessa forma, um projeto de PSA, em sua correta aplicação, contribui para o aumento da cobertura vegetal, reduz os níveis de poluição difusa, devido a lixiviação e escoamento superficial de nutrientes aos reservatórios e minimiza os processos de sedimentação e eutrofização, além de proporcionar uma maior sustentabilidade econômica das práticas produtivas e a aplicação de técnicas de manejo otimizadas, entre outros benefícios.

Dentre os projetos de PSA aplicados com sucesso no Brasil, está o projeto Produtor de Água (BRASIL, 2012), elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA), e o Conservador das Águas (PEREIRA *et al.*, 2011), oriundo de uma parceria do município de Extrema (MG) com essa mesma instituição. Sendo assim, as medidas propostas neste documento levam em conta as experiências de sucesso obtidas por esses dois projetos. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Estimular parcerias com instituições públicas e ONGs para garantir a viabilidade e aplicabilidade do projeto, principalmente nas atividades de campo focadas nos pequenos e médios produtores rurais;
- Incentivar o comprometimento por parte das prefeituras e do Comitê das Bacias Hidrográficas Metropolitanas a utilizar os mecanismos de gestão previstos na legislação, garantindo assim uma boa execução do projeto de PSA;
- Proporcionar a comunicação eficiente entre as instituições envolvidas e que estabeleceram parceria para tal finalidade, o Comitê das Bacias Hidrográficas Metropolitanas, parceiros e a população local;



- Elaborar projetos que busquem diagnosticar e ampliar o conhecimento técnico e científico sobre as condições locais, a fim de permitir um melhor gerenciamento das atividades contempladas no projeto de PSA, de acordo com as condições específicas identificadas.

### 5.3.3 Ampliação da base de dados e informações

Diante da necessidade de sempre se buscar uma melhor gestão e planejamento dos recursos hídricos preza-se pela ampliação e atualização dos dados disponíveis, adquirindo assim novas fontes e banco de dados à medida que novas tecnologias e modelos permitam, a exemplo de produtos com resoluções mais refinadas, como uma rede hidrográfica mais detalhada, devido ter-se usado um MDE com maior resolução espacial. Dados atualizados e em escala adequada são essenciais para elaborar projetos, diagnósticos e planos de ação, dentre outros estudos. Ademais, a organização e disponibilização adequada desses dados evita que recursos e tempo sejam desperdiçados pela falta de informação sobre dados já existentes

Além disso, a disponibilização e distribuição desse tipo de informação favorece os usuários, que passam a ter consciência da realidade ambiental em que estão inseridos. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Realizar um levantamento e revisão dos dados disponíveis, identificando assim quais informações precisam ser prioritariamente atualizadas;
- Disponibilizar softwares adequados e atualizados para todos os órgãos públicos responsáveis por tais informações, pois são necessários à elaboração dos mapas temáticos utilizados em pesquisas, elaboração de projetos e estudos ambientais. Dessa maneira, a Cogerh, Funceme e Ipece, por exemplo, poderão atualizar seus mapas temáticos e elaborar novos quando necessário, utilizando-se de softwares e mecanismos de ponta, desenvolvendo produtos que retratam, com cada vez mais precisão, a realidade ambiental do estado;
- Distribuir materiais impressos e em formato digital para as partes interessadas, como funcionários de prefeituras e gestores, bem como para os agentes causadores de impactos negativos nos reservatórios, como produtores agrícolas e pecuaristas;

- Estudar a necessidade de ampliação da rede fluviométrica e pluviométrica, buscando uma maior densidade de dados disponíveis para estudos futuros.

#### 5.3.4 Intensificação dos acordos com universidades e de incentivos acadêmicos

O envolvimento da comunidade científica é um ponto importante no estudo dos problemas locais e na elaboração de medidas para solucioná-los. Aproveitar e criar parcerias com pesquisadores e alunos de universidades da região é algo de interesse mútuo, tanto para a universidade, quanto para os atores envolvidos, que podem ser os gestores ou a população que sofre com os impactos ambientais.

Pesquisas relacionadas às boas práticas agrícolas, otimização do uso da água, adaptabilidade de culturas, combate à erosão e manejo do solo, quando focadas na região do semiárido, são instrumentos importantes no alcance de melhores soluções que visem minimizar os impactos das atividades produtivas locais. Não obstante, ao mesmo tempo em que se buscam soluções para os problemas, amplia-se o conhecimento disponível, colaborando assim para um melhor entendimento da problemática e estimulando a troca de informações. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Incentivar a atuação de pesquisadores nas áreas impactadas das Bacias Hidrográficas Metropolitanas;
- Buscar o envolvimento de estudantes através de bolsas de iniciação científica, projetos de extensão e trabalhos de conclusão de curso que abordem soluções para os problemas identificados na região de estudo;
- Organizar minicursos e palestras ministradas por membros da comunidade acadêmica, com o objetivo de informar a população em geral, bem como aos gestores, como funcionários municipais, acerca das problemáticas ambientais e sociais locais;
- Promover apresentações periódicas dos trabalhos realizados pelas universidades para os gestores e funcionários da Cogeh, de modo a manter uma ponte de atualização entre ambas as instituições e facilitar a criação de novas ideias e projetos.

### 5.3.5 Proteção das zonas de recarga de aquíferos

A proteção das zonas de recargas de aquíferos pode ser vista a partir da ótica da poluição a que estes estão sujeitos, através da infiltração de líquidos poluentes e, quanto à recarga, de modo a garantir a disponibilidade hídrica para os usos os quais estão resignados (SRH, 2005).

O manejo inadequado do solo é um dos principais causadores da degradação da qualidade da água e da perda de capacidade de recarga dos aquíferos. O uso inadequado do solo em atividades produtivas, como agricultura e pecuária, pode provocar a poluição das águas subterrâneas e comprometer o processo de infiltração da água no solo, causando um rebaixamento dos níveis piezométricos.

Nesse sentido, a qualidade das águas subterrâneas depende fortemente do emprego de técnicas e medidas que visam boas práticas edafambientais, que minimizem os impactos causados pela erosão hídrica e pela sedimentação (FREITAS, 2005). A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Estimular a utilização de sistemas conservacionistas adaptados às regiões semiáridas, como o plantio direto, a integração lavoura-pecuária-floresta e os sistemas agroflorestais;
- Planejar o uso do solo, que deve prever a manutenção das áreas de recarga de aquíferos, total ou em grande parte, livres. Tais áreas deverão ser destinadas apenas para usos leves, tais como recreação e preservação paisagística ou para outros usos que apresentem baixas taxas de ocupação, com no máximo de 10 a 20% da área total;
- Promover estudos sobre as características pedológicas, geológicas e da vegetação, bem como estudos hidrológicos locais, a fim de entender melhor a complexa dinâmica que envolve a recarga subterrânea;
- Estimular o afastamento, vertical e horizontal, adequado das fontes de poluição, como fossas no solo, lagoas de estabilização, aterros sanitários e cemitérios;
- Incentivar o envolvimento de uma equipe multidisciplinar capaz de elaborar um Diagnóstico Ambiental detalhado das zonas de recarga de aquíferos;
- Promover uma gestão participativa, que mobilize a população local em torno das ações propostas.

### 5.3.6 Controle da erosão

A erosão do solo, especialmente em áreas próximas às bacias hidráulicas dos reservatórios, proporciona o aumento de sedimentos carreados para os corpos d'água, acarretando no assoreamento e na redução das profundidades, agravando, portanto, os problemas com as inundações e a deterioração da qualidade das águas.

Para controlar a erosão é necessário compreendê-la, a fim de desenvolver estratégias capazes de atacar as causas e evitar concentrar esforços sobre efeitos ou partes menos importantes do problema. Nesse sentido, a retirada da vegetação nativa é um dos principais fatores que propiciam esse processo na região, sendo, portanto, necessárias medidas que preservem e recuperem essa vegetação, como proposto no PRODHAM, Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental, discutido em SRH (2010). A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação, baseadas nas contribuições advindas das práticas aplicadas e preconizadas pelo PRODHAM:

- Promover a preservação e ou recuperação das matas ciliares dos açudes e cursos d'água;
- Reflorestar e recuperar a vegetação nativa no entorno dos reservatórios, como também nas encostas dos vales adjacentes;
- Incentivar o uso de práticas conservacionistas, como o plantio em curvas de nível e a revegetação de áreas desmatadas, para minimizar a incidência dos processos erosivos;
- Realizar modelagens hidrodinâmicas e sedimentológicas, tanto para prevenir a erosão quanto para controlá-la;
- Estimar as zonas com maior vulnerabilidade à erosão, a partir de análise de fatores ambientais e antrópicos, como relevo, solos, clima, vegetação, ocupação urbana, uso e manejo das terras.

### 5.3.7 Disposição adequada de resíduos sólidos

A ocupação do entorno dos reservatórios por comunidades lindeiras, que sobrevivem da pesca artesanal, dos cultivos de vazante, da piscicultura e da criação de gado é comumente observada, visto que a água é fator fundamental no desenvolvimento dessas atividades. Entretanto,

esse adensamento populacional às margens dos açudes acarreta em problemas referentes à disposição inadequada de resíduos sólidos, como o mau acondicionamento de lixo doméstico, que acaba sendo lixiviado e carregado para dentro dos reservatórios, além do lançamento de efluentes domésticos diretamente nos corpos d'água.

A poluição de origem doméstica é um dos principais fatores de degradação da qualidade da água nos reservatórios. Nesse sentido, é necessário garantir que os serviços de saneamento básico cheguem a essas localidades, além de ser feita gestão junto aos órgãos competentes para que haja uma fiscalização eficiente, visando identificar conexões ilegais. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes dessa ação:

- Estimular a ampliação do saneamento básico por parte das prefeituras dos municípios onde se situam as localidades carentes desse serviço;
- Verificar o cumprimento do plano de resíduos sólidos dos municípios que compõem a área da bacia hidrográfica de cada um dos 5 açudes analisados;
- Requerer aos órgãos competentes para intensificar a fiscalização, com o objetivo de coibir conexões ilegais de esgoto na rede de drenagem;
- Estabelecer mecanismos para melhorar o acondicionamento do lixo nas vias públicas;
- Implantar projetos de coleta seletiva de resíduos sólidos, juntamente com a realização de palestras educativas, para conscientizar a população sobre a importância de evitar danos ambientais e à saúde derivados da disposição irregular de tais resíduos;
- Estabelecer parcerias entre os catadores de materiais recicláveis e as prefeituras, estimulando-os na coleta, seleção e posterior venda dos materiais às indústrias que fazem a reciclagem desses resíduos;
- Implantar projeto de educação ambiental voltado a reduzir o volume dos resíduos gerados;
- Implantar projeto de educação ambiental voltado a evitar a prática da queima de lixo;
- Requerer junto às prefeituras municipais a definição de um calendário de coleta de lixo doméstico nessas áreas;

- Estimular a cooperação com o poder público e indústrias de pequeno porte na instalação de sistemas de tratamento de despejos e também para fiscalizar a destinação de seus resíduos sólidos, já que essa relação é benéfica tanto para a fábrica quanto para a população.

### 5.3.8 Incentivo ao manejo adequado da biodiversidade diante das atividades produtivas

Ao longo dos anos, fortaleceu-se a crença de que a caatinga é uma região pobre em recursos e em diversidade de fauna e flora. No entanto, cientificamente, sabe-se que essa informação é totalmente equivocada, sendo a caatinga um bioma possuidor de uma grande biodiversidade, com muitas espécies endêmicas (BRASIL, 2003).

Atualmente, a biodiversidade da caatinga sofre uma grande pressão, competindo por espaço e recursos com as principais atividades produtivas da região, como a pecuária e a agricultura. Assim, áreas que costumavam ser refúgios para muitas espécies encontram-se ocupadas, principalmente, por gado e pastagens, como ocorre no entorno de lagoas e regiões mais úmidas, o que faz com que a fauna e flora local sofram perdas significativas em suas populações.

Além disso, os organismos sofrem com desequilíbrios ambientais causados nos ecossistemas, como a compactação do solo, introdução de espécies invasoras e a eutrofização dos corpos d'água. Portanto, cada vez mais se faz necessária a criação de incentivos ao correto manejo e desenvolvimento de estratégias de conservação, visando conciliar as práticas produtivas com a manutenção da biodiversidade nativa. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes dessa ação:

- Fomentar pesquisas específicas sobre o bioma caatinga, objetivando a identificação de locais com importância científica, e que, portanto, devem ser áreas prioritárias para conservação;
- Prover assistência técnica e profissional aos produtores, a fim de estimular a adoção de medidas de manejo sustentável;
- Incentivar pesquisas que busquem catalogar a fauna e a flora local, a fim de se obter mais informações sobre a biodiversidade desse bioma;
- Atualizar a lista das espécies ameaçadas de extinção na caatinga;

- Promover a proteção das áreas estratégicas para refúgio e reprodução das espécies nativas;
- Incentivar o plantio de espécies para pasto que sejam adequadas e adaptadas tanto ao semiárido, como também à biodiversidade local;
- Desenvolver mecanismos que visem conciliar as práticas agropecuárias com a proteção da biodiversidade, como os Sistemas Agroflorestais;
- Incentivar a introdução de disciplinas e assuntos ligados a agrossilvicultura e sistemas florestais nas escolas técnicas locais;
- Fomentar estudos mais detalhados sobre a capacidade de suporte dos pastos nativos, evitando assim o desequilíbrio da biodiversidade local, como a disseminação de espécies invasoras;
- Exigir e fiscalizar o cumprimento da Reposição Florestal Obrigatória por parte dos usuários de matérias-primas de origem florestal;
- Incentivar os produtores a adotar um manejo adequado das espécies, através de acompanhamento técnico e palestras educativas, dentre outras medidas.

### *5.3.9 Incentivo ao engajamento e sustentabilidade das populações rurais*

A correta aplicação de medidas não estruturais nas áreas de entorno dos reservatórios depende fortemente de um engajamento das populações rurais, que são os principais agentes atuantes na região. Logo, o desenvolvimento de uma consciência voltada à sustentabilidade nas comunidades rurais torna-se essencial.

Essas comunidades encontram-se muitas vezes isoladas, sem acesso à educação adequada e serviços públicos, como coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário. Consequentemente, não há um embasamento ou conhecimento para aplicação de técnicas adequadas em suas atividades de subsistência, que basicamente consistem em pequenos cultivos e criações de gado no entorno dos reservatórios. Logo, ações visando ao empoderamento comunitário, como executado no projeto PRODHAM (SRH, 1999), colaboram para estabelecer uma gestão mais participativa, propiciando uma maior capacitação dos moradores dessas áreas. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Obter informações sobre as comunidades locais, como número de famílias, número de moradias existentes, principais reclamações, associações existentes e projetos em execução, entre outras, com a finalidade de elaborar um diagnóstico da situação atual dessas comunidades;
- Realizar parcerias entre a Cogeh, a Funceme, a Sohidra e os representantes das comunidades locais, visando a colaboração recíproca entre as partes interessadas, contribuindo para destacar o papel desses atores, considerados muitas vezes indivíduos socialmente vulneráveis, na gestão participativa das águas. Dessa maneira, essa mesma parcela da população terá melhores condições para participar ativamente das decisões tomadas pelo Comitê das Bacias Hidrográficas Metropolitanas e poder público em geral;
- Realizar reuniões entre os profissionais responsáveis pela realização dos projetos de conservação ambiental desenvolvidos nas áreas de influência dos reservatórios e os líderes das comunidades, a fim de conscientizá-los e sensibilizá-los sobre a importância de medidas de preservação ambiental, incentivando assim um maior comprometimento com os projetos;
- Capacitar os produtores locais em conhecimentos sobre contabilidade e gestão, colaborando para uma otimização dos seus recursos e melhor entendimento das estratégias governamentais para a região;
- Incentivar a inclusão social de mulheres e minorias, promovendo o engajamento desses indivíduos como atores fundamentais no sucesso dos projetos voltados a recuperação de matas ciliares e de melhoria da qualidade ambiental da área em que vivem;
- Desenvolver oficinas para capacitação e conscientização da população sobre sua responsabilidade na preservação do meio ambiente em que está inserida.

### *5.3.10 Incentivo a medidas de combate à desertificação*

Atividades como a pecuária extensiva, agricultura e extrativismo vegetal, aliadas ao pouco conhecimento de técnicas sustentáveis e otimizadas, acabam gerando uma considerável degradação no ambiente.

Entre as causas da desertificação está a erosão do solo, que propicia o aumento dos processos de sedimentação nas Bacias Metropolitanas. Além disso, a supressão vegetal, intrínseca a esse processo, resulta em um solo exposto às intempéries. Esses fatores combinados atuam aumentando o risco de desertificação dessas áreas.

Incentivar medidas que evitem a expansão de áreas desertificadas ou susceptíveis à desertificação são essenciais para a manutenção do equilíbrio ambiental local e para a viabilidade dessas terras na realização de atividades produtivas. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Elaborar estudos que atuem na identificação de áreas susceptíveis à erosão, apontando alternativas de uso que sejam atrativas do ponto de vista socioeconômico, mas que também respeitem as limitações ambientais;
- Incentivar campanhas de reflorestamento com espécies nativas;
- Disponibilizar assessoria técnica a instituições, comunidades e grupos interessados em se capacitar sobre técnicas que propiciem um adequado manejo dos recursos naturais locais, principalmente do solo;
- Intensificar a fiscalização das indústrias e empresas atuantes nas áreas degradadas, a fim de se fazer cumprir as leis de proteção ambiental vigentes;
- Incentivar pesquisas sobre os impactos ambientais no semiárido, objetivando a otimização de técnicas de manejo do solo, água, mineração e biodiversidade;
- Promover debates e workshops sobre o tema, visando a difusão do conhecimento e discussões sobre soluções viáveis para conter ou evitar o avanço dessas áreas, bem como que promovam sua recuperação.

### 5.3.11 Proteção e recuperação de áreas de preservação permanente

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) possuem diversas funções ambientais, pelo fornecimento de bens e serviços relevantes para a população, que estão relacionados à regularização da vazão, retenção de sedimentos, conservação do solo, recarga do lençol freático, biodiversidade, etc. (BORGES *et al.*, 2011).

A conservação das APPs é um aspecto relevante na gestão de bacias hidrográficas, uma vez que essas áreas, com a sua cobertura vegetal protegida, exercem um efeito tampão, diminuindo o carreamento de substâncias e elementos para os corpos d'água (TUNDISI *et al*, 2006). Adicionalmente, a vegetação das APPs age fornecendo sombreamento para a bacia hidráulica, o que controla a temperatura e melhora o habitat das comunidades aquáticas, funcionando como fonte de nutrientes para os organismos aquáticos e silvestres e exercendo a função de filtro de sedimentos, material orgânico, fertilizantes etc., que podem impactar significativamente os corpos de água e as águas subterrâneas (BRASIL, 2011).

Apesar de se tratarem de espaços protegidos por lei, essas áreas são alvos constantes de interferências humanas, sendo comumente desmatadas no intuito de serem utilizadas para criação de gado, plantios agrícolas, ocupação humana, entre outros usos. Diante disso, é necessária a aplicação de medidas que visem proteger ou recuperar as APPs dos reservatórios e cursos d'água inseridos nas suas áreas de influência, a fim de garantir a manutenção da qualidade ambiental da área. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Realizar pesquisas específicas sobre áreas de APPs, que incluam visitas de campo aos locais e utilizando, por exemplo, estudos que retratem e abordem os problemas encontrados nessas áreas, como os IVAs elaborados no âmbito deste PSH. Dessa forma, consegue-se obter informações detalhadas a respeito do uso de terra, tipo de solo, vazão do curso d'água e população residente nessas áreas, tanto nos núcleos urbanos como nas áreas rurais;
- Levantar informações sobre a evolução dos problemas na bacia ao longo dos anos, com ênfase nos aspectos relacionados a desmatamentos e formas de uso do solo que aceleram os impactos identificados atualmente, localizando as origens econômicas e sociais envolvidas;
- Buscar mecanismos para definição de mais de uma faixa de proteção aos corpos hídricos, como faixas de primeira e segunda categoria, de acordo com suas particularidades, já que no Código Florestal, de forma generalizada, não são levadas em consideração: fisionomia da vegetação, estado de degradação da área, tipo do solo, declividade, comprimento da vertente etc., características que influenciam diretamente na eficiência da mata ciliar;
- Realizar a recuperação das Áreas de Preservação Permanente quando estas encontrarem-se degradadas, por meio de métodos como regeneração natural, plantio direto e nucleação;

- Limitar o acesso às Áreas de Preservação Permanente, desde que haja observância ao artigo 9º da Lei 12.651/2012 (Código Florestal), onde afirma-se que o acesso a essas áreas deve acontecer apenas para obtenção de água e realização de atividades de baixo impacto ambiental. No entanto, é importante encontrar formas de cumprir essa determinação legal e, ao mesmo tempo, delimitar fisicamente as APPs dos reservatórios, haja vista que os excrementos dos animais contribuem significativamente para a eutrofização dos reservatórios. A construção de bebedouros fora das APPs e a manutenção de alguns estreitos acessos à água poderão ser indicados como alternativas para a obtenção de água;
- Prover assessoria técnica para os pequenos agropecuaristas, com a finalidade de orientá-los sobre o desenvolvimento de práticas sustentáveis, evitando pressões sobre as matas ciliares.

### 5.3.12 Promoção do macrozoneamento ambiental das bacias hidrográficas

Na região de estudo, que consiste nas áreas de influência dos 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas estudados quanto a qualidade de suas águas, foram identificadas ocupações e práticas irregulares que podem impactar potencialmente a qualidade da água dos reservatórios. Diante disso, a promoção de um macrozoneamento adequado caracteriza-se como um instrumento importante para o planejamento local e para a tomada de decisão, servindo de base também para a elaboração de políticas públicas.

As considerações aqui sugeridas são baseadas no capítulo de Ações Não Estruturais do PLANERH - Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH, 2005), em que o macrozoneamento ambiental do território de bacias hidrográficas também configura como uma ação sugerida. No estudo citado, adotou-se como critério básico para a indicação de áreas preferenciais para o desenvolvimento das atividades econômicas a capacidade de absorção dos impactos ambientais causados por estas atividades.

O zoneamento deve incluir os interesses das comunidades locais, as exigências legais e dar prioridade à sustentabilidade das ações. A seguir, apresentam-se alguns aspectos que devem ser considerados na elaboração do macrozoneamento dos 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas:

- Comprometimento atual dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos;

- Qualidade desejada para os recursos hídricos (enquadramento de acordo com os seus usos preponderantes);
- Capacidade dos cursos e mananciais d'água na assimilação de cargas poluidoras (capacidade de autodepuração e carga poluidora que pode ser adicionada);
- Fontes de poluição existentes (tipos, estimativa das cargas poluidoras e reduções que podem ser obtidas);
- Áreas ambientais especiais (áreas de encostas, de recarga de aquíferos, faixas de proteção dos recursos hídricos etc.);
- Áreas de importância ecológica, paisagística ou de valor histórico-cultural;
- Existência ou não de infraestrutura sanitária (coleta e tratamento de efluentes domésticos, hospitalares e industriais);
- Coleta e destino final de resíduos sólidos;
- Características naturais da região (clima, solo, vegetação, geologia, topografia etc.);
- Impactos ambientais associados aos diferentes tipos de uso dos solos.

De acordo com as variáveis ambientais identificadas nas bacias e sub-bacia hidrográficas objetos de estudo, devem ser definidas as áreas indicadas ou não para ocupação, que podem ser classificadas com base nas seguintes categorias:

- Áreas de alta criticidade: são áreas que encontram-se saturadas em termos de capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação, além de apresentarem elevada dinâmica de desenvolvimento, o que contribui para agravar as suas condições ambientais futuras;
- Áreas de média criticidade: são áreas que apresentam capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação não muito comprometidas, podendo ser classificadas como áreas de desenvolvimento futuro;
- Área de baixa criticidade: são áreas que apresentam capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação pouco comprometidas, devendo ser classificadas como áreas de desenvolvimento das atividades econômicas;

- Áreas especiais: são áreas que apresentam características que requerem a sua proteção (áreas de encostas, áreas marginais a cursos e mananciais d'água, áreas de nascentes, manguezais, dunas etc.);
- Áreas tampão: são áreas que independentemente das suas condições atuais, configuram-se como críticas, em função de sua posição relativa na bacia.

Por fim, devem ser estabelecidas as diferentes categorias de usos de solo, incluindo-se:

- Áreas urbanas e de expansão urbana;
- Áreas industriais (destinadas à localização de indústrias com potencial poluidor de médio a elevado);
- Áreas prioritariamente agrícolas (condições favoráveis de solos e relevo);
- Áreas de produção pecuária;
- Áreas de reflorestamento e de preservação (áreas com declividades acentuadas, nascentes e etc);
- Áreas de preservação permanente de cursos e mananciais d'água;
- Áreas de Unidades de Conservação da Natureza (parques, reservas florestais etc.) definidas por lei;
- Áreas institucionais pertencentes ao Estado ou à União, com uso específico.

### 5.3.13 Educação Ambiental

A Gestão de Águas deve ser considerada a partir de uma visão sistêmica, na qual se considera a interação de elementos e relações de processos naturais e sociais (DIÓGENES, 2011). Dessa forma, o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feito de forma a garantir o respeito às diferentes formas de vida e de cultura, utilizando estratégias democráticas e de interação para estimular o desenvolvimento sustentável.

Sob essa perspectiva, a Educação Ambiental (EA) se mostra como uma ferramenta básica da gestão ambiental que deve propor estratégias pedagógicas, cujo papel é fortalecer o viés ambiental das políticas públicas de recursos hídricos, assegurando o compromisso com o

desenvolvimento sustentável e com o aprofundamento democrático na Gestão de Águas (BRASIL, 2011).

A EA deve ser promovida de forma contínua, visando implementar atividades de conscientização e informação para a comunidade em geral, de forma a buscar a integração entre os segmentos sociais envolvidos: escola - comunidade - governo - empresas, com o fim de envolver a todos em seu processo educativo. Dessa forma, os diversos setores devem ser capacitados para atuar como Agentes Ambientais, multiplicando esse conhecimento em suas comunidades. Para isso, a realidade local deve ser levada em consideração e seus aspectos históricos, culturais e sociais devem ser reconhecidos, a fim de garantir que os objetivos sejam alcançados, respeitando as diversas formas culturais e suas respectivas pretensões e possibilidades.

De maneira específica, a EA deve ser proposta visando:

- Tornar-se tema abordado nas escolas dos municípios pertencentes às bacias hidrográficas dos reservatórios, com sua inserção no currículo escolar;
- Difundir os conceitos de responsabilidade ambiental e de uso econômico dos recursos naturais, no caso específico, a água, de forma não predatória e ecologicamente correta;
- Envolver a população local nos projetos de monitoramento e recuperação ambiental.

#### Educação Ambiental nas escolas

A EA deve ser inserida nas escolas com o objetivo de motivar, informar e educar a comunidade escolar sobre o seu ambiente local e sobre as relações de interdependência existentes nos ecossistemas, além de desenvolver um senso crítico no que se refere às questões ambientais e de usos da água. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Realizar um levantamento geral e triagem de informações existentes a respeito de práticas de EA desenvolvidas nas escolas de ensino básico situadas em comunidades localizadas nas áreas de influência dos reservatórios;
- Elaborar diagnóstico sobre a percepção dos alunos perante o meio ambiente, a fim de desenvolver conteúdos de EA adaptados à situação local;

- Incorporar o tema EA na rotina escolar, por meio de uma metodologia continuada e interdisciplinar, de forma a envolver estudantes, funcionários e professores de várias áreas do conhecimento;
- Desenvolver cursos de capacitação em temáticas ambientais para funcionários e professores, a fim de formar educadores que contribuam com o processo de ensino de práticas sustentáveis, incluindo assim, efetivamente, conhecimentos sobre a importância da conservação ambiental no dia-a-dia de aulas. Estes cursos devem passar, constantemente, por processos de auto avaliação, o que colabora para uma melhor compreensão das dificuldades e melhorias a serem implantadas;
- Desenvolver a interação no âmbito escolar entre alunos, professores e diretores, através da criação de programas que visem à conscientização ambiental, com ênfase em resíduos sólidos e preservação dos recursos hídricos;
- Desenvolver atividades educativas para os alunos, utilizando a mídia informativa (reportagens, documentários, filmes com temática ambiental, entre outras), como forma de diversificar e tornar atrativa a transmissão de conhecimento;
- Elaborar cartilhas e murais ecológicos com temas voltados a preservação ambiental;
- Realizar atividades artísticas com a reutilização de materiais descartados;
- Estimular a prática de aulas de interpretação socioambiental que envolvam caminhadas de reconhecimento nas regiões das áreas de contribuição hidrográficas, onde as escolas estão inseridas e visitas às propriedades rurais. Tais aulas têm como objetivo expor os aspectos relacionados aos impactos ambientais negativos, de forma a esclarecer sobre a complexidade das questões ambientais e a responsabilidade comum a todos na conservação dos recursos naturais;
- Introduzir a temática ambiental nas reuniões escolares entre pais e professores, com o intuito de sensibilização;
- Incentivar a colaboração mútua entre a comunidade acadêmica de ensino superior e a comunidade escolar de ensino básico, de modo a fortalecer as práticas de EA nas escolas e fomentar estudos que visem avaliar e melhorar as metodologias aplicadas.

### Educação Ambiental não formal

A EA não formal abrange além dos limites da comunidade escolar, buscando a integração entre os diversos setores sociais, de modo a dotar as comunidades de ferramentas participativas que auxiliem suas ações de conservação e recuperação do meio ambiente. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Realizar atividades de educação ambiental junto às comunidades diretamente localizadas nas APPs dos corpos hídricos, estimulando o manejo adequado dessas áreas;
- Realizar, periodicamente, seminários envolvendo os usuários de água e a comunidade local, visando uma maior conscientização sobre o uso adequado dos recursos hídricos, a valorização do Bioma Caatinga e a suspensão de práticas danosas ao meio ambiente, como o desmatamento, as queimadas e a caça;
- Realizar cursos de formação de educadores ambientais envolvendo professores de ensino básico, membros dos comitês de bacias hidrográficas, da Câmara de Vereadores e agentes da área ambiental e de educação, com o objetivo de fomentar a elaboração e execução de projetos que visem uma gestão ambiental pública municipal;
- Desenvolver Programas de EA aliados ao apoio técnico para pequenos irrigantes nas comunidades agrícolas, com o fim de subsidiar o desenvolvimento de uma consciência afinada com a sustentabilidade das atividades rurais na região, incluindo o manejo adequado dos solos e dos recursos hídricos;
- Incentivar a comunidade a realizar a coleta seletiva de resíduos sólidos, orientando sobre a possibilidade de comercialização dos resíduos para empresas recicladoras;
- Realizar capacitações sobre assuntos ligados a temática ambiental para equipes intersetoriais compostas por técnicos dos setores de saúde, agricultura, educação e meio ambiente, através de metodologias participativas que possibilitem auxiliar na construção coletiva de uma conscientização ambiental.

#### *5.3.14 Controle da pesca artesanal*

A pesca artesanal exerce o papel de atividade de subsistência para muitas comunidades tradicionais que vivem no entorno dos reservatórios. Ela serve como fonte de alimentação e de

mercadoria utilizada para troca por outros produtos necessários à sobrevivência ou como fonte de emprego e renda direta ou indireta.

Em relação aos impactos relacionados a essa atividade, tem-se o despejo inadequado de resíduos oriundos da pesca (principalmente restos de peixes) nos reservatórios, e a sobrepesca, que é a retirada de uma espécie do seu habitat em grande quantidade em um período curto de tempo. A seguir, apresentam-se algumas medidas que amenizam os impactos causados por essa atividade:

- Regularizar a situação dos pescadores informais, incentivando-os a regularizarem-se perante a Cogeh, com a obtenção da carteira de pescador;
- Monitorar a quantidade de pescado, bem como os métodos de pesca utilizados, a fim de evitar a pesca predatória e, assim, a redução drástica de espécies nos açudes;
- Fiscalizar o despejo irregular de resíduos orgânicos, principalmente restos de peixes nas margens dos reservatórios.

### 5.3.15 Controle da pecuária bovina

Em função das condições edafoclimáticas desfavoráveis à manutenção de cultivos agrícolas durante todo o ano, a pecuária tem se constituído ao longo do tempo como uma das principais atividades produtivas de base familiar no semiárido brasileiro.

A atividade pecuária requer a aplicação frequente de altas doses de fertilizantes, muitas vezes na tentativa de restaurar um solo já esgotado devido ao uso de práticas rudimentares de manejo, e de agrotóxicos, destinados a evitar a proliferação de pragas. Além disso, é comum o uso de rações com altas concentrações de nutrientes. Nesse sentido, com as chuvas, uma grande quantidade de matéria orgânica, agrotóxicos e outros elementos são carregados para os reservatórios localizados nas adjacências dessas áreas, provocando a degradação da qualidade da água.

Para evitar prejuízos dessa natureza é preciso que haja uma preocupação maior com as atividades agropecuárias que estão sendo desenvolvidas próximas aos reservatórios. Medidas de conservação ambiental relacionadas à proteção do solo, sobretudo quando da ocorrência de chuvas intensas, são indispensáveis para a preservação dos recursos hídricos dessas regiões (SILVA *et al.*, 2013). A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Promover o manejo adequado do solo, de acordo com a sua capacidade de uso e suporte;
- Estimar a lotação ideal das áreas, aplicando uma densidade de bovinos que seja coerente com o porte e o tipo do pasto no local, e promovendo também períodos de descanso para a pastagem, a fim de evitar o superpastejo;
- Promover o uso adequado de agrotóxicos e fertilizantes;
- Incentivar a instalação de bebedouros para dessedentação do gado fora das APPs, de modo a evitar o aporte de matéria orgânica oriunda dos excrementos dos animais nos reservatórios;
- Adotar alternativas de suplementação alimentar dos rebanhos nos períodos secos;
- Implementar linhas de crédito para os pequenos produtores que estejam vinculados aos programas de assistência técnica e de educação ambiental;
- Avaliar as diversas raças de gado bovino existentes, visando identificar e selecionar genótipos mais produtivos nas condições de semiaridez;
- Preservar raças/ecótipos nativos;
- Avaliar o potencial local para a apicultura e outros usos, a fim de se criar alternativas à pecuária bovina, colaborando para evitar a superexploração das áreas de pastos;
- Retirar estruturas como currais e bebedouros, utilizados na criação de gado bovino, que estejam dentro da APP.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios Aracoiaba, Gavião e Malcozinhado.

### *5.3.16 Incentivo ao manejo adequado das áreas de extração de areia*

A extração de areia destina-se, principalmente, ao suprimento das demandas do setor industrial e de construção civil. No entanto, trata-se de uma das atividades que causa maior degradação ambiental, pois acarreta modificações significativas no ambiente.

Dentre os fatores causadores de impacto ambiental negativo relacionados à extração de areia, ressalta-se a retirada da vegetação. Alguns efeitos provenientes da retirada da cobertura vegetal são o assoreamento e a poluição dos corpos hídricos, visto que sem a vegetação há uma maior facilidade na entrada de elementos nos reservatórios. Além disso, existem impactos sobre os ecossistemas, como a perda de biodiversidade e a fragmentação de habitats.

As áreas de extração de areia identificadas nas bacias hidrográficas objetos de estudo, através das campanhas de campo, não se tratam de grandes empreendimentos, mas sim de pequenas áreas onde a atividade é realizada de maneira rudimentar.

De modo geral, a aplicação de medidas de fiscalização pelo Poder Público, através de seus órgãos de controle e proteção ambiental, é essencial para amenizar os impactos relacionados a atividade. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Fazer gestão junto ao órgão ambiental competente para intensificar as ações de fiscalização, com o objetivo de identificar empreendimentos de mineração sem o necessário licenciamento ambiental ou que não estejam cumprindo as condicionantes estabelecidas na licença ambiental;
- Fiscalizar o cumprimento dos programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos previstos pelo Estudo de Impacto Ambiental dos empreendimentos de mineração.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios Aracoiaíba, Catucinzenza, Gavião e Malcozinhado.

### *5.3.17 Incentivo ao manejo adequado da agricultura*

Tradicionalmente, a agricultura praticada na região semiárida é itinerante, onde o agricultor, geralmente sem nenhum conhecimento técnico, após plantar em uma área por um curto período de tempo, desmatando-a, degradando seu solo e tornando-a improdutiva, desloca-se para outra área repetindo o mesmo processo, abandonando a primeira. Essa prática tem sérias consequências ambientais, impactando solos, biodiversidade e recursos hídricos, por exemplo, se caracterizando como um sistema de baixa eficiência e rendimento. Adicionalmente, a agricultura

irrigada também causa impactos consideráveis, já que quando não acompanhada de técnicas adequadas, pode causar salinização e erosão do solo, muitas vezes carreando agrotóxicos para os corpos d'água, colaborando para o processo de eutrofização.

Diante disso, medidas que visam a incentivar o correto manejo da agricultura, seja de sequeiro ou irrigada, são importantes para mitigar a degradação ambiental, além da importância de capacitar e informar os agricultores sobre técnicas otimizadas e sustentáveis, diminuindo assim o potencial gerador de impactos das atividades. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Incentivar a utilização de técnicas adequadas de irrigação para cada tipo de cultura, visando diminuir o volume de água utilizado no processo;
- Promover o uso de variedades adaptadas ao semiárido e mais resistentes às adversidades climáticas locais;
- Incentivar as ações de iniciativa pública ou privada que capacitem os agricultores sobre técnicas e habilidades gerenciais;
- Implementar projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA);
- Incentivar a adoção de medidas de manejo racional do solo e da água, diminuindo assim a intensidade dos processos erosivos;
- Fiscalizar e regular o uso de agrotóxicos e fertilizantes, bem como sua produção, comercialização e disposição de suas embalagens, visando o cumprimento da legislação federal vigente;
- Incentivar o controle biológico de pragas, com o objetivo de diminuir a necessidade do uso de agrotóxicos;
- Incentivar o desenvolvimento de pesquisas agrícolas visando a obtenção de soluções alternativas para diminuir o uso excessivo de agrotóxicos, estando estas centradas, principalmente, no controle biológico de pragas, no controle biogenético e no controle integrado;
- Criar linhas de crédito especiais aos produtores que adotem técnicas sustentáveis de produção;

- Intensificar a fiscalização com o objetivo de identificar práticas agrícolas localizadas ilegalmente em APPs de açudes e cursos de água, principalmente nas áreas de influência dos reservatórios objeto deste estudo.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios Aracoíaba, Catucinzena, Gavião e Malcozinhado.

### *5.3.18 Redução da carga orgânica advinda de piscicultura*

A piscicultura é uma atividade potencialmente poluidora. Dentre os impactos causados por essa atividade destaca-se a elevada concentração de nutrientes e de matéria orgânica provenientes da ração não consumida e dos excrementos dos peixes, o que colabora para degradar a qualidade da água dos reservatórios. O aporte significativo desses elementos pode levar ao excesso de fitoplâncton e a baixa concentração de oxigênio dissolvido, condições que propiciam a eutrofização do corpo hídrico.

Quando realizada em viveiros, a elevada concentração dessas substâncias leva também à alta concentração de amônia e a condições insatisfatórias do sedimento de fundo (BOYD e QUEIROZ, 2004). Nesses sistemas, apesar da troca da água não acontecer de maneira assídua, periodicamente se faz a liberação de parte do volume para pequenas renovações.

Desse modo, tem-se a necessidade de se elaborar medidas para o controle da carga orgânica proveniente da atividade, de modo que esta não provoque a deterioração da qualidade do solo e dos recursos hídricos a jusante. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes do programa em questão:

- Estimar a quantidade ideal de tanques redes nos reservatórios, de acordo com sua capacidade de suporte, levando em consideração a variação no volume no manancial;
- Adotar um sistema de avaliação de consumo de ração efetivo, a fim de alimentar os peixes somente com o estritamente necessário, para reduzir a perda de nutrientes no ambiente, o que provoca sua contaminação;

- Usar fertilizantes para promover o aumento de fitoplâncton somente em viveiros, e não nos reservatórios, por não ser possível controlar seu crescimento;
- Obter maior controle na forma como é realizada a renovação da água nos viveiros, visto que a parte liberada escoo diretamente no solo, atingindo os reservatórios.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica dos reservatórios Aracoiaba, Catucinzenta e Malcozinhado.

### *5.3.19 Manejo e fiscalização das Unidades de Conservação*

Grande parte das Unidades de Conservação (UCs) apresentam problemas em seu território, sejam administrativos ou ambientais. Não obstante, comumente encontram-se desconformidades entre as atividades realizadas nas UCs e o que é garantido pela legislação vigente, sendo necessária uma maior fiscalização dos usos permitidos. Além dos problemas já listados, também é comum nas Unidades de Conservação a invasão por bovinos, criação de garimpos, contaminação da reserva hídrica da UCs por carga orgânica oriunda de resíduos sólidos e agrotóxicos, ocupações irregulares, caça predatória, queimadas e desmatamentos para retirada de lenha.

No que concerne à implementação dessas medidas, destacam-se como unidades criadas e geridas pelo Governo do Estado, as seguintes UCs de uso sustentável, em que a conservação da natureza é conciliada com o uso sustentáveis dos recursos naturais: a APA da Serra de Aratanha, a APA da Serra de Baturité, a APA do Rio Pacoti e o Corredor Ecológico do Rio Pacoti, que interliga a APA da Serra do Baturité com a APA do Rio Pacoti, localizadas nas Bacias Metropolitanas. A seguir, apresentam-se medidas que amenizam os impactos causados por essa atividade:

- Utilizar os recursos financeiros oriundos da compensação ambiental na gestão das UCs, a fim de garantir a manutenção, regularidade e qualidade das atividades realizadas nas UCs, como trilhas, passeios a pé, passeios de barco etc.;
- Incentivar o uso das UCs como propagadoras de ações de conservação e sustentabilidade ambiental;

- Incentivar e capacitar as comunidades locais em atividades alternativas à caça e demais atividades predatórias, por provocarem a exploração indevida dos recursos naturais;
- Intensificar a fiscalização das UCs, com contratação de pessoal capacitado para identificar e impedir as atividades ilegais desenvolvidas nas UCs, como a caça predatória, que muitas vezes fomenta o comércio ilegal de fauna e flora nativa;
- Incentivar campanhas públicas de conscientização contra desmatamentos e queimadas, visando diminuir o extrativismo de lenha, a degradação do solo, o risco de incêndios e outras consequências danosas ao meio ambiente;
- Incluir nos projetos de educação ambiental executados nas UCs, caso ainda não tenham sido contemplados, temas que abordem e combatam atividades degradadoras do meio ambiente, como a disposição irregular de resíduos sólidos, a ocupação de APPs e o turismo predatório;
- Incentivar a implantação dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação, com o objetivo de evitar o desenvolvimento de atividades não permitidas na área das UCs;
- Promover palestras, minicursos e atividades de cunho educacional nas comunidades que estão inseridas no território da UC e no seu entorno, objetivando a difusão do conceito de sustentabilidade e preservação ambiental;
- Monitorar a cobertura vegetal das UCs através de sensoriamento remoto.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica dos 5 (cinco) reservatórios analisados.

### *5.3.20 Controle da geração de efluentes por aviários*

A avicultura é uma atividade produtiva geradora de resíduos que, direta ou indiretamente, causa impactos no solo, nas águas subterrâneas e nas águas superficiais localizadas a jusante. Dentre os principais resíduos oriundos dessa atividade tem-se a cama de frango e aves mortas.

A disposição desses resíduos, se não realizada adequadamente, provoca a contaminação do solo, pois neles existe um alto grau de amônia, nitrogênio e fósforo. No caso de aviários localizados

próximos a corpos hídricos, quando os galpões de frangos são lavados a água escorre no sentido da declividade do terreno até chegar ao curso d'água, podendo levar o reservatório à eutrofização (OLIVEIRA e BIAZOTO, 2013).

Logo, é necessária a aplicação de medidas que visem um manejo adequado da atividade e a capacitação de produtores e operadores nas diferentes etapas do ciclo de produção, objetivando um maior entendimento dos impactos ambientais inerentes à atividade. A seguir, apresentam-se algumas medidas constituintes desta ação:

- Fazer gestão junto ao órgão ambiental competente para intensificar a fiscalização, no sentido de verificar o cumprimento das condicionantes estabelecidas na licença ambiental do empreendimento;
- Incentivar a criação de barreiras naturais com árvores nativas, onde ausentes, como uma prática de biossegurança, a fim de minimizar o impacto ambiental da amônia nas áreas vizinhas, dentre outros benefícios, como a redução de barulhos externos que causam stress nos animais;
- Promover a reutilização da cama de frango em atividades agrícolas, utilizando a compostagem, que produzirá adubo orgânico de qualidade, minimizando o impacto ambiental gerado pela disposição inadequada ou incineração da cama.

Dentre os reservatórios que tiveram o Inventário Ambiental de Açudes elaborado no âmbito deste Plano de Segurança Hídrica, indica-se que as práticas sugeridas neste item sejam aplicadas prioritariamente nas áreas de contribuição hidrográfica do reservatório Catucinzena e Malcozinhado.

#### 5.4 Gestão de Riscos

De acordo com a norma internacional de gestão de risco, ISO 31000:2009 *Risk management – Principles and guidelines*, o risco é definido como: “efeito da incerteza nos objetivos”. Efeito é um desvio do esperado, positivo ou negativo. Já a incerteza é um estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade (ABNT, 2009). E os objetivos, por sua vez, podem ter diferentes aspectos, como metas financeiras, de saúde, de segurança ou ambientais.

Ante os conceitos de risco, é perceptível o quão a Engenharia de Recursos Hídricos é uma área propícia ao risco, já que cada projeto resulta em produto único e é, durante sua fase de operação, alvo das mais diversas intempéries e imprevisibilidades com exigência de intervenção das instituições responsáveis.

Percebe-se que em todas as definições sempre há a associação de risco com incertezas e seus impactos. Os riscos devem ser quantificados através de três componentes distintos relacionados a impacto e probabilidade de ocorrência:

$$\text{Risco} = F(\text{Evento}, \text{Incerteza}, \text{Impacto})$$

Como já comentado, o conceito de risco apresenta-se em função da incerteza e efeito e, assim, permite sua análise com base no produto das duas variáveis que leva a sua ordem de grandeza. Conforme assinala Almeida (2004), “do ponto de vista epistemológico, não é possível obter valores de referência absolutos para adoção de riscos aceitáveis pela sociedade em cada caso, ou para determinados tipos de situações”. Focando na superação dessa dificuldade, prossegue o autor mencionando o que denomina de Riscos Socialmente Aceitáveis – RSA: “Para que a análise e a gestão do risco tenham uma estrutura coerente e, também, uma capacidade operacional forte torna-se imperioso definir ou selecionar critérios para a fixação dos valores dos Riscos Socialmente Aceitáveis (RSA) e o modo mais adequado de os definir”. Cita-se então abordagens para atingir a capacidade operacional: o uso de probabilidades dos eventos, a abordagem a partir das consequências ou danos admissíveis ou tolerados, as relações limites entre probabilidades dos eventos e a magnitude dos respectivos danos, dentre outros.

Vale ressaltar que uma eficaz análise de risco é um processo abrangente, que envolve identificação, avaliação e gestão. No mundo real, o processo de gerenciar riscos sempre foi utilizado, sendo tradicionalmente aplicado de forma instintiva e sem adoção de processos sistemáticos. A avaliação dos riscos normalmente recorre à experiência do gestor, de forma que as equipes institucionais lidam com os riscos da maneira que entendem ser mais eficaz. Nesses casos, não há adoção de uma estratégia anteriormente pensada. Porém, lidar com os riscos de forma instintiva ainda é melhor que ignorá-los. O principal objetivo da gestão de riscos é assegurar que eles sejam geridos da forma mais eficiente. A gestão sistemática dos riscos traz maior eficácia e facilidade de condução, tornando-os explícitos e levando a um tratamento formal dos mesmos.

A identificação dos riscos é o processo de determinação que pode afetar o sistema hídrico em análise e a enumeração das suas características. No caso da Engenharia de Recursos Hídricos os relatórios que tematizam a Segurança Hídrica, em seus aspectos quantitativos e qualitativos, fornecem todos os elementos que permitem não apenas proceder a identificação dos riscos, como também de suas características.

Os riscos de natureza quantitativa são aqueles aos quais os mananciais aqui considerados estão submetidos enquanto provedores das demandas a eles associadas. Em termos de danos, se resumem basicamente às consequências que a exaustão do corpo hídrico traz para os seus usuários, tanto no setor de saneamento, quanto nas atividades econômicas. Com consequências semelhantes, a inviabilidade do uso das águas do corpo d'água pode advir da perspectiva qualitativa, na medida em que, mesmo existindo volumes compatíveis com as demandas, sejam completamente inutilizáveis ou demandantes de sistemas de tratamento de tal sofisticação (e proporcionais custos de implantação), que desestimulam seu uso.

#### *5.4.1 Realização da análise quantitativa dos riscos*

A análise quantitativa dos riscos é o processo pelo qual é feita a avaliação numérica do efeito dos riscos. Seu principal benefício é a produção de informações mais precisas e embasadas quantitativamente para respaldar a tomada de decisões, reduzindo, assim, o grau de incerteza em relação aos sistemas hídricos.

O planejamento das respostas aos riscos é o processo de busca de soluções, com o intuito de reduzir as ameaças ao não cumprimento dos objetivos primordiais da fonte hídrica em questão, quais sejam: suprir com segurança quantitativa e qualitativa as demandas a ele atreladas. As seguintes estratégias são geralmente utilizadas para elaboração das respostas para riscos (ameaças):

- Prevenir o risco eliminando completamente a ameaça: quando a insegurança hídrica alcança níveis demasiadamente elevados e coloca sob risco de desabastecimento frequente seus usuários, certamente deverá caber essa estratégia que, em termos estruturais, pode consistir na construção de novos reservatórios ou nas transposições entre bacias hidrográficas;

- Transferir o impacto e a responsabilidade do risco para terceiros (como por meio de contratos, acordos ou seguros): no Brasil não está ainda estabelecido um mercado dessa natureza que seja compatível com os bens a serem segurados, dependentes dos mananciais de interesse;
- Mitigar a probabilidade ou o impacto do risco para dentro de limites aceitáveis: trata-se aqui da mais comum dentre as situações em que uma gestão de águas mais eficiente, tanto em termos de oferta como de demanda, pode ser mais atrativa do que a convencional intervenção de infraestrutura para aumento da oferta de água;
- Aceitar o risco e não agir, a menos que ele se materialize: não é rara a adoção de reservas de contingência de recursos financeiros para lidar com o risco, como tem sido, por exemplo, a faina secular das esferas de decisão baseadas na remediação das consequências das secas e cheias quando elas vêm a ocorrer.

O sucesso do gerenciamento de riscos depende de uma estrutura de gestão que forneça as fundações e disposições para que ele esteja embutido em todos os níveis da organização (ABNT, 2009). Tal estrutura segue as seguintes etapas:

- Mandato e comprometimento dos gestores da organização para com a gestão de riscos e planejamento rigoroso e estratégico para alcançar comprometimento em todos os níveis da organização;
- Concepção da estrutura para gerenciar riscos por meio de estudo da organização e seu contexto, estabelecimento da política de gerenciamento de riscos, definição do processo de prestação de contas, integração nos processos organizacionais, definição dos recursos a serem alocados e estabelecimento de comunicação interna, externa e de mecanismos de informação;
- Implementação da gestão de riscos por meio da adoção da estrutura e metodologia do processo de gerenciamento de riscos;
- Monitoramento e revisão da estrutura de gestão;
- Melhoria contínua da estrutura baseada nos resultados do monitoramento e revisão.

#### 5.4.2 Métodos de análise qualitativa e avaliação dos riscos

Objetiva-se aqui avaliar os riscos pela combinação de suas probabilidades de ocorrência e impacto e, posteriormente, priorizá-los para análise dos riscos ou ação de resposta. As seguintes ferramentas e técnicas são utilizadas nesse processo:

- Avaliação de probabilidade e impacto dos riscos: busca-se investigar a probabilidade de ocorrência dos riscos e seus efeitos potenciais sobre os sistemas hídricos;
- Matriz de probabilidade e impacto: cada risco é classificado usando uma tabela de referência ou uma matriz de probabilidade e impacto, de acordo com a sua probabilidade de ocorrência e seu impacto em um objetivo. Por exemplo, essa tabela ou matriz pode classificar cada risco como sendo de prioridade baixa, moderada ou alta por meio da combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto. Podem ser usados termos descritivos ou valores numéricos, como uma pontuação, nessa classificação. Pode-se classificar um risco separadamente para cada objetivo, como custo, tempo ou escopo, ou desenvolver formas para uma classificação geral. A classificação dos riscos é utilizada na sua priorização, por exemplo, ameaças, riscos de efeito negativo, com prioridade alta exigem ação prioritária e estratégias agressivas de resposta. Ameaças de prioridade baixa podem não exigir ação proativa, mas apenas sua inclusão em uma lista de observação de ameaças ou levar ao acréscimo de uma reserva de contingência no orçamento do projeto. (PMI, 2013).

Busca-se então analisar numericamente o efeito dos riscos a fim de reduzir o grau de incerteza dos mananciais. As seguintes ferramentas e técnicas são utilizadas nesse processo:

- Técnicas de coleta e apresentação de dados, como:
  - Distribuições de probabilidade: buscam aproximar os dados obtidos na análise quantitativa com formas compatíveis. Apresentam a incerteza quantificada de valores, tais como duração e severidade dos eventos extremos e suas consequências para os usuários;
  - Modelagem e simulação: as incertezas especificadas e detalhadas do projeto são convertidas em possível impacto nos objetivos do projeto. A técnica de Monte Carlo é a maneira típica de execução de modelagem e simulação. Nela há a simulação de vários modelos de projeto, selecionando aleatoriamente os valores de

entrada com base nas distribuições de probabilidades dessas variáveis. Os resultados são apresentados em um histograma. (PMI, 2013).

#### 5.4.3. *Gestão de risco aplicada às Bacias Metropolitanas*

Conforme já referenciado anteriormente, os riscos envolvidos na presente análise dividem-se em dois grupos, aqueles relacionados aos aspectos quantitativos da segurança hídrica associada a cada um dos 22 reservatórios das Bacias Metropolitanas que são objetos deste PSH, bem como aos aspectos qualitativos relevantes para a sustentabilidade dos serviços hidroambientais afetos aos 5 mananciais analisados na bacia citada, os quais são mensurados por parâmetros de qualidade das águas disponibilizadas com níveis de garantia aceitáveis.

##### 5.4.3.1 Riscos: Aspectos Quantitativos

Da perspectiva quantitativa, a tomada de decisão no campo do gerenciamento dos recursos hídricos certamente seria bastante simplificada, caso fosse possível prever as futuras vazões afluentes aos mananciais. Em se tratando de variáveis hidrológicas com influência sobre o comportamento de reservatórios formados por barragens, a compreensão, na profundidade suficiente, da estrutura de distribuição temporal de ocorrência de anos úmidos e secos representa, sem dúvida, uma parcela substancial na definição de modelos voltados à inferência sobre trajetórias futuras do reservatório.

É plausível a ideia de que anos secos tendam a suceder anos secos e que anos úmidos sucedam anos úmidos (persistência) e que, por outro lado, mudanças de estado (seco/úmido ou úmido/seco) podem ocorrer de modo arbitrariamente rápido, quebrando a continuidade da sequência de anos secos ou úmidos (descontinuidade).

A determinação da ocorrência do colapso total de um reservatório submetido a uma determinada retirada fixa, entendido como a exaustão do volume útil, depende da previsão dos aportes hídricos naturais futuros, permitindo então a aplicação de modelos de simulação apropriados.

No caso dos rios intermitentes do semiárido nordestino, a previsão de vazões mensais afluentes com precisão suficiente apresenta, em função do semestre ao qual pertence o mês a ser

projetado, um grau de dificuldade extremamente pequeno para o caso do semestre hidrológico seco, onde as vazões afluentes são nulas, e um grau de dificuldade extremamente elevado para o caso do semestre úmido, onde as vazões são, na maioria das vezes, elevadas.

Se por um lado a característica de intermitência torna a previsão de vazões para alguns meses relativamente mais simples, por outro contribui para aumentar a complexidade da previsão para os meses secos, pois as interposições de valores nulos na série histórica prejudicam a correlação serial entre os últimos meses do semestre seco e os primeiros do semestre úmido, exatamente aqueles no qual ocorrem os aportes hídricos significativos.

A abordagem do problema sob um senso probabilístico permite constatar que cada tomada de decisão sobre retirada de água nos meses que antecedem o período úmido em um reservatório com baixo armazenamento (probabilidade de esvaziamento diferente de zero antes da ocorrência do próximo inverno) possui um *risco* correspondente. Assim, para cada tomada de decisão de retirada de água haverá uma probabilidade de colapso estimada sobre diversas possíveis realizações do processo estocástico gerador das vazões mensais futuras.

A análise de risco pode ser procedida a partir da síntese de diferentes realizações do processo estocástico que deu origem à série temporal de vazões disponíveis. A realização da simulação a partir do armazenamento em um dado mês inicial, para a amostra de realizações possíveis para o ano hidrológico seguinte, resultará em diferentes armazenamentos para os meses futuros considerados. Em outras palavras, há diferentes possíveis trajetórias para o reservatório no horizonte futuro. Dependendo do mês inicial, do armazenamento inicial e da vazão retirada, existe um determinado número de trajetórias que levarão a um volume de referência, que se for igual ao volume mínimo, caracterizará o colapso total. Caso o volume de referência seja o armazenamento no mês para o qual foi iniciada a simulação, valores de armazenamento inferiores no mesmo mês, no ano seguinte, significam que a política de retiradas praticada transfere o problema para o próximo ano, só que de maneira relativamente mais grave.

Particularmente no que concerne aos aspectos quantitativos da segurança hídrica dos mananciais de interesse nas bacias consideradas, os riscos envolvidos no cumprimento dos objetivos desses reservatórios caracterizam-se por quatro níveis de criticidade definidos no R14 - Relatório de Identificação de Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos. A partir de tais níveis, os 22 reservatórios foram categorizados de acordo com o atendimento de suas demandas.

A respeito da demanda de irrigação/dessedentação animal, essas representam grande parte da demanda total agregada. Convertendo em área irrigada, utilizando o mesmo coeficiente de demanda usado no PLANERH (SRH, 2005), de 0,57 L/s/ha, estima-se que a área total dos 22 reservatórios no âmbito deste PSH corresponda a 0,01% da área do Ceará.

Dessa forma, os resultados oriundos do produto denominado R14 - Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos, a partir da análise dos reservatórios incluídos nos níveis de criticidade II e IV, permitem concluir que as ameaças atreladas ao atendimento das demandas agregadas são provenientes, em grande parte, da existência de irrigações difusas, por vezes não outorgadas, e que utilizam mecanismos ineficientes e com elevado consumo de água, como a aspersão por canhão hidráulico e métodos gravitários (SRH, 2005).

Convém recomendar para as áreas privadas de agricultura difusa, onde não se disponha de estudos de viabilidade econômico-financeira realista, uma avaliação de benefícios advindos da atividade, incluindo aspectos ambientais. Com isso, aquilata-se o verdadeiro alcance do impacto desse ramo no contexto global da economia do estado, enquanto modalidade produtiva de uso da água, em conflito com o setor de saneamento, cuja alocação é prioridade definida na própria Constituição Federal.

Assim, para suprir completamente a demanda dessas irrigações seriam necessárias intervenções estruturais onerosas, exigindo grandes gastos públicos que não geram retorno para a população como um todo, visto que essas irrigações são dispersas e não possuem grande significância econômica. A equipe técnica da Cogerh, composta por técnicos capacitados e conhecedores da realidade dos seus usuários de água sabe que, quando das reuniões voltadas à definição da alocação da água de mananciais de pequeno porte, as pressões pela liberação de vazões no leito dos rios com vistas a sua captação ao longo das margens, além de implicarem em perdas, não advêm, em sua maioria, de atividades determinantes de um elevado padrão socioeconômico, sequer para os habitantes locais. Trata-se na verdade de usos da água para a aguação de lavouras de subsistência, eventualmente com algum excedente comercializável, ou mesmo cultivos de capineiras voltadas à sustentabilidade de uma pecuária precária.

Sem deixar de atentar para o valor social desse tipo de alocação hídrica, repita-se, conflituosa com o setor de saneamento, pode-se afirmar que, da perspectiva do Estado, enquanto responsável pela formulação de Políticas Públicas atrativas e eficientes, seria importante o

desenvolvimento de estudos voltados à avaliação da pertinência do incentivo a esse tipo de atividade consuntiva da água, de forma a determinar a área máxima de aproveitamento agrícola compatível com a segurança hídrica oferecida pela infraestrutura disponível.

Dentre todas as situações estudadas, naquelas em que o quadro de conflito já referido ficou diagnosticado, não se vislumbra nem uma intervenção estruturante de aumento de oferta de água que sequer acene com a possibilidade de receber chancela de qualquer que seja a perspectiva: técnica ou econômico-financeira. Essa evidência tem força tal que dispensa inclusive aquilatar os custos ambientais que tais intervenções demandariam. Ainda que existisse a possibilidade de construção de novas barragens, o que não é o caso, a pergunta que não poderia calar é: Seria socialmente justo investir milhões de reais da receita estatal para dar sustentabilidade à irrigação de subsistência praticada por poucas dezenas de agricultores locais em estreitos aluviões marginais? Caso houvesse seções barráveis viáveis, essa seria, sem dúvida, uma questão que o Estado precisaria enfrentar.

Em sequenciados anos de escassez hídrica, quando aumenta a pressão sobre os mananciais, como no período atualmente vivenciado pelo Ceará e o restante do Nordeste, o mais sensato a ser feito é restringir o uso da água para a irrigação, já que a prioridade legal é o abastecimento humano e a dessedentação animal. Com apenas algumas exceções, citadas e comentadas no R14 – Relatório de Identificação das Vulnerabilidades dos Sistemas Hídricos, todos os mananciais estudados onde se configura o quadro de conflito em análise, os reservatórios suprem com 99% de garantia as demandas humanas atuais e projetadas para 2030. Destaca-se que, para as demandas atribuídas aos reservatórios que não garantem a demanda para abastecimento humano, foram propostas medidas estruturais no tópico “5.2” deste Relatório.

Ainda cabe comentar que são inúmeras as ações de reforços hídricos propostas no Projeto Malha D’Água, que numa explicação simplificada trata-se de um adensamento na rede de adutoras do Ceará, que busca não só levar água a lugares atualmente com déficit de abastecimento, mas também reduzir ao máximo o trânsito dessa água nos leitos de rios, onde as perdas são muito grandes.

#### 5.4.3.2 Riscos: Aspectos Qualitativos

Concernente à dimensão qualitativa da mitigação e gestão de risco, a situação é preocupante tanto no presente quanto no futuro, em termos da obtenção da plena Segurança Hídrica por parte das fontes hídricas de interesse.

Conforme visto no R12 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos, onde o tema da Segurança Hídrica em seus aspectos qualitativos é tratado, cada reservatório apresenta suas particularidades em termos de condicionantes da qualidade das águas armazenadas, em função dos usos que se faz de suas ofertas, bem como das agressões advindas dos processos antrópicos, devidamente identificados e mapeados nos inventários ambientais de açudes.

Realisticamente adotado na metodologia baseada no modelo qualiquantitativo empregado, os riscos de desvios indesejáveis no controle do uso das águas represadas entrelaçam as dimensões quantitativas e qualitativas, de maneira que o estado de armazenamento dos reservatórios ao longo do tempo é fator determinante do quadro constatável da qualidade de suas águas, traduzida em termos dos parâmetros qualitativos mais relevantes. Assim, pode-se afirmar que os eventos de seca e eventuais negligências na gestão quantitativa têm óbvia implicação nos resultados auferíveis no trato das agressões ambientais sofridas pelos corpos d'água. Via de regra, retiradas mais pronunciadas nas fases de armazenamento, em que essas não seriam recomendáveis, levam a valores de parâmetros qualitativos mais adversos, sendo igualmente verdadeiro o contrário.

No R12 - Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos, anteriormente citado, foram modelados os parâmetros de qualidade da água, a saber: demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total, clorofila-a e coliformes termotolerantes, avaliando-se para cada um deles a probabilidade de permanência das águas nas classes regulamentadas pela Resolução Conama nº 357/2005. Os valores encontram-se sob risco de desvio para mais ou para menos em função, principalmente, da forma como cada reservatório é operado e da variação das cargas poluentes que aportam ao lago de maneira direta, como no caso da piscicultura, ou de maneira indireta, como no processo de lixiviação que ocorre naturalmente na bacia de drenagem de cada corpo hídrico.

Assim como ocorre na perspectiva quantitativa, a avaliação do risco na perspectiva qualitativa tem como uma de suas vias de feitura a emulação do processo estocástico subjacente ao fenômeno que, nesse caso, pode ser considerado a partir do estudo da variabilidade das retiradas

de água do reservatório, na medida em que esta determina os diferentes estados de armazenamento receptores das cargas que aportam ao lago.

Surgem daí tantos cenários quanto se queiram simular, resultando da combinação de diferentes séries temporais de armazenamento (todas equiprováveis) conjugadas às suas respectivas respostas em face da carga poluidora que adentra. Cada combinação como essa implicará em uma nova matriz de probabilidade/permanência de cada um dos seis parâmetros considerados em uma dada classe de enquadramento. Uma vez sintetizado um número estatisticamente significativo de valores para cada uma dessas probabilidades, aí sim, pode-se dispor de uma amostra da qual pode-se extrair a estimativa do risco probabilístico associado a cada enquadramento e para cada parâmetro qualitativo considerado. Esse risco será a probabilidade de o valor de permanência em determinada classe da Resolução Conama nº 357/2005 ser alterado, o que pode ocorrer com a diminuição, intensificação ou ocorrência de novos impactos ambientais negativos, que podem resultar em valores inferiores ou superiores dos parâmetros que definem a qualidade das águas inicialmente determinados, por exemplo, com a condição de lançamentos/impactos atuais ser inferior ou superior ao inicialmente encontrado.

Os resultados obtidos dessas simulações do tipo Monte Carlo evidenciam congruência com a percepção intuitiva de que, por exemplo, o nível de operacionalidade prática da gestão dos recursos hídricos, que se relaciona diretamente com a efetividade dos mecanismos de boa gestão, encontra-se em estreita relação com o risco qualitativo, pois quanto mais eficiente essa operacionalidade, mais próxima estará a permanência do enquadramento do reservatório em determinada Classe obtida com base no modelo de otimização/simulação, portanto, mais próximo das condições ideais de se operar o reservatório com máxima eficiência, submetido à condição de futuro desconhecido, ou seja, sob a incontornável imposição natural de, com o conhecimento atual, não se poder conhecer os aportes ao corpo hídrico no ano seguinte ao simulado com a série temporal disponível.

Uma condição hipotética de absoluto descontrole em termos de retiradas de água, ou seja, hipótese da prevalência completa das retiradas ilegais de água dos reservatórios sobre as vazões outorgadas, em detrimento do nível de armazenamento, facilita a compreensão da dependência entre as variáveis mencionadas. Nessa hipótese, nenhum dos cenários advindos das simulações de Monte Carlo chega a fornecer valores de permanência sequer iguais àquele calculado com o

modelo de otimização/simulação, pois mesmo que seja gerado um número considerável de cenários, os valores de permanência na classe de enquadramento investigada sempre serão menores que aquele associado à máxima eficiência de operacionalidade prática dos mecanismos de gestão. Em outras palavras, o descontrole gerencial arruína a eficiência e maximiza o risco de insegurança hídrica qualitativa das ofertas propiciadas pelos reservatórios.

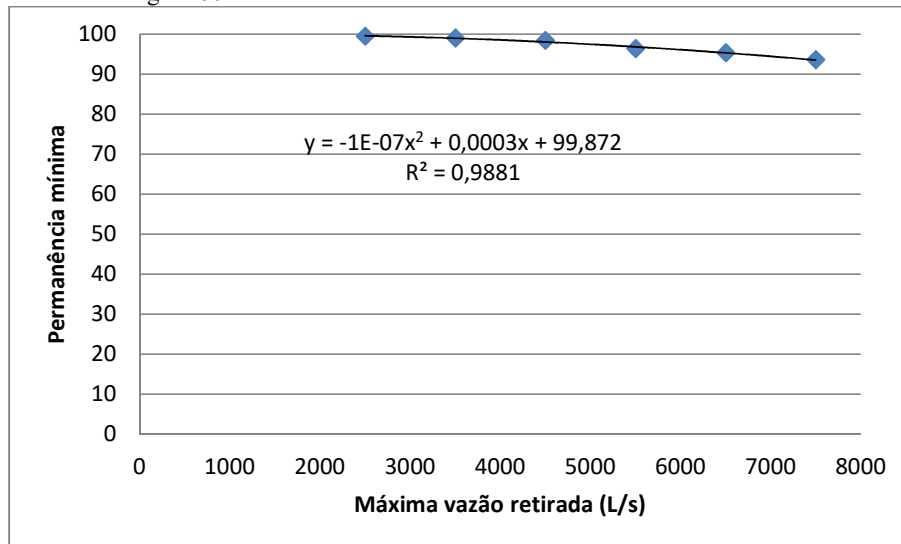
Por outro lado, o aperfeiçoamento da operacionalização dos mecanismos de gestão previstos na política de recursos hídricos leva a uma aproximação efetiva entre os resultados advindos da forma prática de dar uso à oferta de determinado reservatório e aqueles obtidos conforme preconizado e subjacente às regras operativas incluídas no modelo de otimização/simulação. Essa é, sem dúvida, a meta maior a ser perseguida por qualquer órgão de gestão que busque a excelência.

Conforme evidenciaram os resultados apresentados no relatório R12 – Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos, o fósforo apresenta-se como o mais relevante parâmetro qualitativo, conclusão igualmente contida nos inventários ambientais de açudes, em particular, quanto à classificação do estado trófico dos corpos d'água. Portanto, o estudo do risco tendo como foco o referido parâmetro (fósforo total) constitui-se em análise envoltória, pois uma vez mitigadas ou eliminadas as consequências dos excessos devido à presença dessa substância na água, as medidas estruturais e não estruturais que propiciaram essa condição são as mesmas que impactam benéficamente os demais problemas ambientais identificados, uma vez que todos eles têm no fósforo um indicador essencial (piscicultura, pecuária, lixiviação natural do solo na área de influência de cada reservatório, uso de fertilizantes e deficiências na infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos).

A seguir apresentam-se os resultados de permanência mínima por classe, de acordo com a vazão mínima de referência para os 5 reservatórios de interesse (Figuras 60 a 64). A maneira mais representativa de explicitação do risco para os casos em tela consistiu em mostrar a curva que relaciona a vazão de referência, que é o máximo valor de vazão retirada ao longo de todas as simulações de Monte Carlo realizadas, com o valor mínimo da permanência na classe de enquadramento mais restritiva (Classe I), determinado dentre aqueles advindos das referidas simulações para cada vazão de referência.

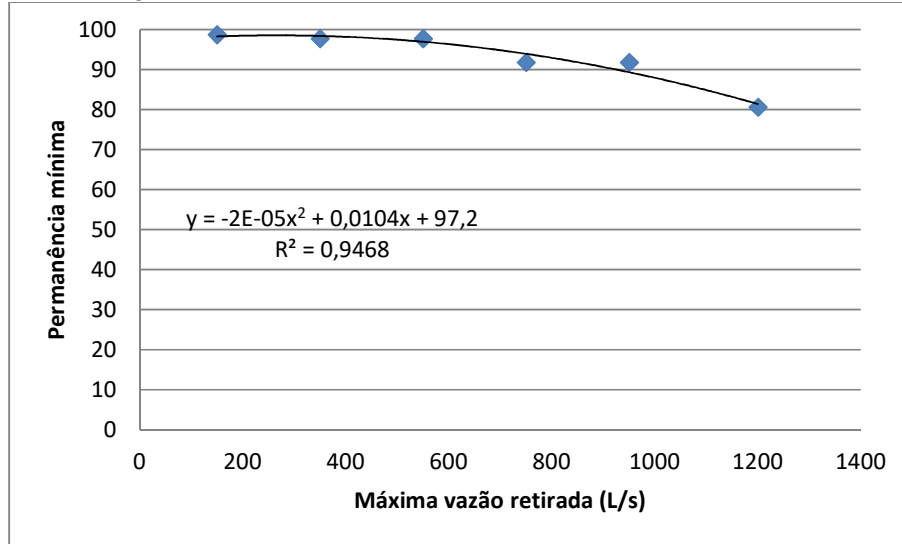
Via de regra, o leque considerado de vazões máximas regulares nas figuras apresentadas a seguir inicia com a vazão regularizada de aproximadamente 99,9% e se estende até garantias mais baixas ao longo da curva de regularização determinada no R13 – Avaliação de Segurança Hídrica: Aspectos Quantitativos. Na medida em que cai o nível de garantia, evidentemente crescem as vazões e mais flexíveis em termos de variabilidade se tornam as séries de armazenamentos nos reservatórios considerados. Há casos especiais em que esse espectro de vazões precisa ser particularmente largo para propiciar o acesso ao processo estocástico a ser modelado, como por exemplo, no açude Maranguapinho onde os generosos aportes hídricos constantes na série histórica fornecida pela Cogerh chegam a propiciar vertimentos mensais, que podem alcançar a cifra de 300 milhões de m<sup>3</sup> em um mês. Embora seja óbvio, registre-se que os resultados encontrados têm validade para o leque de vazões utilizado como retirada nas simulações realizadas. Não se trata aqui de nenhuma limitação do processo, haja vista que não faz sentido envolver valores de retiradas que extrapolem demasiadamente a faixa considerada na curva de garantia estabelecida no R13 – Avaliação de Segurança Hídrica: Aspectos Quantitativos.

Figura 60 - Aracoiaba: Permanência mínima X vazão de referência



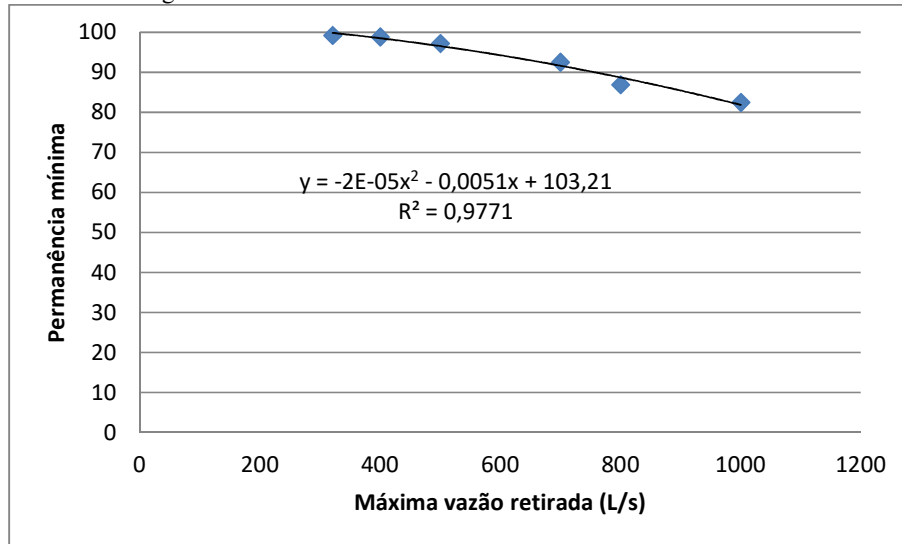
Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Figura 61 - Catucinzenta: Permanência mínima X vazão de referência



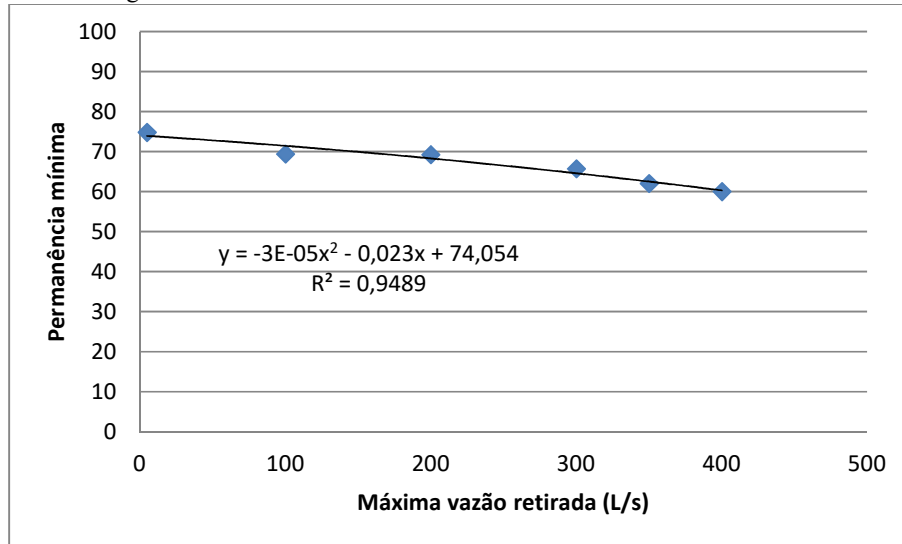
Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Figura 62 - Gavião: Permanência mínima X vazão de referência



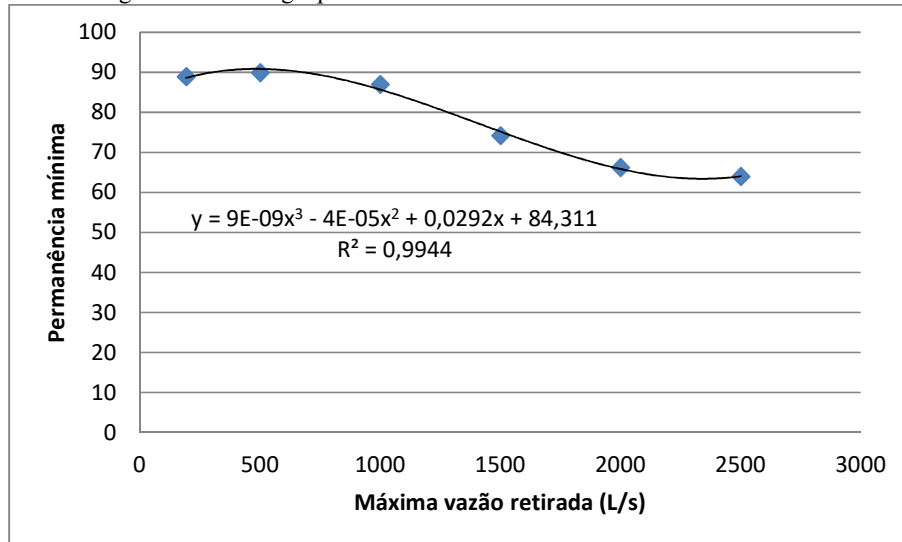
Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Figura 63 - Malcozinhado: Permanência mínima X vazão de referência



Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Figura 64 - Maranguapinho: Permanência mínima X vazão de referência



Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Considerado o conjunto dos 5 açúdes analisados sob o aspecto qualitativo, os resultados encontrados mostram que o reservatório Malcozinhado apresenta, para risco zero, a menor permanência para a vazão retirada máxima correspondente àquela com 99,9% de garantia igual a 60%, contra 88,78% obtido com base na otimização/simulação.

Conclui-se, portanto, que em termos qualitativos das ofertas hídricas, os resultados obtidos pelo modelo qualiquantitativo apresentam riscos pouco expressivos, uma vez que, mesmo nas condições menos favoráveis (aleatoriedade das retiradas até o teto considerado no leque de vazões simuladas), a diferença entre a permanência encontrada e o menor dos valores ordenados nunca ultrapassa 33,9 pontos percentuais, como ocorre no Malcozinhado, com 28,78 pontos percentuais. Isso, em grande medida, advém da considerável extensão das séries pseudo-históricas afluentes utilizadas no estudo, as quais englobam grande diversidade de eventos de vazão que determinam, em máxima medida, a trajetória de armazenamento dos mananciais e, por conseguinte, o estado qualitativo das águas em termos de sua classificação, conforme estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005.

### 5.5 Ações Articuladas

As medidas estruturais e não estruturais propostas se articulam com vistas a assegurar a gestão adequada dos riscos identificados, de maneira a mitigá-los ou mesmo eliminá-los do contexto da Segurança Hídrica dos 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas, no que se refere às medidas de cunho qualitativo, e dos 22 reservatórios dessa bacia, no que refere às medidas de cunho quantitativo.

Essas ações buscam atingir o cerne dos problemas ambientais que ameaçam a qualidade e a quantidade das águas desses mananciais, propiciando a sustentabilidade das atividades econômicas que fazem uso dos reservatórios, ao mesmo tempo em que contribuem fortemente para um melhor nível de qualidade de vida das populações abastecidas.

Conforme visto em vários relatórios anteriores do PSH, grande parte das bacias hidrográficas têm convivido com os mesmos tipos de problemas, até porque inserem-se em uma mesma realidade socioeconômica, onde a cultura de conversão da natureza em desenvolvimento é homogênea, tanto no que contém de positivo como de negativo. Assim, não é de se admirar que as providências recomendáveis ao controle, mitigação, ou mesmo eliminação dos problemas, tanto de natureza estrutural como não estrutural, sejam comuns e aplicáveis a várias bacias.

Do ponto de vista qualitativo, no que diz respeito à ocupação e ao uso do solo nas bacias hidrográficas de cada um dos 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas, tem-se como política

prioritária a adoção de práticas que objetivam recuperar, prevenir e controlar as Áreas de Preservação Permanentes dos corpos hídricos, levando em consideração os benefícios de tais medidas na segurança hídrica. Mais especificamente, sugere-se elaborar Projetos de Recuperação de Matas Ciliares (PRMC), que levem em consideração os seguintes aspectos:

- Serviços de mobilização e sensibilização de comunidades lindeiras aos corpos hídricos;
- Avaliação dos custos de realocação e/ou desapropriação de residências localizadas em APPs, que normalmente são consideradas como áreas de risco;
- Integração social em todas as medidas adotadas, buscando conexão com outras iniciativas nas quais possam criar uma sinergia com escalas mais amplas de planejamento/ação;
- Proposição de projeto de Lei Estadual por Iniciativa Popular que redefina a largura das APPs dos corpos hídricos, já que no Código Florestal Brasileiro, de forma generalizada, não são levadas em consideração: fisionomia da vegetação, estado de degradação da área, tipo do solo, declividade, comprimento da vertente etc., características que influenciam diretamente na eficiência da mata ciliar;
- Revegetação das Áreas de Preservação Permanente;
- Manutenção das Áreas de Preservação Permanente;
- Viabilização de assessoria técnica para os pequenos agropecuaristas, com a finalidade de direcioná-los a práticas sustentáveis, evitando pressões sobre as áreas de preservação permanente;
- Implantação de PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), que é uma remuneração a quem, direta ou indiretamente, preserva o meio ambiente.

Políticas relevantes devem ser adotadas com vistas a (i) desenvolvimento sustentável da piscicultura, com a revisão da própria relação benefícios/malefícios; (ii) melhorias no aproveitamento dos recursos naturais; (iii) verificar se o desenvolvimento das atividades está ocorrendo de acordo com a capacidade de suporte do reservatório, no intuito de otimizar a qualidade ambiental e o uso dos recursos naturais. Como ações estratégicas específicas propõe-se:

- Estudar a possibilidade de ajustar a metodologia de outorga de direito de uso, levando em consideração a capacidade de suporte dos corpos d'água, priorizando-se, em períodos de seca prolongada, o abastecimento humano e a dessedentação animal;

- Revisar as outorgas já concedidas e regularizar atividades que ainda não possuam outorga (quando passíveis de regularização), com a devida incorporação do cálculo da capacidade de suporte;
- Viabilizar junto à Secretaria da Agricultura, Pesca e Aquicultura, a elaboração de um plano de assessoria técnica aos piscicultores, a fim de otimizar o manejo alimentar e, conseqüentemente, reduzir o impacto por desperdício alimentar;
- Intensificar rotinas de fiscalização/controle, visando garantir o cumprimento dos limites estabelecidos com base na capacidade de suporte.

Igualmente, políticas adequadas devem levar a formular diretrizes governamentais destinadas à prestação de assessoria técnica aos pequenos pecuaristas, com o objetivo de adequar aos limites ecossistêmicos a atividade de pecuária extensiva, principalmente bovina, caprina e ovina, sem perder de vista as práticas socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis. Em específico, com relação à pecuária bovina, caprina e ovina tem-se como recomendável:

- Incentivar os pequenos pecuaristas a buscar órgãos competentes, com a finalidade de adesão a planos de assessoria técnica e linhas de crédito, no intuito de que sejam incorporadas práticas de manejo sustentável na atividade;
- Adotar medidas que impeçam o confinamento dos animais nos espaços marginais aos reservatórios, promovendo a retirada dos rebanhos que pastejam nas áreas de preservação permanente dos corpos hídricos, além de incentivar os pecuaristas a manterem seus rebanhos nos limites de suas propriedades, preservando as APPs dos reservatórios;
- Paralelamente, visando viabilizar o conteúdo do item anterior, construir bebedouros fora das APPs para tornar possível a dessedentação animal e, assim, os rebanhos não necessitem se aproximar dos corpos hídricos.

No que diz respeito ao setor de saneamento ambiental, políticas que fomentem maior fiscalização e investimentos para a ampliação da rede coletora de esgoto e de seu tratamento, bem como ações conjuntas entre o poder público e a sociedade civil, no sentido de diminuir ou eliminar os espaços de vulnerabilidade socioambiental, devem ser empreendidas. Como ações específicas tem-se:

- Ampliação ou implantação da rede coletora de esgoto nas comunidades identificadas como problemáticas, o que, direta ou indiretamente, impacta na qualidade das águas dos reservatórios de interesse;
- Melhorias nas estações de tratamento de esgoto problemáticas ou a própria implantação dessas estruturas, onde a magnitude do problema apresentar-se compatível com a solução;
- Implantação de fossas sépticas em áreas onde sejam inviáveis economicamente a instalação de redes coletoras e de estações de tratamento de esgotos;
- Instituição de programas de incentivo à formação de consórcios intermunicipais, visando a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos.

Por fim, mas não menos importante, tem-se como muito relevante a contínua expansão dos programas de Educação Ambiental, envolvendo prioritariamente as comunidades localizadas nas adjacências dos corpos de água.

Do ponto de vista quantitativo foram apresentadas no tópico 5.2.2 deste capítulo as proposições do Projeto Malha D'água direcionadas às áreas das Bacias Hidrográficas Metropolitanas.



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **6. PLANO DE AÇÕES: ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS**



## 6. PLANO DE AÇÕES: ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS

### 6.1 Hierarquização das Ações

Tendo em vista a necessidade de hierarquizar as intervenções estruturais e não estruturais apontadas como necessárias para conferir à população usuária das águas dos reservatórios de interesse a Segurança Hídrica de natureza qualitativa e quantitativa, utilizou-se a Matriz de Priorização de GUT (Gravidade x Urgência x Tendência). Primeiramente proposta por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe em 1981 (KEPNER e TREGOE, 1981), essa matriz é amplamente utilizada na etapa “Solução de Problemas” em qualquer aplicação da gestão, quando se deseja definir prioridades para diversas alternativas de ações, devido a sua simples implementação, contribuindo para um planejamento estratégico de tópicos considerados importantes, podendo ser utilizada nos mais diversos tipos de situações e conjunturas.

A matriz GUT objetiva uma priorização das ações através de valores estipulados para a gravidade, a urgência e a tendência do evento, orientando a tomada de decisões. A gravidade analisa a intensidade e profundidade dos danos que o problema pode causar, caso não se atue sobre ele; a urgência é o tempo em que consequências indesejáveis aparecem, caso não se atue sobre o problema e a tendência retrata o desenvolvimento que o problema terá na ausência de alguma ação.

Os três fatores analisados na matriz GUT receberam valores que variam de 1 a 5, sendo o valor 5 atribuído para maiores graus de gravidade, urgência e tendência necessitados pela ação. A Tabela 34 ilustra como se dá a atribuição desses valores para cada fator. Por fim, a prioridade é então calculada através da multiplicação dos valores presentes nas colunas de gravidade, urgência e tendência por linha, resultando em um valor de prioridade para cada linha da matriz.

Tabela 34 - Elementos da Matriz GUT

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar imediatamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: KEPNER e TREGOE (1981)

Enfatize-se de início que, sendo as medidas de cunho não estrutural indicadas para serem executadas preferencialmente de maneira direta pelo Poder Público, propõe-se que tenham início ou sejam reforçadas de imediato e de forma paralela uma a outra, tendo em vista o passivo ambiental que deverá ser resgatado em todas as áreas estudadas no âmbito do PSH.

### 6.1.1 Resultados

As tabelas deste tópico apresentam as ações estruturais e não estruturais prioritárias para serem implantadas nas Bacias Metropolitanas, segundo a metodologia da Matriz de Priorização GUT. A escolha dos valores de gravidade, urgência e tendência se deu a partir das observações de campo descritas no produto R07 - Inventários Ambientais dos Açudes Estratégicos das Bacias Metropolitanas, considerando os impactos ambientais negativos identificados nas áreas de influência de cada um dos cinco reservatórios para os quais foram elaborados os inventários ambientais de açudes. Assim, as ações constituídas de medidas voltadas à mitigação dos problemas ambientais diagnosticados como mais expressivos possuem, conseqüentemente, maiores valores de prioridade, devido à maior gravidade, urgência e tendência em solucionar/mitigar os impactos ambientais negativos identificados.

A Tabela 35 apresenta as prioridades para as ações, em ordem decrescente, para as Bacias Metropolitanas. Além das ações estruturais, que obtiveram valores máximos de prioridade, ações como “Disposição adequada de resíduos sólidos”, “Educação Ambiental”, “Proteção e recuperação de áreas de preservação permanente” e “Redução da carga orgânica advinda de piscicultura”, destacam-se por apresentar valores elevados, representando assim a necessidade de serem postas em prática prioritariamente.

A hierarquização levou em consideração, principalmente, as observações de despejos de efluentes sanitários e de resíduos sólidos pela população das comunidades situadas no entorno dos açudes, as pisciculturas presentes nos reservatórios Aracoiaba, Catucinzenta e Malcozinhado, além da pesca artesanal no açude Maranguapinho e a retirada e queima da vegetação nativa pelos habitantes, muitas vezes em regiões de APPs, para obtenção de lenha, implantação de áreas de cultivo agrícola e para extração de areia.

Tabela 35 - Matriz de Hierarquização para as ações não estruturais e estruturais propostas para as Bacias Metropolitanas

Ações	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Disposição adequada de resíduos sólidos	5	5	5	125
Sistemas de esgotamento sanitário*	5	5	5	125
Proposições do Projeto Malha D' Água*	5	5	5	125
Proteção e recuperação de áreas de preservação permanente	5	5	5	125
Educação Ambiental	5	5	5	125
Redução da carga orgânica advinda de piscicultura	5	5	4	100
Controle da erosão	5	4	4	80
Controle da geração de efluentes por aviários	4	4	4	64
Mitigação de conflitos gerados por usos múltiplos da água	4	4	4	64
Proteção das zonas de recarga de aquíferos	4	3	3	36
Incentivo ao manejo adequado da agricultura	4	3	3	36
Incentivo ao manejo adequado da biodiversidade diante das atividades produtivas	4	3	3	36
Controle da pecuária bovina	4	3	3	36
Incentivo a medidas de combate à desertificação	3	3	3	27
Incentivo ao engajamento e sustentabilidade das populações rurais	3	3	3	27
Incentivo ao manejo adequado das áreas de extração de areia	3	3	3	27
Controle da pesca artesanal	3	3	3	27
Manejo e fiscalização das Unidades de Conservação	3	3	2	18
Promoção do macrozoneamento ambiental das bacias hidrográficas	2	2	2	8
Elaboração de projeto de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	2	2	1	4

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Nota: \* ações estruturais.

## 6.2 Priorização dos reservatórios a receber as ações

Adicionalmente, foram elaborados critérios que permitem, mediante atribuição de pesos objetivos para cada aspecto influente na hierarquização pretendida, determinar a ordem preferencial dos reservatórios para a aplicação das ações estruturais e não estruturais.

Tendo em vista o preconizado nos Termos de Referência, têm-se como norteadores dos critérios a serem propostos, parâmetros que possam traduzir adequadamente os seguintes indicadores:

- (i) A vulnerabilidade dos sistemas hídricos de interesse;
- (ii) A severidade dos impactos sociais, econômicos e ambientais da falha dos mesmos.

Em relação ao primeiro indicador, a vulnerabilidade contemplada associa-se aos riscos de natureza qualitativa que caracterizam a oferta hídrica dos reservatórios de interesse, uma vez que do ponto de vista quantitativo trabalhou-se com a determinação da curva completa de garantia versus vazão regularizada. Por outro lado, a vulnerabilidade da perspectiva quantitativa foi abordada caso a caso, identificando-se para cada cidade/comunidade a ser abastecida pelos reservatórios em estudo, a solução hidráulica tecnicamente recomendável para garantir o seu atendimento integral.

Nesse contexto, será adotada como mensurador objetivo uma escala de zero (0) a um (1), em que o zero é atribuído ao reservatório que apresentar a menor soma de tempo de permanência com suas águas enquadradas nas Classes I e II, segundo a Resolução Conama nº 357/2005, considerando-se os seis parâmetros analisados no R12 – Relatório de Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos (DBO, OD, fósforo total, nitrogênio total, clorofila a e coliformes termotolerantes).

Ressalta-se que, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, conforme determina a Resolução Conama nº 357/2005. Dentre os usos preponderantes das águas classe 2 destaca-se o abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Como as permanências avaliadas no R12 - Relatório de Avaliação da Segurança Hídrica: Aspectos Qualitativos variam em um intervalo de zero (0) a cem (100), tem-se aqui um mero reescalonamento de valores. Assim, ao reservatório que apresentar a maior soma de permanência de enquadramento nas classes III e IV, condicionado pelos parâmetros anteriormente referidos, será atribuído o valor 1, inserindo-o como prioritário sob essa ótica qualitativa do recurso hídrico.

O segundo indicador considerado diz respeito à população que se serve das águas dos mananciais de interesse. Ao reservatório com menor número de pessoas beneficiárias de suas águas será atribuído o valor 0 (zero), enquanto que o valor 1 (um) será utilizado para identificar o açude com maior população usuária de suas águas.

A soma dos indicadores descritos, relativos aos aspectos qualitativos dos recursos hídricos e à população usuária das águas, foi procedida para cada reservatório, considerando os horizontes de 2020 e 2030. A partir dessa soma, reescalou-se novamente os valores para que o índice final esteja entre 0 (zero) e 1 (um), facilitando seu entendimento. Os critérios descritos priorizam o uso da água para atendimento das demandas humanas, conforme expresso na Lei nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual determina que, em situações de escassez, os usos prioritários dos recursos hídricos são o consumo humano e a dessedentação de animais.

Destaca-se que o Açude Gavião não foi incluído na matriz de hierarquização dos reservatórios, uma vez que a sua situação como “caixa de passagem” para as águas advindas do Canal do Trabalhador e do Eixão das Águas, o coloca em uma posição especial. O Gavião, por ser receptor desse incremento hídrico, abastece uma população substancialmente superior à que poderia suprir com a sua própria oferta hídrica, se diferenciando dos demais reservatórios também na exogenia de suas águas, já que depende da qualidade das águas de outros corpos hídricos.

### 6.2.1 Resultados

As Tabelas 36 e 37 apresentam a hierarquização dos reservatórios pertencentes às Bacias Metropolitanas quanto a vulnerabilidade e severidade qualitativa, considerando os horizontes de 2020 e 2030. Percebe-se, após análise, que o Açude Maranguapinho apresentou o maior, portanto, o pior índice para essa situação nos dois cenários estudados. Isso pode ser explicado pelo caráter urbano desse reservatório, que sofre simultaneamente com ocupações humanas em suas margens, possuindo, portanto, maior severidade, e também devido aos frequentes despejos de efluentes sanitários e resíduos sólidos, resultando em uma maior vulnerabilidade.

Tabela 36 - Matriz de Hierarquização para os reservatórios das Bacias Metropolitanas - 2020

Reservatório	Vulnerabilidade	Severidade	Índice
Maranguapinho	1,000	0,372	1,000
Malcozinhado	0,784	0,269	0,762
Catucinzenta	0,162	0,189	0,238
Aracoiaba	0,216	0,058	0,181

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

Tabela 37 - Matriz de Hierarquização para os reservatórios das Bacias Metropolitanas - 2030

Reservatório	Vulnerabilidade	Severidade	Índice
Maranguapinho	1,000	0,401	1,000
Malcozinhado	0,784	0,292	0,763
Catucinzenta	0,162	0,209	0,248
Aracoiaba	0,216	0,057	0,176

Fonte: Nippon Koei Lac (2018).

### 6.3 Cronograma

Conforme já enfatizado no subtópico 5.3 do presente relatório, as ações não estruturais propostas constituem-se, prioritariamente, em programas afetos à esfera de atuação estatal, cuja efetivação tem caráter permanente e continuado, ou seja, devem ser implementados e terem prosseguimento enquanto não cessarem as causas que implicaram em sua propositura. Assim, por exemplo, uma ação não estrutural de controle da atividade de piscicultura deverá ser implementada enquanto o reservatório em questão contar com produtores que desenvolvam esse tipo de atividade. Sob prisma análogo devem ser consideradas todas as demais ações não estruturais propostas, mesmo porque a implementação das mesmas encontra correspondência no rol de atribuições dos entes estatais intervenientes, seja na esfera municipal, estadual ou federal, ou ainda em regime de atuação subsidiária, envolvendo entidades e órgãos desses níveis administrativos. Afinal, há temas pautados transversalmente ao conjunto de medidas não estruturais propostas, tais como as políticas públicas envolvendo resíduos sólidos, controle de uso e ocupação de solos, processos erosivos, supressão vegetal e educação ambiental, que demandam esforços conjugados das prefeituras, do Governo Estadual e da União. Como exemplo, tem-se a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei Federal nº 9.795/99, que incumbe ao poder público definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.

Para as Bacias Metropolitanas, apresenta-se a seguir sugestão de cronograma de projeto e implantação das obras de saneamento, em que podem ser observadas as várias etapas envolvidas na solução infraestrutural de sistemas de esgotamento sanitário para a área onde se localizam os reservatórios analisados (Figura 65). A preferência/prioridade, em nível de pré-viabilidade, para o início da execução das intervenções foi definida de acordo com a ordem decrescente das





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES



## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1 Perspectiva Quantitativa

A segurança hídrica dos reservatórios das Bacias Metropolitanas analisados no âmbito deste PSH apresenta diferentes aspectos quando observadas as perspectivas quantitativa e qualitativa.

Analisando inicialmente a perspectiva quantitativa, o primeiro caso específico a ser abordado é o do reservatório Gavião, pois a condição de receptor das águas de transposição do rio Jaguaribe, através do Eixão das Águas, do Canal do Trabalhador e, futuramente, da transposição do rio São Francisco o coloca em uma posição singular, seja do ponto de vista quantitativo, seja do qualitativo.

O não atendimento seguro das demandas associadas ao açude Gavião dar-se-á sempre que parte de sua oferta hídrica seja disponibilizada para cobrir vulnerabilidades do sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza. Embora sua vazão regularizada com 99,9% de garantia seja de 321 L/s, a outorga vigente ultrapassa 8,5 mil L/s. Gerir a oportunidade de inserção desse reservatório nesse macro contexto de atendimento não é tarefa simples, pois particularmente nos períodos de crise hídrica, como o atualmente vivenciado no nordeste, a tendência, natural e defensável, é a de alocação dos recursos hídricos remanescentes para o atendimento das maiores concentrações populacionais, no caso, para a capital do estado, o que vem ocorrendo com outros reservatórios bem mais distantes desse centro de demandas, como é o caso do açude de Orós e Castanhão.

Esse fato revela a lógica do critério de priorização dos grandes centros populacionais em detrimento do risco adicionado à condição de suprimento hídrico das populações dependentes de reservatórios doadores. Há aqui uma importante discussão envolvendo o direito aos recursos naturais que sempre será polêmica, pois envolve não o maniqueísmo que contrapõe o que parece correto (abastecer maior número de pessoas) ao que parece ser incorreto (expor consumidores minoritários a um maior risco de colapso), mas sim legitimidades equivalentes, pois todos têm direito à água.

O peculiar caso do reservatório Gavião exemplifica ainda uma condição bastante específica de gestão hídrica de grande complexidade, quando, em um futuro próximo, ocorrer a mistura de



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

águas jaguaribanas e metropolitanas com águas sanfranciscanas. Em 2005, conforme se sabe, os estados receptores das águas transpostas do rio São Francisco assinaram com a União o Pacto pela Sustentabilidade do PISF (Projeto de Integração do São Francisco), o qual preconiza o pagamento, tanto pela disponibilidade quanto pelo consumo das águas transpostas, por parte do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Estudos em elaboração pela Fundação Getúlio Vargas para o governo federal, que abordam a questão da tarifa a ser cobrada independentemente das vazões utilizadas por cada estado, estimam em 70,97 milhões de reais o valor anual a ser pago pelo estado do Ceará para dispor da Segurança Hídrica propiciada pelo projeto. Nos anos em que houver acionamento do Eixo Norte para o Ceará, incidirá sobre as vazões transpostas a tarifa de consumo. Informações coletadas junto ao governo federal dão conta de que, por cada 1 m<sup>3</sup>/s utilizado pelos estados, a operadora do PISF deverá receber 8,3 milhões de reais por ano. As simulações realizadas pela fundação demonstraram que, na condição de plena utilização da capacidade de transporte hidráulico, o estado Ceará deverá desembolsar 94,62 milhões de reais por ano. Os valores citados referem-se a julho de 2012, atualizado pelo IPCA até dezembro de 2015.

Esses números revelam que, mesmo que os estados não façam uso dos sofisticados mecanismos de gestão de águas preconizados nos estudos do PISF, sendo a chamada Sinergia Hídrica o principal deles, a conta a ser paga será deveras amarga, principalmente em face da atual capacidade de investimento dos estados beneficiários. No caso do Ceará, este responde sozinho por mais de 43% dos custos relativos às tarifas de disponibilidade e de consumo, na condição mencionada. A Sinergia Hídrica é um dos conceitos fundamentais da forma de operação do PISF e consiste em tirar proveito da ligação física (Eixos Norte e Leste) entre o semiárido setentrional e rio São Francisco a partir do acionamento sistemático do projeto, guiado pelo objetivo de minimizar as perdas hídricas por evaporação e por vertimento nos açudes receptores das águas transpostas.

A gestão dos receptores das águas transpostas pelo PISF, cuja conclusão das obras do Eixo Norte está prevista para 2018, deverá incorporar os benefícios auferíveis com o conceito de Sinergia Hídrica, principal pilastra argumentativa do PISF que, pelo menos em nível de planejamento, converteu esse projeto de aumento de oferta de água em um indutor do aperfeiçoamento dos mecanismos de gestão hídrica. Esse conceito é aplicável principalmente aos



corpos de água que apresentam relevantes perdas d'água por evaporação, pela maior permanência da exposição dos espelhos de água à radiação solar e por vertimento, nos episódios hidrológicos em que a gestão parcimoniosa minimiza o risco de colapso nos períodos de estiagem, quando as recargas dos reservatórios não são suficientes para atender a todas as demandas a eles impostas.

Nesse contexto, assim como se deu no âmbito do desenvolvimento dos Estudos de Inserção Regional do PISF (BRASIL, 2000c), o reservatório Castanhão deverá ter uma atenção especial em decorrência de dois principais fatores: (i) trata-se do maior receptor das águas do PISF, em que os ganhos auferíveis com a Sinergia Hídrica são os maiores dentre aqueles computados para os quatro estados e (ii) ser o principal provedor hídrico do reservatório receptor, que é o açude Gavião.

O aproveitamento dos benefícios da Sinergia Hídrica tem reflexos diretos na conta a ser paga pelo estado do Ceará pela Segurança Hídrica propiciada pelo PISF. Os valores relativos à tarifa de consumo podem ser reduzidos em percentuais consideráveis, caso a Cogerh venha a incorporar em suas práticas de gestão hídrica dos sistemas das Bacias Metropolitanas as diretrizes advindas da Sinergia Hídrica. Portanto, é recomendável que a companhia elabore um estudo que atualize os conteúdos disponíveis nos chamados Estudos de Inserção Regional do PISF, posto que sua elaboração foi concluída em 2000 e, nesse ínterim, as séries temporais tiveram a agregação de pelo menos 16 anos, incluindo o mais recente episódio de seca. Por outro lado, há que se extrair das novas simulações envolvendo o mencionado conceito, as novas regras operacionais a serem praticadas pela Cogerh quando, em um futuro próximo, efetivar-se a ligação física com o rio São Francisco através do Eixo Norte.

O segundo caso singular se refere ao reservatório Maranguapinho, de construção relativamente recente, visto que suas obras foram finalizadas em 2012. Ressalta-se que o Maranguapinho foi construído pela Secretaria das Cidades, no âmbito do Projeto de Requalificação das Margens do Rio Maranguapinho para exercer a função de retenção de cheias, uma vez que na quadra chuvosa esse açude deveria ser esvaziado para manter sua capacidade de volume de espera. No entanto, em decorrência da crise hídrica que ocorre no estado, suas águas estão sendo utilizadas para abastecer algumas localidades de Maranguape.

Durante a atual crise hídrica, a SRH concedeu outorga a Cogerh para uso de uma vazão de 196,24 L/s, que praticamente equivale à vazão regularizada com 99,9% de garantia (192 L/s). Em condições normais, ou seja, fora do estado de crise hídrica, esse o Maranguapinho é um manancial

sem uso regulamentado, principalmente, em decorrência da qualidade de suas águas. Tanto é assim que não há registro de nenhuma outra outorga para qualquer outro uso. Essa particularidade do caso em comento enseja abordar a diferenciação que precisa ser feita em relação ao conceito de Segurança Hídrica, como feito no parágrafo a seguir.

Entendendo-se que a segurança hídrica consiste, essencialmente, no estabelecimento de condições estruturantes e mecanismos institucionais que garantam estabilidade da oferta e do fornecimento de água para a população e para os diversos usos e usuários, há que se enfatizar que, uma vez presentes tais condições estruturantes e mecanismos institucionais não haveria mais necessidade em se falar de segurança hídrica. Ou seja, uma vez modificado o atual cenário pela implementação do conteúdo proposto no R16 - Plano de Ações: Estruturais e Não Estruturais, as condições ambientais seriam reestabelecidas continuamente e, em virtude da mudança no cenário ambiental das áreas, o planejamento deverá ter aderência com a realidade fática. Assim, caso o R16 - Plano de Ações: Estruturais e Não Estruturais já tivesse sido implementado e o Eixo Norte do PISF estivesse em funcionamento, seria reduzido o risco de ocorrência de crise hídrica, como a que se vivencia na atualidade. Portanto, o reservatório Maranguapinho, protegido das agressões ambientais que comprometem a qualidade de suas águas, poderia estar sendo utilizado para o atendimento de demandas compatíveis com sua capacidade de regularização. O mesmo vale para os horizontes de 2020 e 2030, pois sem a implementação das ações estruturantes e não estruturantes propostas neste PSH, a destinação de suas águas continuaria ocorrendo sob condições de insegurança hídrica, tal como acontece na atualidade, onde as águas do reservatório recebem efluentes sanitários e em que a retirada de água outorgada encontra-se no limite da máxima garantia.

Por tudo isso, para o reservatório Maranguapinho, que construído prioritariamente para conter cheias, não há como se falar em falta de Segurança Hídrica de natureza quantitativa, pois esse conceito diz respeito à falta de condições de atendimento de demandas decorrente de vulnerabilidade de natureza crônica, estrutural e não conjuntural, como atualmente se encontra a região em termos de disponibilidade hídrica. Afinal, em termos genéricos, a insegurança hídrica é caracterizada pela incapacidade de atendimento das demandas atreladas ao corpo d'água, das perspectivas quantitativa e/ou qualitativa e não por uma situação pontual, em que o referido corpo d'água passa a ser emergencialmente utilizado para atender demandas que nunca lhe haviam sido atribuídas. Por essa razão, no caso da barragem Maranguapinho, o foco das ações propostas recai

nas providências que impactam positivamente a qualidade da água, benefício desejável, qualquer que seja a demanda que se lhe venha a atribuir permanentemente, fora da situação emergencial.

Para os demais reservatórios em análise nas bacias metropolitanas, os cenários, tanto atual como futuros, têm seu abastecimento planejado em decorrência das intervenções propostas pelo projeto Malha D'Água, que objetiva a interligação de mananciais de superfície com potencial hídrico para garantir o abastecimento humano em todo o estado do Ceará, reduzindo significativamente o risco de colapso hídrico.

## 7.2 Perspectiva Qualitativa

Do ponto de vista da Segurança Hídrica qualitativa, que aborda os 5 reservatórios das Bacias Metropolitanas que tiveram seus inventários ambientais elaborados no âmbito deste PSH, há realidades distintas a serem enfatizadas, pois para cada um dos reservatórios os determinantes ambientais da qualidade das águas, embora comuns a todos os mananciais, efetivam-se em graus de importância diferenciados. Assim, embora a debilidade do saneamento ambiental seja onipresente nas áreas de influência de cada reservatório estudado, apresenta diferentes graus de determinação da degradação desses corpos hídricos.

O quadro geral da evolução dos estados tróficos dos reservatórios que tiveram abordagem qualitativa é apresentado na Figura 66. Para os cenários futuros de 2020 e 2030 verifica-se a tendência de permanência dos lagos em estado de hipereutrofização, condição inexistente no cenário atual. É o caso do reservatório de Aracoiaíba. Nos corpos hídricos onde já ocorre a permanência em estado trófico mais adverso, como o hipereutrófico, dá-se, conforme esperado, uma redistribuição dos percentuais de permanência de estados mais desejáveis para os estados mais adversos, como se observa, em maior ou menor grau, nos demais lagos de interesse.

Fez-se evidente ao longo dos trabalhos desenvolvidos que o problema da carência de saneamento ambiental na área de influência do reservatório Maranguapinho é o mais grave, em decorrência da densa e desordenada ocupação urbana dessa área. Os cenários futuros construídos de forma paramétrica revelaram que, se nada for feito, em termos da adoção das medidas estruturais e não estruturais propostas, o lago terá uma permanência de 100% do tempo em estado hipereutrófico.

No caso do açude Gavião, sua condição de receptor de águas exógenas, faz com que suas águas reflitam muito mais a qualidade dos aportes oriundos da bacia do rio Jaguaribe do que propriamente do escoamento superficial da área a que serve de exutório. Faz-se importante enfatizar aqui o necessário aproveitamento do conceito de Sinergia Hídrica Qualitativa, igualmente considerado nos Estudos de Inserção Regional do PISF que, se sistematicamente incorporado às práticas de gestão hídrica da Cogeh, promoverão máxima eficiência desses aportes exógenos, uma vez que propiciam a melhoria da qualidade da água por diluição de concentrações de substâncias eventualmente presentes nas águas remanescentes de períodos de seca. Tal efeito benéfico à qualidade da água dos corpos hídricos receptores foi batizado, no âmbito do PISF, de Sinergia Hídrica Qualitativa.

Reservatórios com atividades econômicas usuárias de águas estocadas na própria bacia hidráulica evidenciam a preponderância da influência dessas atividades, a exemplo da piscicultura e da pecuária extensiva, na qualidade das águas, situação observada tanto nas campanhas de campo realizadas pela Cogeh, como pela Nippon Koei Lac ao longo do desenvolvimento dos presentes estudos. Tipifica essa condição o reservatório Aracoiaba, onde a piscicultura se destaca dentre os usos econômicos das águas represadas. A pecuária, influência comum a todos os reservatórios, responde em parte pela degradação das águas represadas, sendo determinante nos casos em que as debilidades da infraestrutura de saneamento ambiental são menos sentidas, em função da baixa concentração populacional. Os reservatórios Catucinzenta, Malcozinhado e Gavião apresentaram as maiores redistribuições de percentagens de permanência entre os estados mais desejáveis para os menos desejáveis. No caso do Gavião, isso ocorre em decorrência das razões já comentadas no parágrafo anterior.

Importa registrar que em nenhum dos reservatórios foram encontrados problemas associados a práticas nocivas de uso do meio ambiente que fossem desconhecidas das entidades governamentais e não governamentais, dos técnicos ou mesmo do cidadão comum conhecedor das formas de exploração dos recursos naturais nas Bacias Metropolitanas. Na verdade, os problemas refletidos nos parâmetros qualitativos considerados evidenciam-se de forma semelhante em todos os reservatórios, fato condizente com o conhecimento empírico sobre esses corpos d'água, submetidos aos impactos antrópicos comuns a uma mesma cultura de lidar com a natureza de forma predatória, visando exclusivamente o desenvolvimento socioeconômico.

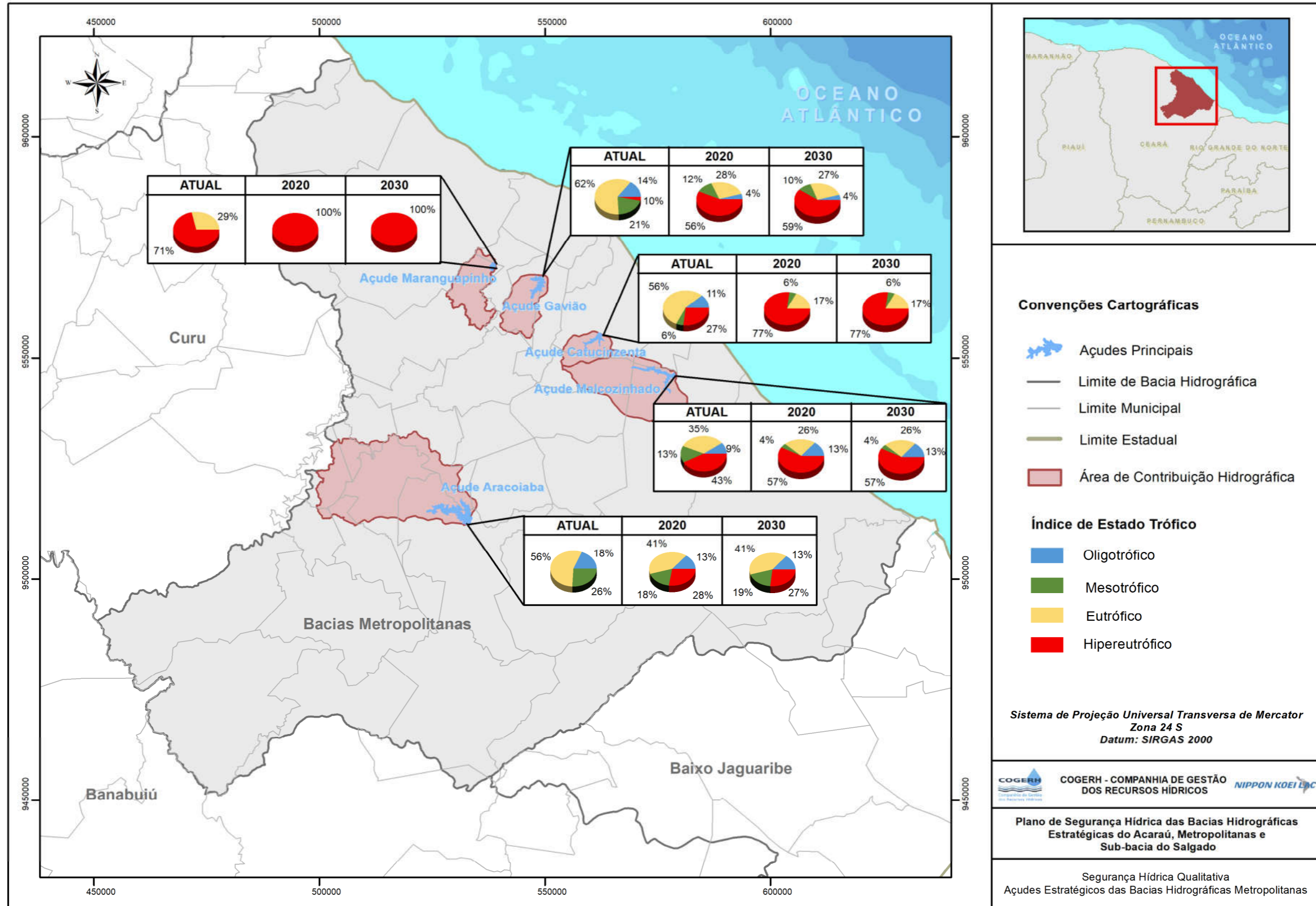
Da parte dos órgãos estatais responsáveis, quando chamados à tarefa de regulamentar e implementar as medidas cabíveis em cada caso, é intuitivo perceber que os esforços necessários não serão maiores do que aqueles que seriam demandados caso o problema fosse mais grave e, por exemplo, envolvesse contaminação por metais pesados ou mesmo por agrotóxicos, identificados fosse no banco de dados de qualidade da água da Cogerh, fosse nas campanhas empreendidas pela Nippon Koei Lac.

Não há, portanto, nenhuma situação adversa de cunho qualitativo concernente aos corpos hídricos analisados que seja diferente dos típicos problemas ambientais encontrados em bacias similares do Nordeste Brasileiro. Daí serem comuns as ações propostas na forma de medidas estruturais e não estruturais que, articuladas corretamente em sua operacionalidade por parte do poder público, são suficientes para superar os problemas identificados, a custos, conforme visto no R16 – Plano de Ações: Estruturais e Não Estruturais, compatíveis com a capacidade de investimento do Estado do Ceará.

Mesmo existindo situações em que os usos dos recursos naturais ocorrem em desacordo com a legislação em vigor, na clandestinidade, como eventuais usos consuntivos da água sem o conhecimento dos órgãos outorgantes (SRH ou ANA), ou ainda, os usos de natureza não consuntiva, mas com impacto na qualidade das águas dos reservatórios, como a diluição de substâncias advindas de atividades antrópicas desenvolvidas na área de influência dos açudes analisados, a implementação adequada das medidas não estruturais propostas neste PSH se constituirá em uma estrutura de proteção que, além de solucionar os problemas de maior evidência diagnosticados nos inventários ambientais de açudes, contribuirá para reduzir o uso irregular da água, por serem medidas que promovem uma maior presença estatal nas áreas com a finalidade de proteção dos recursos naturais, além de incentivarem a participação da sociedade nesse processo de efetivação dos mecanismos de aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos.

Conferir Segurança Hídrica de natureza qualitativa para os serviços de oferta de água dos reservatórios de interesse tem como principal medida estrutural o resgate do passivo ambiental concernente ao saneamento ambiental, conforme detalhado no R16 - Plano de Ações: Estruturais e Não Estruturais. Mais informações sobre os assuntos abordados neste Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Metropolitanas poderão ser obtidas nos 10 relatórios anteriores do PSH que se referem às Bacias Metropolitanas.

Figura 66 - Segurança hídrica qualitativa dos reservatórios das Bacias Metropolitanas



Fonte: Nippon Koei Lac (2018).



**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 31000: Gerenciamento de risco – Princípios e diretrizes**, 2009.

Agevap. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo**. Elaboração: Fundação COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: 2006.

Almeida, A. B. **O Conceito de Risco Socialmente Aceitável como Componente Crítico de uma Gestão do Risco Aplicada aos Recursos Hídricos**. VII Congresso da Águas, Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2004.

Alexandre, A. M. B.; Martins, E. S.; Clarke R. T.; Reis Jr, D. **Regionalização de Parâmetros de Modelos Hidrológicos**. Disponível em <[http://www.funceme.br/produtos/manual/acudes\\_e\\_rios/Regionalizacao/textos/RegSMAP\\_PaperABRH.pdf](http://www.funceme.br/produtos/manual/acudes_e_rios/Regionalizacao/textos/RegSMAP_PaperABRH.pdf)> Acesso em fevereiro de 2017.

Beltrán; J. M. **Integrated approach to address salinity problems in irrigated agriculture**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p 4 – 8, 2010.

Bianchi, L.; Padilha, M.W.M.; Texeira, J.E.M. **Recursos de água subterrânea na R.M.F. Fatores Condicionantes**. In: Plano de aproveitamento dos Recursos Hídricos na R.M.F - Fase I. Fortaleza. SEPLAN - AUMEF, v. 1. 1984.

Borges, L.A.C.; Rezende, J.L.P.; Pereira, J.A.J.; Coelho Junior, M.L. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. Ciência Rural, v. 41, n.7, p. 1202-1210, 2011.

Boyd, C. E.; Queiroz, J. F. **Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros**. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 25-44.

Brady, N. C.; Weil, R. R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 975p, 2008.

Brasil. Agência Nacional de Águas - ANA. **Portal de Metadados Espaciais da Agência Nacional de Águas**. 2016. <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em agosto de 2016.

Brasil. Agência Nacional de Águas - ANA. **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Elaboração: Wigold Bertoldo Schäffer, Marcos Reis Rosa, Luiz Carlos Servulo de Aquino, João de Deus Medeiros. Brasília: MMA, 2011.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade da CAATINGA: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Org.: José Maria Cardoso da Silva, Marcelo Tabarelli, Mônica Tavares da Fonseca, Lívia Vanucci Lins. Brasília: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Brasil. Agência Nacional de Águas - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice do Estado Trófico (IET)**. Brasília, 2000a. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>>. Acesso em agosto de 2016.

Brasil. Ministério da Integração Nacional - Secretaria de Infraestrutura Hídrica. **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Estudos de Inserção Regional – Relatório Geral – Tomo I**. v 1, 269 p, 2000b.

Brasil. Ministério da Integração - MI/Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE. **Análise da Eficiência da Açudagem nas Bacias Receptoras** – Inserção Regional do Projeto de Transposição de Águas do São Francisco. Brasília, 2000c.

Brito, W. O. **Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos na piscicultura: o caso do reservatório Acauã – PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 144p., 2008.

Cagece. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Saneamento Básico: o compromisso de todos por mais qualidade de vida**. Campanha da Fraternidade – Cagece, 48p., 2016.

Carlson, R. E. **A trophic state index for lakes**. Limnology and Oceanography. March, V22 (2): 361-369, 1977.

Cavalcante, I. N. **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza** - Estado do Ceará - Tese de Doutorado – IG/USP, 1998.

Chhabra, R. **Soil salinity and water quality**. Rotterdam: A. A. Balkema Publishers, 283p, 1996.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – UFC – Universidade Federal do Ceará. **Estudos de regionalização de parâmetros de modelo hidrológico chuva-vazão para as bacias totais e incrementais dos reservatórios monitorados pela Cogerh**. Disponibilizado em capítulos, 2013.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Base de dados de demandas para as Bacias Metropolitanas**, 2017.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Dados de demandas das fichas cadastrais de concessão de uso de água da Cogerh**. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza. Concedidos pela Cogerh em novembro de 2017.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Base Cartográfica da Cogerh** <<https://portal.cogerh.com.br/base-cartografica.html>>. Acesso em agosto de 2016.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Estudos sobre índices de qualidade de água aplicados nos reservatórios do Ceará - Avaliação preliminar**. Fortaleza – CE, 2016, 8 p. Disponibilizado pela Cogerh em agosto de 2016.

Cogerh. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2000.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **SIAGAS – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas**. 2007.





**IPECE**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Cornel, G.E.; Whoriskey, FE.G. **The effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage**, Aquaculture, n.109, p.101-107, 1993.

Da Silva, F. J. A., Araújo, A. L., De Souza, R. O. **Águas Subterrâneas no Ceará – Poços Instalados e Salinidade**. In. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 28, n. 2, p; 136-159. Fortaleza, 2007.

Diógenes, M. S. P. **Educação Ambiental Integrada: Uma contribuição teórico-metodológica baseada na percepção ambiental da bacia do rio Cocó – CE**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.

Figueiredo, A. F. R. **Análise do risco de salinização dos solos da bacia hidrográfica do Rio Colônia – Sul da Bahia**. 84 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2005.

Folke, C.; Kautsky, N. **Aquaculture with its Environment; Prospects for Sustainability**. Ocean and Coastal Management, Orlando, v.17, p. 5-24, 1992.

Freitas, P. L. **Contribuição do uso da terra e do manejo do solo para a recarga de aquíferos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005.

Gheyi, H. R.; *et al.* **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 383p, 1997.

Golder-Pivot. **Projeto de Monitoramento/Gestão de Água Subterrânea de Micro-Áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza: Relatório Final do Projeto**. Fortaleza: Golder-Pivot, 2006.

Gonçalves, M. A. **Ecofisiologia de Algas fitoplanctônicas na lagoa Juparanã (Linhares - ES): variação espacial temporal e bioindicadores do estado trófico**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

Hashimoto, T.; Stedinger, J. R.; Loucks, D. P. **Reliability, Resiliency, and Vulnerability Criteria for Water Resource System Performance Evaluation**. Water Resources Research, vol. 18, n. 1, p. 14-20, 1982.

Hiez, G.L.G.; Rancan, L. **Aplicação do Método do Vetor Regional no Brasil**. Anais do V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, v. 2. 1983.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios do estado do Paraná, no período de 1999 a 2004**. Curitiba, 2004. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/rel\\_monit\\_qual\\_aguas\\_reserv\\_9904%2081%29.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/rel_monit_qual_aguas_reserv_9904%2081%29.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Dados Geográficos**, 2015. Acesso em junho de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeções populacionais municipais para os anos 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017**. Acesso em agosto de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de cartas e mapas – bases cartográficas contínuas, versão 2015**. Acesso em agosto de 2016.





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

INESP. Instituto de Estudos e Pesquisas para o Desenvolvimento do Estado do Ceará, **Pacto das Águas - Caderno Regional das Bacias Metropolitanas**, 2009.

Ipece. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO CEARÁ: Evidências Recentes e Reflexões**. Fortaleza-CE, 402p., 2015.

Kepner, C. H.; Tregoe, B. B. **O Administrador Racional**. São Paulo: Atlas, 1981.

Kubitza, F. **Qualidade da água na produção de peixes – Parte II**. Panorama da Aquicultura, v.8, n.46, p.35-41,1998.

Lamparelli, M.C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

Lopes, J.E.G.; Braga Jr., B.P.F.; Conejo, J.G.L. **Simulação hidrológica: Aplicações de um modelo simplificado**. In: Anais do III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v.2, 42-62, Fortaleza. 1981.

Loucks, D. P. **Sustainable water resources management**. Water International Resource Association, v. 25, n. 1 p. 3-10, mar, 2000.

Machado, A. P. E; Da Silva, F. J. A. **Poços e condutividade elétrica das águas de substrato nas bacias hidrográficas do Ceará, Nordeste brasileiro: limitações ao consumo humano**. In: Encontro de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIFOR, 4. 2004, Fortaleza. Anais. Fortaleza: Universidade de Fortaleza, 2004;

Mierzwa, F. **A poluição das águas**. 2002. Disponível em: <<http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2218/materia/Mierzwa/Aula4-OMeioAquaticoII.pdf>>. Acesso em:10/04/2017.

Molinas, P. A. A. **Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Nordestino: A Experiência Cearense**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 01, p. 69-87, 1996.

Munns, R. **The impact of salinity stress**. Plantstress. 2012. Disponível em: [http://www.plantstress.com/Articles/salinity\\_i/salinity\\_i.htm](http://www.plantstress.com/Articles/salinity_i/salinity_i.htm).

Nogueira, A. M. **Mata ciliar na proteção de fluxo de nutrientes em corpos hídricos lacustres**. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais – Universidade Federal de Alfenas-MG, 87 p., 2016.

Oliveira, E. S.; Biazoto, C. D. S. **Avaliação dos impactos ambientais causados pelos aviários no município de Assis Chateaubriand, no oeste do estado do Paraná, Brasil**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 2, p. 24 - 30, 2013.

Pacheco, R. P. **Custos para Implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental; 116 f, 2011.

Pereira, R. S. **Poluição Hídrica: Causas e Consequências**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, v.1, n.1, p. 20-36, 2004.

Pereira, P. H.; Cortez, B. A; Trindade, T.; Mazochi, M. N. **Conservador das Águas**. Minas Gerais: Dep. Meio Ambiente Extrema, 2011.





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

PMI. Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. Quinta Edição. Project Management Institute. 2013.

Qadir, M.; *et al.* **Sodium Removal from a Calcareous Saline-Sodic Soil through Leaching and Plant Uptake During Phytoremediation**. Land Degradation and Development.,v.14, p.301-307, 2003.

Sarmiento, F. J. **Transposição do Rio São Francisco – Realidade e Obra a Construir**. Edicel, Brasília, 131 p, 2005.

Sarmiento, F. J.; Martins, E. S. **Cálculo dos Coeficientes de Thiessen em Microcomputador**. In: XIV Congresso Latino Americano de Hidráulica, 1990, Montevideo, Uruguai. Anais do XIV Congresso Latino Americano de Hidráulica, 1990.

SDLR. Secretaria do Desenvolvimento Local e Regional. **Vale do Acaraú: Plano de Desenvolvimento Regional**. 2003.

Salas, H. J.; Martino, P. **A simplified phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes**. Water Research, Great Britain, v. 25, n. 3, p. 341-350, 1991.

Schafer, A. **Fundamentos da Ecologia e biogeografia das águas subterrâneas**. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 532p.

Silva, R. C., e Araújo, T. M. **Qualidade da água do manancial em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Química), 53 f., 2003.

Silva, K. L.; *et al.* **Mapeamento e Análise do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Cuiá a Partir de Imagem do Satélite Quickbird**. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, 2010, Maceió. Anais Maceió, 2010.

Silva, M. S. G. M.; Losekann, M. E.; Hisano, H. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2013.

SRH, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Projeto de implantação de sistemas de adutoras para o abastecimento humano no estado do Ceará – Projeto Malha D’Água**. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, no prelo.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. **Prática Inovadoras de Controle Edáfico e Hidroambiental para o Semiárido do Ceará: Tecnologias e Práticas Hidroambientais para Convivência com o Semiárido**. Elaboração: João Bosco de Oliveira. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos, 2010.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. **Proposta de Projeto Piloto Executivo para o PRODHAM / PROGERIRH**. Org.: João Bosco de Oliveira. Ceará: 1999.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará**, <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em dezembro de 2017.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará. **Reavaliação Qualitativa de Risco dos Mananciais de Água Subterrânea na Região Metropolitana de Fortaleza no Estado do Ceará**. 2008.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará. **Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH**. Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2005.





GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**, 1992.

Toledo Jr., A. P.; Talarico, M.; Chinez, S. J.; Agudo, E. G. **Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Anais. Camboriú, Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, p.1-34. 1983.

Tundisi, J. G. *et al.* **Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle**. IIE, Iiega, IAP, Ianas, ABC, 2006. 531p.

Vieira, A. S. **Modelo de simulação quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento integrado dos sistemas de recursos hídricos**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 275 f., 2011.

Vollenweider, R. A. **Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication**. Mere. Inst. Ital. Idrobiol. Bott. Marco de Marchi, n. 33, p. 53-83, 1976.

Von Sperling, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

Von Sperling, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v. 2, 239 p.

Wanderley, R. A. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes**. 52 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

Zoby, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Revista Águas Subterrâneas, Natal, Supl. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008.





**ipece**

INSTITUTO  
DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO  
DO CEARÁ



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

**ANEXO**



## VAZÕES AFLUENTES REGIONAIS

### 1. Acarape do Meio

Tabela 38 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Acarape do Meio

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	0,004	0,186	1,777	5,733	2,593	0,644	0,293	0,004	0,000	0,028	0,004	0,048
1962	0,163	0,239	1,197	1,276	0,857	0,465	0,132	0,018	0,046	0,003	0,031	0,034
1963	0,422	1,681	9,062	6,746	2,988	0,215	0,184	0,009	0,001	0,003	0,151	0,379
1964	2,572	10,109	9,002	14,301	6,348	2,588	1,088	0,159	0,339	0,101	0,012	0,049
1965	0,180	0,104	1,034	6,691	5,340	6,139	2,135	0,077	0,067	0,098	0,001	0,042
1966	0,018	0,154	0,258	0,745	1,204	0,652	0,538	0,086	0,111	0,015	0,018	0,034
1967	0,024	0,639	2,902	5,989	6,684	1,941	0,520	0,125	0,082	0,061	0,007	0,034
1968	0,134	0,089	1,265	2,706	5,549	0,361	0,238	0,015	0,001	0,007	0,003	0,138
1969	0,140	0,206	2,144	11,775	5,439	3,785	4,360	0,946	0,209	0,254	0,050	0,125
1970	0,618	0,471	3,375	7,240	2,631	1,436	0,546	0,303	0,027	0,052	0,085	0,077
1971	0,469	1,124	5,499	7,817	8,500	6,731	5,297	0,628	0,073	0,385	0,108	0,126
1972	0,156	0,281	0,652	1,397	1,794	1,091	0,790	0,226	0,059	0,031	0,016	0,059
1973	0,276	1,120	4,378	9,811	5,668	5,699	2,392	0,365	0,143	0,033	0,040	0,039
1974	2,609	3,883	11,894	17,415	10,608	3,445	0,809	0,343	0,402	0,125	0,046	0,361
1975	0,349	1,145	5,111	6,084	8,036	3,059	2,315	0,214	0,269	0,052	0,105	0,500
1976	0,293	1,656	4,042	5,490	0,889	0,368	0,101	0,120	0,031	0,249	0,053	0,012
1977	0,287	0,682	4,315	4,841	4,029	6,562	4,211	0,269	0,085	0,086	0,039	0,034
1978	0,056	0,383	0,826	2,189	4,012	1,020	1,178	0,094	0,080	0,104	0,050	0,045
1979	0,117	0,276	0,854	1,191	1,304	0,396	0,061	0,107	0,183	0,003	0,012	0,007
1980	0,068	1,427	1,515	0,696	0,515	0,340	0,043	0,019	0,052	0,027	0,009	0,013
1981	0,039	0,027	1,022	0,401	0,197	0,049	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,033
1982	0,046	0,129	0,463	1,016	1,237	0,321	0,171	0,062	0,034	0,031	0,022	0,018
1983	0,006	0,221	0,794	0,428	0,331	0,076	0,013	0,007	0,001	0,012	0,001	0,006
1984	0,024	0,102	0,771	2,811	5,078	3,145	1,087	0,622	0,223	0,239	0,034	0,070
1985	0,855	6,283	11,226	10,317	10,469	5,078	2,152	0,416	0,186	0,056	0,001	0,362
1986	0,591	2,285	10,176	10,598	5,658	2,832	0,701	0,399	0,171	0,156	0,200	0,110
1987	0,080	0,303	1,901	1,561	0,496	2,229	0,466	0,013	0,021	0,001	0,049	0,001
1988	0,255	0,558	1,256	5,459	6,106	1,880	0,612	0,013	0,101	0,037	0,058	0,226
1989	0,389	0,132	0,588	2,615	3,340	3,231	2,070	0,340	0,129	0,046	0,012	0,322
1990	0,097	0,203	0,205	0,408	0,456	0,162	0,230	0,022	0,024	0,001	0,009	0,003
1991	0,034	0,099	1,096	1,436	1,945	0,301	0,077	0,003	0,000	0,007	0,000	0,000
1992	0,036	0,382	1,142	1,573	0,429	0,220	0,000	0,000	0,021	0,000	0,003	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1993	0,013	0,025	0,105	0,050	0,015	0,001	0,009	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001
1994	0,010	0,073	0,704	3,641	5,972	8,859	0,803	0,000	0,059	0,024	0,012	0,429
1995	0,340	0,535	1,280	7,175	12,692	2,339	0,979	0,000	0,000	0,000	0,028	0,024
1996	0,518	1,742	5,906	9,101	5,182	0,147	0,000	0,295	0,033	0,018	0,027	0,033
1997	0,039	0,073	0,555	1,207	1,769	0,030	0,050	0,024	0,000	0,000	0,007	0,059
1998	0,419	0,156	0,552	0,539	0,141	0,061	0,024	0,028	0,000	0,000	0,003	0,003
1999	0,006	0,024	0,307	0,738	1,951	0,220	0,000	0,000	0,019	0,004	0,000	0,048
2000	0,389	0,745	2,521	12,216	2,907	1,529	1,806	1,803	0,793	0,000	0,042	0,046
2001	0,389	0,319	1,368	8,221	0,993	2,253	0,200	0,000	0,000	0,000	0,019	0,025
2002	1,057	0,307	3,158	11,034	5,779	2,349	0,566	0,183	0,022	0,031	0,048	0,046
2003	0,437	1,467	4,903	7,398	4,072	2,330	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000	0,006
2004	1,325	5,332	4,358	1,697	0,630	2,887	1,166	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
2005	0,040	0,083	0,301	0,836	2,471	1,308	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2006	0,007	0,116	0,720	3,371	5,136	1,662	0,212	0,000	0,000	0,000	0,003	0,013
2007	0,037	0,336	0,958	3,065	0,979	0,941	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033
2008	0,097	0,039	0,788	4,863	2,374	1,284	0,120	0,015	0,000	0,001	0,000	0,000
2009	0,153	0,754	4,167	13,002	5,876	4,572	3,267	0,230	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,068	0,033	0,218	0,500	0,251	0,085	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009
2011	0,339	1,234	2,483	4,563	2,927	0,763	1,476	0,123	0,000	0,159	0,013	0,000
2012	0,040	0,508	0,636	0,499	0,089	0,097	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 2.Amanary

Tabela 39 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Amanary

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,170	0,830	1,690	2,400	1,810	0,450	0,080	0,240	0,120	0,050	0,000	0,000
1913	0,090	1,430	2,940	1,720	1,110	0,970	0,380	0,240	0,130	0,360	0,030	0,580
1914	0,780	1,230	1,610	2,070	1,360	1,390	0,380	0,270	0,020	0,000	0,010	0,010
1915	0,020	0,030	0,070	0,150	0,030	0,020	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,010
1916	0,090	0,170	0,930	0,600	0,520	0,220	0,000	0,000	0,000	0,010	0,050	0,150
1917	1,020	2,200	2,180	2,260	1,240	0,520	0,120	0,050	0,030	0,060	0,060	0,100
1918	0,090	0,660	2,760	2,500	2,420	0,070	0,030	0,100	0,050	0,000	0,010	0,190
1919	0,040	0,080	0,140	0,150	0,110	0,040	0,050	0,020	0,050	0,000	0,010	0,020
1920	0,010	0,080	2,230	0,870	0,920	0,240	0,000	0,040	0,030	0,020	0,090	0,250
1921	0,230	0,770	3,240	2,020	1,330	0,500	0,220	0,000	0,040	0,010	0,020	0,040
1922	0,100	0,100	0,140	0,730	0,620	0,540	0,290	0,030	0,010	0,000	0,060	0,000
1923	0,110	0,800	0,710	1,420	0,220	0,130	0,070	0,030	0,060	0,020	0,000	0,000
1924	1,020	1,000	2,570	4,640	3,380	1,070	0,050	0,000	0,000	0,070	0,020	0,150
1925	0,380	0,500	1,200	2,650	1,760	0,300	0,000	0,020	0,060	0,010	0,020	0,000
1926	0,050	0,650	3,630	6,310	2,390	0,150	0,040	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000
1927	0,210	0,400	0,390	3,020	0,870	0,780	0,240	0,030	0,050	0,000	0,020	0,090
1928	0,180	0,270	0,520	1,270	0,240	0,130	0,020	0,000	0,020	0,010	0,000	0,030
1929	0,070	0,440	1,860	2,100	0,980	0,420	0,040	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010
1930	0,060	0,030	0,160	0,280	0,070	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1931	0,010	0,260	0,610	0,610	0,170	0,190	0,030	0,040	0,010	0,010	0,000	0,010
1932	0,050	0,070	0,200	0,060	0,080	0,150	0,030	0,000	0,020	0,000	0,000	0,010
1933	0,120	0,250	0,630	3,870	0,430	0,170	0,050	0,010	0,010	0,000	0,020	0,080
1934	0,350	1,350	6,840	1,420	1,520	0,520	0,000	0,030	0,020	0,010	0,040	0,120
1935	0,090	0,600	1,290	2,540	1,670	1,430	0,240	0,060	0,020	0,020	0,010	0,020
1936	0,120	0,140	0,150	0,120	0,710	0,240	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,010	0,150	0,600	1,890	1,910	0,830	0,230	0,050	0,050	0,010	0,000	0,050
1938	0,170	0,110	2,520	3,410	1,250	0,390	0,120	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020
1939	0,180	2,290	3,470	2,410	0,890	0,290	0,350	0,100	0,000	0,040	0,030	0,010
1940	0,120	0,250	1,730	2,660	1,000	0,050	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1941	0,000	0,010	0,220	0,440	0,210	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,030	0,020
1942	0,000	0,120	0,110	0,350	0,120	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1943	0,010	0,050	0,370	1,470	0,150	0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
1944	0,080	0,040	0,280	0,480	0,970	0,280	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060
1945	0,150	1,060	1,690	3,280	2,810	0,830	0,380	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1946	0,400	0,770	2,370	2,690	0,790	0,890	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
1947	0,190	0,220	1,490	1,480	1,090	0,310	0,070	0,000	0,000	0,000	0,120	0,010
1948	0,040	0,130	1,390	0,950	1,910	0,640	0,470	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
1949	0,000	0,170	1,540	2,320	4,050	0,580	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
1950	0,010	0,320	0,920	1,720	0,570	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1951	0,000	0,000	0,000	0,150	0,050	0,070	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,020
1952	0,030	0,040	0,020	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,020	0,100	0,170	0,100	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1954	0,010	0,090	0,440	0,230	0,400	0,180	0,010	0,010	0,020	0,010	0,010	0,050
1955	0,160	0,230	0,120	0,740	0,550	0,170	0,030	0,020	0,030	0,030	0,010	0,040
1956	0,010	0,400	1,110	1,250	0,760	0,160	0,060	0,050	0,040	0,030	0,010	0,040
1957	0,190	0,040	1,220	2,970	1,470	0,090	0,180	0,040	0,040	0,030	0,010	0,070
1958	0,020	0,010	0,090	0,110	0,130	0,060	0,030	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1959	0,080	0,160	1,100	0,300	0,860	0,640	0,080	0,110	0,010	0,020	0,010	0,020
1960	0,010	0,010	0,550	0,270	0,110	0,090	0,070	0,020	0,010	0,020	0,010	0,030
1961	0,160	1,450	1,140	0,960	0,470	0,110	0,070	0,030	0,030	0,010	0,010	0,010
1962	0,030	0,120	2,020	4,620	0,990	0,270	0,130	0,080	0,020	0,020	0,030	0,030
1963	0,300	1,310	3,660	2,680	0,460	0,140	0,030	0,010	0,020	0,010	0,070	0,270
1964	0,600	2,050	1,570	3,970	1,650	0,470	0,330	0,090	0,080	0,020	0,000	0,030
1965	0,100	0,070	0,320	1,170	0,500	0,570	0,250	0,000	0,010	0,020	0,000	0,000
1966	0,010	0,090	0,140	0,380	0,300	0,280	0,050	0,020	0,010	0,000	0,000	0,030
1967	0,020	0,500	0,920	3,540	1,690	0,230	0,190	0,030	0,000	0,010	0,010	0,020
1968	0,050	0,150	0,740	0,980	1,950	0,140	0,120	0,020	0,000	0,000	0,000	0,040
1969	0,040	0,080	0,620	2,360	0,770	0,600	0,830	0,150	0,010	0,010	0,010	0,000
1970	0,430	0,090	0,480	1,530	0,380	0,100	0,050	0,010	0,010	0,010	0,050	0,010
1971	0,080	0,110	0,530	0,610	1,000	0,620	0,650	0,060	0,000	0,010	0,010	0,000
1972	0,030	0,060	0,140	0,280	0,350	0,170	0,230	0,030	0,010	0,000	0,000	0,050
1973	0,080	0,300	1,220	1,740	1,180	1,100	0,750	0,050	0,130	0,000	0,010	0,030
1974	1,190	0,880	2,810	5,150	3,320	0,680	0,240	0,040	0,050	0,090	0,010	0,270
1975	0,150	0,440	1,180	1,330	1,770	0,610	0,500	0,080	0,090	0,020	0,020	0,130
1976	0,090	0,970	0,600	1,210	0,120	0,050	0,030	0,030	0,010	0,030	0,010	0,000
1977	0,050	0,170	0,610	0,740	0,800	0,750	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1978	0,000	0,370	0,380	0,350	0,830	0,060	0,300	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,050	0,120	0,040	0,340	0,320	0,040	0,000	0,010	0,050	0,000	0,000	0,000
1980	0,070	0,770	0,830	0,180	0,290	0,120	0,020	0,000	0,030	0,030	0,010	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	0,030	0,050	1,760	0,430	0,560	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,090
1982	0,100	0,270	0,370	0,270	0,510	0,100	0,120	0,040	0,000	0,010	0,040	0,030
1983	0,000	0,020	0,080	0,080	0,060	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,020	0,060	0,200	0,830	1,320	0,500	0,150	0,100	0,190	0,060	0,000	0,050
1985	0,510	1,760	2,080	1,700	1,130	1,730	0,820	0,080	0,020	0,000	0,000	0,240
1986	0,140	1,020	4,000	1,980	0,900	1,010	0,210	0,160	0,060	0,070	0,040	0,070
1987	0,100	0,160	0,840	0,450	0,080	0,690	0,040	0,000	0,010	0,000	0,020	0,040
1988	0,170	0,230	0,740	3,060	1,930	0,670	0,070	0,000	0,030	0,000	0,000	0,140
1989	0,150	0,100	1,150	2,420	1,070	1,880	0,570	0,010	0,040	0,000	0,000	0,360
1990	0,070	0,400	0,400	0,980	0,420	0,100	0,220	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,020	0,160	0,790	1,110	0,650	0,350	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,070	0,470	1,100	1,130	0,210	0,150	0,070	0,000	0,000	0,040	0,030	0,000
1993	0,030	0,030	0,180	0,180	0,140	0,070	0,170	0,060	0,010	0,030	0,010	0,020
1994	0,130	0,350	0,810	1,530	1,020	3,150	0,170	0,000	0,060	0,000	0,030	0,390
1995	0,210	0,670	0,620	2,410	2,380	0,620	0,410	0,000	0,000	0,020	0,070	0,010
1996	0,440	0,340	1,660	3,430	0,550	0,170	0,010	0,070	0,020	0,050	0,070	0,040
1997	0,140	0,190	0,200	0,630	0,370	0,000	0,020	0,020	0,000	0,000	0,010	0,020
1998	0,130	0,070	0,160	0,270	0,050	0,140	0,050	0,070	0,010	0,000	0,010	0,030
1999	0,040	0,070	0,470	0,540	0,710	0,100	0,190	0,000	0,020	0,000	0,000	0,020
2000	0,140	0,160	0,690	1,500	0,740	0,320	0,500	0,260	0,110	0,000	0,000	0,020
2001	0,120	0,060	0,240	1,240	0,060	0,490	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2002	0,320	0,040	0,540	1,460	0,770	0,340	0,150	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,170	0,330	1,280	1,780	1,050	0,650	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020
2004	1,810	2,090	1,750	0,620	0,180	0,530	0,460	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,020	0,060	0,160	0,490	1,070	0,440	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,010	0,100	0,310	0,660	1,130	0,340	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2007	0,040	0,250	0,430	0,640	0,270	0,250	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,080
2008	0,150	0,050	0,830	1,800	0,740	0,310	0,020	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,110	0,360	1,540	2,230	1,870	0,000	0,860	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2010	0,000	0,000	0,070	0,150	0,110	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,150	0,440	0,590	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000
2012	0,000	0,210	0,280	0,200	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### 3. Aracoiaba

Tabela 40 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Aracoiaba

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,190	2,350	14,010	35,580	10,460	1,500	2,390	0,210	0,630	0,090	0,060
1913	0,200	7,530	85,760	5,590	19,270	8,520	5,140	0,560	0,370	1,140	0,120	1,950
1914	4,360	13,050	20,180	30,960	23,740	33,890	5,440	4,040	0,070	0,080	0,160	0,030
1915	0,100	0,100	0,330	0,440	0,250	0,280	0,050	0,040	0,010	0,000	0,000	0,010
1916	0,040	0,150	2,970	9,700	13,280	9,400	0,020	0,010	0,020	0,030	0,220	0,730
1917	9,020	41,590	42,540	73,380	12,580	69,860	0,780	0,180	0,270	0,000	0,260	0,200
1918	0,410	1,720	6,460	17,700	15,130	5,700	1,130	1,750	0,380	0,100	0,040	0,490
1919	0,030	0,120	0,150	0,120	0,130	0,080	0,100	0,040	0,040	0,010	0,000	0,000
1920	0,000	0,010	1,110	7,170	12,930	8,180	3,650	0,600	0,190	0,040	0,240	0,810
1921	0,820	9,220	51,370	21,680	95,700	1,410	7,090	0,070	0,420	0,320	0,390	0,080
1922	0,180	0,290	1,370	29,700	36,030	12,370	11,740	3,240	0,140	0,060	0,470	0,150
1923	0,710	3,670	17,550	23,460	8,730	5,790	4,350	0,010	0,090	0,040	0,070	0,010
1924	0,530	3,550	50,140	29,100	73,660	11,250	2,950	0,020	0,180	0,400	0,090	0,320
1925	1,700	2,690	10,030	34,780	11,860	2,210	0,630	0,120	1,300	0,130	0,080	0,120
1926	0,400	2,580	32,720	42,370	17,430	4,770	1,030	0,000	0,020	0,040	0,020	0,010
1927	0,110	0,390	1,510	22,880	15,150	2,980	2,680	0,050	0,290	0,080	0,020	0,010
1928	0,150	0,090	1,320	8,590	4,480	2,170	0,310	0,000	0,080	0,210	0,020	0,030
1929	0,070	1,410	11,400	26,720	15,370	3,160	3,900	0,780	0,250	0,300	0,060	0,190
1930	0,340	0,340	1,250	2,940	1,180	2,720	0,400	0,140	0,020	0,110	0,010	0,060
1931	0,110	1,300	2,140	7,710	2,260	1,930	0,260	0,090	0,030	0,010	0,000	0,010
1932	0,070	0,300	0,470	0,960	0,720	1,760	0,730	0,080	0,420	0,070	0,010	0,020
1933	0,150	0,430	2,160	24,080	8,330	1,230	1,130	0,000	0,000	0,050	0,030	0,070
1934	0,220	2,490	34,870	24,180	39,620	6,760	0,300	0,150	0,340	0,040	0,170	0,540
1935	0,650	3,690	17,460	37,740	27,060	25,520	7,280	1,460	0,410	0,360	0,100	0,110
1936	0,130	1,130	2,140	3,160	11,120	21,670	2,130	0,200	0,190	0,120	0,050	0,020
1937	0,010	0,710	2,120	15,580	25,260	14,290	5,360	1,440	0,980	0,710	0,310	0,140
1938	0,620	0,650	15,890	62,330	9,870	6,660	1,200	1,630	0,320	0,250	0,160	0,190
1939	0,320	8,260	36,110	8,530	6,890	4,110	3,670	2,260	0,960	2,020	0,630	0,240
1940	1,850	3,130	20,090	95,300	11,040	73,360	2,010	1,190	0,400	0,270	0,010	0,070
1941	0,110	0,310	2,500	16,140	7,440	1,620	0,810	0,240	0,070	0,080	0,070	0,080
1942	0,050	0,310	2,710	10,260	12,380	2,250	0,580	0,290	0,060	0,210	0,030	0,080
1943	0,480	1,150	3,890	12,510	4,050	1,880	3,080	0,420	0,020	0,030	0,170	0,390
1944	0,800	0,280	2,510	9,210	30,540	3,330	2,780	0,040	0,100	0,150	0,020	0,260
1945	0,420	8,620	26,390	34,950	45,350	17,790	6,970	1,470	0,370	0,510	0,320	0,330



INSTITUTO DE PESQUISAS  
ECONÔMICAS E SOCIAIS  
DO CEARÁ



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1946	7,990	12,870	19,740	37,090	5,430	3,580	0,210	0,060	0,050	0,040	0,020	0,100
1947	0,070	0,550	2,480	8,350	13,910	2,290	0,730	0,150	0,220	0,070	0,630	0,240
1948	0,880	1,210	11,690	20,280	20,090	10,240	5,150	0,240	0,120	0,120	0,060	0,060
1949	0,060	0,660	10,870	48,680	22,720	11,380	2,320	1,540	0,080	0,060	0,600	0,040
1950	0,370	2,520	31,780	114,050	5,800	1,040	0,780	0,020	0,030	0,130	0,060	0,050
1951	0,090	0,080	0,130	1,370	3,200	22,350	0,850	0,000	0,010	0,250	0,110	0,470
1952	0,800	1,050	6,380	22,650	14,410	2,650	0,040	0,150	0,050	0,030	0,020	0,070
1953	0,040	0,070	0,630	4,240	6,900	8,070	2,560	0,250	0,100	0,010	0,010	0,000
1954	0,070	0,300	1,550	1,890	11,300	2,390	0,920	0,130	0,010	0,010	0,010	0,010
1955	0,110	0,220	1,770	9,660	23,010	4,070	0,510	0,360	0,020	0,420	0,040	0,320
1956	0,090	1,770	12,100	49,670	4,050	2,910	1,540	2,000	0,170	0,060	0,020	0,210
1957	0,460	0,080	5,600	50,220	4,750	1,860	0,410	0,020	0,100	0,020	0,010	0,050
1958	0,040	0,050	0,140	0,130	1,140	0,410	0,530	0,000	0,010	0,000	0,010	0,020
1959	0,190	1,080	8,950	11,880	15,380	8,620	2,170	0,420	0,000	0,020	0,040	0,030
1960	0,040	0,050	2,230	14,450	3,620	3,300	1,930	0,330	0,010	0,020	0,020	0,060
1961	0,300	4,230	30,490	23,680	23,630	10,090	3,310	1,170	0,060	0,150	0,040	0,130
1962	0,290	0,760	23,710	15,990	13,240	2,410	1,200	0,210	0,330	0,080	0,190	0,210
1963	1,620	7,230	57,240	13,900	9,760	1,920	1,300	0,240	0,010	0,010	0,380	1,220
1964	6,070	49,740	33,200	163,110	0,320	4,990	1,970	1,240	0,820	0,100	0,020	0,060
1965	0,230	0,190	1,810	19,040	24,730	25,560	5,620	0,380	0,400	0,420	0,100	0,130
1966	0,080	0,350	0,550	1,680	8,940	7,580	6,750	0,680	0,670	0,220	0,150	0,140
1967	0,300	4,230	34,060	48,100	44,090	12,450	4,430	1,810	0,150	0,030	0,020	0,170
1968	0,740	0,940	9,600	21,150	33,220	4,060	4,890	0,360	0,000	0,100	0,030	0,150
1969	0,190	0,440	2,780	24,160	20,040	17,890	23,810	7,970	2,270	1,570	0,110	0,180
1970	0,910	0,370	5,200	16,060	3,350	2,350	1,460	0,310	0,020	0,010	0,060	0,070
1971	0,250	0,630	4,240	12,120	20,160	17,150	12,290	1,840	0,740	1,190	0,680	0,360
1972	0,400	1,200	2,940	5,200	9,980	5,980	2,890	1,250	0,070	0,080	0,070	0,240
1973	0,490	1,540	4,390	18,180	35,680	18,860	8,650	1,190	0,690	0,250	0,160	0,470
1974	8,480	17,800	40,600	61,220	33,140	25,550	5,670	0,870	1,150	0,170	0,030	0,500
1975	0,430	1,780	12,000	17,460	30,330	16,050	9,780	1,000	0,950	0,210	0,100	0,620
1976	0,570	3,670	14,700	19,860	3,460	2,430	0,950	0,730	0,060	0,470	0,130	0,030
1977	1,240	5,450	23,200	25,120	39,030	24,800	18,600	0,470	0,050	0,150	0,050	0,140
1978	0,040	0,980	3,590	11,620	25,980	7,970	6,140	0,590	0,320	0,430	0,520	0,070
1979	0,330	0,740	1,020	3,670	7,560	3,220	0,600	0,550	0,420	0,070	0,140	0,010
1980	0,140	4,160	16,520	8,220	2,590	5,350	0,360	0,070	0,160	0,170	0,020	0,060



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	0,090	0,080	3,720	2,380	3,980	1,450	0,060	0,020	0,000	0,000	0,010	0,190
1982	0,230	0,530	4,780	12,010	18,990	7,160	2,320	0,970	0,360	0,170	0,130	0,060
1983	0,040	0,840	3,240	3,360	3,250	0,420	0,120	0,040	0,010	0,030	0,000	0,000
1984	0,040	0,110	1,690	8,520	29,120	16,320	11,360	2,550	0,790	0,490	0,120	0,150
1985	1,900	14,330	56,210	24,050	94,000	2,950	38,130	2,070	0,400	0,060	0,040	0,530
1986	1,140	5,200	30,500	69,180	20,980	30,420	4,120	2,210	0,960	0,770	0,570	0,610
1987	0,450	0,940	12,540	24,900	4,580	27,310	3,080	0,270	0,170	0,090	0,100	0,010
1988	0,560	1,290	4,690	47,680	32,470	18,470	6,740	0,710	0,690	0,260	0,280	1,110
1989	1,900	0,980	6,730	35,330	31,260	47,150	22,660	2,000	1,100	0,420	0,200	1,570
1990	0,240	1,240	1,570	8,260	10,920	5,300	5,430	0,700	0,580	0,120	0,040	0,030
1991	0,130	0,390	4,080	10,350	21,380	5,510	0,900	0,120	0,040	0,110	0,030	0,000
1992	0,300	5,370	12,270	17,410	2,400	3,470	0,260	0,110	0,110	0,060	0,040	0,000
1993	0,040	0,050	0,330	0,610	0,250	0,270	0,430	0,030	0,010	0,020	0,010	0,010
1994	0,130	0,720	6,540	25,550	27,930	55,240	6,800	0,080	0,040	0,050	0,090	0,940
1995	0,780	2,560	4,980	36,460	34,690	14,480	10,280	0,160	0,040	0,110	0,150	0,040
1996	1,750	2,880	25,570	47,020	14,610	4,180	1,560	1,790	0,370	0,470	0,400	0,010
1997	0,230	0,310	1,240	3,950	10,050	0,280	0,460	0,040	0,000	0,000	0,030	0,190
1998	1,290	1,290	4,470	4,040	1,170	0,100	0,130	0,060	0,000	0,020	0,000	0,020
1999	0,050	0,100	0,770	2,610	9,550	4,200	0,330	0,000	0,110	0,010	0,030	0,140
2000	1,440	3,960	21,060	63,620	11,380	16,360	13,850	13,100	4,210	0,010	0,200	0,250
2001	1,210	0,870	4,340	33,290	5,380	6,670	2,510	0,120	0,010	0,040	0,100	0,100
2002	8,310	4,410	26,720	52,420	16,640	24,550	4,860	0,180	0,160	0,080	0,080	0,060
2003	0,450	3,210	16,980	43,150	19,270	18,380	1,190	1,220	0,030	0,010	0,080	0,150
2004	8,160	36,350	12,810	13,390	5,470	27,230	7,150	0,370	0,190	0,060	0,020	0,020
2005	0,070	0,150	0,580	4,880	21,600	26,960	1,370	0,060	0,000	0,000	0,020	0,050
2006	0,030	0,160	1,420	11,060	24,080	19,300	4,600	2,100	0,270	0,030	0,140	0,080
2007	0,220	0,940	2,620	18,820	12,640	8,810	0,920	0,190	0,020	0,010	0,010	0,110
2008	0,470	0,150	2,600	30,430	16,140	5,080	3,720	2,610	0,000	0,030	0,030	0,050
2009	0,280	1,600	16,360	41,270	31,260	30,550	12,480	4,600	0,000	0,050	0,130	0,060
2010	0,830	0,290	0,640	6,090	1,660	1,400	0,160	0,010	0,000	0,020	0,000	0,180
2011	2,320	4,390	15,160	19,370	17,710	5,070	8,580	1,160	0,080	0,980	0,310	0,020
2012	0,330	3,320	3,700	1,920	1,800	2,700	0,090	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020

#### 4. Batente

Tabela 41 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Batente

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1927	0,000	0,183	0,550	1,467	0,734	0,183	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1928	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1929	0,000	0,550	4,402	7,703	4,402	0,917	1,467	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1930	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1931	0,000	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,000	0,000	2,018	15,773	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1934	0,000	0,183	3,668	2,935	5,319	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183
1935	0,367	3,301	13,572	20,909	15,407	4,218	0,550	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000
1936	0,000	0,734	0,550	0,550	0,367	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,183	0,917	0,917	2,751	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1938	0,000	0,000	0,183	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1939	0,000	0,183	0,734	0,183	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1940	0,000	0,000	1,467	6,603	6,603	1,467	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1941	0,000	0,000	0,734	2,201	0,550	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1943	0,000	0,000	0,734	0,917	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1944	0,000	0,000	0,183	0,550	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183
1945	0,000	2,201	4,218	5,502	10,454	3,485	1,100	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000
1946	0,550	2,201	4,035	4,952	1,284	1,284	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1947	0,000	0,183	1,100	4,585	3,485	2,201	0,183	0,000	0,000	0,000	1,100	0,000
1948	0,367	0,183	2,201	1,651	1,284	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1949	0,000	0,000	0,367	1,651	1,467	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1950	0,000	0,183	0,917	9,537	2,201	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1951	0,000	0,000	0,000	0,734	0,183	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,000	0,000	0,367	0,734	0,734	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,000	0,183	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,000	0,000	0,734	4,585	2,201	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1956	0,000	0,550	2,384	5,319	0,550	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,000	0,000	1,100	5,136	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1958	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,734	1,100	1,284	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1960	0,000	0,000	0,367	0,550	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,000	0,550	11,005	10,088	2,935	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1962	0,000	0,183	2,018	2,201	1,834	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1963	0,000	0,734	9,171	25,678	3,485	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1964	0,550	2,568	14,123	41,451	30,630	6,603	1,467	0,917	0,000	0,000	0,000	0,000
1965	0,000	0,000	0,367	4,585	5,502	11,188	0,734	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1966	0,000	0,000	0,000	0,000	0,367	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1967	0,000	0,000	1,651	8,620	7,703	1,834	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1968	0,000	0,000	0,550	0,550	1,284	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1969	0,000	0,000	0,183	1,100	0,917	1,284	1,467	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000
1970	0,000	0,000	0,183	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1971	0,000	0,000	0,367	2,751	3,485	2,201	0,917	0,183	0,000	0,183	0,000	0,000
1972	0,000	0,000	0,000	0,183	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1973	0,000	0,000	0,183	2,568	3,485	2,751	0,367	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000
1974	1,284	2,568	11,555	30,446	49,705	13,939	1,284	0,000	0,367	0,000	0,000	0,183
1975	0,000	0,183	0,917	0,917	4,952	4,218	2,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1976	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1977	0,000	0,000	0,367	1,284	1,834	3,301	1,467	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1978	0,000	0,000	0,000	0,183	0,367	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1980	0,000	0,000	0,367	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1981	0,000	0,000	0,183	0,734	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1982	0,000	0,000	0,183	0,550	0,550	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1983	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,000	0,183	3,668	14,673	2,201	1,834	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000
1985	0,183	2,751	19,625	53,006	50,805	39,250	22,009	1,467	0,000	0,000	0,000	0,367
1986	0,367	1,467	16,690	94,824	28,796	19,258	2,384	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000
1987	0,000	0,000	1,284	1,284	0,183	0,917	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,000	0,000	0,000	0,734	3,852	2,384	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1989	0,000	0,000	0,183	6,053	5,869	4,218	4,769	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183
1990	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	1,834	2,201	3,301	0,550	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,183	1,284	1,284	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,000	1,467	24,210	10,454	28,429	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	0,000	0,183	0,367	1,834	8,620	1,834	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1996	0,000	0,000	0,550	4,952	10,454	1,651	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	0,550	3,118	3,118	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,183	0,183	0,183	0,000	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000
2001	0,000	0,000	0,000	0,734	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,000	0,183	0,367	2,751	4,952	1,284	0,734	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,183	0,183	2,935	7,153	3,668	3,118	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2004	0,734	3,668	2,751	0,550	1,834	3,118	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,367	0,550	2,018	2,568	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,183	2,751	18,891	11,555	0,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,367	3,852	1,100	0,917	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,367	1,651	2,018	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,000	0,000	0,183	3,485	37,233	19,075	3,852	1,834	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,000	0,000	0,000	0,734	0,183	0,183	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,183	0,550	1,284	3,485	4,218	0,550	0,734	0,183	0,000	0,183	0,000	0,000
2012	0,000	0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 5. Castro

Tabela 42 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Castro

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,600	6,440	6,200	10,640	9,590	5,370	0,210	0,600	0,060	0,030	0,110	0,230
1913	0,230	3,770	8,050	11,660	9,070	6,260	4,990	0,370	0,720	1,350	0,400	1,720
1914	3,430	3,790	3,490	5,090	2,430	3,880	0,310	0,240	0,110	0,160	0,090	0,000
1915	0,140	0,210	0,390	0,330	0,210	0,370	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200
1916	1,370	1,080	6,840	10,440	7,080	6,000	0,000	0,000	0,000	0,140	0,310	0,860
1917	1,420	9,320	18,090	10,030	18,460	5,080	0,310	0,050	0,080	0,000	0,250	0,770
1918	1,310	3,000	4,470	3,090	2,870	1,890	0,430	1,120	0,290	0,050	0,020	0,490
1919	1,170	0,740	0,440	0,180	0,500	0,010	0,020	0,040	0,080	0,030	0,010	0,010
1920	0,020	0,080	2,860	2,180	2,730	2,420	1,300	0,140	0,000	0,060	0,230	1,330
1921	1,240	6,040	19,580	22,450	25,670	3,820	10,820	0,080	0,130	0,130	0,560	0,220
1922	0,870	1,100	4,350	15,650	16,960	6,220	4,450	0,310	0,000	0,030	0,410	1,080
1923	2,220	3,570	3,540	5,380	1,520	1,720	0,020	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020
1924	3,190	5,890	21,700	40,880	12,070	7,820	0,440	0,000	0,000	0,000	0,090	0,250
1925	1,370	0,880	19,450	19,730	5,990	1,010	0,010	0,000	0,120	0,120	0,000	0,040
1926	0,580	2,320	17,470	14,950	10,220	1,400	0,150	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060
1927	0,560	1,800	1,230	5,800	4,790	0,660	0,870	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
1928	0,280	0,160	1,230	3,270	3,120	1,870	0,280	0,000	0,000	0,030	0,000	0,010
1929	0,700	2,420	4,710	5,530	2,940	0,280	2,830	0,000	0,020	0,050	0,010	0,360
1930	1,010	1,110	2,660	2,740	0,600	2,210	0,010	0,180	0,010	0,070	0,000	0,020
1931	0,350	0,950	1,130	1,100	0,690	0,380	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,270	0,560	0,880	0,970	0,130	0,060	0,020	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1933	0,270	0,660	2,180	7,750	1,780	0,170	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130
1934	0,400	3,040	9,800	6,910	10,960	2,170	0,000	0,000	0,020	0,000	0,010	1,020
1935	0,980	3,050	4,260	7,660	9,520	8,220	2,900	0,460	0,060	0,100	0,090	0,220
1936	0,170	1,350	1,690	0,970	5,000	6,800	1,090	0,070	0,070	0,050	0,050	0,030
1937	0,070	1,880	1,880	7,540	15,930	8,410	1,810	0,760	0,320	0,580	0,430	0,150
1938	1,420	2,280	8,310	16,660	14,370	3,670	0,260	0,420	0,050	0,290	0,170	0,280
1939	1,500	9,460	17,930	12,890	6,620	1,790	3,940	1,380	1,910	7,340	2,330	1,080
1940	9,730	4,620	18,420	36,130	48,550	27,000	16,640	3,510	1,310	0,280	0,040	1,390
1941	0,410	2,820	12,390	31,410	12,610	2,400	1,960	0,520	0,000	0,250	0,460	1,030
1942	0,370	3,490	4,780	5,190	6,930	1,740	0,050	0,150	0,040	0,420	0,090	0,070
1943	1,620	2,610	5,970	11,540	4,440	0,630	2,160	0,440	0,020	0,070	0,330	1,450
1944	1,550	1,020	7,710	8,990	27,040	4,070	3,990	0,220	0,110	0,310	0,260	2,290

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	4,050	15,640	10,700	23,230	16,650	20,670	11,660	4,000	0,690	1,470	1,920	2,490
1946	10,820	10,710	15,540	13,670	3,010	2,190	0,040	0,030	0,050	0,140	0,250	0,650
1947	0,630	1,650	4,010	6,190	4,790	5,490	1,400	0,120	0,470	0,260	1,250	1,220
1948	1,200	1,230	13,090	11,870	17,930	17,210	14,060	2,090	1,550	0,480	0,900	0,760
1949	0,900	2,890	11,360	25,570	26,300	7,780	1,840	3,640	0,130	0,070	1,490	1,290
1950	1,190	3,800	19,850	69,010	33,020	5,570	1,820	0,110	0,460	1,710	0,540	1,050
1951	2,200	1,110	1,480	13,060	6,500	29,880	2,340	0,000	0,040	1,190	1,430	3,230
1952	4,250	4,920	9,230	16,530	11,200	3,060	0,230	0,520	0,820	0,160	0,310	2,220
1953	1,250	0,590	2,770	21,150	23,530	14,920	1,480	1,330	0,390	0,050	0,370	0,080
1954	0,750	2,720	6,690	4,520	14,570	3,510	1,450	0,380	0,030	0,010	0,010	0,130
1955	1,980	8,070	14,710	104,670	17,060	2,700	0,520	1,200	0,000	1,450	0,930	5,150
1956	0,400	20,080	25,140	27,780	7,790	6,750	7,180	7,400	1,330	0,100	0,110	0,380
1957	4,270	2,280	23,710	26,800	7,330	7,150	2,380	0,020	1,290	0,400	0,340	0,180
1958	0,200	0,760	2,580	3,320	44,150	4,570	14,430	0,000	0,000	0,000	0,360	0,460
1959	8,440	36,730	42,490	37,040	22,140	15,520	6,300	0,940	0,000	0,020	0,260	0,190
1960	1,320	0,880	29,340	46,340	6,230	11,630	5,180	1,060	0,000	0,340	0,100	1,240
1961	2,300	19,120	19,200	29,400	15,660	10,940	8,870	0,000	1,230	0,340	0,110	1,780
1962	1,370	5,310	20,210	15,620	9,390	4,120	1,210	0,120	0,350	0,110	0,320	0,760
1963	5,500	10,810	23,090	16,430	8,000	1,640	2,010	0,330	0,000	0,040	1,230	4,160
1964	12,960	17,530	21,420	40,520	22,620	13,650	13,450	4,370	1,970	0,790	0,060	0,220
1965	2,220	1,520	6,200	28,190	16,190	23,300	2,110	0,100	0,290	0,430	0,090	0,170
1966	0,160	1,220	4,230	3,380	10,660	7,290	11,390	1,210	0,490	0,030	0,070	0,340
1967	0,720	7,010	22,850	21,060	26,440	13,630	5,920	3,000	0,120	0,000	0,040	1,400
1968	3,060	2,860	21,730	12,680	26,990	3,900	4,110	1,000	0,000	0,160	0,120	0,710
1969	1,940	3,860	9,030	22,020	12,590	17,290	16,960	5,220	0,460	0,280	0,090	0,070
1970	2,530	1,510	7,790	10,730	1,630	3,710	2,100	0,370	0,160	0,040	0,480	0,190
1971	1,790	2,760	5,880	11,280	19,000	9,320	9,000	3,430	0,960	1,550	0,810	0,710
1972	1,630	2,130	5,230	7,180	9,290	8,150	4,430	0,850	0,010	0,010	0,090	1,950
1973	2,870	4,790	10,860	19,800	20,080	16,390	7,480	1,560	0,310	0,500	0,090	0,990
1974	11,530	10,150	30,390	38,330	50,110	13,170	5,280	0,350	2,400	0,310	0,180	2,330
1975	1,980	4,320	10,900	6,120	11,740	10,340	7,260	0,470	1,040	0,070	0,130	1,750
1976	1,730	4,020	7,030	7,790	2,110	1,460	0,350	0,460	0,060	0,860	0,320	0,250
1977	1,290	5,080	7,050	11,050	31,190	14,990	11,010	0,160	0,010	0,050	0,070	0,590
1978	0,110	2,790	5,660	6,400	3,670	3,030	2,960	0,230	0,340	0,070	0,210	0,790
1979	0,390	1,150	2,020	1,950	7,180	3,300	0,600	0,020	0,180	0,040	0,340	0,010



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS ECONÔMICOS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,500	7,110	7,550	2,390	1,230	2,750	0,390	0,000	0,050	0,090	0,040	0,130
1981	0,610	0,480	9,300	4,430	3,810	2,040	0,230	0,010	0,000	0,000	0,030	0,830
1982	1,780	1,870	5,550	5,150	11,260	4,480	1,410	0,020	0,010	0,010	0,220	0,010
1983	0,070	3,080	3,990	4,820	1,970	0,060	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,380	1,430	4,070	9,110	21,100	7,560	5,770	1,900	0,000	0,540	0,010	0,170
1985	3,430	9,150	26,170	25,620	21,080	11,480	9,800	1,200	0,210	0,000	0,000	1,780
1986	1,820	6,550	20,960	27,220	21,080	11,960	3,500	2,060	0,880	1,350	0,810	0,560
1987	0,440	1,590	7,750	6,040	1,310	14,040	1,130	0,710	0,000	0,000	0,000	0,020
1988	0,910	1,080	3,950	18,780	12,610	6,520	1,280	0,280	0,270	0,000	0,110	1,260
1989	3,500	0,920	4,010	14,230	10,750	10,160	9,060	0,660	0,470	0,000	0,000	2,600
1990	0,650	2,600	1,920	5,810	8,460	2,480	2,550	0,870	0,490	0,470	0,190	0,170
1991	0,840	1,290	7,850	5,460	11,810	1,970	0,570	0,600	0,020	0,270	0,040	0,050
1992	1,350	8,990	8,080	11,740	0,000	2,640	0,580	0,000	0,200	0,430	0,250	0,030
1993	0,430	0,480	1,550	1,450	0,730	0,820	0,970	0,040	0,020	0,110	0,000	0,000
1994	0,710	1,320	4,750	6,310	7,530	18,110	3,080	0,340	0,120	0,020	0,110	1,550
1995	1,380	3,550	4,330	14,330	16,500	9,100	9,340	0,000	0,060	0,320	0,200	0,000
1996	5,040	3,400	8,520	20,630	7,110	2,040	2,630	2,750	0,430	1,540	0,750	0,250
1997	0,580	1,130	3,000	4,520	7,170	0,150	0,330	0,100	0,000	0,000	0,140	0,500
1998	3,630	2,670	5,700	3,370	0,770	0,130	0,260	0,310	0,000	0,000	0,030	0,180
1999	0,080	0,670	2,220	1,280	5,010	0,530	0,410	0,000	0,090	0,000	0,200	0,850
2000	1,120	1,350	4,310	16,900	5,040	7,280	4,870	11,380	0,990	0,020	0,030	0,160
2001	1,910	0,540	5,540	11,130	0,060	2,920	0,200	0,010	0,000	0,010	0,150	0,150
2002	7,550	2,070	7,190	12,300	7,130	6,570	2,650	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	1,100	3,320	10,610	13,620	7,580	9,430	3,340	0,100	0,000	0,000	0,010	0,350
2004	6,460	4,870	4,810	1,240	2,050	8,400	1,110	0,080	0,010	0,000	0,000	0,000
2005	0,460	0,490	1,390	8,350	9,570	9,420	0,910	0,010	0,000	0,000	0,000	0,260
2006	0,070	0,410	3,310	13,210	9,380	4,090	1,360	0,110	0,020	0,000	0,000	0,050
2007	0,630	2,510	4,160	10,240	4,870	3,570	0,780	0,100	0,050	0,000	0,040	0,460
2008	1,910	0,570	8,070	14,030	9,850	2,460	5,020	3,140	0,000	0,110	0,070	0,130
2009	1,990	2,000	6,220	14,350	31,660	17,370	9,540	5,120	0,000	0,060	0,590	0,180
2010	1,950	0,630	1,830	7,460	1,050	3,410	0,380	0,000	0,000	0,020	0,080	1,160
2011	6,030	3,780	6,030	8,780	8,850	4,400	6,860	0,970	0,000	0,490	0,350	0,180
2012	0,900	7,060	2,740	1,950	1,500	2,740	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,120



## 6. Catucinzenta

Tabela 43 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Catucinzenta

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	0,00	0,03	0,08	0,32	0,16	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1962	0,03	0,04	0,32	0,55	0,08	0,19	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01
1963	0,14	0,28	0,83	1,24	0,66	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,07	0,35
1964	0,96	1,67	1,69	3,56	1,94	0,78	0,42	0,00	0,18	0,07	0,02	0,01
1965	0,13	0,03	0,51	1,40	1,14	1,40	0,72	0,00	0,03	0,08	0,00	0,05
1966	0,02	0,14	0,07	0,24	0,35	0,17	0,13	0,01	0,03	0,00	0,01	0,03
1967	0,01	0,26	0,59	1,04	0,97	0,31	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
1968	0,06	0,02	0,35	0,60	1,28	0,10	0,08	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
1969	0,12	0,05	0,29	0,79	0,69	0,20	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00
1970	0,01	0,07	0,15	0,13	0,17	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	0,02	0,03	0,10	0,21	0,40	0,39	0,43	0,02	0,00	0,07	0,01	0,01
1972	0,03	0,07	0,09	0,25	0,21	0,18	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01
1973	0,09	0,28	0,81	1,53	1,28	0,92	0,68	0,21	0,04	0,01	0,01	0,03
1974	0,89	0,90	2,48	3,70	3,01	1,17	0,42	0,34	0,20	0,12	0,06	0,31
1975	0,26	0,44	1,31	1,61	2,64	0,99	0,91	0,16	0,06	0,02	0,01	0,21
1976	0,11	0,82	0,82	1,14	0,46	0,13	0,03	0,02	0,01	0,17	0,05	0,01
1977	0,19	0,39	1,23	0,78	1,31	1,43	1,52	0,21	0,04	0,03	0,03	0,02
1978	0,07	0,23	0,46	0,58	0,81	0,36	0,39	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05
1979	0,05	0,18	0,49	0,21	0,57	0,27	0,02	0,02	0,12	0,01	0,01	0,00
1980	0,09	0,91	0,34	0,17	0,17	0,08	0,04	0,01	0,05	0,01	0,03	0,01
1981	0,06	0,04	0,41	0,12	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1982	0,03	0,09	0,10	0,17	0,22	0,06	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
1983	0,00	0,07	0,09	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	0,01	0,12	0,23	0,39	0,38	0,18	0,06	0,00	0,02	0,02	0,01
1985	0,19	0,89	1,21	3,07	2,44	1,03	0,28	0,02	0,01	0,00	0,00	0,14
1986	0,14	0,64	1,72	2,95	1,16	0,83	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
1987	0,04	0,11	0,62	0,28	0,04	0,59	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
1988	0,12	0,06	0,25	0,16	0,18	0,11	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
1989	0,03	0,00	0,11	0,35	0,25	0,41	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,15
1990	0,02	0,06	0,04	0,10	0,07	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0,00	0,03	0,49	1,16	1,04	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0,00	0,08	0,23	0,23	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1993	0,00	0,03	0,06	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	0,01	0,02	0,07	0,29	0,30	0,77	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
1995	0,11	0,21	0,46	1,78	2,54	0,75	0,28	0,00	0,00	0,01	0,01	0,06
1996	0,60	0,61	2,36	1,66	1,00	0,20	0,19	0,09	0,00	0,03	0,03	0,03
1997	0,04	0,05	0,27	0,49	0,55	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,04
1998	0,22	0,05	0,16	0,09	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1999	0,04	0,04	0,12	0,10	0,29	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
2000	0,13	0,11	0,34	0,84	0,40	0,27	0,21	0,34	0,05	0,00	0,00	0,00
2001	0,09	0,05	0,09	1,32	0,16	0,32	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
2002	0,24	0,04	0,47	1,19	1,23	0,61	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,21	0,56	0,91	1,25	0,84	0,56	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	0,68	0,92	1,14	0,29	0,10	0,52	0,28	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
2005	0,00	0,09	0,17	0,10	0,20	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
2006	0,00	0,06	0,09	0,26	0,32	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0,02	0,08	0,09	0,26	0,14	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
2008	0,05	0,00	0,11	0,54	0,36	0,20	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,07	0,17	0,66	2,49	2,67	1,21	1,07	0,17	0,00	0,00	0,00	0,01
2010	0,15	0,05	0,16	0,37	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
2011	0,40	0,43	0,69	1,10	0,54	0,25	0,12	0,06	0,00	0,22	0,00	0,00
2012	0,04	0,21	0,31	0,15	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 7. Cauhupe

Tabela 44 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Cauhupe

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,010	0,340	10,870	6,980	17,480	2,140	2,000	0,750	0,370	0,010	0,000	0,010
1913	0,010	1,650	8,390	3,660	2,370	2,230	0,820	0,100	0,100	0,050	0,020	0,030
1914	0,150	1,370	1,710	4,830	2,190	2,770	0,970	0,620	0,110	0,010	0,020	0,000
1915	0,000	0,050	0,020	0,080	0,130	0,030	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1916	0,010	0,050	0,710	4,550	1,800	1,140	0,010	0,000	0,010	0,000	0,040	0,040
1917	1,650	7,070	8,440	7,480	8,960	2,700	0,230	0,160	0,040	0,000	0,070	0,070
1918	0,160	0,510	3,230	3,850	6,400	1,240	0,190	0,130	0,040	0,000	0,000	0,010
1919	0,050	0,030	0,020	0,080	0,040	0,040	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1920	0,000	0,000	0,960	6,190	2,760	1,360	0,630	0,090	0,060	0,040	0,030	0,170
1921	0,230	2,490	9,860	5,350	8,850	1,600	1,330	0,010	0,240	0,040	0,160	0,110
1922	0,200	0,060	0,540	4,700	5,070	1,800	1,510	0,250	0,070	0,010	0,130	0,020
1923	0,070	1,040	2,240	4,130	3,060	0,400	0,310	0,030	0,040	0,010	0,010	0,000
1924	0,030	0,410	7,230	9,600	6,280	4,820	0,190	0,010	0,050	0,020	0,010	0,090
1925	0,100	0,280	1,280	5,480	4,220	0,520	0,250	0,030	0,150	0,020	0,010	0,010
1926	0,020	0,270	1,810	6,820	2,950	0,720	0,100	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000
1927	0,020	0,130	0,460	6,020	2,560	1,980	0,480	0,030	0,010	0,010	0,000	0,020
1928	0,040	0,110	0,300	1,720	0,480	0,290	0,040	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
1929	0,010	0,180	2,360	4,370	2,030	0,960	0,110	0,030	0,010	0,010	0,000	0,010
1930	0,030	0,020	0,090	0,860	0,210	0,460	0,080	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
1931	0,020	0,390	1,570	1,790	0,400	0,280	0,060	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000
1932	0,020	0,080	0,260	0,070	0,120	0,140	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1933	0,010	0,040	0,230	3,830	0,490	0,230	0,080	0,010	0,020	0,000	0,000	0,010
1934	0,070	0,320	4,170	4,690	4,320	1,320	0,000	0,050	0,020	0,010	0,030	0,080
1935	0,210	1,140	2,130	6,430	3,180	1,920	0,320	0,020	0,040	0,010	0,010	0,000
1936	0,010	0,060	0,110	0,100	0,420	0,170	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,040	0,160	1,120	3,480	1,460	0,600	0,100	0,140	0,030	0,010	0,020
1938	0,080	0,130	2,540	6,700	1,990	1,040	0,070	0,040	0,020	0,010	0,020	0,010
1939	0,050	2,270	5,260	5,550	2,780	0,830	0,470	0,080	0,150	0,140	0,040	0,010
1940	0,050	0,120	0,850	2,810	2,480	1,240	0,220	0,080	0,090	0,010	0,000	0,020
1941	0,000	0,040	0,370	1,040	0,310	0,080	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
1942	0,000	0,010	0,170	0,450	0,230	0,030	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010
1943	0,010	0,020	0,340	2,200	1,140	0,160	0,130	0,030	0,020	0,000	0,010	0,020
1944	0,030	0,030	0,310	1,030	1,940	0,330	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,070	2,420	3,060	8,150	5,340	1,280	0,270	0,010	0,040	0,010	0,030	0,010
1946	0,230	0,810	3,180	7,590	0,910	1,510	0,040	0,020	0,010	0,010	0,000	0,030
1947	0,020	0,250	3,160	3,590	3,270	0,880	0,690	0,020	0,020	0,000	0,130	0,160
1948	0,070	0,120	1,660	1,070	1,680	2,030	0,240	0,070	0,040	0,010	0,000	0,000
1949	0,000	0,170	8,970	16,620	7,780	9,160	0,330	0,270	0,040	0,010	0,070	0,020
1950	0,050	0,400	3,770	7,350	5,480	0,180	0,300	0,000	0,000	0,020	0,010	0,010
1951	0,010	0,010	0,010	0,180	0,080	0,180	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1952	0,010	0,020	0,670	4,550	1,070	0,340	0,060	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000
1953	0,010	0,030	0,280	0,990	0,900	0,490	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,040	0,290	0,440	1,120	0,550	0,030	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000
1955	0,020	0,050	0,240	1,760	1,100	0,160	0,030	0,010	0,000	0,010	0,000	0,020
1956	0,020	0,120	0,460	1,490	0,840	0,270	0,060	0,040	0,020	0,000	0,000	0,000
1957	0,030	0,020	0,770	7,710	1,520	0,200	0,080	0,020	0,010	0,010	0,000	0,010
1958	0,000	0,010	0,030	0,040	0,060	0,040	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,010	0,040	1,800	2,000	3,570	0,820	0,130	0,130	0,010	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,520	1,380	0,400	0,310	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,050	1,080	4,740	6,300	2,660	0,900	0,210	0,010	0,010	0,010	0,000	0,020
1962	0,120	0,200	0,070	0,970	0,880	0,140	0,030	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1963	0,050	0,350	2,330	1,550	1,050	0,100	0,140	0,010	0,000	0,000	0,070	0,030
1964	0,120	0,810	2,440	15,980	1,930	0,830	0,640	0,050	0,220	0,030	0,000	0,010
1965	0,080	0,010	0,540	2,820	5,240	3,170	0,190	0,010	0,010	0,020	0,000	0,000
1966	0,000	0,010	0,030	0,100	0,740	0,560	0,450	0,080	0,070	0,000	0,010	0,000
1967	0,000	0,850	3,990	4,010	2,660	1,340	0,600	0,080	0,100	0,030	0,000	0,000
1968	0,060	0,040	0,190	0,680	2,370	0,300	0,070	0,020	0,000	0,000	0,000	0,020
1969	0,010	0,010	0,450	3,010	1,540	1,390	1,120	0,180	0,010	0,010	0,000	0,000
1970	0,030	0,010	0,150	2,850	0,750	0,360	0,090	0,050	0,000	0,000	0,010	0,000
1971	0,020	0,050	0,470	0,880	2,010	1,380	2,520	0,010	0,000	0,090	0,010	0,030
1972	0,030	0,040	0,100	0,790	0,950	0,900	0,360	0,310	0,020	0,000	0,000	0,010
1973	0,060	0,540	2,590	7,440	5,780	2,500	1,290	0,110	0,150	0,000	0,020	0,000
1974	0,830	1,010	12,630	7,080	18,640	0,740	0,010	0,030	0,080	0,010	0,000	0,040
1975	0,050	0,200	1,300	2,150	6,730	1,090	3,270	0,010	0,150	0,000	0,000	0,080
1976	0,020	0,970	11,260	3,070	0,850	0,230	0,150	0,000	0,010	0,020	0,010	0,000
1977	0,100	0,210	1,120	2,840	1,830	2,230	2,160	0,090	0,040	0,020	0,000	0,000
1978	0,010	0,100	0,410	1,020	1,070	0,290	0,580	0,030	0,010	0,010	0,000	0,010
1979	0,010	0,020	0,080	0,080	0,240	0,090	0,000	0,020	0,020	0,000	0,000	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,010	0,250	0,560	0,190	0,190	0,190	0,070	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1981	0,000	0,000	0,330	0,410	0,220	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1982	0,020	0,040	0,240	0,970	0,260	0,250	0,130	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000
1983	0,000	0,030	0,120	0,070	0,100	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,010	0,200	2,060	4,790	1,980	1,250	0,240	0,080	0,020	0,000	0,000
1985	0,320	4,290	11,610	6,020	10,990	1,750	1,890	0,080	0,030	0,000	0,000	0,260
1986	0,230	1,180	9,010	5,500	3,230	3,500	0,170	0,140	0,010	0,010	0,020	0,010
1987	0,010	0,030	0,780	0,650	0,080	0,830	0,140	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,020	0,090	0,490	2,640	2,920	1,330	0,740	0,000	0,000	0,000	0,010	0,070
1989	0,130	0,080	0,300	1,330	1,300	1,720	1,050	0,260	0,130	0,010	0,000	0,040
1990	0,010	0,070	0,030	0,130	0,170	0,020	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,010	0,590	1,280	0,760	0,280	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1992	0,000	0,040	0,210	0,820	0,280	0,470	0,040	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,010	0,060	0,170	0,050	0,040	0,110	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,010	0,110	1,530	7,270	4,530	9,380	0,590	0,040	0,010	0,000	0,000	0,040
1995	0,050	0,340	3,290	15,110	3,060	2,150	0,550	0,000	0,000	0,020	0,010	0,000
1996	0,070	0,470	3,070	5,450	3,940	0,460	0,160	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,010	0,060	0,500	0,770	0,010	0,070	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,040	0,050	0,310	0,320	0,190	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,010	0,050	0,240	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,020	0,060	0,180	0,610	0,260	0,180	0,190	0,060	0,010	0,000	0,000	0,000
2001	0,010	0,010	0,030	0,130	0,020	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,020	0,000	0,050	0,350	0,530	0,060	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,010	0,230	2,620	6,060	1,500	0,350	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2004	0,360	2,570	2,520	0,600	0,060	0,900	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,010	0,010	0,050	0,170	0,670	0,290	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,050	0,250	0,670	0,860	0,150	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,010	0,150	0,260	0,840	0,430	0,520	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2008	0,020	0,000	0,170	1,650	0,740	0,120	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,020	0,030	0,090	3,110	5,170	1,610	0,930	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,020	0,010	0,020	0,050	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,020	0,030	0,220	0,490	0,260	0,240	0,200	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
2012	0,000	0,010	0,030	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 8. Pompeu Sobrinho

Tabela 45 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Pompeu Sobrinho

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,300	0,800	0,900	0,800	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1913	0,000	0,000	0,300	0,300	1,700	1,700	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1914	0,100	0,200	0,800	1,300	1,700	1,800	0,400	1,100	0,000	0,000	0,000	0,000
1915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1916	0,000	0,000	0,100	0,800	1,000	1,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1917	0,200	2,900	14,900	4,100	15,000	3,700	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1918	0,000	0,100	0,400	0,400	0,400	0,300	0,200	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000
1919	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1920	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,300	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1921	0,000	0,100	1,500	3,800	15,600	2,000	2,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1922	0,000	0,000	0,000	5,600	13,700	4,600	2,200	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000
1923	0,000	0,400	0,900	2,100	0,700	0,500	0,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1924	0,000	0,300	8,200	23,800	12,000	13,100	0,300	0,700	0,000	0,000	0,000	0,000
1925	0,000	0,100	3,100	40,400	1,800	0,200	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1926	0,000	0,000	0,300	0,900	1,300	0,300	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1927	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1928	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1929	0,000	0,000	0,100	0,900	2,100	0,700	0,800	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1930	0,000	0,000	0,100	0,200	0,100	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1931	0,000	0,000	0,100	0,300	0,200	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,000	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1934	0,000	0,000	0,200	1,400	8,200	1,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1935	0,000	0,000	0,000	0,700	1,700	2,100	0,400	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
1936	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1938	0,000	0,000	0,000	0,300	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1939	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1940	0,000	0,000	0,000	0,800	2,700	1,300	0,900	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
1941	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1943	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1944	0,000	0,000	0,000	0,100	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,000	0,000	0,000	0,100	0,700	0,500	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1946	0,000	0,000	0,100	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1947	0,000	0,000	0,000	0,300	0,300	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1948	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1949	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1950	0,000	0,000	0,000	2,300	2,500	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1951	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1956	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1958	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,100	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,000	0,100	1,300	6,600	5,100	0,900	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1962	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1963	0,000	0,000	0,300	0,900	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1964	0,000	0,000	0,500	3,900	19,300	1,600	0,500	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
1965	0,000	0,000	0,000	0,500	0,600	1,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1966	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1967	0,000	0,000	0,000	0,600	1,600	0,400	0,400	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
1968	0,000	0,000	0,100	0,300	0,800	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1969	0,000	0,000	0,100	0,300	0,500	1,900	2,500	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000
1970	0,000	0,000	0,100	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1971	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,200	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1972	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1973	0,000	0,000	0,000	1,000	1,900	0,800	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1974	0,100	0,600	4,300	24,200	8,300	4,000	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1975	0,000	0,000	0,200	0,300	0,600	0,600	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1976	0,000	0,000	0,100	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1977	0,000	0,000	0,000	0,100	0,600	1,000	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1978	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1981	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1982	0,000	0,000	0,000	0,200	1,100	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1983	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1985	0,000	0,000	0,600	4,200	2,000	1,200	0,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1986	0,000	0,000	0,400	2,500	3,500	1,400	0,600	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000
1987	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,000	0,000	0,000	0,200	1,500	0,900	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1989	0,000	0,000	0,000	0,300	2,500	0,900	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1990	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1995	0,000	0,000	0,000	0,200	2,400	0,300	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1996	0,000	0,000	0,100	1,800	1,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,300	0,100	0,200	0,400	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
2001	0,000	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,000	0,100	0,100	0,800	0,800	0,200	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,000	0,000	0,300	1,800	0,700	2,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2004	0,300	2,400	4,200	3,700	1,600	1,700	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,000	0,500	0,900	0,600	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,100	0,300	1,200	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,000	0,000	0,000	0,900	5,100	2,500	0,800	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,000	0,000	0,000	0,200	0,200	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 9. Cocó

Tabela 46 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Cocó

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,030	1,332	16,767	1,412	4,943	2,441	0,525	0,555	0,172	0,081	0,000	0,071
1913	0,020	1,695	7,516	5,034	3,723	2,038	0,636	0,383	0,313	0,091	0,111	0,101
1914	0,585	1,725	2,694	5,196	3,279	3,713	1,059	0,847	0,141	0,020	0,071	0,000
1915	0,030	0,202	0,091	0,131	0,161	0,040	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1916	0,030	0,061	0,464	2,310	1,856	1,039	0,000	0,000	0,030	0,000	0,081	0,192
1917	2,593	10,321	10,704	11,340	8,212	1,735	0,151	0,141	0,081	0,000	0,141	0,141
1918	0,172	1,291	2,411	3,148	5,589	1,402	0,202	0,575	0,091	0,020	0,010	0,030
1919	0,151	0,061	0,111	0,111	0,061	0,030	0,040	0,020	0,020	0,000	0,000	0,010
1920	0,000	0,010	0,666	2,411	2,411	1,503	0,545	0,172	0,131	0,030	0,081	0,404
1921	0,535	1,806	7,445	8,505	6,568	2,563	1,453	0,010	0,565	0,262	0,656	0,424
1922	0,404	0,242	0,736	4,389	5,861	3,238	2,209	0,454	0,050	0,000	0,202	0,010
1923	0,202	1,059	1,604	2,159	1,836	0,484	0,343	0,000	0,061	0,000	0,020	0,000
1924	0,262	0,979	6,164	6,618	9,796	3,561	0,161	0,000	0,091	0,333	0,050	0,202
1925	0,444	0,706	1,604	6,487	4,247	0,454	0,192	0,081	0,515	0,121	0,040	0,050
1926	0,121	0,636	1,755	6,376	2,573	0,222	0,111	0,000	0,010	0,010	0,030	0,010
1927	0,040	0,192	0,525	5,095	2,603	1,130	0,585	0,010	0,000	0,010	0,020	0,111
1928	0,151	0,141	0,636	2,835	0,807	0,858	0,040	0,000	0,050	0,050	0,010	0,020
1929	0,091	0,736	2,875	5,317	1,897	0,565	0,081	0,061	0,030	0,030	0,000	0,020
1930	0,091	0,050	0,091	0,999	0,182	0,504	0,030	0,000	0,000	0,020	0,000	0,010
1931	0,081	0,747	1,312	1,655	0,464	0,222	0,061	0,040	0,020	0,000	0,000	0,010
1932	0,040	0,111	0,545	0,131	0,151	0,252	0,050	0,020	0,040	0,010	0,010	0,000
1933	0,040	0,071	0,222	2,855	0,696	0,071	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
1934	0,050	0,353	3,652	3,612	5,468	1,231	0,000	0,000	0,030	0,000	0,121	0,202
1935	0,272	0,938	3,400	12,096	5,801	2,744	0,858	0,000	0,020	0,010	0,010	0,010
1936	0,030	0,212	0,131	0,081	0,424	0,131	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,081	0,111	0,847	2,926	1,725	0,212	0,040	0,081	0,010	0,000	0,010
1938	0,071	0,101	2,573	6,073	0,837	0,474	0,000	0,010	0,000	0,010	0,020	0,000
1939	0,040	1,846	2,956	5,276	3,803	0,908	0,404	0,050	0,121	0,242	0,000	0,020
1940	0,182	0,172	1,140	4,389	4,520	0,434	0,212	0,030	0,010	0,000	0,000	0,020
1941	0,010	0,061	0,383	0,666	0,131	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,020	0,161	0,161	0,121	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1943	0,020	0,010	0,393	2,815	0,706	0,040	0,071	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
1944	0,020	0,010	0,434	0,757	2,845	0,121	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,061	1,412	2,280	5,690	4,943	1,120	0,282	0,010	0,040	0,010	0,050	0,020
1946	0,444	0,686	2,240	5,428	0,757	1,180	0,010	0,020	0,000	0,010	0,000	0,071
1947	0,232	0,232	2,189	5,075	3,602	0,272	0,464	0,000	0,000	0,000	0,192	0,061
1948	0,071	0,101	0,797	0,504	1,170	1,029	0,212	0,050	0,020	0,020	0,000	0,010
1949	0,010	0,313	5,478	14,770	8,606	2,784	0,535	0,605	0,040	0,020	0,151	0,040
1950	0,050	0,474	2,411	7,234	4,257	0,111	0,323	0,000	0,000	0,010	0,020	0,030
1951	0,030	0,030	0,111	0,414	0,141	0,414	0,010	0,000	0,000	0,010	0,020	0,030
1952	0,040	0,091	0,767	3,440	1,483	0,363	0,071	0,061	0,010	0,010	0,000	0,010
1953	0,020	0,081	0,363	0,767	0,424	0,333	0,061	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1954	0,010	0,061	0,313	0,252	0,515	0,151	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
1955	0,030	0,071	0,222	0,918	0,918	0,232	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,061
1956	0,030	0,202	0,424	1,332	0,504	0,081	0,030	0,030	0,020	0,000	0,000	0,010
1957	0,061	0,030	1,059	4,338	1,090	0,091	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000	0,020
1958	0,050	0,030	0,081	0,050	0,061	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,020	0,040	0,595	0,646	1,090	0,303	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,434	0,878	0,131	0,182	0,030	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010
1961	0,040	0,706	2,280	6,184	2,199	0,434	0,262	0,010	0,010	0,020	0,020	0,071
1962	0,161	0,172	3,228	6,295	2,038	1,352	0,363	0,050	0,061	0,030	0,131	0,030
1963	0,827	2,149	11,975	9,261	3,117	0,272	0,595	0,172	0,030	0,010	0,282	0,999
1964	2,744	5,872	8,273	14,689	5,559	2,139	1,301	0,101	0,625	0,091	0,030	0,030
1965	0,202	0,121	0,888	4,893	3,813	4,550	0,847	0,061	0,091	0,101	0,000	0,030
1966	0,010	0,081	0,091	0,373	0,948	0,646	0,303	0,040	0,081	0,010	0,010	0,020
1967	0,020	0,726	5,407	4,691	5,246	1,967	0,504	0,101	0,141	0,061	0,010	0,071
1968	0,161	0,151	0,948	2,199	4,378	0,837	0,414	0,050	0,030	0,020	0,000	0,172
1969	0,061	0,111	0,646	2,845	2,724	1,322	1,725	0,293	0,081	0,101	0,010	0,030
1970	0,293	0,111	0,807	2,462	0,424	0,212	0,172	0,101	0,010	0,010	0,050	0,030
1971	0,202	0,353	1,876	2,573	5,478	4,419	3,935	0,454	0,010	0,343	0,131	0,101
1972	0,071	0,333	0,605	1,342	2,109	1,655	0,736	0,585	0,030	0,030	0,010	0,040
1973	0,474	1,422	7,455	9,554	7,970	5,115	4,015	0,625	0,242	0,061	0,040	0,050
1974	2,078	2,482	9,816	20,974	9,514	5,831	0,464	0,212	0,293	0,192	0,091	0,383
1975	0,757	1,977	6,063	6,013	4,943	3,380	2,643	0,061	0,303	0,040	0,030	0,303
1976	0,222	2,381	4,328	5,791	0,999	0,575	0,141	0,061	0,020	0,313	0,050	0,010
1977	0,393	0,948	3,047	4,570	4,227	4,409	3,571	0,050	0,010	0,172	0,010	0,010
1978	0,081	0,424	0,817	1,453	1,917	0,615	0,827	0,081	0,020	0,050	0,020	0,010
1979	0,081	0,161	0,565	0,404	1,281	0,293	0,040	0,050	0,161	0,020	0,020	0,010





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA ESTATÍSTICA E ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,091	0,969	0,827	0,212	0,373	0,303	0,000	0,000	0,020	0,010	0,000	0,000
1981	0,020	0,020	0,757	0,585	0,212	0,061	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,030
1982	0,030	0,131	0,545	1,190	0,979	0,182	0,081	0,010	0,010	0,030	0,000	0,000
1983	0,010	0,121	0,525	0,182	0,182	0,030	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1984	0,010	0,030	0,272	0,948	2,805	2,623	0,525	0,383	0,081	0,061	0,010	0,040
1985	0,555	4,459	6,356	10,270	7,738	3,027	1,533	0,192	0,050	0,000	0,010	0,565
1986	0,393	2,532	9,746	7,314	1,806	2,068	0,272	0,061	0,020	0,010	0,010	0,030
1987	0,040	0,101	2,129	1,211	0,111	1,503	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,131	0,414	2,260	5,307	2,593	1,301	0,333	0,010	0,050	0,010	0,020	0,232
1989	0,242	0,182	0,969	4,015	2,209	3,541	0,847	0,182	0,050	0,000	0,020	0,071
1990	0,030	0,172	0,151	0,242	0,464	0,101	0,262	0,010	0,010	0,000	0,020	0,010
1991	0,030	0,101	1,402	1,957	1,776	0,293	0,000	0,010	0,000	0,040	0,000	0,000
1992	0,020	0,293	0,979	0,928	0,575	0,555	0,020	0,000	0,050	0,000	0,010	0,000
1993	0,020	0,040	0,232	0,242	0,071	0,050	0,131	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,030	0,141	0,868	5,155	5,670	7,768	0,747	0,020	0,061	0,040	0,000	0,363
1995	0,252	0,787	1,665	9,544	8,313	2,169	0,858	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010
1996	0,293	1,029	4,389	6,356	4,035	0,474	0,172	0,141	0,020	0,010	0,030	0,030
1997	0,040	0,040	0,212	0,636	1,130	0,020	0,121	0,010	0,000	0,000	0,040	0,030
1998	0,353	0,202	1,029	0,686	0,363	0,182	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,020	0,061	0,252	0,757	1,513	0,222	0,000	0,010	0,020	0,000	0,010	0,030
2000	0,242	0,414	1,201	4,832	2,068	1,342	1,443	1,503	1,069	0,000	0,010	0,020
2001	0,373	0,494	0,797	7,304	1,180	1,049	0,111	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010
2002	0,747	0,272	2,603	6,396	4,590	2,119	1,100	0,020	0,010	0,020	0,030	0,000
2003	0,272	1,231	3,844	7,950	3,047	2,290	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,020
2004	0,847	3,511	5,952	1,735	0,545	1,876	1,009	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
2005	0,020	0,040	0,212	0,313	1,120	0,888	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,071	0,323	1,836	3,884	1,977	0,343	0,040	0,010	0,010	0,000	0,020
2007	0,061	0,676	0,979	2,875	1,554	0,938	0,101	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010
2008	0,141	0,081	0,525	3,713	1,977	1,150	0,020	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,061	0,575	3,228	6,880	5,175	3,329	2,805	0,212	0,020	0,000	0,040	0,020
2010	0,172	0,091	0,515	1,049	0,404	0,262	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
2011	0,817	1,533	3,228	5,004	2,341	1,776	0,706	0,192	0,000	0,313	0,030	0,010
2012	0,030	0,444	0,918	1,180	0,373	0,747	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010



## 10. Gavião

Tabela 47 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Gavião

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,030	1,320	16,620	1,400	4,900	2,420	0,520	0,550	0,170	0,080	0,000	0,070
1913	0,020	1,680	7,450	4,990	3,690	2,020	0,630	0,380	0,310	0,090	0,110	0,100
1914	0,580	1,710	2,670	5,150	3,250	3,680	1,050	0,840	0,140	0,020	0,070	0,000
1915	0,030	0,200	0,090	0,130	0,160	0,040	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1916	0,030	0,060	0,460	2,290	1,840	1,030	0,000	0,000	0,030	0,000	0,080	0,190
1917	2,570	10,230	10,610	11,240	8,140	1,720	0,150	0,140	0,080	0,000	0,140	0,140
1918	0,170	1,280	2,390	3,120	5,540	1,390	0,200	0,570	0,090	0,020	0,010	0,030
1919	0,150	0,060	0,110	0,110	0,060	0,030	0,040	0,020	0,020	0,000	0,000	0,010
1920	0,000	0,010	0,660	2,390	2,390	1,490	0,540	0,170	0,130	0,030	0,080	0,400
1921	0,530	1,790	7,380	8,430	6,510	2,540	1,440	0,010	0,560	0,260	0,650	0,420
1922	0,400	0,240	0,730	4,350	5,810	3,210	2,190	0,450	0,050	0,000	0,200	0,010
1923	0,200	1,050	1,590	2,140	1,820	0,480	0,340	0,000	0,060	0,000	0,020	0,000
1924	0,260	0,970	6,110	6,560	9,710	3,530	0,160	0,000	0,090	0,330	0,050	0,200
1925	0,440	0,700	1,590	6,430	4,210	0,450	0,190	0,080	0,510	0,120	0,040	0,050
1926	0,120	0,630	1,740	6,320	2,550	0,220	0,110	0,000	0,010	0,010	0,030	0,010
1927	0,040	0,190	0,520	5,050	2,580	1,120	0,580	0,010	0,000	0,010	0,020	0,110
1928	0,150	0,140	0,630	2,810	0,800	0,850	0,040	0,000	0,050	0,050	0,010	0,020
1929	0,090	0,730	2,850	5,270	1,880	0,560	0,080	0,060	0,030	0,030	0,000	0,020
1930	0,090	0,050	0,090	0,990	0,180	0,500	0,030	0,000	0,000	0,020	0,000	0,010
1931	0,080	0,740	1,300	1,640	0,460	0,220	0,060	0,040	0,020	0,000	0,000	0,010
1932	0,040	0,110	0,540	0,130	0,150	0,250	0,050	0,020	0,040	0,010	0,010	0,000
1933	0,040	0,070	0,220	2,830	0,690	0,070	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
1934	0,050	0,350	3,620	3,580	5,420	1,220	0,000	0,000	0,030	0,000	0,120	0,200
1935	0,270	0,930	3,370	11,990	5,750	2,720	0,850	0,000	0,020	0,010	0,010	0,010
1936	0,030	0,210	0,130	0,080	0,420	0,130	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,080	0,110	0,840	2,900	1,710	0,210	0,040	0,080	0,010	0,000	0,010
1938	0,070	0,100	2,550	6,020	0,830	0,470	0,000	0,010	0,000	0,010	0,020	0,000
1939	0,040	1,830	2,930	5,230	3,770	0,900	0,400	0,050	0,120	0,240	0,000	0,020
1940	0,180	0,170	1,130	4,350	4,480	0,430	0,210	0,030	0,010	0,000	0,000	0,020
1941	0,010	0,060	0,380	0,660	0,130	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,020	0,160	0,160	0,120	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1943	0,020	0,010	0,390	2,790	0,700	0,040	0,070	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
1944	0,020	0,010	0,430	0,750	2,820	0,120	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,060	1,400	2,260	5,640	4,900	1,110	0,280	0,010	0,040	0,010	0,050	0,020
1946	0,440	0,680	2,220	5,380	0,750	1,170	0,010	0,020	0,000	0,010	0,000	0,070
1947	0,230	0,230	2,170	5,030	3,570	0,270	0,460	0,000	0,000	0,000	0,190	0,060
1948	0,070	0,100	0,790	0,500	1,160	1,020	0,210	0,050	0,020	0,020	0,000	0,010
1949	0,010	0,310	5,430	14,640	8,530	2,760	0,530	0,600	0,040	0,020	0,150	0,040
1950	0,050	0,470	2,390	7,170	4,220	0,110	0,320	0,000	0,000	0,010	0,020	0,030
1951	0,030	0,030	0,110	0,410	0,140	0,410	0,010	0,000	0,000	0,010	0,020	0,030
1952	0,040	0,090	0,760	3,410	1,470	0,360	0,070	0,060	0,010	0,010	0,000	0,010
1953	0,020	0,080	0,360	0,760	0,420	0,330	0,060	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1954	0,010	0,060	0,310	0,250	0,510	0,150	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
1955	0,030	0,070	0,220	0,910	0,910	0,230	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000	0,060
1956	0,030	0,200	0,420	1,320	0,500	0,080	0,030	0,030	0,020	0,000	0,000	0,010
1957	0,060	0,030	1,050	4,300	1,080	0,090	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000	0,020
1958	0,050	0,030	0,080	0,050	0,060	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,020	0,040	0,590	0,640	1,080	0,300	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,430	0,870	0,130	0,180	0,030	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010
1961	0,040	0,700	2,260	6,130	2,180	0,430	0,260	0,010	0,010	0,020	0,020	0,070
1962	0,160	0,170	3,200	6,240	2,020	1,340	0,360	0,050	0,060	0,030	0,130	0,030
1963	0,820	2,130	11,870	9,180	3,090	0,270	0,590	0,170	0,030	0,010	0,280	0,990
1964	2,720	5,820	8,200	14,560	5,510	2,120	1,290	0,100	0,620	0,090	0,030	0,030
1965	0,200	0,120	0,880	4,850	3,780	4,510	0,840	0,060	0,090	0,100	0,000	0,030
1966	0,010	0,080	0,090	0,370	0,940	0,640	0,300	0,040	0,080	0,010	0,010	0,020
1967	0,020	0,720	5,360	4,650	5,200	1,950	0,500	0,100	0,140	0,060	0,010	0,070
1968	0,160	0,150	0,940	2,180	4,340	0,830	0,410	0,050	0,030	0,020	0,000	0,170
1969	0,060	0,110	0,640	2,820	2,700	1,310	1,710	0,290	0,080	0,100	0,010	0,030
1970	0,290	0,110	0,800	2,440	0,420	0,210	0,170	0,100	0,010	0,010	0,050	0,030
1971	0,200	0,350	1,860	2,550	5,430	4,380	3,900	0,450	0,010	0,340	0,130	0,100
1972	0,070	0,330	0,600	1,330	2,090	1,640	0,730	0,580	0,030	0,030	0,010	0,040
1973	0,470	1,410	7,390	9,470	7,900	5,070	3,980	0,620	0,240	0,060	0,040	0,050
1974	2,060	2,460	9,730	20,790	9,430	5,780	0,460	0,210	0,290	0,190	0,090	0,380
1975	0,750	1,960	6,010	5,960	4,900	3,350	2,620	0,060	0,300	0,040	0,030	0,300
1976	0,220	2,360	4,290	5,740	0,990	0,570	0,140	0,060	0,020	0,310	0,050	0,010
1977	0,390	0,940	3,020	4,530	4,190	4,370	3,540	0,050	0,010	0,170	0,010	0,010
1978	0,080	0,420	0,810	1,440	1,900	0,610	0,820	0,080	0,020	0,050	0,020	0,010
1979	0,080	0,160	0,560	0,400	1,270	0,290	0,040	0,050	0,160	0,020	0,020	0,010

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,090	0,960	0,820	0,210	0,370	0,300	0,000	0,000	0,020	0,010	0,000	0,000
1981	0,020	0,020	0,750	0,580	0,210	0,060	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,030
1982	0,030	0,130	0,540	1,180	0,970	0,180	0,080	0,010	0,010	0,030	0,000	0,000
1983	0,010	0,120	0,520	0,180	0,180	0,030	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1984	0,010	0,030	0,270	0,940	2,780	2,600	0,520	0,380	0,080	0,060	0,010	0,040
1985	0,550	4,420	6,300	10,180	7,670	3,000	1,520	0,190	0,050	0,000	0,010	0,560
1986	0,390	2,510	9,660	7,250	1,790	2,050	0,270	0,060	0,020	0,010	0,010	0,030
1987	0,040	0,100	2,110	1,200	0,110	1,490	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,130	0,410	2,240	5,260	2,570	1,290	0,330	0,010	0,050	0,010	0,020	0,230
1989	0,240	0,180	0,960	3,980	2,190	3,510	0,840	0,180	0,050	0,000	0,020	0,070
1990	0,030	0,170	0,150	0,240	0,460	0,100	0,260	0,010	0,010	0,000	0,020	0,010
1991	0,030	0,100	1,390	1,940	1,760	0,290	0,000	0,010	0,000	0,040	0,000	0,000
1992	0,020	0,290	0,970	0,920	0,570	0,550	0,020	0,000	0,050	0,000	0,010	0,000
1993	0,020	0,040	0,230	0,240	0,070	0,050	0,130	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,030	0,140	0,860	5,110	5,620	7,700	0,740	0,020	0,060	0,040	0,000	0,360
1995	0,250	0,780	1,650	9,460	8,240	2,150	0,850	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010
1996	0,290	1,020	4,350	6,300	4,000	0,470	0,170	0,140	0,020	0,010	0,030	0,030
1997	0,040	0,040	0,210	0,630	1,120	0,020	0,120	0,010	0,000	0,000	0,040	0,030
1998	0,350	0,200	1,020	0,680	0,360	0,180	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,020	0,060	0,250	0,750	1,500	0,220	0,000	0,010	0,020	0,000	0,010	0,030
2000	0,240	0,410	1,190	4,790	2,050	1,330	1,430	1,490	1,060	0,000	0,010	0,020
2001	0,370	0,490	0,790	7,240	1,170	1,040	0,110	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010
2002	0,740	0,270	2,580	6,340	4,550	2,100	1,090	0,020	0,010	0,020	0,030	0,000
2003	0,270	1,220	3,810	7,880	3,020	2,270	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,020
2004	0,840	3,480	5,900	1,720	0,540	1,860	1,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
2005	0,020	0,040	0,210	0,310	1,110	0,880	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,070	0,320	1,820	3,850	1,960	0,340	0,040	0,010	0,010	0,000	0,020
2007	0,060	0,670	0,970	2,850	1,540	0,930	0,100	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010
2008	0,140	0,080	0,520	3,680	1,960	1,140	0,020	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,060	0,570	3,200	6,820	5,130	3,300	2,780	0,210	0,020	0,000	0,040	0,020
2010	0,170	0,090	0,510	1,040	0,400	0,260	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
2011	0,810	1,520	3,200	4,960	2,320	1,760	0,700	0,190	0,000	0,310	0,030	0,010
2012	0,030	0,440	0,910	1,170	0,370	0,740	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010

## 11. Germinal

Tabela 48 - Vazões afluentes em m³/s – Reservatório Germinal

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	0,090	3,759	35,997	116,112	52,508	13,052	5,924	0,090	0,000	0,571	0,090	0,962
1962	3,308	4,842	24,239	25,833	17,352	9,413	2,677	0,361	0,932	0,060	0,632	0,692
1963	8,541	34,043	183,536	136,622	60,507	4,361	3,729	0,180	0,030	0,060	3,067	7,669
1964	52,087	204,738	182,303	289,634	128,562	52,417	22,044	3,218	6,857	2,045	0,241	0,992
1965	3,639	2,105	20,931	135,509	108,143	124,322	43,245	1,564	1,353	1,985	0,030	0,842
1966	0,361	3,128	5,233	15,097	24,389	13,202	10,886	1,744	2,255	0,301	0,361	0,692
1967	0,481	12,931	58,763	121,285	135,359	39,306	10,526	2,526	1,654	1,233	0,150	0,692
1968	2,707	1,804	25,622	54,793	112,383	7,308	4,812	0,301	0,030	0,150	0,060	2,797
1969	2,827	4,180	43,426	238,480	110,158	76,656	88,295	19,157	4,240	5,142	1,022	2,526
1970	12,510	9,533	68,356	146,636	53,290	29,081	11,067	6,135	0,541	1,053	1,714	1,564
1971	9,503	22,765	111,361	158,305	172,138	136,321	107,271	12,721	1,474	7,789	2,195	2,556
1972	3,158	5,684	13,202	28,299	36,328	22,104	15,999	4,571	1,203	0,632	0,331	1,203
1973	5,594	22,675	88,655	198,693	114,789	115,421	48,448	7,398	2,887	0,662	0,812	0,782
1974	52,838	78,641	240,885	352,697	214,842	69,770	16,390	6,947	8,150	2,526	0,932	7,308
1975	7,067	23,186	103,512	123,209	162,756	61,951	46,884	4,331	5,443	1,053	2,135	10,135
1976	5,924	33,532	81,859	111,180	18,014	7,458	2,045	2,436	0,632	5,052	1,083	0,241
1977	5,804	13,804	87,392	98,038	81,588	132,893	85,287	5,443	1,714	1,744	0,782	0,692
1978	1,143	7,759	16,721	44,328	81,258	20,660	23,848	1,895	1,624	2,105	1,022	0,902
1979	2,376	5,594	17,292	24,119	26,404	8,030	1,233	2,165	3,699	0,060	0,241	0,150
1980	1,383	28,900	30,675	14,104	10,435	6,887	0,872	0,391	1,053	0,541	0,180	0,271
1981	0,782	0,541	20,690	8,120	4,000	0,992	0,030	0,120	0,030	0,030	0,030	0,662
1982	0,932	2,616	9,383	20,570	25,051	6,496	3,458	1,263	0,692	0,632	0,451	0,361
1983	0,120	4,481	16,089	8,661	6,706	1,534	0,271	0,150	0,030	0,241	0,030	0,120
1984	0,481	2,075	15,608	56,928	102,850	63,695	22,014	12,601	4,511	4,842	0,692	1,413
1985	17,322	127,239	227,353	208,948	212,015	102,850	43,576	8,420	3,759	1,143	0,030	7,338
1986	11,969	46,282	206,091	214,632	114,578	57,349	14,195	8,090	3,458	3,158	4,060	2,225
1987	1,624	6,135	38,494	31,607	10,044	45,140	9,443	0,271	0,421	0,030	0,992	0,030
1988	5,173	11,307	25,442	110,549	123,661	38,073	12,390	0,271	2,045	0,752	1,173	4,571
1989	7,879	2,677	11,909	52,959	67,634	65,439	41,922	6,887	2,616	0,932	0,241	6,526
1990	1,955	4,120	4,150	8,270	9,232	3,278	4,661	0,451	0,481	0,030	0,180	0,060
1991	0,692	2,015	22,194	29,081	39,396	6,105	1,564	0,060	0,000	0,150	0,000	0,000
1992	0,722	7,729	23,126	31,847	8,691	4,451	0,000	0,000	0,421	0,000	0,060	0,000
1993	0,271	0,511	2,135	1,022	0,301	0,030	0,180	0,030	0,000	0,030	0,000	0,030

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	0,211	1,474	14,255	73,739	120,954	179,416	16,270	0,000	1,203	0,481	0,241	8,691
1995	6,887	10,826	25,923	145,313	257,035	47,365	19,818	0,000	0,000	0,000	0,571	0,481
1996	10,496	35,276	119,601	184,318	104,955	2,977	0,000	5,985	0,662	0,361	0,541	0,662
1997	0,782	1,474	11,247	24,449	35,817	0,601	1,022	0,481	0,000	0,000	0,150	1,203
1998	8,481	3,158	11,187	10,917	2,857	1,233	0,481	0,571	0,000	0,000	0,060	0,060
1999	0,120	0,481	6,225	14,946	39,516	4,451	0,000	0,000	0,391	0,090	0,000	0,962
2000	7,879	15,097	51,064	247,411	58,883	30,975	36,569	36,509	16,059	0,000	0,842	0,932
2001	7,879	6,466	27,697	166,485	20,119	45,621	4,060	0,000	0,000	0,000	0,391	0,511
2002	21,412	6,225	63,965	223,473	117,044	47,576	11,458	3,699	0,451	0,632	0,962	0,932
2003	8,841	29,712	99,301	149,824	82,460	47,185	0,000	0,692	0,000	0,000	0,000	0,120
2004	26,825	107,992	88,265	34,374	12,751	58,462	23,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
2005	0,812	1,684	6,105	16,931	50,042	26,494	1,323	0,000	0,000	0,000	0,000	0,211
2006	0,150	2,346	14,585	68,266	104,023	33,652	4,300	0,000	0,000	0,000	0,060	0,271
2007	0,752	6,797	19,397	62,071	19,818	19,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,662
2008	1,955	0,782	15,969	98,489	48,087	26,013	2,436	0,301	0,000	0,030	0,000	0,000
2009	3,098	15,277	84,385	263,320	118,999	92,595	66,161	4,661	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	1,383	0,662	4,421	10,135	5,082	1,714	0,421	0,000	0,000	0,000	0,000	0,180
2011	6,857	24,991	50,282	92,415	59,274	15,458	29,893	2,496	0,000	3,218	0,271	0,000
2012	0,812	10,285	12,871	10,105	1,804	1,955	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 12. Itapebussu

Tabela 49 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Itapebussu

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,030	0,490	4,040	3,410	0,860	0,130	0,290	0,120	0,030	0,000	0,000
1913	0,020	0,900	9,570	1,160	3,300	1,470	0,740	0,360	0,150	0,380	0,040	0,510
1914	1,030	2,270	3,630	4,950	3,350	3,710	0,790	0,740	0,040	0,010	0,010	0,000
1915	0,010	0,020	0,020	0,060	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1916	0,010	0,030	0,670	1,600	1,350	1,070	0,010	0,000	0,000	0,010	0,030	0,070
1917	0,950	6,310	3,950	10,460	0,900	2,400	0,250	0,100	0,080	0,030	0,060	0,050
1918	0,060	0,550	5,720	4,160	6,800	0,610	0,130	0,240	0,060	0,010	0,010	0,080
1919	0,010	0,030	0,040	0,050	0,050	0,020	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1920	0,000	0,000	0,630	2,390	2,110	0,940	0,370	0,090	0,050	0,020	0,060	0,150
1921	0,180	1,210	11,680	1,130	9,750	0,260	0,500	0,000	0,040	0,020	0,020	0,010
1922	0,030	0,040	0,100	1,240	2,560	1,350	0,980	0,140	0,040	0,000	0,030	0,010
1923	0,050	0,450	1,210	3,620	0,940	0,570	0,410	0,040	0,060	0,020	0,010	0,000
1924	0,310	1,440	8,660	5,310	41,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1925	0,000	0,000	0,030	0,580	1,470	0,240	0,030	0,010	0,070	0,010	0,010	0,010
1926	0,010	0,230	7,440	10,100	4,660	0,400	0,140	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000
1927	0,040	0,100	0,310	7,020	1,860	1,390	0,600	0,040	0,030	0,010	0,010	0,020
1928	0,050	0,070	0,350	2,070	0,580	0,340	0,060	0,000	0,030	0,020	0,000	0,010
1929	0,020	0,200	3,810	5,130	2,000	0,970	0,230	0,070	0,030	0,030	0,010	0,010
1930	0,030	0,020	0,080	0,290	0,130	0,170	0,040	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
1931	0,000	0,120	0,590	1,610	0,420	0,410	0,050	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000
1932	0,010	0,010	0,050	0,020	0,020	0,050	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,010	0,030	0,210	7,600	0,640	0,240	0,060	0,010	0,010	0,000	0,010	0,020
1934	0,100	1,120	37,380	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1935	0,000	0,020	0,200	2,580	3,700	2,500	0,470	0,090	0,020	0,010	0,000	0,000
1936	0,030	0,130	0,140	0,370	1,660	0,810	0,100	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,030	0,270	2,860	4,120	1,450	0,430	0,080	0,070	0,020	0,010	0,020
1938	0,050	0,050	2,190	12,990	0,370	0,450	0,100	0,030	0,010	0,000	0,000	0,010
1939	0,030	1,740	14,040	0,280	1,500	0,480	0,460	0,260	0,090	0,110	0,040	0,010
1940	0,120	0,220	3,170	12,270	0,900	2,470	0,740	0,120	0,050	0,040	0,000	0,010
1941	0,010	0,010	0,170	1,100	0,800	0,130	0,050	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010
1942	0,000	0,060	0,230	0,790	0,730	0,100	0,050	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
1943	0,010	0,020	0,150	1,120	0,310	0,180	0,080	0,020	0,000	0,000	0,010	0,010
1944	0,020	0,010	0,080	0,410	2,240	0,660	0,200	0,010	0,010	0,020	0,000	0,020



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,070	1,470	6,780	3,830	22,550	0,010	0,060	0,020	0,000	0,010	0,000	0,020
1946	0,170	0,690	5,080	4,940	1,820	1,730	0,070	0,020	0,020	0,000	0,000	0,020
1947	0,040	0,040	0,500	1,180	1,130	0,300	0,050	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000
1948	0,000	0,010	0,210	0,400	1,460	0,630	0,410	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1949	0,000	0,020	0,720	6,040	6,480	2,310	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000
1950	0,000	0,080	0,620	3,420	1,060	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1951	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,000	0,010	0,020	0,070	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,010	0,020	0,020	0,200	0,360	0,130	0,020	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
1956	0,000	0,060	0,630	2,040	1,400	0,270	0,080	0,060	0,030	0,010	0,000	0,010
1957	0,050	0,010	0,730	8,920	1,280	0,170	0,270	0,050	0,030	0,020	0,000	0,020
1958	0,000	0,000	0,010	0,020	0,030	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,010	0,290	0,230	0,940	0,990	0,120	0,120	0,010	0,010	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,130	0,150	0,070	0,050	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,020	0,630	2,090	1,790	0,920	0,190	0,100	0,040	0,020	0,010	0,000	0,000
1962	0,010	0,030	0,830	7,090	0,650	0,530	0,210	0,070	0,050	0,010	0,020	0,030
1963	0,230	0,790	7,870	1,670	1,050	0,350	0,060	0,020	0,000	0,000	0,040	0,150
1964	0,990	6,220	3,170	20,640	0,070	0,470	0,380	0,090	0,100	0,030	0,000	0,010
1965	0,020	0,010	0,120	1,490	2,430	2,420	0,840	0,040	0,050	0,040	0,000	0,010
1966	0,010	0,040	0,100	0,640	0,950	0,970	0,530	0,160	0,100	0,000	0,010	0,010
1967	0,010	0,360	1,630	7,580	2,320	1,640	0,440	0,170	0,010	0,010	0,000	0,010
1968	0,030	0,070	1,310	3,790	3,280	0,360	0,300	0,060	0,000	0,010	0,000	0,030
1969	0,040	0,070	1,580	13,000	0,480	3,110	1,980	0,600	0,080	0,060	0,020	0,030
1970	0,270	0,180	2,780	11,980	0,520	0,870	0,340	0,110	0,010	0,020	0,030	0,020
1971	0,120	0,360	4,130	4,700	5,770	3,510	2,890	0,270	0,020	0,200	0,050	0,060
1972	0,040	0,060	0,400	0,580	1,080	0,840	0,770	0,230	0,050	0,020	0,010	0,020
1973	0,070	0,470	2,180	5,920	3,300	3,580	1,130	0,080	0,170	0,030	0,010	0,020
1974	1,350	3,960	5,200	45,870	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1975	0,000	0,020	0,370	2,450	2,560	1,620	1,120	0,220	0,140	0,050	0,030	0,200
1976	0,070	0,590	3,130	3,980	0,320	0,410	0,130	0,040	0,010	0,030	0,030	0,000
1977	0,060	0,220	1,290	3,690	2,740	3,860	1,230	0,150	0,040	0,040	0,010	0,030
1978	0,010	0,140	0,420	1,920	2,340	0,500	0,840	0,140	0,050	0,080	0,010	0,030
1979	0,060	0,090	0,300	1,200	1,700	0,380	0,110	0,080	0,160	0,010	0,010	0,000



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,040	0,960	1,970	0,710	0,570	0,480	0,070	0,010	0,060	0,030	0,000	0,010
1981	0,010	0,020	0,800	1,220	1,260	0,240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020
1982	0,030	0,060	0,480	0,990	1,610	0,590	0,320	0,130	0,020	0,010	0,020	0,010
1983	0,000	0,060	0,150	0,270	0,210	0,060	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,010	0,210	1,330	4,750	1,790	1,270	0,300	0,230	0,140	0,020	0,030
1985	0,220	1,550	9,360	2,130	9,710	0,510	3,220	0,270	0,140	0,000	0,010	0,100
1986	0,200	1,010	2,820	9,740	1,900	3,320	1,210	0,430	0,120	0,040	0,060	0,120
1987	0,070	0,120	1,210	1,580	0,450	2,880	0,160	0,080	0,020	0,010	0,010	0,010
1988	0,090	0,100	0,720	6,160	3,430	2,250	0,510	0,010	0,040	0,000	0,030	0,050
1989	0,090	0,060	0,570	8,570	1,390	4,090	1,400	0,080	0,100	0,030	0,020	0,190
1990	0,020	0,090	0,130	0,690	0,570	0,220	0,390	0,010	0,050	0,010	0,010	0,010
1991	0,020	0,040	1,010	4,170	1,830	0,920	0,230	0,040	0,010	0,030	0,000	0,000
1992	0,050	0,480	1,940	2,370	0,990	0,690	0,140	0,040	0,000	0,030	0,010	0,000
1993	0,010	0,000	0,030	0,050	0,050	0,030	0,070	0,020	0,000	0,010	0,000	0,000
1994	0,020	0,110	0,690	5,210	5,910	8,370	0,510	0,030	0,040	0,010	0,020	0,130
1995	0,340	1,770	2,820	13,320	2,110	2,520	1,180	0,000	0,010	0,020	0,040	0,010
1996	0,220	0,440	5,570	8,390	1,860	0,200	0,000	0,070	0,020	0,030	0,030	0,010
1997	0,040	0,070	0,090	0,640	0,860	0,000	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
1998	0,070	0,050	0,150	0,420	0,150	0,080	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,010	0,030	0,440	1,570	3,200	0,870	0,320	0,000	0,050	0,000	0,010	0,020
2000	0,310	0,590	3,200	8,940	1,560	1,510	2,020	1,000	0,300	0,000	0,010	0,020
2001	0,140	0,210	0,930	11,110	0,320	1,120	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,180	0,150	1,580	7,760	1,820	2,090	0,760	0,050	0,020	0,000	0,020	0,010
2003	0,110	0,450	3,690	5,700	2,910	2,420	0,260	0,130	0,000	0,000	0,010	0,020
2004	2,190	9,980	0,880	2,770	0,460	1,570	1,010	0,070	0,020	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,020	0,050	0,460	3,380	1,470	0,250	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,030	0,230	1,690	4,080	1,120	0,190	0,080	0,020	0,000	0,010	0,010
2007	0,030	0,130	0,830	3,380	1,050	1,190	0,240	0,070	0,000	0,000	0,000	0,040
2008	0,080	0,060	0,740	5,170	1,500	0,970	0,250	0,180	0,010	0,000	0,000	0,000
2009	0,040	0,240	2,950	9,240	2,970	4,920	1,120	0,220	0,010	0,000	0,000	0,000
2010	0,050	0,020	0,070	0,310	0,170	0,060	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,090	0,620	2,050	3,570	1,810	0,730	0,980	0,050	0,010	0,150	0,070	0,010
2012	0,020	0,360	1,070	1,530	0,290	0,270	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### 13. Macacos

Tabela 50 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Macacos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1927	0,000	0,010	0,030	0,080	0,040	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1928	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1929	0,000	0,030	0,240	0,420	0,240	0,050	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1930	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1931	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,000	0,000	0,110	0,860	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1934	0,000	0,010	0,200	0,160	0,290	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1935	0,020	0,180	0,740	1,140	0,840	0,230	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1936	0,000	0,040	0,030	0,030	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,010	0,050	0,050	0,150	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1938	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1939	0,000	0,010	0,040	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1940	0,000	0,000	0,080	0,360	0,360	0,080	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1941	0,000	0,000	0,040	0,120	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1943	0,000	0,000	0,040	0,050	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1944	0,000	0,000	0,010	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1945	0,000	0,120	0,230	0,300	0,570	0,190	0,060	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1946	0,030	0,120	0,220	0,270	0,070	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1947	0,000	0,010	0,060	0,250	0,190	0,120	0,010	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000
1948	0,020	0,010	0,120	0,090	0,070	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1949	0,000	0,000	0,020	0,090	0,080	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1950	0,000	0,010	0,050	0,520	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1951	0,000	0,000	0,000	0,040	0,010	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,000	0,000	0,020	0,040	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,000	0,000	0,040	0,250	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1956	0,000	0,030	0,130	0,290	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,000	0,000	0,060	0,280	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1958	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,040	0,060	0,070	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



**ipece** INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1960	0,000	0,000	0,020	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,000	0,030	0,600	0,550	0,160	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1962	0,000	0,010	0,110	0,120	0,100	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1963	0,000	0,040	0,500	1,400	0,190	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1964	0,030	0,140	0,770	2,260	1,670	0,360	0,080	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
1965	0,000	0,000	0,020	0,250	0,300	0,610	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1966	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1967	0,000	0,000	0,090	0,470	0,420	0,100	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1968	0,000	0,000	0,030	0,030	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1969	0,000	0,000	0,010	0,060	0,050	0,070	0,080	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1970	0,000	0,000	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1971	0,000	0,000	0,020	0,150	0,190	0,120	0,050	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
1972	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1973	0,000	0,000	0,010	0,140	0,190	0,150	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1974	0,070	0,140	0,630	1,660	2,710	0,760	0,070	0,000	0,020	0,000	0,000	0,010
1975	0,000	0,010	0,050	0,050	0,270	0,230	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1976	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1977	0,000	0,000	0,020	0,070	0,100	0,180	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1978	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1980	0,000	0,000	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1981	0,000	0,000	0,010	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1982	0,000	0,000	0,010	0,030	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1983	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,000	0,010	0,200	0,800	0,120	0,100	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
1985	0,010	0,150	1,070	2,890	2,770	2,140	1,200	0,080	0,000	0,000	0,000	0,020
1986	0,020	0,080	0,910	5,170	1,570	1,050	0,130	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
1987	0,000	0,000	0,070	0,070	0,010	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,000	0,000	0,000	0,040	0,210	0,130	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1989	0,000	0,000	0,010	0,330	0,320	0,230	0,260	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1990	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,100	0,120	0,180	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,010	0,070	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,000	0,080	1,320	0,570	1,550	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	0,000	0,010	0,020	0,100	0,470	0,100	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1996	0,000	0,000	0,030	0,270	0,570	0,090	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	0,030	0,170	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
2001	0,000	0,000	0,000	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,000	0,010	0,020	0,150	0,270	0,070	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,010	0,010	0,160	0,390	0,200	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2004	0,040	0,200	0,150	0,030	0,100	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,020	0,030	0,110	0,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,010	0,150	1,030	0,630	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,020	0,210	0,060	0,050	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,020	0,090	0,110	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,000	0,000	0,010	0,190	2,030	1,040	0,210	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,000	0,000	0,000	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,010	0,030	0,070	0,190	0,230	0,030	0,040	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000
2012	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

#### 14. Malcozinhado

Tabela 51 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Malcozinhado

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	0,03	0,18	0,51	2,67	0,98	0,38	0,23	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07
1962	0,10	0,17	1,32	1,59	0,52	0,50	0,07	0,01	0,06	0,01	0,06	0,05
1963	0,64	0,94	5,95	9,19	3,71	0,06	0,54	0,05	0,00	0,00	0,36	2,49
1964	3,90	6,89	7,71	16,96	10,69	3,45	1,69	0,03	0,59	0,11	0,05	0,08
1965	0,66	0,17	1,98	6,16	6,10	6,36	1,17	0,04	0,08	0,13	0,02	0,12
1966	0,03	0,43	0,35	0,64	1,04	0,44	0,28	0,06	0,07	0,02	0,03	0,04
1967	0,04	0,69	1,83	2,07	1,67	0,39	0,14	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07
1968	0,12	0,04	0,45	0,78	1,08	0,06	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03
1969	0,07	0,03	0,24	0,60	0,54	0,16	0,11	0,04	0,00	0,03	0,01	0,02
1970	0,05	0,05	0,20	0,21	0,08	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
1971	0,06	0,09	0,26	0,47	1,24	1,19	0,65	0,03	0,01	0,10	0,06	0,03
1972	0,04	0,20	0,25	0,68	0,63	0,52	0,14	0,08	0,01	0,01	0,00	0,02
1973	0,25	0,89	1,99	5,45	3,25	4,57	1,89	0,34	0,08	0,16	0,03	0,09
1974	3,93	4,13	8,05	15,38	10,31	2,72	0,74	0,70	0,61	0,70	0,21	1,29
1975	1,21	2,17	4,49	7,08	7,21	3,05	2,56	0,14	0,61	0,08	0,11	0,85
1976	0,37	1,82	3,77	4,25	0,71	0,12	0,04	0,20	0,01	0,17	0,09	0,03
1977	0,69	0,75	2,61	2,85	3,07	4,04	2,23	0,17	0,11	0,05	0,02	0,06
1978	0,13	0,42	1,03	1,26	1,36	0,48	0,63	0,08	0,03	0,09	0,06	0,08
1979	0,08	0,20	0,53	0,29	0,45	0,20	0,02	0,03	0,16	0,00	0,02	0,00
1980	0,09	1,02	0,96	0,18	0,22	0,06	0,03	0,00	0,05	0,02	0,01	0,02
1981	0,03	0,03	0,65	0,36	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
1982	0,07	0,11	0,24	0,24	0,15	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1983	0,00	0,13	0,20	0,06	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,01	0,04	0,29	0,74	1,38	1,01	0,58	0,26	0,05	0,11	0,05	0,02
1985	0,93	3,37	5,25	10,25	10,06	5,23	2,25	0,27	0,04	0,01	0,05	1,14
1986	0,87	3,02	10,00	13,12	7,08	3,66	0,28	0,07	0,13	0,08	0,26	0,46
1987	0,13	0,59	4,08	1,38	0,15	2,60	0,03	0,00	0,01	0,00	0,11	0,00
1988	0,69	0,49	0,97	1,71	2,09	0,33	0,35	0,01	0,19	0,00	0,02	0,06
1989	0,25	0,04	0,94	2,02	1,52	2,70	1,95	0,19	0,16	0,05	0,02	1,38
1990	0,13	0,78	0,47	1,06	0,72	0,15	0,23	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01
1991	0,06	0,26	1,62	2,73	1,71	0,72	0,16	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
1992	0,30	0,45	1,16	0,95	0,34	0,13	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1993	0,05	0,06	0,24	0,11	0,05	0,03	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	0,04	0,15	0,49	1,35	1,79	3,91	0,29	0,00	0,02	0,02	0,00	0,59
1995	0,55	0,96	2,42	8,39	8,92	2,71	1,53	0,00	0,00	0,01	0,02	0,15
1996	1,08	1,85	5,97	14,42	4,21	0,53	0,44	0,40	0,01	0,07	0,10	0,06
1997	0,16	0,26	1,04	3,11	3,32	0,08	0,11	0,11	0,00	0,00	0,11	0,19
1998	0,65	0,17	0,72	0,43	0,20	0,08	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
1999	0,10	0,12	0,40	0,60	1,13	0,29	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,11
2000	0,54	0,54	1,22	2,61	1,92	0,89	0,88	1,43	0,80	0,00	0,00	0,07
2001	0,36	0,31	0,87	6,68	0,95	1,80	0,17	0,00	0,02	0,02	0,01	0,07
2002	1,53	0,32	2,65	8,38	6,10	3,07	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2003	1,77	3,86	6,66	8,67	8,48	4,97	0,29	0,03	0,00	0,00	0,04	0,01
2004	4,97	5,02	8,55	2,42	0,82	3,78	1,74	0,00	0,08	0,00	0,00	0,03
2005	0,03	0,46	1,29	0,83	2,38	1,98	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
2006	0,03	0,37	1,02	2,62	5,70	2,63	0,15	0,03	0,01	0,01	0,03	0,00
2007	0,22	1,05	1,12	3,76	1,80	1,21	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
2008	0,28	0,06	1,36	4,64	2,61	1,44	0,12	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,57	1,51	5,54	17,94	17,86	8,66	6,15	1,16	0,03	0,00	0,00	0,03
2010	1,29	0,29	0,99	2,14	1,10	0,75	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19
2011	2,74	2,24	3,78	7,93	4,66	1,17	1,92	0,25	0,00	0,51	0,02	0,00
2012	0,21	1,64	2,06	1,22	0,25	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 15. Maranguapinho

Tabela 52 - Vazões afluentes em m³/s – Reservatório Maranguapinho

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,0	1,4	18,27	1,5	5,3	2,6	0,5	0,6	0,2	0,08	0,0	0,07
1913	0,2	18,8	83,4	55,9	41,3	22,6	7,1	4,2	3,5	1,0	1,3	1,1
1914	6,5	19,1	29,8	57,7	36,4	41,3	11,8	9,4	1,6	0,3	0,8	0,0
1915	0,3	2,3	1,0	1,5	1,8	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
1916	0,3	0,6	5,2	25,6	20,6	11,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,9	2,1
1917	28,8	114,6	118,9	125,9	91,1	19,2	1,7	1,6	0,9	0,0	1,6	1,6
1918	1,9	14,3	26,8	35,0	62,1	15,5	2,2	6,4	1,0	0,2	0,2	0,3
1919	1,6	0,7	1,3	1,3	0,7	0,4	0,4	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
1920	0,0	0,0	7,3	26,8	26,8	16,7	6,1	1,9	1,4	0,4	0,9	4,5
1921	5,9	20,0	82,7	94,4	72,9	28,5	16,2	0,1	6,3	2,9	7,2	4,7
1922	4,5	2,7	8,1	48,8	65,0	36,0	24,6	5,0	0,6	0,0	2,2	0,1
1923	2,3	11,8	17,8	23,9	20,4	5,3	3,8	0,0	0,7	0,0	0,2	0,0
1924	2,9	10,8	68,4	73,5	108,8	39,6	1,8	0,0	1,0	3,7	0,6	2,2
1925	5,0	7,8	17,8	72,0	47,2	5,0	2,1	0,9	5,7	1,3	0,5	0,5
1926	1,4	7,0	19,5	70,8	28,5	2,5	1,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2
1927	0,5	2,1	5,8	56,6	28,9	12,5	6,5	0,1	0,0	0,1	0,3	1,2
1928	1,7	1,6	7,1	31,4	8,9	9,6	0,4	0,0	0,6	0,5	0,1	0,3
1929	1,0	8,2	31,9	59,0	21,0	6,3	0,9	0,7	0,3	0,3	0,0	0,3
1930	1,0	0,5	1,0	11,1	2,0	5,6	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2
1931	0,8	8,3	14,6	18,3	5,1	2,4	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,2
1932	0,4	1,2	6,1	1,4	1,7	2,8	0,5	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0
1933	0,4	0,8	2,5	31,7	7,8	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
1934	0,5	3,9	40,5	40,1	60,7	13,6	0,0	0,0	0,3	0,0	1,3	2,2
1935	3,0	10,5	37,7	134,3	64,5	30,5	9,6	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0
1936	0,4	2,4	1,5	0,9	4,7	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1937	0,0	0,9	1,3	9,4	32,5	19,1	2,4	0,4	0,9	0,1	0,0	0,1
1938	0,8	1,2	28,6	67,5	9,3	5,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0
1939	0,4	20,6	32,9	58,6	42,3	10,1	4,5	0,6	1,4	2,7	0,0	0,3
1940	2,1	1,9	12,7	48,7	50,2	4,8	2,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2
1941	0,0	0,7	4,3	7,4	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1942	0,0	0,2	1,8	1,8	1,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1943	0,3	0,2	4,3	31,2	7,8	0,4	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
1944	0,3	0,2	4,8	8,4	31,6	1,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,7	15,7	25,3	63,2	54,9	12,5	3,1	0,1	0,4	0,1	0,5	0,2
1946	4,9	7,6	24,9	60,3	8,4	13,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,8
1947	2,6	2,6	24,3	56,3	40,0	3,1	5,1	0,0	0,0	0,0	2,2	0,7
1948	0,8	1,2	8,8	5,6	13,0	11,4	2,4	0,5	0,2	0,3	0,0	0,1
1949	0,1	3,5	60,8	164,0	95,5	30,9	5,9	6,7	0,5	0,2	1,6	0,5
1950	0,5	5,2	26,8	80,3	47,3	1,3	3,6	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4
1951	0,4	0,4	1,2	4,6	1,6	4,6	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4
1952	0,5	1,0	8,5	38,2	16,5	4,1	0,8	0,7	0,1	0,2	0,0	0,1
1953	0,2	0,9	4,0	8,5	4,7	3,7	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
1954	0,1	0,7	3,5	2,8	5,7	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
1955	0,3	0,8	2,5	10,2	10,2	2,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,7
1956	0,3	2,3	4,7	14,8	5,5	0,9	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
1957	0,7	0,3	11,8	48,1	12,1	1,0	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3
1958	0,6	0,4	0,9	0,5	0,7	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1959	0,3	0,5	6,7	7,2	12,0	3,4	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
1960	0,0	0,0	4,8	9,8	1,5	2,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
1961	0,5	7,8	25,3	68,6	24,4	4,8	2,9	0,1	0,1	0,2	0,2	0,8
1962	1,8	1,9	35,8	69,9	22,6	15,0	4,1	0,5	0,6	0,3	1,5	0,4
1963	9,2	23,9	133,0	102,9	34,7	3,1	6,5	2,0	0,4	0,2	3,1	11,0
1964	30,5	65,2	91,9	163,2	61,7	23,8	14,4	1,1	6,9	1,0	0,4	0,3
1965	2,2	1,3	9,9	54,4	42,4	50,5	9,4	0,7	1,0	1,1	0,0	0,3
1966	0,1	0,9	1,0	4,1	10,6	7,1	3,4	0,5	1,0	0,1	0,1	0,2
1967	0,2	8,1	60,1	52,1	58,2	21,9	5,5	1,1	1,6	0,7	0,1	0,8
1968	1,8	1,7	10,6	24,4	48,6	9,3	4,6	0,6	0,3	0,3	0,0	1,9
1969	0,7	1,3	7,1	31,6	30,2	14,6	19,1	3,2	0,8	1,1	0,1	0,3
1970	3,2	1,3	8,9	27,4	4,7	2,4	1,9	1,1	0,1	0,1	0,6	0,3
1971	2,2	3,9	20,8	28,6	60,8	49,0	43,7	5,0	0,2	3,8	1,5	1,1
1972	0,8	3,7	6,7	14,9	23,4	18,3	8,1	6,5	0,4	0,3	0,0	0,5
1973	5,2	15,8	82,8	106,1	88,5	56,8	44,5	7,0	2,7	0,7	0,5	0,5
1974	23,1	27,6	109,0	232,8	105,6	64,8	5,2	2,4	3,3	2,1	1,0	4,2
1975	8,4	22,0	67,4	66,8	54,8	37,5	29,3	0,7	3,4	0,4	0,3	3,4
1976	2,5	26,4	48,1	64,3	11,1	6,3	1,6	0,7	0,2	3,5	0,6	0,1
1977	4,4	10,5	33,8	50,7	47,0	48,9	39,6	0,6	0,2	1,9	0,1	0,2
1978	0,9	4,7	9,1	16,2	21,3	6,8	9,2	0,8	0,2	0,6	0,2	0,1
1979	0,9	1,8	6,2	4,4	14,2	3,3	0,4	0,6	1,8	0,2	0,2	0,1

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	1,0	10,7	9,2	2,4	4,1	3,4	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0
1981	0,3	0,3	8,4	6,5	2,4	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3
1982	0,3	1,5	6,0	13,2	10,8	2,0	0,9	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0
1983	0,1	1,3	5,8	2,1	2,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
1984	0,1	0,3	3,0	10,5	31,2	29,1	5,8	4,2	0,9	0,7	0,1	0,5
1985	6,2	49,5	70,6	114,0	86,0	33,7	17,0	2,2	0,6	0,0	0,1	6,3
1986	4,4	28,1	108,2	81,2	20,1	23,0	3,0	0,7	0,2	0,1	0,1	0,3
1987	0,4	1,1	23,6	13,4	1,3	16,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	1,5	4,6	25,1	58,9	28,8	14,5	3,7	0,1	0,5	0,1	0,3	2,5
1989	2,6	2,0	10,7	44,6	24,6	39,3	9,4	2,0	0,5	0,0	0,2	0,8
1990	0,3	1,8	1,6	2,7	5,1	1,2	2,9	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1
1991	0,3	1,1	15,6	21,7	19,7	3,3	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0
1992	0,2	3,3	10,9	10,3	6,4	6,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0
1993	0,2	0,5	2,6	2,7	0,8	0,5	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,3	1,5	9,7	57,3	63,0	86,2	8,3	0,2	0,6	0,5	0,0	4,0
1995	2,8	8,8	18,4	106,0	92,3	24,1	9,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
1996	3,3	11,5	48,7	70,6	44,8	5,3	1,9	1,6	0,2	0,1	0,3	0,3
1997	0,5	0,5	2,4	7,0	12,6	0,2	1,3	0,1	0,0	0,0	0,4	0,4
1998	4,0	2,3	11,4	7,6	4,1	2,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,2	0,7	2,8	8,4	16,7	2,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3
2000	2,7	4,7	13,3	53,6	22,9	14,9	16,0	16,7	11,8	0,0	0,1	0,3
2001	4,1	5,5	8,9	81,1	13,1	11,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
2002	8,3	3,0	28,9	71,0	50,9	23,5	12,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,0
2003	3,0	13,7	42,6	88,3	33,8	25,4	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2
2004	9,4	39,0	66,1	19,3	6,0	20,8	11,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
2005	0,2	0,5	2,4	3,5	12,4	9,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	0,8	3,6	20,4	43,2	22,0	3,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,2
2007	0,7	7,5	10,9	31,9	17,3	10,4	1,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
2008	1,6	0,9	5,8	41,2	22,0	12,8	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,6	6,4	35,8	76,4	57,5	37,0	31,2	2,4	0,2	0,0	0,4	0,2
2010	1,9	1,0	5,7	11,7	4,5	2,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
2011	9,1	17,0	35,9	55,6	25,9	19,7	7,8	2,2	0,0	3,4	0,4	0,2
2012	0,4	4,9	10,2	13,1	4,1	8,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1

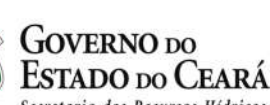
## 16. Pacajus

Tabela 53 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Pacajus

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	6,720	12,590	17,960	32,540	25,830	9,000	0,000	0,790	0,000	0,000	0,350	0,270
1913	4,420	15,650	22,940	40,700	47,480	29,690	15,690	2,860	3,100	2,180	1,850	1,580
1914	21,480	16,400	32,620	24,550	51,040	64,480	7,790	9,700	0,000	0,220	1,260	0,190
1915	1,210	0,650	1,970	3,210	2,440	0,770	0,080	0,100	0,010	0,000	0,030	1,000
1916	1,150	0,670	6,020	11,180	11,750	16,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,630	2,890
1917	17,350	51,630	131,260	90,260	161,290	32,440	3,360	0,180	0,240	0,000	1,940	6,840
1918	5,390	12,650	20,820	34,690	12,550	13,820	0,710	13,460	1,070	0,340	0,070	5,040
1919	1,310	3,860	1,590	0,620	2,180	0,000	0,020	0,780	0,060	0,020	0,020	0,000
1920	0,020	0,230	12,600	7,660	11,260	9,310	3,390	0,720	0,000	0,120	0,780	5,350
1921	3,470	17,690	64,520	71,630	82,240	12,030	48,580	0,190	0,100	0,000	1,020	1,430
1922	2,770	7,170	9,590	53,350	45,470	24,570	24,740	3,990	0,000	0,070	4,430	2,370
1923	6,600	27,480	18,110	18,920	6,810	5,890	11,120	0,000	0,000	0,000	0,030	0,040
1924	8,490	11,630	56,320	147,230	70,050	61,820	1,340	0,000	0,000	0,000	0,250	1,260
1925	4,450	1,810	8,170	12,000	7,080	1,510	0,040	0,000	0,110	1,220	0,000	1,470
1926	1,760	1,230	12,620	33,040	41,800	9,820	0,280	0,000	0,000	0,000	1,230	0,260
1927	1,970	8,360	6,840	29,210	29,170	9,290	6,690	0,720	0,010	0,010	0,030	0,780
1928	1,850	0,290	5,340	13,970	17,830	5,340	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1929	1,180	12,000	28,360	19,230	21,470	2,040	11,790	0,620	0,060	0,290	0,100	0,990
1930	6,420	3,710	8,550	8,270	3,090	5,350	0,000	0,170	0,060	0,190	0,000	0,010
1931	3,300	10,540	13,740	10,470	6,620	4,830	0,210	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110
1932	1,590	2,560	3,820	2,670	0,560	0,990	0,350	0,030	0,300	0,010	0,000	0,060
1933	1,470	1,980	8,780	45,220	8,970	1,320	0,150	0,020	0,000	0,300	0,210	0,990
1934	1,320	11,860	34,840	33,070	82,230	10,200	0,070	0,320	0,190	0,190	0,280	5,530
1935	5,340	23,000	33,860	64,320	63,090	33,960	7,960	2,010	0,200	0,360	0,080	0,510
1936	1,520	7,590	5,580	1,840	7,310	10,600	1,070	0,000	0,000	0,040	0,030	0,020
1937	0,010	4,690	4,910	17,970	26,560	13,300	3,040	0,340	0,080	0,560	0,320	0,210
1938	3,710	0,820	31,490	53,900	25,450	5,120	0,710	0,300	0,220	0,110	0,210	0,320
1939	1,440	19,300	25,520	23,760	9,970	6,950	3,800	2,130	0,730	3,050	1,210	0,520
1940	3,880	6,850	36,880	81,150	87,980	37,220	27,260	2,530	0,510	1,080	0,080	2,590
1941	1,760	7,060	24,410	31,010	9,430	2,930	1,150	0,180	0,010	0,080	0,130	0,560
1942	0,280	3,150	5,800	6,090	2,310	1,120	0,200	0,020	0,000	0,180	0,040	0,290
1943	0,970	1,640	6,060	11,140	2,500	0,920	2,210	0,020	0,000	0,050	0,400	1,520
1944	3,360	1,130	16,320	20,510	41,880	4,450	2,740	0,050	0,000	0,080	0,070	3,530



INSTITUTO DE PESQUISA E GESTÃO ECONÔMICA DO CEARÁ



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	3,590	28,820	22,380	57,040	54,630	27,030	17,780	1,030	0,230	0,350	0,500	1,170
1946	16,020	23,450	45,380	51,420	11,070	6,290	0,090	0,040	0,020	0,170	0,500	2,700
1947	3,190	10,990	32,850	39,770	27,040	9,850	2,090	0,640	0,050	0,100	8,990	1,400
1948	5,190	2,870	28,720	22,810	27,870	15,300	5,670	0,620	0,430	0,440	0,080	0,200
1949	0,520	6,060	38,550	48,840	32,450	6,780	2,400	2,660	0,330	0,090	4,260	0,060
1950	0,540	5,450	32,620	128,060	53,290	2,370	2,040	0,420	0,330	1,620	0,250	0,670
1951	3,060	1,230	3,010	18,870	9,230	31,710	3,330	0,000	0,000	0,700	0,460	2,230
1952	2,140	3,100	20,720	29,500	27,530	1,770	0,000	0,030	0,100	0,000	0,060	2,260
1953	0,300	0,740	3,020	10,690	10,690	4,750	0,240	0,020	0,020	0,010	0,030	0,170
1954	1,360	5,060	9,070	7,090	24,440	3,680	0,310	0,170	0,000	0,010	0,030	0,180
1955	1,200	3,680	10,650	26,730	36,330	6,650	0,170	0,240	0,000	0,880	0,100	2,520
1956	0,270	10,240	24,110	41,210	7,180	4,680	1,230	1,880	0,050	0,250	0,050	0,830
1957	4,170	0,970	30,850	67,970	16,100	1,680	0,080	0,040	0,040	0,000	0,100	1,190
1958	0,280	1,020	1,400	2,390	6,220	1,330	1,410	0,000	0,000	0,010	0,040	0,470
1959	2,860	9,660	20,230	18,410	25,910	12,780	1,710	1,580	0,260	0,030	0,160	0,140
1960	0,480	0,300	26,520	26,780	3,150	4,100	2,530	0,200	0,150	0,100	0,000	1,080
1961	3,050	25,370	65,850	74,940	46,660	14,500	6,330	0,010	0,120	0,450	0,090	1,740
1962	8,400	14,340	69,420	48,180	35,110	16,160	2,040	0,140	0,830	0,040	0,730	2,580
1963	14,500	28,260	106,610	81,840	28,600	5,970	1,990	0,000	0,000	0,000	1,310	9,300
1964	26,220	54,670	93,280	152,150	106,030	48,070	36,040	11,060	2,240	1,410	0,920	0,700
1965	6,660	4,940	21,480	74,880	38,540	64,540	5,370	0,100	0,320	1,030	0,070	0,320
1966	0,140	3,700	5,940	11,850	20,440	12,450	8,490	1,480	0,470	0,020	0,160	0,950
1967	2,380	10,390	37,720	49,240	54,290	12,420	7,290	4,260	0,240	0,000	0,040	1,020
1968	6,440	3,580	28,580	24,890	49,660	4,020	4,500	0,750	0,000	0,210	0,010	1,040
1969	2,760	2,710	16,570	51,610	21,890	27,470	35,750	4,440	0,370	0,580	0,080	0,230
1970	4,030	2,080	16,330	17,890	2,810	2,370	0,910	0,090	0,100	0,040	0,600	0,540
1971	2,950	6,380	14,790	22,180	27,420	22,500	15,060	2,230	0,860	2,970	1,040	0,370
1972	3,000	5,920	8,720	11,570	7,080	7,980	2,090	2,030	0,000	0,030	0,070	3,540
1973	4,970	11,360	34,310	81,900	68,430	50,820	20,210	1,330	0,160	0,530	0,210	3,050
1974	54,720	47,750	154,500	245,630	269,600	48,350	15,680	1,730	6,270	2,250	0,820	11,480
1975	11,120	23,730	59,490	63,820	86,230	42,540	42,090	0,760	3,530	1,370	0,360	6,850
1976	5,620	20,360	37,680	41,610	7,000	2,850	0,640	0,600	0,000	2,200	1,230	0,970
1977	8,430	20,680	37,720	59,640	80,900	59,730	26,570	0,920	0,320	0,200	0,030	1,050
1978	0,710	9,800	20,430	26,360	39,870	17,570	7,430	0,580	0,920	0,830	1,400	1,280
1979	1,610	3,470	5,500	7,940	15,540	5,470	1,250	0,280	0,920	0,000	0,930	0,090





**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	1,660	24,410	31,550	10,870	4,670	6,390	0,550	0,050	0,660	0,130	0,140	0,580
1981	1,150	0,910	23,100	10,830	5,530	0,880	0,060	0,030	0,000	0,010	0,060	1,920
1982	3,010	3,060	14,390	13,060	19,360	5,840	0,750	0,080	0,000	0,310	0,600	0,140
1983	0,280	6,560	8,830	7,880	3,400	0,340	0,220	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,570	1,730	8,830	29,740	49,540	25,680	18,690	7,650	0,020	0,440	0,360	1,090
1985	13,750	48,860	123,190	165,770	116,850	79,210	39,680	4,960	0,000	0,000	0,000	9,370
1986	14,710	40,560	113,390	202,070	113,940	40,720	9,250	4,830	0,590	4,680	1,090	0,460
1987	3,140	9,760	45,070	41,410	6,350	33,570	1,060	0,510	0,060	0,000	0,400	0,130
1988	4,010	5,150	17,330	58,480	67,440	22,280	7,890	0,180	1,220	0,000	0,310	4,920
1989	10,150	2,550	19,190	65,860	73,270	44,840	33,030	1,720	1,630	1,030	0,020	14,460
1990	2,280	10,010	7,020	20,130	26,670	4,950	8,350	1,160	0,780	0,080	0,010	0,040
1991	2,620	3,850	18,100	31,900	28,890	5,410	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	3,880	21,880	37,470	34,680	3,850	1,480	0,030	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
1993	0,170	1,050	4,160	2,720	2,980	0,400	0,680	0,000	0,000	0,280	0,070	0,130
1994	2,350	7,220	19,310	35,210	42,240	77,180	15,670	0,000	0,000	0,070	0,470	7,730
1995	6,920	11,140	23,450	83,820	91,470	35,790	27,960	0,000	0,000	0,010	0,110	1,990
1996	30,530	22,650	50,100	131,550	49,370	2,460	1,560	6,580	0,120	1,610	1,180	0,280
1997	2,380	4,760	14,210	18,470	18,390	0,070	0,000	0,080	0,000	0,000	0,030	0,920
1998	6,530	1,970	7,480	3,720	0,680	0,150	0,350	0,430	0,000	0,000	0,050	0,220
1999	1,010	1,340	7,080	6,900	21,320	1,960	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	1,580
2000	4,720	5,320	11,010	40,400	13,280	9,100	12,170	20,030	1,970	0,000	0,150	0,450
2001	3,380	1,830	6,690	23,140	1,820	5,150	0,380	0,050	0,030	0,010	0,030	0,170
2002	13,840	3,720	18,780	45,710	32,220	20,650	2,230	0,000	0,020	0,000	0,010	0,110
2003	5,040	14,800	31,700	53,530	34,430	25,910	0,040	0,120	0,000	0,000	0,050	0,830
2004	47,740	56,490	42,420	18,700	9,720	26,490	10,080	0,660	0,060	0,000	0,000	0,040
2005	2,390	2,460	9,480	11,980	31,360	23,480	0,640	0,240	0,010	0,000	0,000	1,230
2006	2,090	6,670	19,440	53,260	51,240	36,330	8,480	0,310	0,040	0,000	0,090	0,450
2007	1,830	12,240	15,020	39,950	11,790	10,520	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,570
2008	2,780	1,370	18,030	38,630	29,110	6,350	4,040	3,110	0,010	0,000	0,010	0,040
2009	4,050	11,940	32,960	122,130	157,000	69,030	38,250	21,600	0,160	0,010	0,010	0,090
2010	12,660	2,090	7,860	36,160	6,670	4,220	0,000	0,000	0,000	0,040	0,010	3,890
2011	19,880	17,850	25,040	47,510	41,370	14,460	16,020	0,950	0,010	1,400	0,370	0,000
2012	1,790	17,480	5,910	2,680	0,790	2,370	0,160	0,000	0,000	0,000	0,040	0,020



## 17. Riachão

Tabela 54 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Riachão

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,230	3,000	0,520	1,460	0,750	0,160	0,170	0,060	0,030	0,000	0,020
1913	0,010	0,480	1,930	1,460	1,040	0,580	0,190	0,110	0,090	0,030	0,040	0,030
1914	0,170	0,470	0,710	1,390	0,910	1,040	0,300	0,250	0,040	0,010	0,020	0,000
1915	0,010	0,060	0,030	0,040	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1916	0,010	0,010	0,100	0,440	0,400	0,230	0,000	0,000	0,010	0,000	0,020	0,050
1917	0,570	2,280	3,160	2,650	2,720	0,480	0,050	0,040	0,030	0,000	0,050	0,040
1918	0,050	0,350	0,620	0,860	1,500	0,380	0,060	0,160	0,030	0,010	0,000	0,010
1919	0,040	0,020	0,030	0,030	0,020	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1920	0,000	0,000	0,140	0,470	0,550	0,350	0,130	0,040	0,030	0,010	0,020	0,070
1921	0,090	0,410	1,630	2,180	1,650	0,450	0,410	0,000	0,150	0,070	0,150	0,080
1922	0,090	0,080	0,180	1,010	1,200	0,680	0,390	0,080	0,000	0,000	0,040	0,010
1923	0,030	0,150	0,310	0,490	0,380	0,110	0,070	0,000	0,010	0,000	0,010	0,000
1924	0,050	0,170	0,980	1,620	2,530	1,000	0,010	0,010	0,010	0,050	0,010	0,040
1925	0,090	0,100	0,350	1,240	0,740	0,060	0,010	0,030	0,060	0,020	0,010	0,010
1926	0,020	0,090	0,390	1,160	0,640	0,090	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1927	0,010	0,060	0,190	0,980	0,570	0,190	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1928	0,020	0,020	0,090	0,460	0,120	0,120	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000
1929	0,010	0,090	0,360	0,690	0,500	0,120	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010
1930	0,020	0,010	0,030	0,220	0,040	0,130	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
1931	0,020	0,120	0,190	0,270	0,080	0,030	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,010	0,040	0,090	0,010	0,020	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,010	0,010	0,030	0,500	0,260	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1934	0,020	0,180	1,340	1,150	1,330	0,240	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,040
1935	0,060	0,150	0,390	1,430	1,540	0,590	0,080	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000
1936	0,010	0,060	0,030	0,010	0,080	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,030	0,070	0,330	0,590	0,490	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,010
1938	0,030	0,030	0,950	1,790	0,350	0,300	0,000	0,010	0,000	0,010	0,020	0,000
1939	0,020	0,500	0,620	0,600	0,630	0,200	0,100	0,030	0,070	0,080	0,000	0,020
1940	0,060	0,070	0,210	1,230	1,230	0,260	0,150	0,020	0,000	0,000	0,000	0,010
1941	0,000	0,030	0,050	0,090	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,000	0,010	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1943	0,000	0,000	0,010	0,050	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1944	0,000	0,000	0,040	0,100	0,230	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,020	0,100	0,220	0,720	1,020	0,220	0,060	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010
1946	0,090	0,130	0,430	1,180	0,160	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020
1947	0,060	0,050	0,480	1,180	0,930	0,070	0,120	0,000	0,000	0,000	0,050	0,020
1948	0,010	0,020	0,130	0,080	0,260	0,120	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1949	0,000	0,030	0,280	1,090	1,440	0,240	0,090	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000
1950	0,010	0,030	0,180	0,970	0,460	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1951	0,010	0,010	0,030	0,070	0,030	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,010	0,020	0,150	0,620	0,350	0,050	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,010	0,040	0,130	0,030	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,010	0,030	0,030	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,000	0,010	0,020	0,070	0,140	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1956	0,000	0,030	0,050	0,170	0,050	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,010	0,000	0,170	0,640	0,180	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1958	0,020	0,000	0,020	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,000	0,040	0,050	0,090	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,040	0,090	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,000	0,070	0,250	0,980	0,380	0,020	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1962	0,020	0,030	0,430	1,020	0,220	0,250	0,050	0,010	0,010	0,000	0,020	0,000
1963	0,100	0,270	1,340	1,840	0,700	0,050	0,080	0,020	0,000	0,000	0,040	0,190
1964	0,650	1,420	1,610	3,090	1,320	0,510	0,280	0,010	0,100	0,020	0,010	0,000
1965	0,040	0,010	0,160	0,770	0,750	0,980	0,370	0,010	0,020	0,030	0,000	0,010
1966	0,000	0,030	0,020	0,070	0,160	0,090	0,060	0,010	0,010	0,000	0,000	0,010
1967	0,000	0,100	0,540	0,950	0,990	0,310	0,110	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010
1968	0,020	0,010	0,140	0,380	1,030	0,080	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1969	0,030	0,020	0,110	0,500	0,530	0,170	0,100	0,030	0,010	0,010	0,000	0,000
1970	0,010	0,020	0,080	0,120	0,100	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1971	0,010	0,020	0,080	0,220	0,540	0,580	0,570	0,040	0,000	0,060	0,010	0,010
1972	0,010	0,040	0,060	0,190	0,210	0,190	0,080	0,040	0,000	0,000	0,000	0,010
1973	0,050	0,210	1,070	1,940	1,490	0,930	0,690	0,160	0,030	0,010	0,010	0,010
1974	0,430	0,560	2,010	3,810	2,390	0,890	0,210	0,140	0,090	0,050	0,020	0,100
1975	0,120	0,230	0,800	1,150	1,530	0,690	0,580	0,070	0,040	0,010	0,000	0,060
1976	0,040	0,390	0,530	0,830	0,300	0,090	0,020	0,010	0,000	0,070	0,020	0,000
1977	0,070	0,200	0,790	0,680	1,060	1,150	1,160	0,100	0,010	0,030	0,010	0,010
1978	0,020	0,080	0,180	0,290	0,460	0,220	0,250	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010
1979	0,020	0,050	0,200	0,110	0,360	0,160	0,010	0,010	0,060	0,010	0,000	0,000



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,030	0,440	0,240	0,100	0,120	0,070	0,020	0,000	0,020	0,000	0,010	0,000
1981	0,010	0,010	0,200	0,090	0,060	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1982	0,010	0,030	0,070	0,140	0,210	0,040	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1983	0,000	0,030	0,100	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,010	0,040	0,150	0,550	0,580	0,130	0,040	0,010	0,010	0,000	0,000
1985	0,080	0,860	1,290	2,790	2,030	0,420	0,150	0,020	0,000	0,000	0,000	0,090
1986	0,090	0,540	2,280	1,930	0,180	0,220	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1987	0,010	0,020	0,410	0,240	0,020	0,290	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,040	0,070	0,410	0,830	0,670	0,340	0,140	0,000	0,020	0,000	0,010	0,050
1989	0,060	0,040	0,230	0,950	0,600	0,930	0,260	0,070	0,020	0,000	0,010	0,040
1990	0,020	0,050	0,020	0,110	0,120	0,020	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,010	0,020	0,290	0,270	0,330	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,060	0,150	0,130	0,080	0,060	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,010	0,030	0,020	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,010	0,080	0,520	0,740	1,560	0,120	0,000	0,010	0,000	0,000	0,060
1995	0,050	0,100	0,300	2,140	2,370	0,600	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1996	0,100	0,270	1,050	1,300	0,930	0,100	0,020	0,020	0,000	0,000	0,010	0,000
1997	0,010	0,010	0,070	0,190	0,290	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,070	0,040	0,160	0,140	0,070	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,010	0,060	0,120	0,320	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2000	0,050	0,100	0,250	0,920	0,460	0,290	0,300	0,400	0,330	0,000	0,000	0,010
2001	0,100	0,090	0,210	1,810	0,300	0,310	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,170	0,040	0,530	1,680	1,230	0,590	0,320	0,010	0,000	0,010	0,010	0,000
2003	0,090	0,260	0,820	1,660	0,840	0,540	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2004	0,240	0,750	1,230	0,420	0,140	0,480	0,260	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,010	0,060	0,080	0,300	0,190	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,020	0,090	0,450	0,970	0,410	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,010	0,110	0,160	0,570	0,310	0,260	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,030	0,020	0,100	0,680	0,480	0,240	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,030	0,160	0,820	2,600	1,850	1,080	0,800	0,120	0,020	0,000	0,000	0,000
2010	0,040	0,020	0,080	0,130	0,060	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2011	0,130	0,240	0,510	0,980	0,480	0,350	0,260	0,080	0,000	0,080	0,010	0,000
2012	0,010	0,140	0,280	0,240	0,080	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

18. Pacoti

Tabela 55 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Pacoti

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1961	0,030	1,250	11,970	38,610	17,460	4,340	1,970	0,030	0,000	0,190	0,030	0,320
1962	1,100	1,610	8,060	8,590	5,770	3,130	0,890	0,120	0,310	0,020	0,210	0,230
1963	2,840	11,320	61,030	45,430	20,120	1,450	1,240	0,060	0,010	0,020	1,020	2,550
1964	17,320	68,080	60,620	96,310	42,750	17,430	7,330	1,070	2,280	0,680	0,080	0,330
1965	1,210	0,700	6,960	45,060	35,960	41,340	14,380	0,520	0,450	0,660	0,010	0,280
1966	0,120	1,040	1,740	5,020	8,110	4,390	3,620	0,580	0,750	0,100	0,120	0,230
1967	0,160	4,300	19,540	40,330	45,010	13,070	3,500	0,840	0,550	0,410	0,050	0,230
1968	0,900	0,600	8,520	18,220	37,370	2,430	1,600	0,100	0,010	0,050	0,020	0,930
1969	0,940	1,390	14,440	79,300	36,630	25,490	29,360	6,370	1,410	1,710	0,340	0,840
1970	4,160	3,170	22,730	48,760	17,720	9,670	3,680	2,040	0,180	0,350	0,570	0,520
1971	3,160	7,570	37,030	52,640	57,240	45,330	35,670	4,230	0,490	2,590	0,730	0,850
1972	1,050	1,890	4,390	9,410	12,080	7,350	5,320	1,520	0,400	0,210	0,110	0,400
1973	1,860	7,540	29,480	66,070	38,170	38,380	16,110	2,460	0,960	0,220	0,270	0,260
1974	17,570	26,150	80,100	117,280	71,440	23,200	5,450	2,310	2,710	0,840	0,310	2,430
1975	2,350	7,710	34,420	40,970	54,120	20,600	15,590	1,440	1,810	0,350	0,710	3,370
1976	1,970	11,150	27,220	36,970	5,990	2,480	0,680	0,810	0,210	1,680	0,360	0,080
1977	1,930	4,590	29,060	32,600	27,130	44,190	28,360	1,810	0,570	0,580	0,260	0,230
1978	0,380	2,580	5,560	14,740	27,020	6,870	7,930	0,630	0,540	0,700	0,340	0,300
1979	0,790	1,860	5,750	8,020	8,780	2,670	0,410	0,720	1,230	0,020	0,080	0,050
1980	0,460	9,610	10,200	4,690	3,470	2,290	0,290	0,130	0,350	0,180	0,060	0,090
1981	0,260	0,180	6,880	2,700	1,330	0,330	0,010	0,040	0,010	0,010	0,010	0,220
1982	0,310	0,870	3,120	6,840	8,330	2,160	1,150	0,420	0,230	0,210	0,150	0,120
1983	0,040	1,490	5,350	2,880	2,230	0,510	0,090	0,050	0,010	0,080	0,010	0,040
1984	0,160	0,690	5,190	18,930	34,200	21,180	7,320	4,190	1,500	1,610	0,230	0,470
1985	5,760	42,310	75,600	69,480	70,500	34,200	14,490	2,800	1,250	0,380	0,010	2,440
1986	3,980	15,390	68,530	71,370	38,100	19,070	4,720	2,690	1,150	1,050	1,350	0,740
1987	0,540	2,040	12,800	10,510	3,340	15,010	3,140	0,090	0,140	0,010	0,330	0,010
1988	1,720	3,760	8,460	36,760	41,120	12,660	4,120	0,090	0,680	0,250	0,390	1,520
1989	2,620	0,890	3,960	17,610	22,490	21,760	13,940	2,290	0,870	0,310	0,080	2,170
1990	0,650	1,370	1,380	2,750	3,070	1,090	1,550	0,150	0,160	0,010	0,060	0,020
1991	0,230	0,670	7,380	9,670	13,100	2,030	0,520	0,020	0,000	0,050	0,000	0,000
1992	0,240	2,570	7,690	10,590	2,890	1,480	0,000	0,000	0,140	0,000	0,020	0,000
1993	0,090	0,170	0,710	0,340	0,100	0,010	0,060	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	0,070	0,490	4,740	24,520	40,220	59,660	5,410	0,000	0,400	0,160	0,080	2,890
1995	2,290	3,600	8,620	48,320	85,470	15,750	6,590	0,000	0,000	0,000	0,190	0,160
1996	3,490	11,730	39,770	61,290	34,900	0,990	0,000	1,990	0,220	0,120	0,180	0,220
1997	0,260	0,490	3,740	8,130	11,910	0,200	0,340	0,160	0,000	0,000	0,050	0,400
1998	2,820	1,050	3,720	3,630	0,950	0,410	0,160	0,190	0,000	0,000	0,020	0,020
1999	0,040	0,160	2,070	4,970	13,140	1,480	0,000	0,000	0,130	0,030	0,000	0,320
2000	2,620	5,020	16,980	82,270	19,580	10,300	12,160	12,140	5,340	0,000	0,280	0,310
2001	2,620	2,150	9,210	55,360	6,690	15,170	1,350	0,000	0,000	0,000	0,130	0,170
2002	7,120	2,070	21,270	74,310	38,920	15,820	3,810	1,230	0,150	0,210	0,320	0,310
2003	2,940	9,880	33,020	49,820	27,420	15,690	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000	0,040
2004	8,920	35,910	29,350	11,430	4,240	19,440	7,850	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
2005	0,270	0,560	2,030	5,630	16,640	8,810	0,440	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070
2006	0,050	0,780	4,850	22,700	34,590	11,190	1,430	0,000	0,000	0,000	0,020	0,090
2007	0,250	2,260	6,450	20,640	6,590	6,340	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,220
2008	0,650	0,260	5,310	32,750	15,990	8,650	0,810	0,100	0,000	0,010	0,000	0,000
2009	1,030	5,080	28,060	87,560	39,570	30,790	22,000	1,550	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,460	0,220	1,470	3,370	1,690	0,570	0,140	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060
2011	2,280	8,310	16,720	30,730	19,710	5,140	9,940	0,830	0,000	1,070	0,090	0,000
2012	0,270	3,420	4,280	3,360	0,600	0,650	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

19. Penedo

Tabela 56 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Penedo

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,100	4,020	1,900	3,710	0,200	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1913	0,000	0,010	0,470	2,910	0,730	0,130	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1914	0,000	0,000	0,020	0,110	0,060	0,070	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1916	0,000	0,000	0,070	1,630	0,420	0,160	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1917	0,000	0,130	5,160	1,100	7,680	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1918	0,000	0,000	0,020	0,040	0,070	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1919	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1920	0,000	0,000	0,000	0,400	0,320	0,050	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1921	0,000	0,000	0,210	3,450	1,380	0,080	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1922	0,000	0,000	0,000	0,040	0,120	0,030	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1923	0,000	0,000	0,060	0,580	0,530	0,100	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1924	0,000	0,010	1,830	49,160	2,630	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1925	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1926	0,000	0,000	0,210	9,290	0,040	0,060	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1927	0,000	0,000	0,010	0,240	0,420	0,170	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1928	0,000	0,000	0,000	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1929	0,000	0,000	0,620	4,960	0,310	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1930	0,000	0,000	0,010	0,110	0,020	0,090	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1931	0,000	0,010	0,460	0,880	0,290	0,080	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1933	0,000	0,000	0,010	0,130	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1934	0,000	0,010	0,610	1,530	1,760	0,220	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1935	0,000	0,000	0,840	23,260	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1936	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1937	0,000	0,000	0,000	0,100	0,140	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1938	0,000	0,000	0,000	0,250	0,470	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1939	0,000	0,070	5,110	1,220	5,390	0,020	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1940	0,000	0,010	0,140	1,290	0,670	0,320	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1941	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1942	0,000	0,000	0,000	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1943	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1944	0,000	0,000	0,010	0,120	0,240	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA ECONÔMICA DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,000	0,330	4,140	1,060	3,050	0,080	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1946	0,000	0,010	0,480	2,090	0,170	0,180	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1947	0,000	0,000	0,060	1,140	0,690	0,160	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1948	0,000	0,000	0,130	0,230	0,290	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1949	0,000	0,000	0,060	1,100	2,890	0,310	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1950	0,000	0,000	0,120	3,490	0,150	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1951	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1952	0,000	0,000	0,000	0,080	0,090	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1953	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1954	0,000	0,000	0,000	0,010	0,060	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,000	0,000	0,000	0,030	0,200	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1956	0,000	0,000	0,040	0,510	0,180	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,000	0,000	0,020	1,870	0,720	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1958	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,000	0,000	0,240	1,920	0,790	0,320	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1960	0,000	0,000	0,000	0,120	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1961	0,000	0,050	5,780	2,180	1,750	0,080	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1962	0,000	0,010	0,070	0,250	0,270	0,070	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1963	0,000	0,000	0,400	10,360	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1964	0,000	0,000	0,060	8,080	0,450	0,220	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1965	0,000	0,000	0,000	0,430	1,360	0,350	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1966	0,000	0,000	0,000	0,010	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1967	0,000	0,000	0,120	1,310	4,900	0,180	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1968	0,000	0,000	0,010	0,210	1,130	0,070	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1969	0,000	0,000	0,000	0,070	0,140	0,060	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1970	0,000	0,000	0,000	0,040	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1971	0,000	0,000	0,000	0,120	0,280	0,130	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1972	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1973	0,000	0,000	0,040	1,190	0,870	0,440	0,120	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1974	0,000	0,030	4,390	21,040	0,000	0,230	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1975	0,000	0,000	0,040	0,310	1,750	0,190	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1976	0,000	0,020	0,600	1,070	0,110	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1977	0,000	0,000	0,020	0,220	0,300	0,270	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1978	0,000	0,000	0,000	0,030	0,110	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1979	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1981	0,000	0,000	0,010	0,160	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1982	0,000	0,000	0,010	0,060	0,030	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1983	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,000	0,000	0,010	1,200	1,560	0,230	0,050	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
1985	0,000	0,100	2,210	20,980	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1986	0,000	0,000	1,030	11,840	0,010	0,100	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1987	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1988	0,000	0,000	0,000	0,010	0,020	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1989	0,000	0,000	0,000	0,010	0,120	0,030	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1990	0,000	0,010	0,030	0,140	0,400	0,050	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,080	0,880	0,280	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,000	0,040	0,070	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,000	0,780	5,560	0,270	1,200	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1995	0,000	0,000	0,050	3,640	3,630	0,220	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1996	0,000	0,000	0,400	6,400	0,250	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,010	0,040	0,040	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,100	0,760	0,600	0,110	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,030	1,310	0,540	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2001	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2002	0,000	0,000	0,010	0,220	0,370	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,000	0,010	0,220	0,770	0,340	0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2004	0,020	0,710	1,060	0,450	0,120	0,250	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,010	0,050	0,160	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,140	2,760	0,630	0,290	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,030	0,210	0,110	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,250	4,310	0,340	0,060	0,010	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	0,000	0,010	1,220	32,590	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2011	0,000	0,020	0,480	5,230	0,370	0,380	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
2012	0,000	0,000	0,020	0,070	0,030	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 20. Pesqueiro

Tabela 57 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Pesqueiro

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,188	2,023	1,948	3,343	3,013	1,687	0,066	0,188	0,019	0,009	0,035	0,072
1913	0,072	1,184	2,529	3,663	2,849	1,967	1,568	0,116	0,226	0,424	0,126	0,540
1914	1,078	1,191	1,096	1,599	0,763	1,219	0,097	0,075	0,035	0,050	0,028	0,000
1915	0,044	0,066	0,123	0,104	0,066	0,116	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,063
1916	0,430	0,339	2,149	3,280	2,224	1,885	0,000	0,000	0,000	0,044	0,097	0,270
1917	0,446	2,928	5,683	3,151	5,799	1,596	0,097	0,016	0,025	0,000	0,079	0,242
1918	0,412	0,942	1,404	0,971	0,902	0,594	0,135	0,352	0,091	0,016	0,006	0,154
1919	0,368	0,232	0,138	0,057	0,157	0,003	0,006	0,013	0,025	0,009	0,003	0,003
1920	0,006	0,025	0,899	0,685	0,858	0,760	0,408	0,044	0,000	0,019	0,072	0,418
1921	0,390	1,898	6,151	7,053	8,065	1,200	3,399	0,025	0,041	0,041	0,176	0,069
1922	0,273	0,346	1,367	4,917	5,328	1,954	1,398	0,097	0,000	0,009	0,129	0,339
1923	0,697	1,122	1,112	1,690	0,478	0,540	0,006	0,000	0,000	0,000	0,003	0,006
1924	1,002	1,850	6,817	12,843	3,792	2,457	0,138	0,000	0,000	0,000	0,028	0,079
1925	0,430	0,276	6,111	6,198	1,882	0,317	0,003	0,000	0,038	0,038	0,000	0,013
1926	0,182	0,729	5,488	4,697	3,211	0,440	0,047	0,000	0,000	0,000	0,019	0,019
1927	0,176	0,565	0,386	1,822	1,505	0,207	0,273	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003
1928	0,088	0,050	0,386	1,027	0,980	0,587	0,088	0,000	0,000	0,009	0,000	0,003
1929	0,220	0,760	1,480	1,737	0,924	0,088	0,889	0,000	0,006	0,016	0,003	0,113
1930	0,317	0,349	0,836	0,861	0,188	0,694	0,003	0,057	0,003	0,022	0,000	0,006
1931	0,110	0,298	0,355	0,346	0,217	0,119	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1932	0,085	0,176	0,276	0,305	0,041	0,019	0,006	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
1933	0,085	0,207	0,685	2,435	0,559	0,053	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041
1934	0,126	0,955	3,079	2,171	3,443	0,682	0,000	0,000	0,006	0,000	0,003	0,320
1935	0,308	0,958	1,338	2,407	2,991	2,582	0,911	0,145	0,019	0,031	0,028	0,069
1936	0,053	0,424	0,531	0,305	1,571	2,136	0,342	0,022	0,022	0,016	0,016	0,009
1937	0,022	0,591	0,591	2,369	5,005	2,642	0,569	0,239	0,101	0,182	0,135	0,047
1938	0,446	0,716	2,611	5,234	4,515	1,153	0,082	0,132	0,016	0,091	0,053	0,088
1939	0,471	2,972	5,633	4,050	2,080	0,562	1,238	0,434	0,600	2,306	0,732	0,339
1940	3,057	1,451	5,787	11,351	15,253	8,482	5,228	1,103	0,412	0,088	0,013	0,437
1941	0,129	0,886	3,893	9,868	3,962	0,754	0,616	0,163	0,000	0,079	0,145	0,324
1942	0,116	1,096	1,502	1,631	2,177	0,547	0,016	0,047	0,013	0,132	0,028	0,022
1943	0,509	0,820	1,876	3,625	1,395	0,198	0,679	0,138	0,006	0,022	0,104	0,456
1944	0,487	0,320	2,422	2,824	8,495	1,279	1,254	0,069	0,035	0,097	0,082	0,719



**ipece**

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS ECONÔMICOS DO CEARÁ



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Secretaria dos Recursos Hídricos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	1,272	4,914	3,362	7,298	5,231	6,494	3,663	1,257	0,217	0,462	0,603	0,782
1946	3,399	3,365	4,882	4,295	0,946	0,688	0,013	0,009	0,016	0,044	0,079	0,204
1947	0,198	0,518	1,260	1,945	1,505	1,725	0,440	0,038	0,148	0,082	0,393	0,383
1948	0,377	0,386	4,112	3,729	5,633	5,407	4,417	0,657	0,487	0,151	0,283	0,239
1949	0,283	0,908	3,569	8,033	8,263	2,444	0,578	1,144	0,041	0,022	0,468	0,405
1950	0,374	1,194	6,236	21,681	10,374	1,750	0,572	0,035	0,145	0,537	0,170	0,330
1951	0,691	0,349	0,465	4,103	2,042	9,387	0,735	0,000	0,013	0,374	0,449	1,015
1952	1,335	1,546	2,900	5,193	3,519	0,961	0,072	0,163	0,258	0,050	0,097	0,697
1953	0,393	0,185	0,870	6,645	7,392	4,687	0,465	0,418	0,123	0,016	0,116	0,025
1954	0,236	0,855	2,102	1,420	4,577	1,103	0,456	0,119	0,009	0,003	0,003	0,041
1955	0,622	2,535	4,621	32,884	5,360	0,848	0,163	0,377	0,000	0,456	0,292	1,618
1956	0,126	6,308	7,898	8,728	2,447	2,121	2,256	2,325	0,418	0,031	0,035	0,119
1957	1,341	0,716	7,449	8,420	2,303	2,246	0,748	0,006	0,405	0,126	0,107	0,057
1958	0,063	0,239	0,811	1,043	13,870	1,436	4,533	0,000	0,000	0,000	0,113	0,145
1959	2,652	11,539	13,349	11,637	6,956	4,876	1,979	0,295	0,000	0,006	0,082	0,060
1960	0,415	0,276	9,218	14,558	1,957	3,654	1,627	0,333	0,000	0,107	0,031	0,390
1961	0,723	6,007	6,032	9,236	4,920	3,437	2,787	0,000	0,386	0,107	0,035	0,559
1962	0,430	1,668	6,349	4,907	2,950	1,294	0,380	0,038	0,110	0,035	0,101	0,239
1963	1,728	3,396	7,254	5,162	2,513	0,515	0,631	0,104	0,000	0,013	0,386	1,307
1964	4,072	5,507	6,729	12,730	7,106	4,288	4,226	1,373	0,619	0,248	0,019	0,069
1965	0,697	0,478	1,948	8,856	5,086	7,320	0,663	0,031	0,091	0,135	0,028	0,053
1966	0,050	0,383	1,329	1,062	3,349	2,290	3,578	0,380	0,154	0,009	0,022	0,107
1967	0,226	2,202	7,179	6,616	8,307	4,282	1,860	0,942	0,038	0,000	0,013	0,440
1968	0,961	0,899	6,827	3,984	8,479	1,225	1,291	0,314	0,000	0,050	0,038	0,223
1969	0,609	1,213	2,837	6,918	3,955	5,432	5,328	1,640	0,145	0,088	0,028	0,022
1970	0,795	0,474	2,447	3,371	0,512	1,166	0,660	0,116	0,050	0,013	0,151	0,060
1971	0,562	0,867	1,847	3,544	5,969	2,928	2,827	1,078	0,302	0,487	0,254	0,223
1972	0,512	0,669	1,643	2,256	2,919	2,560	1,392	0,267	0,003	0,003	0,028	0,613
1973	0,902	1,505	3,412	6,220	6,308	5,149	2,350	0,490	0,097	0,157	0,028	0,311
1974	3,622	3,189	9,547	12,042	15,743	4,138	1,659	0,110	0,754	0,097	0,057	0,732
1975	0,622	1,357	3,424	1,923	3,688	3,248	2,281	0,148	0,327	0,022	0,041	0,550
1976	0,544	1,263	2,209	2,447	0,663	0,459	0,110	0,145	0,019	0,270	0,101	0,079
1977	0,405	1,596	2,215	3,472	9,799	4,709	3,459	0,050	0,003	0,016	0,022	0,185
1978	0,035	0,877	1,778	2,011	1,153	0,952	0,930	0,072	0,107	0,022	0,066	0,248
1979	0,123	0,361	0,635	0,613	2,256	1,037	0,188	0,006	0,057	0,013	0,107	0,003



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,157	2,234	2,372	0,751	0,386	0,864	0,123	0,000	0,016	0,028	0,013	0,041
1981	0,192	0,151	2,922	1,392	1,197	0,641	0,072	0,003	0,000	0,000	0,009	0,261
1982	0,559	0,587	1,744	1,618	3,537	1,407	0,443	0,006	0,003	0,003	0,069	0,003
1983	0,022	0,968	1,254	1,514	0,619	0,019	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1984	0,119	0,449	1,279	2,862	6,629	2,375	1,813	0,597	0,000	0,170	0,003	0,053
1985	1,078	2,875	8,222	8,049	6,623	3,607	3,079	0,377	0,066	0,000	0,000	0,559
1986	0,572	2,058	6,585	8,552	6,623	3,757	1,100	0,647	0,276	0,424	0,254	0,176
1987	0,138	0,500	2,435	1,898	0,412	4,411	0,355	0,223	0,000	0,000	0,000	0,006
1988	0,286	0,339	1,241	5,900	3,962	2,048	0,402	0,088	0,085	0,000	0,035	0,396
1989	1,100	0,289	1,260	4,471	3,377	3,192	2,846	0,207	0,148	0,000	0,000	0,817
1990	0,204	0,817	0,603	1,825	2,658	0,779	0,801	0,273	0,154	0,148	0,060	0,053
1991	0,264	0,405	2,466	1,715	3,710	0,619	0,179	0,188	0,006	0,085	0,013	0,016
1992	0,424	2,824	2,538	3,688	0,000	0,829	0,182	0,000	0,063	0,135	0,079	0,009
1993	0,135	0,151	0,487	0,456	0,229	0,258	0,305	0,013	0,006	0,035	0,000	0,000
1994	0,223	0,415	1,492	1,982	2,366	5,690	0,968	0,107	0,038	0,006	0,035	0,487
1995	0,434	1,115	1,360	4,502	5,184	2,859	2,934	0,000	0,019	0,101	0,063	0,000
1996	1,583	1,068	2,677	6,481	2,234	0,641	0,826	0,864	0,135	0,484	0,236	0,079
1997	0,182	0,355	0,942	1,420	2,253	0,047	0,104	0,031	0,000	0,000	0,044	0,157
1998	1,140	0,839	1,791	1,059	0,242	0,041	0,082	0,097	0,000	0,000	0,009	0,057
1999	0,025	0,210	0,697	0,402	1,574	0,167	0,129	0,000	0,028	0,000	0,063	0,267
2000	0,352	0,424	1,354	5,309	1,583	2,287	1,530	3,575	0,311	0,006	0,009	0,050
2001	0,600	0,170	1,740	3,497	0,019	0,917	0,063	0,003	0,000	0,003	0,047	0,047
2002	2,372	0,650	2,259	3,864	2,240	2,064	0,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,346	1,043	3,333	4,279	2,381	2,963	1,049	0,031	0,000	0,000	0,003	0,110
2004	2,030	1,530	1,511	0,390	0,644	2,639	0,349	0,025	0,003	0,000	0,000	0,000
2005	0,145	0,154	0,437	2,623	3,007	2,959	0,286	0,003	0,000	0,000	0,000	0,082
2006	0,022	0,129	1,040	4,150	2,947	1,285	0,427	0,035	0,006	0,000	0,000	0,016
2007	0,198	0,789	1,307	3,217	1,530	1,122	0,245	0,031	0,016	0,000	0,013	0,145
2008	0,600	0,179	2,535	4,408	3,095	0,773	1,577	0,986	0,000	0,035	0,022	0,041
2009	0,625	0,628	1,954	4,508	9,946	5,457	2,997	1,609	0,000	0,019	0,185	0,057
2010	0,613	0,198	0,575	2,344	0,330	1,071	0,119	0,000	0,000	0,006	0,025	0,364
2011	1,894	1,188	1,894	2,758	2,780	1,382	2,155	0,305	0,000	0,154	0,110	0,057
2012	0,283	2,218	0,861	0,613	0,471	0,861	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,038

## 21. Sítios Novos

Tabela 58 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Sítios Novos

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	2,530	8,960	15,870	22,730	17,520	4,420	0,830	2,470	1,310	0,530	0,000	0,000
1913	1,110	14,610	26,730	17,730	10,690	9,550	3,750	2,470	1,390	4,530	0,700	6,470
1914	7,960	11,230	14,050	20,490	15,290	19,160	4,120	7,270	0,420	0,380	0,550	0,150
1915	1,250	1,670	1,610	3,170	2,060	1,760	0,190	0,440	0,470	0,150	0,010	0,320
1916	1,970	2,690	11,150	6,310	5,290	2,190	0,000	0,000	0,000	0,110	0,670	1,790
1917	10,360	20,170	21,300	21,600	12,230	5,130	1,240	0,510	0,330	0,660	0,760	1,150
1918	1,140	7,110	25,190	25,070	23,290	0,740	0,340	1,060	0,550	0,000	0,170	2,300
1919	0,500	0,940	1,670	1,670	1,140	0,480	0,500	0,180	0,590	0,040	0,060	0,310
1920	0,160	0,960	20,400	8,100	8,670	2,240	0,000	0,410	0,300	0,250	1,050	2,290
1921	1,780	3,820	15,660	9,320	12,650	2,120	1,950	0,000	0,020	0,000	0,410	0,120
1922	0,380	0,910	1,550	7,050	6,050	2,770	2,330	0,780	0,180	0,010	0,140	0,020
1923	0,160	1,640	3,340	4,150	1,720	1,450	0,680	0,010	0,050	0,070	0,000	0,040
1924	1,350	4,650	14,410	34,380	22,720	10,330	1,110	0,000	0,290	0,610	0,140	0,570
1925	1,330	2,170	6,180	11,100	5,290	0,390	0,000	0,230	0,680	0,060	0,200	0,050
1926	0,430	5,670	16,270	20,830	10,780	1,420	0,310	0,000	0,000	0,080	0,000	0,000
1927	1,400	3,420	3,350	24,780	7,350	7,210	2,250	0,230	0,390	0,020	0,150	0,870
1928	1,610	2,770	4,600	12,220	2,940	1,730	0,120	0,010	0,200	0,130	0,030	0,280
1929	0,870	4,710	13,840	19,050	8,680	3,630	0,570	0,110	0,090	0,020	0,050	0,080
1930	0,860	0,440	2,110	3,250	0,910	0,780	0,110	0,000	0,010	0,010	0,040	0,060
1931	0,180	2,950	6,450	5,260	1,630	1,730	0,250	0,300	0,100	0,110	0,030	0,120
1932	0,940	1,120	2,250	0,550	0,810	1,450	0,270	0,000	0,190	0,030	0,000	0,100
1933	1,200	2,070	5,690	24,340	3,650	1,230	0,430	0,110	0,080	0,010	0,190	0,740
1934	3,600	10,720	47,740	19,560	15,190	5,400	0,000	0,380	0,260	0,090	0,750	1,340
1935	2,580	7,810	14,150	25,540	16,860	12,850	2,000	0,500	0,150	0,200	0,060	0,190
1936	1,220	1,740	1,540	1,280	5,760	2,130	0,390	0,010	0,040	0,000	0,000	0,030
1937	0,060	2,060	5,400	15,370	15,690	7,190	2,020	0,450	0,400	0,070	0,020	0,540
1938	2,130	1,140	20,320	28,440	11,560	3,310	0,950	0,170	0,000	0,030	0,090	0,240
1939	1,810	18,970	27,860	23,890	8,250	2,980	3,230	0,790	0,170	0,540	0,340	0,070
1940	1,430	2,940	13,980	22,710	9,060	1,110	0,050	0,140	0,180	0,000	0,030	0,080
1941	0,020	0,210	2,900	5,400	1,940	0,260	0,010	0,070	0,060	0,140	0,260	0,200
1942	0,000	1,150	1,650	3,600	1,250	0,010	0,100	0,020	0,000	0,060	0,000	0,070
1943	0,180	0,670	4,930	13,010	2,690	1,080	0,420	0,010	0,020	0,010	0,000	0,670
1944	0,920	0,470	2,980	5,270	8,610	2,270	0,030	0,000	0,010	0,010	0,000	0,730

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	1,690	10,300	15,250	30,610	27,450	8,150	3,860	0,000	0,020	0,000	0,000	2,440
1946	5,910	9,560	21,410	25,590	6,910	9,470	0,000	0,000	0,030	0,010	0,000	0,530
1947	1,910	3,560	15,610	14,630	10,640	2,880	0,980	0,000	0,000	0,000	1,260	0,640
1948	0,480	1,560	14,480	8,190	15,310	5,890	3,520	0,000	0,000	0,000	0,000	0,370
1949	0,100	1,970	13,490	18,710	36,120	6,970	0,180	0,060	0,260	0,000	0,030	0,010
1950	0,270	3,620	10,250	16,720	8,250	0,090	0,490	0,000	0,030	0,000	0,040	0,170
1951	0,010	0,050	0,100	2,160	0,660	0,950	0,010	0,000	0,000	0,120	0,000	0,300
1952	0,370	0,510	1,890	1,710	0,490	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1953	0,100	0,530	1,860	3,200	1,510	0,280	0,060	0,040	0,030	0,030	0,010	0,080
1954	0,130	1,180	4,860	2,390	4,530	1,690	0,100	0,060	0,150	0,050	0,070	0,480
1955	1,680	1,990	1,600	7,880	5,630	1,520	0,250	0,180	0,260	0,310	0,120	0,370
1956	0,210	4,060	9,110	10,120	6,450	1,190	0,500	0,430	0,320	0,220	0,070	0,320
1957	1,720	0,420	10,650	25,680	14,590	0,920	1,510	0,360	0,340	0,270	0,150	0,750
1958	0,270	0,190	1,470	1,240	1,350	0,640	0,320	0,030	0,120	0,030	0,040	0,050
1959	1,320	2,120	12,200	3,870	9,310	5,730	0,770	1,070	0,110	0,140	0,100	0,170
1960	0,100	0,200	8,120	4,090	1,450	1,190	0,650	0,220	0,090	0,220	0,060	0,360
1961	1,740	12,510	12,040	10,960	5,720	1,300	0,850	0,300	0,320	0,130	0,130	0,250
1962	0,840	1,930	8,920	3,760	3,700	2,440	0,130	0,000	0,120	0,060	0,060	0,080
1963	1,570	2,960	14,530	8,780	2,640	1,250	0,170	0,000	0,010	0,000	0,190	0,850
1964	3,350	9,730	9,260	41,330	16,090	3,890	2,580	0,350	0,340	0,070	0,010	0,150
1965	1,080	0,670	3,730	9,830	3,750	4,460	1,130	0,020	0,030	0,090	0,000	0,020
1966	0,040	0,480	1,170	1,880	2,810	1,130	0,650	0,060	0,080	0,010	0,020	0,100
1967	0,080	3,710	6,270	15,760	12,580	1,590	0,720	0,110	0,030	0,060	0,020	0,110
1968	0,330	0,730	3,590	5,520	9,590	0,450	0,450	0,060	0,010	0,030	0,000	0,150
1969	0,450	0,500	4,430	15,840	4,500	2,930	3,850	1,200	0,030	0,040	0,020	0,020
1970	2,410	0,400	4,240	10,480	2,270	0,450	0,220	0,030	0,030	0,030	0,270	0,040
1971	0,810	0,790	4,170	5,560	6,420	4,260	2,440	0,170	0,010	0,140	0,030	0,010
1972	0,340	0,510	1,270	1,560	2,550	1,210	1,350	0,300	0,040	0,010	0,000	0,410
1973	0,510	2,520	10,990	16,710	11,370	14,410	4,810	0,200	0,770	0,020	0,030	0,150
1974	7,090	5,800	23,670	41,980	35,410	4,060	0,910	0,150	0,280	0,360	0,070	3,870
1975	1,460	2,840	9,010	9,280	11,520	3,330	3,370	0,290	0,330	0,060	0,070	2,810
1976	0,690	6,200	7,940	10,010	1,200	0,210	0,140	0,100	0,040	0,160	0,060	0,010
1977	1,450	2,160	5,630	7,270	5,850	6,610	3,670	0,100	0,000	0,000	0,000	0,030
1978	0,020	2,300	4,680	6,740	6,040	0,340	2,850	0,060	0,010	0,040	0,000	0,090
1979	0,500	0,880	1,300	2,210	2,430	1,010	0,000	0,060	0,260	0,000	0,010	0,010

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,770	4,380	5,020	1,040	1,500	0,460	0,060	0,000	0,070	0,080	0,020	0,020
1981	0,160	0,360	7,960	2,360	2,340	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,630
1982	0,630	1,260	2,420	2,010	1,480	0,420	0,370	0,090	0,000	0,030	0,110	0,070
1983	0,010	0,480	0,770	0,550	0,260	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
1984	0,140	0,430	2,090	6,170	9,210	2,260	0,830	0,410	0,570	0,170	0,000	0,150
1985	2,860	9,810	14,580	19,690	9,740	9,090	3,870	0,290	0,080	0,000	0,000	2,330
1986	1,550	9,820	26,050	18,250	9,980	9,660	1,070	0,780	0,050	0,020	0,210	0,370
1987	0,350	1,100	7,990	3,340	0,250	4,620	0,140	0,010	0,020	0,000	0,070	0,150
1988	0,920	1,600	7,090	19,940	11,700	1,960	3,140	0,000	0,020	0,000	0,050	0,750
1989	0,670	0,920	5,490	20,380	8,840	9,090	4,370	0,120	0,050	0,000	0,000	2,100
1990	0,010	2,580	1,440	4,680	1,840	0,320	0,650	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,480	1,240	10,260	9,720	7,150	2,540	0,020	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000
1992	0,590	3,420	7,240	7,800	1,320	1,270	0,190	0,010	0,040	0,040	0,010	0,010
1993	0,210	0,250	1,560	1,850	0,510	0,420	1,880	0,200	0,010	0,120	0,000	0,010
1994	0,910	1,930	4,990	8,230	8,700	10,250	1,790	0,010	0,090	0,020	0,070	0,840
1995	1,620	3,930	4,620	16,980	17,570	5,700	2,970	0,000	0,000	0,090	0,070	0,090
1996	4,090	2,970	14,570	28,970	5,270	1,660	0,850	0,490	0,080	0,250	0,290	0,220
1997	0,330	0,460	3,140	4,930	3,230	0,000	0,190	0,210	0,000	0,000	0,080	0,220
1998	1,370	0,770	1,730	1,580	0,610	0,250	0,120	0,070	0,000	0,000	0,010	0,120
1999	0,220	0,480	2,620	3,650	4,490	0,490	0,650	0,000	0,070	0,000	0,000	0,200
2000	1,070	1,440	3,920	9,570	3,660	1,560	3,120	2,280	0,720	0,000	0,000	0,030
2001	1,370	0,700	2,120	9,420	0,460	3,780	0,310	0,170	0,060	0,000	0,010	0,060
2002	2,960	0,360	3,960	9,420	5,550	1,480	1,550	0,000	0,010	0,000	0,190	0,000
2003	0,980	2,390	12,030	15,480	5,900	2,610	0,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,170
2004	8,910	11,350	10,380	2,670	0,590	2,280	1,680	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,160	0,590	1,120	2,630	5,190	1,610	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
2006	0,080	0,640	3,300	7,940	6,980	2,270	0,330	0,020	0,010	0,000	0,010	0,040
2007	0,230	3,170	3,540	5,430	1,860	1,960	0,120	0,080	0,000	0,000	0,000	0,420
2008	0,770	0,170	3,830	7,180	4,560	1,580	0,110	0,400	0,000	0,000	0,000	0,010
2009	1,150	2,740	9,620	25,460	17,220	6,090	4,270	0,700	0,000	0,000	0,000	0,050
2010	0,690	0,450	2,140	3,500	0,730	0,530	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
2011	2,020	2,620	6,360	6,580	1,550	1,070	1,810	0,030	0,000	0,260	0,000	0,000
2012	0,130	1,480	1,430	0,600	0,090	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

## 22. Tijuquinha

Tabela 59 - Vazões afluentes em m<sup>3</sup>/s – Reservatório Tijuquinha

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1912	0,000	0,015	0,190	1,130	2,870	0,844	0,121	0,193	0,017	0,051	0,007	0,005
1913	0,016	0,607	6,917	0,451	1,554	0,687	0,415	0,045	0,030	0,092	0,010	0,157
1914	0,352	1,053	1,628	2,497	1,915	2,734	0,439	0,326	0,006	0,006	0,013	0,002
1915	0,008	0,008	0,027	0,035	0,020	0,023	0,004	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001
1916	0,003	0,012	0,240	0,782	1,071	0,758	0,002	0,001	0,002	0,002	0,018	0,059
1917	0,728	3,355	3,431	5,919	1,015	5,635	0,063	0,015	0,022	0,000	0,021	0,016
1918	0,033	0,139	0,521	1,428	1,220	0,460	0,091	0,141	0,031	0,008	0,003	0,040
1919	0,002	0,010	0,012	0,010	0,010	0,006	0,008	0,003	0,003	0,001	0,000	0,000
1920	0,000	0,001	0,090	0,578	1,043	0,660	0,294	0,048	0,015	0,003	0,019	0,065
1921	0,066	0,744	4,143	1,749	7,719	0,114	0,572	0,006	0,034	0,026	0,031	0,006
1922	0,015	0,023	0,111	2,396	2,906	0,998	0,947	0,261	0,011	0,005	0,038	0,012
1923	0,057	0,296	1,416	1,892	0,704	0,467	0,351	0,001	0,007	0,003	0,006	0,001
1924	0,043	0,286	4,044	2,347	5,941	0,907	0,238	0,002	0,015	0,032	0,007	0,026
1925	0,137	0,217	0,809	2,805	0,957	0,178	0,051	0,010	0,105	0,010	0,006	0,010
1926	0,032	0,208	2,639	3,418	1,406	0,385	0,083	0,000	0,002	0,003	0,002	0,001
1927	0,009	0,031	0,122	1,845	1,222	0,240	0,216	0,004	0,023	0,006	0,002	0,001
1928	0,012	0,007	0,106	0,693	0,361	0,175	0,025	0,000	0,006	0,017	0,002	0,002
1929	0,006	0,114	0,920	2,155	1,240	0,255	0,315	0,063	0,020	0,024	0,005	0,015
1930	0,027	0,027	0,101	0,237	0,095	0,219	0,032	0,011	0,002	0,009	0,001	0,005
1931	0,009	0,105	0,173	0,622	0,182	0,156	0,021	0,007	0,002	0,001	0,000	0,001
1932	0,006	0,024	0,038	0,077	0,058	0,142	0,059	0,006	0,034	0,006	0,001	0,002
1933	0,012	0,035	0,174	1,942	0,672	0,099	0,091	0,000	0,000	0,004	0,002	0,006
1934	0,018	0,201	2,813	1,950	3,196	0,545	0,024	0,012	0,027	0,003	0,014	0,044
1935	0,052	0,298	1,408	3,044	2,183	2,058	0,587	0,118	0,033	0,029	0,008	0,009
1936	0,010	0,091	0,173	0,255	0,897	1,748	0,172	0,016	0,015	0,010	0,004	0,002
1937	0,001	0,057	0,171	1,257	2,037	1,153	0,432	0,116	0,079	0,057	0,025	0,011
1938	0,050	0,052	1,282	5,027	0,796	0,537	0,097	0,131	0,026	0,020	0,013	0,015
1939	0,026	0,666	2,913	0,688	0,556	0,332	0,296	0,182	0,077	0,163	0,051	0,019
1940	0,149	0,252	1,620	7,687	0,890	5,917	0,162	0,096	0,032	0,022	0,001	0,006
1941	0,009	0,025	0,202	1,302	0,600	0,131	0,065	0,019	0,006	0,006	0,006	0,006
1942	0,004	0,025	0,219	0,828	0,999	0,181	0,047	0,023	0,005	0,017	0,002	0,006
1943	0,039	0,093	0,314	1,009	0,327	0,152	0,248	0,034	0,002	0,002	0,014	0,031
1944	0,065	0,023	0,202	0,743	2,463	0,269	0,224	0,003	0,008	0,012	0,002	0,021

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1945	0,034	0,695	2,129	2,819	3,658	1,435	0,562	0,119	0,030	0,041	0,026	0,027
1946	0,644	1,038	1,592	2,992	0,438	0,289	0,017	0,005	0,004	0,003	0,002	0,008
1947	0,006	0,044	0,200	0,674	1,122	0,185	0,059	0,012	0,018	0,006	0,051	0,019
1948	0,071	0,098	0,943	1,636	1,620	0,826	0,415	0,019	0,010	0,010	0,005	0,005
1949	0,005	0,053	0,877	3,926	1,833	0,918	0,187	0,124	0,006	0,005	0,048	0,003
1950	0,030	0,203	2,563	9,199	0,468	0,084	0,063	0,002	0,002	0,010	0,005	0,004
1951	0,007	0,006	0,010	0,111	0,258	1,803	0,069	0,000	0,001	0,020	0,009	0,038
1952	0,065	0,085	0,515	1,827	1,162	0,214	0,003	0,012	0,004	0,002	0,002	0,006
1953	0,003	0,006	0,051	0,342	0,557	0,651	0,206	0,020	0,008	0,001	0,001	0,000
1954	0,006	0,024	0,125	0,152	0,911	0,193	0,074	0,010	0,001	0,001	0,001	0,001
1955	0,009	0,018	0,143	0,779	1,856	0,328	0,041	0,029	0,002	0,034	0,003	0,026
1956	0,007	0,143	0,976	4,006	0,327	0,235	0,124	0,161	0,014	0,005	0,002	0,017
1957	0,037	0,006	0,452	4,051	0,383	0,150	0,033	0,002	0,008	0,002	0,001	0,004
1958	0,003	0,004	0,011	0,010	0,092	0,033	0,043	0,000	0,001	0,000	0,001	0,002
1959	0,015	0,087	0,722	0,958	1,241	0,695	0,175	0,034	0,000	0,002	0,003	0,002
1960	0,003	0,004	0,180	1,166	0,292	0,266	0,156	0,027	0,001	0,002	0,002	0,005
1961	0,024	0,341	2,459	1,910	1,906	0,814	0,267	0,094	0,005	0,012	0,003	0,010
1962	0,023	0,061	1,912	1,290	1,068	0,194	0,097	0,017	0,027	0,006	0,015	0,017
1963	0,131	0,583	4,617	1,121	0,787	0,155	0,105	0,019	0,001	0,001	0,031	0,098
1964	0,490	4,012	2,678	13,156	0,026	0,402	0,159	0,100	0,066	0,008	0,002	0,005
1965	0,019	0,015	0,146	1,536	1,995	2,062	0,453	0,031	0,032	0,034	0,008	0,010
1966	0,006	0,028	0,044	0,136	0,721	0,611	0,544	0,055	0,054	0,018	0,012	0,011
1967	0,024	0,341	2,747	3,880	3,556	1,004	0,357	0,146	0,012	0,002	0,002	0,014
1968	0,060	0,076	0,774	1,706	2,680	0,327	0,394	0,029	0,000	0,008	0,002	0,012
1969	0,015	0,035	0,224	1,949	1,616	1,443	1,920	0,643	0,183	0,127	0,009	0,015
1970	0,073	0,030	0,419	1,295	0,270	0,190	0,118	0,025	0,002	0,001	0,005	0,006
1971	0,020	0,051	0,342	0,978	1,626	1,383	0,991	0,148	0,060	0,096	0,055	0,029
1972	0,032	0,097	0,237	0,419	0,805	0,482	0,233	0,101	0,006	0,006	0,006	0,019
1973	0,040	0,124	0,354	1,466	2,878	1,521	0,698	0,096	0,056	0,020	0,013	0,038
1974	0,684	1,436	3,275	4,938	2,673	2,061	0,457	0,070	0,093	0,014	0,002	0,040
1975	0,035	0,144	0,968	1,408	2,446	1,295	0,789	0,081	0,077	0,017	0,008	0,050
1976	0,046	0,296	1,186	1,602	0,279	0,196	0,077	0,059	0,005	0,038	0,010	0,002
1977	0,100	0,440	1,871	2,026	3,148	2,000	1,500	0,038	0,004	0,012	0,004	0,011
1978	0,003	0,079	0,290	0,937	2,096	0,643	0,495	0,048	0,026	0,035	0,042	0,006
1979	0,027	0,060	0,082	0,296	0,610	0,260	0,048	0,044	0,034	0,006	0,011	0,001

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	0,011	0,336	1,332	0,663	0,209	0,432	0,029	0,006	0,013	0,014	0,002	0,005
1981	0,007	0,006	0,300	0,192	0,321	0,117	0,005	0,002	0,000	0,000	0,001	0,015
1982	0,019	0,043	0,386	0,969	1,532	0,578	0,187	0,078	0,029	0,014	0,010	0,005
1983	0,003	0,068	0,261	0,271	0,262	0,034	0,010	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000
1984	0,003	0,009	0,136	0,687	2,349	1,316	0,916	0,206	0,064	0,040	0,010	0,012
1985	0,153	1,156	4,534	1,940	7,582	0,238	3,076	0,167	0,032	0,005	0,003	0,043
1986	0,092	0,419	2,460	5,580	1,692	2,454	0,332	0,178	0,077	0,062	0,046	0,049
1987	0,036	0,076	1,011	2,008	0,369	2,203	0,248	0,022	0,014	0,007	0,008	0,001
1988	0,045	0,104	0,378	3,846	2,619	1,490	0,544	0,057	0,056	0,021	0,023	0,090
1989	0,153	0,079	0,543	2,850	2,521	3,803	1,828	0,161	0,089	0,034	0,016	0,127
1990	0,019	0,100	0,127	0,666	0,881	0,427	0,438	0,056	0,047	0,010	0,003	0,002
1991	0,010	0,031	0,329	0,835	1,724	0,444	0,073	0,010	0,003	0,009	0,002	0,000
1992	0,024	0,433	0,990	1,404	0,194	0,280	0,021	0,009	0,009	0,005	0,003	0,000
1993	0,003	0,004	0,027	0,049	0,020	0,022	0,035	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001
1994	0,010	0,058	0,528	2,061	2,253	4,456	0,548	0,006	0,003	0,004	0,007	0,076
1995	0,063	0,206	0,402	2,941	2,798	1,168	0,829	0,013	0,003	0,009	0,012	0,003
1996	0,141	0,232	2,062	3,793	1,178	0,337	0,126	0,144	0,030	0,038	0,032	0,001
1997	0,019	0,025	0,100	0,319	0,811	0,023	0,037	0,003	0,000	0,000	0,002	0,015
1998	0,104	0,104	0,361	0,326	0,094	0,008	0,010	0,005	0,000	0,002	0,000	0,002
1999	0,004	0,008	0,062	0,211	0,770	0,339	0,027	0,000	0,009	0,001	0,002	0,011
2000	0,116	0,319	1,699	5,132	0,918	1,320	1,117	1,057	0,340	0,001	0,016	0,020
2001	0,098	0,070	0,350	2,685	0,434	0,538	0,202	0,010	0,001	0,003	0,008	0,008
2002	0,670	0,356	2,155	4,228	1,342	1,980	0,392	0,015	0,013	0,006	0,006	0,005
2003	0,036	0,259	1,370	3,480	1,554	1,483	0,096	0,098	0,002	0,001	0,006	0,012
2004	0,658	2,932	1,033	1,080	0,441	2,196	0,577	0,030	0,015	0,005	0,002	0,002
2005	0,006	0,012	0,047	0,394	1,742	2,175	0,111	0,005	0,000	0,000	0,002	0,004
2006	0,002	0,013	0,115	0,892	1,942	1,557	0,371	0,169	0,022	0,002	0,011	0,006
2007	0,018	0,076	0,211	1,518	1,020	0,711	0,074	0,015	0,002	0,001	0,001	0,009
2008	0,038	0,012	0,210	2,454	1,302	0,410	0,300	0,211	0,000	0,002	0,002	0,004
2009	0,023	0,129	1,320	3,329	2,521	2,464	1,007	0,371	0,000	0,004	0,010	0,005
2010	0,067	0,023	0,052	0,491	0,134	0,113	0,013	0,001	0,000	0,002	0,000	0,015
2011	0,187	0,354	1,223	1,562	1,428	0,409	0,692	0,094	0,006	0,079	0,025	0,002
2012	0,027	0,268	0,298	0,155	0,145	0,218	0,007	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002