



**ESTADO DO MARANHÃO**

**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS**

**CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO**

# PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO

**PRODUTO 02: DIAGNÓSTICO,  
PROGNÓSTICO, CENÁRIOS**

**Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 (RT6)  
Balanço Hídrico**

FEVEREIRO DE 2019





# **PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO MARANHÃO**

**Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários**

**Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 (RT6)  
Balanço Hídrico**





**GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO**

Flávio Dino de Castro e Costa

*Governador*

**SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS –  
SEMA**

Diego Fernando Mendes Rolim

*Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais*

*Presidente do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH*

Rafael Ferreira Maciel

*Secretário Adjunto de Licenciamento - SAL/SEMA*

*Vice Presidente CONERH*

Ana Cristina Cardoso dos Santos Fontoura

*Secretária Executiva do CONSEMA/CONERH/CONGEFEMA*

Victor Lamarão de França

*Superintendente de Recursos Hídricos - SPR.RH/SAL/SEMA*

Hugo Fernando Silva e Silva

*Supervisor de Gestão e Planejamento - SPR.RH/SAL/SEMA*

Helen Roberta Silva

*Supervisora de Outorga, Cobrança e Fiscalização - SPR.RH/SAL/SEMA*

Gabriel Silva dos Santos

*Supervisora de Gestão Participativa - SPR.RH/SAL/SEMA*



© 2020 Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA  
Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e de informações contidas  
nesta publicação, desde que citada a fonte.

## **EQUIPE TÉCNICA DA IBI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S**

### **Coordenação Técnica**

Hypérides Pereira de Macedo  
Maria Vilalba Alves de Macedo  
Iuri José Alves de Macedo

### **Equipe Técnica**

Ticiane Marinho de Carvalho Studart  
Dorian Ponte Lima  
Laurence José Alves de Macedo  
Nadja Girlane Pinto Peixoto  
Antônio Hiran Alves de Macedo  
Francisco Ananias de Paula Coelho  
Lara Bastos Pereira  
José Ivo Gonçalves Sousa

Luís Evangelista Ramos Neto  
Itabaraci Nazareno Cavalcante  
Melina Maria Alves de Macedo  
Anny Karolyny Oliveira Portela  
Francisco Osny Enéas da Silva  
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele  
Brenda Kelly Sousa Nascimento

## **EQUIPE TÉCNICA DA SEMA**

Diego Fernando Mendes Rolim  
Rafael Ferreira Maciel  
Victor Lamarão de França  
Hugo Fernando Silva e Silva  
Gabriel Silva Dos Santos  
Helen Roberta Silva Ferreira  
Breno Ruiz De Lima Verde Da Silva  
Daiane Volff Ferreira  
Daniel De Lima Nascimento SÍRIO  
Danilo Torquato De Andrade  
Jessica Mayara Silveira De Jesus  
Jose Jânio de Castro Lima  
Kiara Mesquita de Azevedo SÍRIO  
Larissa Coelho Bonesi

Luciara Ibiá Dos Santos Machado  
Luiz Alexandre Brenha Raposo  
Nathan Abner Diniz Ramires  
Paula Suellen Ferreira Dos Anjos  
Rebeca Cristina Nascimento Matos  
Stefanny Marques Coqueiro Monteiro  
Aurizângela Amaral Silva  
Emily Nicolly Santos Aguiar  
Pedro Eduardo Marques Machado  
Roberta Neves Alcântara  
Samyra Yanka Almeida Pinheiro  
Joanice Rocha Reis  
Vinicius Lima Noletto  
Letícia Leite Rolim

## **EQUIPE DE PESQUISADORES SEMA**

Audivan Ribeiro Garcês Júnior  
Felipe Freitas Costa  
Gisselly Poliana Santos Muniz  
Itapotiará Vilas Bôas  
Jacenilde Cristina Braga Soareas

Joelson Caco Pereira da Graça  
Karina Coqueiro Mendes  
Larissa Rodrigues Marques  
Luciana da Silva Bastos  
Maria Luiza Torres Pires

## **PARCEIROS INSTITUCIONAIS**

### **CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

#### **SECRETARIA EXECUTIVA**

Ana Cristina Cardoso dos Santos Fontoura  
Lennise Maria Passos Portela  
Vaniérika Cazé Silva de Andrade  
Antônia da Silva e Silva

Hadina Bianca Cutrim Silva  
Luisa Helena Waquim Moreira  
Sabrina De Sousa Matos



## REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO

Diego Fernando Mendes Rolim  
Rafael Ferreira Maciel  
José de Ribamar Rodrigues Pereira  
José Sérgio Delmiro Vale  
Afonso Henrique de Jesus Lopes  
Wendell dos Santos Monteiro  
Norberto Melo Brandão  
Jorge Luiz Barbosa Carvalho  
Marco Aurélio de Sousa Martins  
Cristiane Assunção Martins de Oliveira  
Edilson Fernandes Carvalho Branco  
Sobrinho  
Ozenildo José Pereira Correia

Rita de Cássia Neiva Cunha  
Marília Franco de Andrade  
Claudia Francisca Santos de Sá Brandão  
Tainan de Lima Lopes  
Adriana Lustosa da Costa  
Daniel Martinelli Duarte  
Luciano Santos Pinheiro  
Ana Rosa Marques  
Claudio Rêbello Correa de Alencar  
Luís Fernando Cabral Barreto Junior  
Luzenice Macedo Martins  
Paulo Ryldon Claudino de Oliveira Costa

## SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA

Airton Antelmo de Sousa  
Isabella Monteiro Pearce  
Antônio Francisco Alves Coelho  
Francisco Pereira da Silva  
Marcelino Silva Farias Filho  
Irene Aguiar Santos

Francisco das Chagas Sousa  
Josuel Silvestre Silva  
Maria Aparecida de Jesus Medeiros  
Arlete Alves de Sousa  
Ronald Henrique Gomes Chaves

## USUÁRIOS DE ÁGUA

Luís Eduardo Rodrigues Reis  
Rogério Albino de Sousa  
Milton Santos Campelo da Silva  
Francisco Magalhães da Rocha  
José Carlos Oliveira de Paula

Juliana Arouche Costa  
César Rodrigues Viana  
Marcelo José Bueno  
Ericka Rocha da Cunha  
Ricardo Pereira Alves Mamede

CIP - Catalogação na Publicação

S446p Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA

**Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão.** Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários. Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 (RT6) Balanço Hídrico/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA – São Luís: SEMA, 2020.

96 p.: il.

ISBN 978-65-89984-02-3

1. Recursos Hídricos - Plano. 2. Bases Metodológicas para a Elaboração. Bacia I. Título.

CDU 556:353(812.1)

CDD 551.49812.1

Elaborada por Odivania Sousa Diniz - Bibliotecária - CRB-13/832.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA  
Av. dos Holandeses, nº 04, Quadra 06, Edifício Manhattan, Calhau, São Luís  
Maranhão - CEP: 65071-380  
<https://www.sema.ma.gov.br>

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.1 - Regiões Hidrográficas do Estado do Maranhão .....                                                                                                   | 19 |
| Tabela 1.2 - Distribuição Espacial dos Municípios nas Bacias Hidrográficas.....                                                                                  | 21 |
| Tabela 1.3 - Síntese da Distribuição Espacial dos Municípios nas Bacias Hidrográficas.....                                                                       | 28 |
| Tabela 1.4 - Síntese da População Residente por Situação de Domicílio e Distribuição Geográfica .....                                                            | 30 |
| Tabela 1.5 - Resultados do Modelo de Regressão da População Urbana e Total .....                                                                                 | 33 |
| Tabela 1.6 - Populações do Estado do Maranhão para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2038 considerando o Cenário Tendencial agregados por Bacias Hidrográficas ..... | 34 |
| Tabela 1.7 - Taxas Anuais de Crescimento da População no Cenário Tendencial por Situação de Domicílio .....                                                      | 36 |
| Tabela 1.8 - Valores <i>Per Capita</i> para Abastecimento Humano Urbano – Cenário Tendencial .....                                                               | 37 |
| Tabela 1.9 - Projeção da Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano e Rural por Bacia Hidrográfica - Cenário Tendencial.....                               | 38 |
| Tabela 1.10 - Valores per Capita de Consumo e Captação - Cenário Otimista Moderado .....                                                                         | 39 |
| Tabela 1.11 - Projeção da Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano e Rural por Bacia Hidrográfica - Cenário Otimista Moderado .....                      | 40 |
| Tabela 1.12 - Projeção dos Efetivos dos Rebanhos do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial .....                                                                | 42 |
| Tabela 1.13 - Projeção dos Efetivos do Rebanho Bovino do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial.....                                                            | 43 |
| Tabela 1.14 - Valores BEDA por Tipo de Rebanho.....                                                                                                              | 43 |
| Tabela 1.15 - Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial .....                                          | 44 |
| Tabela 1.16 - Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Moderado.....                                    | 46 |
| Tabela 1.17- Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Desejado .....                                    | 48 |
| Tabela 1.18 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Tendencial.....                                                                                       | 51 |
| Tabela 1.19 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Otimista Moderado .....                                                                               | 51 |
| Tabela 1.20 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Otimista Desejado.....                                                                                | 52 |
| Tabela 1.21 - Coeficientes de Demanda Hídrica Industrial.....                                                                                                    | 53 |
| Tabela 1.22 - Demandas Hídricas Industriais por Bacias Hidrográficas (2015).....                                                                                 | 54 |
| Tabela 1.23 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Tendencial .....                                                                                        | 56 |
| Tabela 1.24 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Otimista Moderado .....                                                                                 | 56 |
| Tabela 1.25 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Otimista Desejado.....                                                                                  | 57 |
| Tabela 1.26 - Demanda Hídrica da Pesca e Aquicultura no Estado do Maranhão (2017) .....                                                                          | 58 |
| Tabela 1.27 - Projeção da Produção de Pesca e Aquicultura - Cenário Tendencial.....                                                                              | 59 |
| Tabela 1.28 - Demanda Hídrica da Pesca e da Aquicultura Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial .....                      | 60 |
| Tabela 1.29 - Demanda Hídrica da Pesca e da Aquicultura Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Moderado.....                | 61 |
| Tabela 1.30 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias Hidrográficas – Cenário Tendencial (l/s).....                                                              | 62 |

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.31 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias Hidrográficas – Cenário Otimista Moderado (l/s).....               | 63 |
| Tabela 1.32 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias Hidrográficas – Cenário Otimista Desejado (l/s).....               | 64 |
| Tabela 1.33 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Tendencial (l/s).....          | 66 |
| Tabela 1.34 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Moderado (l/s) .....  | 67 |
| Tabela 1.35 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Desejado (l/s).....   | 68 |
| Tabela 2.1 - Disponibilidades Hídricas Totais por Bacia Hidrográfica no Estado do Maranhão .....                         | 72 |
| Tabela 3.1 - Reservas e recursos hídricos subterrâneos explotáveis por bacia hidrográfica no Maranhão.....               | 76 |
| Tabela 3.2 – Potencialidades hídricas subterrâneas do Estado do Maranhão.....                                            | 77 |
| Tabela 3.3 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Gurupi – Estado do Maranhão.....              | 78 |
| Tabela 3.4 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia das Ilhas Maranhenses – Estado do Maranhão ..... | 79 |
| Tabela 3.5 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Itapecuru – Estado do Maranhão.....           | 80 |
| Tabela 3.6 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Litoral Ocidental – Estado do Maranhão .....  | 81 |
| Tabela 3.7 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Maracaçumé – Estado do Maranhão.....          | 81 |
| Tabela 3.8 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Mearim – Estado do Maranhão.....              | 82 |
| Tabela 3.9 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Munim – Estado do Maranhão.....               | 83 |
| Tabela 3.10 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Parnaíba – Estado do Maranhão.....           | 84 |
| Tabela 3.11 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Peria – Estado do Maranhão.....              | 85 |
| Tabela 3.12 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Preguiças – Estado do Maranhão.....          | 85 |
| Tabela 3.13 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Tocantins – Estado do Maranhão.....          | 86 |
| Tabela 3.14 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Turiaçu – Estado do Maranhão.....            | 87 |
| Tabela 4.1 – Potencialidades Hídricas Subterrâneas e Disponibilidades Superficiais do Estado do Maranhão.....            | 92 |
| Tabela 4.2 - Balanço Hídrico para o Cenário Tendencial – Estado do Maranhão.....                                         | 93 |
| Tabela 4.3 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Moderado – Estado do Maranhão .....                                 | 94 |
| Tabela 4.4 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Desejado– Estado do Maranhão.....                                   | 95 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 - Distribuição das Áreas das Bacias Hidrográficas .....                                                                       | 28 |
| Figura 1.2 - Distribuição da População Total pelas Bacias Hidrográficas - 2010.....                                                      | 31 |
| Figura 1.3 - Evolução do Rebanho Bovino no Estado do Maranhão no Período<br>1974/2017 .....                                              | 41 |
| Figura 1.4 – Barragens e manchas irrigáveis.....                                                                                         | 48 |
| Figura 1.5 – Mapa de solos.....                                                                                                          | 47 |
| Figura 1.6 - Evolução do número de empregados na indústria no Estado do Maranhão -<br>Pesquisa Industrial Anual - Empresa.....           | 55 |
| Figura 1.7 - Evolução da produção de pesca e aquicultura no Estado do Maranhão .....                                                     | 59 |
| Figura 1.8 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento -<br>Cenário Tendencial (l/s) .....                       | 66 |
| Figura 1.9 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento -<br>Cenário Otimista Moderado (l/s).....                 | 67 |
| Figura 1.10 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento -<br>Cenário Otimista Desejado (m <sup>3</sup> /s) ..... | 68 |
| Figura 4.1 - Balanço Hídrico para o Cenário Tendencial.....                                                                              | 96 |
| Figura 4.2 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Moderado .....                                                                      | 96 |
| Figura 4.3 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Desejado.....                                                                       | 96 |





## SUMÁRIO

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ESTUDO DAS DEMANDAS HÍDRICAS / CENÁRIOS .....</b>                                                              | <b>17</b> |
| 1.1. Introdução .....                                                                                                | 17        |
| 1.1.1. Condicionantes da Base Metodológica .....                                                                     | 17        |
| 1.1.2. Recorte Espacial Adotado no Plano de Recursos Hídricos do Estado do<br>Maranhão. ....                         | 18        |
| 1.2. Demanda Hídrica para Abastecimento Humano .....                                                                 | 20        |
| 1.2.1. Evolução e Distribuição Geográfica da População .....                                                         | 20        |
| 1.2.2. Avaliação das Demandas Segundo os Horizontes do Plano .....                                                   | 31        |
| 1.2.2.1. Metodologia de Projeção .....                                                                               | 31        |
| 1.2.2.2. Projeção das Demandas para Abastecimento Humano .....                                                       | 37        |
| 1.3. Demanda Hídrica para Dessedentação Animal .....                                                                 | 41        |
| 1.3.1. Introdução .....                                                                                              | 41        |
| 1.3.2. Cenário Tendencial de Demanda Hídrica Animal .....                                                            | 42        |
| 1.3.3. Metodologia de Projeção da Demanda Hídrica Animal por Bacia Hidrográfica ....                                 | 43        |
| 1.3.4. Cenários Futuros da Agropecuária do Maranhão .....                                                            | 44        |
| 1.3.5. Cenários Otimistas Moderado e Desejado .....                                                                  | 45        |
| 1.4. Demanda Hídrica para Irrigação .....                                                                            | 49        |
| 1.4.1. Introdução .....                                                                                              | 49        |
| 1.4.2. Metodologia de Projeção das Áreas Irrigáveis .....                                                            | 50        |
| 1.4.3. Cenários para Irrigação .....                                                                                 | 50        |
| 1.5. Demanda Hídrica para a Indústria .....                                                                          | 52        |
| 1.5.1. Introdução .....                                                                                              | 52        |
| 1.5.2. Metodologia de Projeção das Demandas Hídricas Industriais .....                                               | 54        |
| 1.6. Demanda Hídrica para Pesca e Aquicultura .....                                                                  | 57        |
| 1.6.1. Introdução .....                                                                                              | 57        |
| 1.6.2. Metodologia de Projeção .....                                                                                 | 58        |
| 1.7. Demandas Hídricas Totais .....                                                                                  | 61        |
| <b>2. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS TOTAIS NAS BACIAS<br/>HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO MARANHÃO .....</b>     | <b>71</b> |
| <b>3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS TOTAIS NAS BACIAS<br/>HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO MARANHÃO .....</b>     | <b>75</b> |
| <b>4. CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS E<br/>IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS PELO USO DA AGUA .....</b> | <b>91</b> |
| 4.1. Balanço Hídrico .....                                                                                           | 91        |
| 4.2. Análise dos Resultados do Balanço Hídrico .....                                                                 | 92        |



## APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o **Produto 2: Diagnóstico, Prognóstico, Cenários, Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 "Balanço Hídrico"**, elaborado pela IBI Engenharia Consultiva S/S, parte integrante da Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão, conforme Edital e Termos de Referência do Processo Administrativo nº 11581912015/SEMA e Contrato nº 01/2017.

Conforme especificado nos Termos de Referência (TDR), a elaboração do referido trabalho foi estruturado conforme a seguir:

✓ **Produto 01: Bases Metodológicas para a Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 1.1: Plano de Trabalho;
- Sub-Produto 1.2: Relatório Temático 1 (RT1): Produção de cartilhas;
- Sub-Produto 1.3: Relatório Temático 2 (RT2): Plano de Educomunicação.

✓ **Produto 02: Diagnóstico, Prognóstico e Cenários dos Recursos Hídricos do Estado**

- Sub-Produto 2.1: Relatório Temático 3 (RT3): Diagnóstico da Dinâmica socioeconômico e ambiental;
- Sub-Produto 2.2: Relatório Temático 4 (RT4): Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas;
- Sub-Produto 2.3: Relatório Temático 5 (RT5): Diagnóstico e Prognóstico das Demandas e Variabilidades Hídricas;
- Sub-Produto 2.4: Relatório Temático 6 (RT6): Balanço Hídrico;
- Sub-Produto 2.5: Relatório Temático 7 (RT7): Audiências Públicas;
- Sub-Produto 2.6: Mapas temáticos conforme item 5.2.6 deste TR.

✓ **Produto 03: Diretrizes, Programas e Metas para Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 3.1: Relatório Temático 8 (RT8): Diretrizes, Programas e Metas para o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Sub-Produto 3.2: Relatório Temático 9 (RT9): Oficinas de trabalho.

✓ **Produto 04: Documento Consolidado do Plano Estadual de Recursos Hídricos**

- Sub-Produto 4.1: Relatório de Coleta de Dados (RCD): Formatação do Banco de Dados.
- Sub-Produto 4.2: Relatório comprobatório: capacitação técnica do órgão gestor.
- Sub-Produto 4.3: Relatório Síntese, referente ao Plano completo e outro referente ao Resumo Executivo.
- Sub-Produto 4.4: PERH completo e resumo executivo impressos e em meio digital.



**1.**

***ESTUDO DAS DEMANDAS HÍDRICAS/CENÁRIOS***



## **1. ESTUDO DAS DEMANDAS HÍDRICAS / CENÁRIOS**

### **1.1. Introdução**

Como já definido anteriormente, o estudo das demandas hídricas abrange duas considerações conforme os usos: demanda de usos consuntivos, onde parte da água utilizada para este fim não retorna ao seu curso original, com redução efetiva da disponibilidade da fonte hídrica, e, a parte que retorna aos mananciais com qualidade inferior à da que foi captada e sua diluição afetando a qualidade de todo o corpo d'água. Compreendem as demandas para abastecimento humano, animal, irrigação, indústria, piscicultura e turismo. A demanda de usos não consuntivos não implica no consumo efetivo da água, não interfere no volume que pode ser destinado para outros fins como os usos consuntivos, mas cria toda espécie de externalidades, visto que requerem a manutenção de uma vazão média estável e permanente no manancial. Esses usos se referem às atividades de geração de energia, navegação e a demanda ecológica.

Este capítulo, sobre as demandas hídricas, faz o cálculo das projeções das vazões para cada uma das bacias hidrográficas do Estado do Maranhão, atendendo os conceitos e definições a partir da análise das demandas atuais para os diferentes usos setoriais e as perspectivas de evolução dessas demandas para os horizontes do plano), estimadas com base na análise das políticas, planos ou intenções setoriais de uso, controle e proteção dos recursos hídricos. O estudo integral sobre as demandas está apresentado no Sub-Produto 2.3: Relatório Temático 5 (RT5): Diagnóstico e Prognóstico das Demandas e Variabilidades Hídricas.

#### **1.1.1. Condicionantes da Base Metodológica**

##### **a) Premissas Condicionantes da Base Metodológica**

As premissas de cálculo referem-se aos horizontes do plano e aos cenários de planejamento selecionados para o PERH-MA, assim como sobre a base de dados utilizada, enquanto que os condicionantes da base metodológica dizem respeito aos critérios adotados para discretização das demandas entre as bacias hidrográficas e Gestão de Recursos Hídricos.

##### **b) Premissas do Plano e Base de Dados**

As demandas serão projetadas para os horizontes já definidos pelo TDR do plano, a saber: 5, 10 e 20 anos; ou seja:



### Horizontes de Projeto:

- Ano 2018 - Situação atual;
- Ano 2023 - Curto prazo;
- Ano 2028 - Médio prazo;
- Ano 2038 - Longo prazo.

Para efeito de planejamento, serão estudados três cenários: o Cenário Tendencial (permanência da tendência) e dois cenários alternativos otimistas (melhorias e crescimento), compreendendo dois cenários: cenário otimista moderado e cenário otimista desejado.

#### 1.1.2. Recorte Espacial Adotado no Plano de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão.

O Decreto Estadual nº 27.845/2011, no seu art.5, define que, para efeito do estabelecimento da **Política Estadual de Recursos Hídricos**, o estado do Maranhão está dividido em 12 regiões hidrográficas. Destas, sete são bacias hidrográficas estaduais (Itapecuru, Maracaçumé, Mearim, Munim, Peria, Preguiças e Turiaçu); duas constituem sistemas hidrográficos (Litoral Ocidental e das Ilhas Maranhenses), e três são parte de bacias de rios federais (Parnaíba, Tocantins e Gurupi) (**Figura 1.1**). A caracterização das doze regiões hidrográficas por área/população/composição dos municípios, está descrita na **Tabela 1.1**.

A demanda hídrica caracterizada para todos os usos já foi calculada para o ano base 2010 e apresentada no Produto 2.3 – Relatório Temático 5 (RT5) – Diagnóstico e Prognóstico das Demandas e Variabilidades Hídricas.

**Tabela 1.1 - Regiões Hidrográficas do Estado do Maranhão**

| <b>Regiões Hidrográficas</b> | <b>Bacias Hidrográficas</b>            | <b>Área (km²)</b> | <b>% da Área do Estado</b> | <b>População Total</b> | <b>Total de Municípios</b> | <b>Municípios Mais Populosos</b>                                                     |
|------------------------------|----------------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Domínio Federal</b>       |                                        |                   |                            |                        |                            |                                                                                      |
| Parnaíba                     | Bacia hidrográfica do Parnaíba         | 66.449,09         | 20,02                      | 717.723                | 39                         | Balsas, Brejo, Coelho, Neto, Pastos Bons, Timon, Tutóia.                             |
| Araguaia-Tocantins           | Bacia hidrográfica do Tocantins        | 30.665,15         | 9,24                       | 498.105                | 23                         | Imperatriz, Carolina, Estreito, João Lisboa, Porto Franco.                           |
| Atlântico Nordeste Ocidental | Bacia hidrográfica do Gurupi           | 15.953,91         | 4,81                       | 178.302                | 13                         | Açailândia, Carutapera, Itinga do Maranhão.                                          |
| <b>Domínio Estadual</b>      |                                        |                   |                            |                        |                            |                                                                                      |
| Atlântico Nordeste Ocidental | Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 10.226,22         | 3,08                       | 343.130                | 23                         | Cururupu, Pinheiro, São Bento.                                                       |
|                              | Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses | 3.604,62          | 1,09                       | 1.349.541              | 22                         | São Luis.                                                                            |
|                              | Bacia hidrográfica do Mearim           | 99.058,68         | 29,84                      | 1.681.307              | 83                         | Bacabal, Barra do Corda, Grajaú, Lago da Pedra, Presidente Dutra, Viana, Zé Doca.    |
|                              | Bacia hidrográfica do Itapecuru        | 53.216,84         | 16,03                      | 1.019.398              | 57                         | Caxias, Codó, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Itapecuru-Mirim, Timbiras.                |
|                              | Bacia hidrográfica do Munim            | 15.918,04         | 4,79                       | 320.001                | 27                         | Chapadinha, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, Urbano Santos, Vargem Grande.      |
|                              | Bacia hidrográfica do Turiaçu          | 14.149,87         | 4,26                       | 179.212                | 16                         | Nova Olinda do Maranhão, Santa Helena, Santa Luzia do Paruá, Turiaçu, Turilândia.    |
|                              | Bacia hidrográfica do Maracaçumé       | 7.756,79          | 2,34                       | 122.535                | 16                         | Cândido Mendes, Godofredo Viana, Governador Nunes Freire, Maracaçumé, Maranhãozinho. |
|                              | Bacia hidrográfica do Preguiças        | 6.707,91          | 2,02                       | 96.379                 | 10                         | Barreiras, Paulino Neves.                                                            |
|                              | Bacia hidrográfica do Peria            | 5.395,37          | 1,62                       | 64.049                 | 6                          | Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro.                                      |

## 1.2. Demanda Hídrica para Abastecimento Humano

### 1.2.1. Evolução e Distribuição Geográfica da População

Para fins de cálculo da demanda hídrica para abastecimento humano urbano foi considerado o mesmo contingente populacional apresentado no capítulo de socioeconomia (Relatório Diagnóstico da Dinâmica Socioeconômica e Ambiental), cuja metodologia contempla as sedes urbanas inclusas nos limites das bacias hidrográficas.

Para a zona rural dos municípios, a demanda hídrica humana foi obtida através da multiplicação da população rural pela demanda rural *per capita* de 100 l/hab.dia (ANA, 2003 apud ONS, 2005).

Para aqueles municípios que não possuem suas áreas políticas totalmente inseridas na área de contribuição da Bacia Hidrográfica, foi feita uma ponderação da população rural. Para a quantificação e projeção do contingente populacional foram apropriados inicialmente os dados referentes aos recenseamentos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 do IBGE, os quais foram discriminados por municípios ao nível de cada bacia hidrográfica. Para os municípios que apresentam seus territórios ocupando áreas de mais de uma bacia hidrográfica foi efetuado o desmembramento da população rural pertinente a cada bacia com base na proporção da área rural do município contida na referida bacia.

A espacialização dos municípios nos territórios das bacias hidrográficas foi fundamentada em dados do estudo denominado Bacias e Sistemas Hidrográficos Maranhenses (UEMA, 2015), que indica os percentuais de áreas dos municípios inseridos em cada bacia, e nas áreas oficiais municipais disponibilizadas pelo IBGE. A **Tabela 1.2** apresenta a distribuição dos municípios por bacias hidrográficas, os percentuais das áreas dos municípios inseridas nos territórios das bacias, as áreas totais dos municípios, as áreas do município calculadas na bacia.

Tabela 1.2 - Distribuição Espacial dos Municípios nas Bacias Hidrográficas

| Bacias Hidrográficas/Municípios             | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km <sup>2</sup> ) | Área do Município na Bacia (km <sup>2</sup> ) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|---------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba</b>   |                          |                                                 | <b>67.125,74</b>                              |                                          |                                  |
| Água Doce do Maranhão                       | 2100154                  | 443,27                                          | 403,38                                        | 91                                       | sim                              |
| Alto Parnaíba                               | 2100501                  | 11.132,18                                       | 11.132,18                                     | 100                                      | sim                              |
| Anapurus                                    | 2100808                  | 608,30                                          | 30,41                                         | 5                                        | não                              |
| Araioses                                    | 2100907                  | 1.782,60                                        | 1.069,56                                      | 60                                       | sim                              |
| Balsas                                      | 2101400                  | 13.141,73                                       | 13.141,73                                     | 100                                      | sim                              |
| Barão de Grajaú                             | 2101509                  | 2.208,32                                        | 2.208,32                                      | 100                                      | sim                              |
| Barreirinhas                                | 2101707                  | 3.024,02                                        | 30,24                                         | 1                                        | não                              |
| Benedito Leite                              | 2101806                  | 1.781,73                                        | 1.781,73                                      | 100                                      | sim                              |
| Brejo                                       | 2102101                  | 1.074,63                                        | 773,73                                        | 72                                       | sim                              |
| Buriti                                      | 2102200                  | 1.473,96                                        | 663,28                                        | 45                                       | sim                              |
| Caxias                                      | 2103000                  | 5.196,77                                        | 1.974,77                                      | 38                                       | não                              |
| Coelho Neto                                 | 2103406                  | 975,55                                          | 487,77                                        | 50                                       | sim                              |
| Duque Bacelar                               | 2103901                  | 317,92                                          | 190,75                                        | 60                                       | sim                              |
| Feira Nova do Maranhão                      | 2104073                  | 1.473,41                                        | 44,20                                         | 3                                        | não                              |
| Fortaleza dos Nogueiras                     | 2104107                  | 1.854,01                                        | 1.854,01                                      | 100                                      | sim                              |
| Lagoa do Mato                               | 2105922                  | 1.512,99                                        | 680,85                                        | 45                                       | não                              |
| Loreto                                      | 2106102                  | 3.596,84                                        | 2.985,38                                      | 83                                       | sim                              |
| Magalhães de Almeida                        | 2106300                  | 433,15                                          | 433,15                                        | 100                                      | sim                              |
| Matões                                      | 2106607                  | 2.107,40                                        | 842,96                                        | 40                                       | sim                              |
| Milagres do Maranhão                        | 2106672                  | 634,73                                          | 590,30                                        | 93                                       | sim                              |
| Nova Colinas                                | 2107258                  | 743,11                                          | 743,11                                        | 100                                      | sim                              |
| Nova Iorque                                 | 2107308                  | 976,87                                          | 976,87                                        | 100                                      | sim                              |
| Parnarama                                   | 2107803                  | 3.240,49                                        | 615,69                                        | 19                                       | sim                              |
| Passagem Franca                             | 2107902                  | 1.358,33                                        | 27,17                                         | 2                                        | não                              |
| Pastos Bons                                 | 2108009                  | 1.635,32                                        | 784,95                                        | 48                                       | sim                              |
| Riachão                                     | 2109502                  | 6.373,02                                        | 2.166,83                                      | 34                                       | sim                              |
| Sambaíba                                    | 2109700                  | 2.478,70                                        | 2.354,76                                      | 95                                       | sim                              |
| Santa Quitéria do Maranhão                  | 2110104                  | 1.434,90                                        | 688,75                                        | 48                                       | sim                              |
| Santana do Maranhão                         | 2110237                  | 932,02                                          | 689,68                                        | 74                                       | sim                              |
| São Bernardo                                | 2110609                  | 1.006,92                                        | 1.006,92                                      | 100                                      | sim                              |
| São Domingos do Azeitão                     | 2110658                  | 960,93                                          | 422,81                                        | 44                                       | não                              |
| São Félix de Balsas                         | 2110807                  | 2.032,36                                        | 1.585,24                                      | 78                                       | sim                              |
| São Francisco do Maranhão                   | 2110906                  | 2.280,21                                        | 2.120,60                                      | 93                                       | sim                              |
| São João dos Patos                          | 2111102                  | 1.482,66                                        | 1.141,65                                      | 77                                       | sim                              |
| São Raimundo das Mangabeiras                | 2111607                  | 3.521,52                                        | 2.887,65                                      | 82                                       | sim                              |
| Sucupira do Riachão                         | 2111953                  | 863,91                                          | 863,91                                        | 100                                      | sim                              |
| Tasso Fragoso                               | 2112001                  | 4.382,98                                        | 4.382,98                                      | 100                                      | sim                              |
| Timon                                       | 2112209                  | 1.764,61                                        | 1.323,46                                      | 75                                       | sim                              |
| Tutóia                                      | 2112506                  | 1.651,65                                        | 1.024,02                                      | 62                                       | sim                              |
| <b>II – Bacia Hidrográfica do Tocantins</b> |                          |                                                 | <b>30.403,44</b>                              |                                          |                                  |
| Açailândia                                  | 2100055                  | 5.806,44                                        | 870,97                                        | 15                                       | não                              |
| Buritirana                                  | 2102358                  | 818,42                                          | 327,37                                        | 40                                       | não                              |
| Campestre do Maranhão                       | 2102556                  | 615,38                                          | 615,38                                        | 100                                      | sim                              |
| Carolina                                    | 2102804                  | 6.441,60                                        | 6.441,60                                      | 100                                      | sim                              |
| Cidelândia                                  | 2103257                  | 1.464,03                                        | 1.434,75                                      | 98                                       | sim                              |
| Davinópolis                                 | 2103752                  | 335,77                                          | 335,77                                        | 100                                      | sim                              |
| Estreito                                    | 2104057                  | 2.718,98                                        | 2.718,98                                      | 100                                      | sim                              |
| Feira Nova do Maranhão                      | 2104073                  | 1.473,41                                        | 1.429,21                                      | 97                                       | sim                              |

| Bacias Hidrográficas/Municípios                    | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km²) | Área do Município na Bacia (km²) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Governador Edison Lobão                            | 2104552                  | 615,86                             | 615,86                           | 100                                      | sim                              |
| Imperatriz                                         | 2105302                  | 1.368,99                           | 1.368,99                         | 100                                      | sim                              |
| João Lisboa                                        | 2105500                  | 1.135,21                           | 238,39                           | 21                                       | sim                              |
| Lajeado Novo                                       | 2105989                  | 1.047,73                           | 1.047,73                         | 100                                      | sim                              |
| Montes Altos                                       | 2107001                  | 1.488,34                           | 1.101,37                         | 74                                       | sim                              |
| Porto Franco                                       | 2109007                  | 1.417,49                           | 1.417,49                         | 100                                      | sim                              |
| Riachão                                            | 2109502                  | 6.373,02                           | 4.206,19                         | 66                                       | não                              |
| Ribamar Fiquene                                    | 2109551                  | 750,55                             | 750,55                           | 100                                      | sim                              |
| São Francisco do Brejão                            | 2110856                  | 745,61                             | 37,28                            | 5                                        | não                              |
| São João do Paraíso                                | 2111052                  | 2.053,84                           | 2.053,84                         | 100                                      | sim                              |
| São Pedro da Água Branca                           | 2111532                  | 720,45                             | 720,45                           | 100                                      | sim                              |
| São Pedro dos Crentes                              | 2111573                  | 979,63                             | 979,63                           | 100                                      | sim                              |
| Senador La Rocque                                  | 2111763                  | 738,55                             | 347,12                           | 47                                       | sim                              |
| Sítio Novo                                         | 2111805                  | 3.114,87                           | 155,74                           | 5                                        | não                              |
| Vila Nova dos Martírios                            | 2112852                  | 1.188,78                           | 1.188,78                         | 100                                      | sim                              |
| <b>III – Bacia Hidrográfica do Gurupi</b>          |                          |                                    | <b>15.731,33</b>                 |                                          |                                  |
| Açailândia                                         | 2100055                  | 5.806,44                           | 2.032,25                         | 35                                       | sim                              |
| Amapá do Maranhão                                  | 2100550                  | 502,40                             | 50,24                            | 10                                       | não                              |
| Boa Vista do Gurupi                                | 2101970                  | 403,46                             | 403,46                           | 100                                      | sim                              |
| Carutapera                                         | 2102903                  | 1.232,08                           | 616,04                           | 50                                       | sim                              |
| Centro do Guilherme                                | 2103158                  | 1.167,85                           | 233,57                           | 20                                       | sim                              |
| Centro Novo do Maranhão                            | 2103174                  | 8.369,79                           | 7.532,81                         | 90                                       | sim                              |
| Cidelândia                                         | 2103257                  | 1.464,03                           | 29,28                            | 2                                        | não                              |
| Itinga do Maranhão                                 | 2105427                  | 3.581,72                           | 3.581,72                         | 100                                      | sim                              |
| João Lisboa                                        | 2105500                  | 1.135,21                           | 22,70                            | 2                                        | não                              |
| Junco do Maranhão                                  | 2105658                  | 555,09                             | 432,97                           | 78                                       | sim                              |
| Maracaçumé                                         | 2106326                  | 635,82                             | 63,58                            | 10                                       | não                              |
| São Francisco do Brejão                            | 2110856                  | 745,61                             | 596,49                           | 80                                       | sim                              |
| São João do Carú                                   | 2111029                  | 908,08                             | 136,21                           | 15                                       | não                              |
| <b>IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental</b> |                          |                                    | <b>11.199,67</b>                 |                                          |                                  |
| Alcântara                                          | 2100204                  | 1.457,92                           | 1.385,02                         | 95                                       | sim                              |
| Apicum-Açu                                         | 2100832                  | 488,81                             | 254,18                           | 52                                       | sim                              |
| Bacuri                                             | 2101301                  | 823,72                             | 494,23                           | 60                                       | sim                              |
| Bacurituba                                         | 2101350                  | 674,51                             | 674,51                           | 100                                      | sim                              |
| Bequimão                                           | 2101905                  | 797,72                             | 797,72                           | 100                                      | sim                              |
| Cajapió                                            | 2102408                  | 908,73                             | 227,18                           | 25                                       | não                              |
| Cedral                                             | 2103109                  | 283,19                             | 269,03                           | 95                                       | sim                              |
| Central do Maranhão                                | 2103125                  | 319,05                             | 319,05                           | 100                                      | sim                              |
| Cururupu                                           | 2103703                  | 1.093,06                           | 874,45                           | 80                                       | sim                              |
| Guimarães                                          | 2104909                  | 595,38                             | 583,47                           | 98                                       | sim                              |
| Matinha                                            | 2106508                  | 408,73                             | 32,70                            | 8                                        | não                              |
| Mirinzal                                           | 2106805                  | 687,75                             | 536,44                           | 78                                       | sim                              |
| Olinda Nova do Maranhão                            | 2107456                  | 197,64                             | 63,23                            | 32                                       | não                              |
| Palmeirândia                                       | 2107605                  | 532,16                             | 532,16                           | 100                                      | sim                              |
| Pedro do Rosário                                   | 2108256                  | 1.749,89                           | 524,97                           | 30                                       | sim                              |
| Peri Mirim                                         | 2108405                  | 398,72                             | 398,72                           | 100                                      | sim                              |
| Pinheiro                                           | 2108603                  | 1.512,97                           | 1.422,19                         | 94                                       | sim                              |
| Porto Rico do Maranhão                             | 2109056                  | 218,83                             | 179,44                           | 82                                       | sim                              |
| Presidente Sarney                                  | 2109270                  | 724,15                             | 28,97                            | 4                                        | não                              |
| São Bento                                          | 2110500                  | 468,89                             | 468,89                           | 100                                      | sim                              |

| Bacias Hidrográficas/Municípios                   | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km <sup>2</sup> ) | Área do Município na Bacia (km <sup>2</sup> ) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|---------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| São Vicente Ferrer                                | 2111706                  | 381,02                                          | 304,82                                        | 80                                       | sim                              |
| Serrano do Maranhão                               | 2111789                  | 1.165,86                                        | 582,93                                        | 50                                       | não                              |
| Viana                                             | 2112803                  | 1.168,44                                        | 245,37                                        | 21                                       | não                              |
| <b>V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses</b> |                          |                                                 | <b>5.564,46</b>                               |                                          |                                  |
| Água Doce do Maranhão                             | 2100154                  | 443,27                                          | 39,89                                         | 9                                        | não                              |
| Alcântara                                         | 2100204                  | 1.457,92                                        | 72,90                                         | 5                                        | não                              |
| Apicum-Açu                                        | 2100832                  | 488,81                                          | 234,63                                        | 48                                       | não                              |
| Araioses                                          | 2100907                  | 1.782,60                                        | 713,04                                        | 40                                       | não                              |
| Bacuri                                            | 2101301                  | 823,72                                          | 329,49                                        | 40                                       | não                              |
| Cajapió                                           | 2102408                  | 908,73                                          | 545,24                                        | 60                                       | não                              |
| Cândido Mendes                                    | 2102606                  | 1.640,76                                        | 328,15                                        | 20                                       | não                              |
| Carutapera                                        | 2102903                  | 1.232,08                                        | 184,81                                        | 15                                       | não                              |
| Cedral                                            | 2103109                  | 283,19                                          | 14,16                                         | 5                                        | não                              |
| Cururupu                                          | 2103703                  | 1.093,06                                        | 218,61                                        | 20                                       | não                              |
| Godofredo Viana                                   | 2104305                  | 667,33                                          | 106,77                                        | 16                                       | não                              |
| Guimarães                                         | 2104909                  | 595,38                                          | 11,91                                         | 2                                        | não                              |
| Humberto de Campos                                | 2105005                  | 2.131,25                                        | 426,25                                        | 20                                       | não                              |
| Icatu                                             | 2105104                  | 1.448,78                                        | 246,29                                        | 17                                       | não                              |
| Luís Domingues                                    | 2106201                  | 464,06                                          | 55,69                                         | 12                                       | não                              |
| Paço do Lumiar                                    | 2107506                  | 122,83                                          | 122,83                                        | 100                                      | sim                              |
| Porto Rico do Maranhão                            | 2109056                  | 218,83                                          | 39,39                                         | 18                                       | não                              |
| Raposa                                            | 2109452                  | 66,28                                           | 66,28                                         | 100                                      | sim                              |
| São José de Ribamar                               | 2111201                  | 388,37                                          | 388,37                                        | 100                                      | sim                              |
| São Luís                                          | 2111300                  | 834,79                                          | 834,79                                        | 100                                      | sim                              |
| Turiação                                          | 2112407                  | 2.578,50                                        | 386,77                                        | 15                                       | não                              |
| Tutóia                                            | 2112506                  | 1.651,65                                        | 198,20                                        | 12                                       | não                              |
| <b>VI - Bacia Hidrográfica do Mearim</b>          |                          |                                                 | <b>97.868,22</b>                              |                                          |                                  |
| Açailândia                                        | 2100055                  | 5.806,44                                        | 2.903,22                                      | 50                                       | não                              |
| Altamira do Maranhão                              | 2100402                  | 710,58                                          | 710,58                                        | 100                                      | sim                              |
| Alto Alegre do Pindaré                            | 2100477                  | 1.932,29                                        | 1.932,29                                      | 100                                      | sim                              |
| Amarante do Maranhão                              | 2100600                  | 7.438,19                                        | 7.438,19                                      | 100                                      | sim                              |
| Anajatuba                                         | 2100709                  | 1.011,13                                        | 1.011,13                                      | 100                                      | sim                              |
| Araguanã                                          | 2100873                  | 805,19                                          | 241,56                                        | 30                                       | não                              |
| Arame                                             | 2100956                  | 2.976,04                                        | 2.976,04                                      | 100                                      | sim                              |
| Arari                                             | 2101004                  | 1.100,28                                        | 1.078,27                                      | 98                                       | sim                              |
| Bacabal                                           | 2101202                  | 1.683,07                                        | 1.514,76                                      | 90                                       | sim                              |
| Bacabeira                                         | 2101251                  | 615,59                                          | 461,69                                        | 75                                       | sim                              |
| Barra do Corda                                    | 2101608                  | 5.190,34                                        | 5.190,34                                      | 100                                      | sim                              |
| Bela Vista do Maranhão                            | 2101772                  | 147,96                                          | 147,96                                        | 100                                      | sim                              |
| Bernardo do Mearim                                | 2101939                  | 248,69                                          | 248,69                                        | 100                                      | sim                              |
| Bom Jardim                                        | 2102002                  | 6.590,53                                        | 6.590,53                                      | 100                                      | sim                              |
| Bom Jesus das Selvas                              | 2102036                  | 2.679,10                                        | 2.679,10                                      | 100                                      | sim                              |
| Bom Lugar                                         | 2102077                  | 445,48                                          | 445,48                                        | 100                                      | sim                              |
| Brejo de Areia                                    | 2102150                  | 986,04                                          | 986,04                                        | 100                                      | sim                              |
| Buritcupu                                         | 2102325                  | 2.545,44                                        | 2.545,44                                      | 100                                      | sim                              |
| Buritirana                                        | 2102358                  | 818,42                                          | 491,05                                        | 60                                       | sim                              |
| Cajapió                                           | 2102408                  | 908,73                                          | 136,31                                        | 15                                       | sim                              |
| Cajari                                            | 2102507                  | 662,07                                          | 662,07                                        | 100                                      | sim                              |
| Capinzal do Norte                                 | 2102754                  | 590,53                                          | 177,16                                        | 30                                       | não                              |
| Centro Novo do Maranhão                           | 2103174                  | 8.369,79                                        | 251,09                                        | 3                                        | não                              |
| Conceição do Lago-Açu                             | 2103554                  | 733,23                                          | 733,23                                        | 100                                      | sim                              |

| Bacias Hidrográficas/Municípios | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km²) | Área do Município na Bacia (km²) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Dom Pedro                       | 2103802                  | 358,49                             | 53,77                            | 15                                       | não                              |
| Esperantinópolis                | 2104008                  | 452,44                             | 452,44                           | 100                                      | sim                              |
| Fernando Falcão                 | 2104081                  | 5.086,59                           | 2.441,56                         | 48                                       | não                              |
| Formosa da Serra Negra          | 2104099                  | 3.690,61                           | 3.137,02                         | 85                                       | sim                              |
| Governador Newton Bello         | 2104651                  | 1.144,07                           | 1.144,07                         | 100                                      | sim                              |
| Grajaú                          | 2104800                  | 8.863,57                           | 8.863,57                         | 100                                      | sim                              |
| Igarapé do Meio                 | 2105153                  | 368,69                             | 368,69                           | 100                                      | sim                              |
| Igarapé Grande                  | 2105203                  | 374,25                             | 374,25                           | 100                                      | sim                              |
| Itaipava do Grajaú              | 2105351                  | 1.238,91                           | 1.238,91                         | 100                                      | sim                              |
| Jenipapo dos Vieiras            | 2105476                  | 1.962,90                           | 1.962,90                         | 100                                      | sim                              |
| João Lisboa                     | 2105500                  | 1.135,21                           | 874,11                           | 77                                       | não                              |
| Joselândia                      | 2105609                  | 703,51                             | 703,51                           | 100                                      | sim                              |
| Lago da Pedra                   | 2105708                  | 1.240,45                           | 1.240,45                         | 100                                      | sim                              |
| Lago do Junco                   | 2105807                  | 328,53                             | 328,53                           | 100                                      | sim                              |
| Lago dos Rodrigues              | 2105948                  | 220,78                             | 220,78                           | 100                                      | sim                              |
| Lago Verde                      | 2105906                  | 623,24                             | 623,24                           | 100                                      | sim                              |
| Lagoa Grande do Maranhão        | 2105963                  | 744,20                             | 744,20                           | 100                                      | sim                              |
| Lima Campos                     | 2106003                  | 321,93                             | 315,49                           | 98                                       | sim                              |
| Marajá do Sena                  | 2106359                  | 1.402,59                           | 1.402,59                         | 100                                      | sim                              |
| Matinha                         | 2106508                  | 408,73                             | 376,03                           | 92                                       | sim                              |
| Matões do Norte                 | 2106631                  | 794,65                             | 143,04                           | 18                                       | não                              |
| Miranda do Norte                | 2106755                  | 341,11                             | 119,39                           | 35                                       | não                              |
| Monção                          | 2106904                  | 1.271,51                           | 1.271,51                         | 100                                      | sim                              |
| Montes Altos                    | 2107001                  | 1.488,34                           | 386,97                           | 26                                       | não                              |
| Olho d'Água das Cunhãs          | 2107407                  | 695,33                             | 695,33                           | 100                                      | sim                              |
| Olinda Nova do Maranhão         | 2107456                  | 197,64                             | 134,40                           | 68                                       | sim                              |
| Paulo Ramos                     | 2108108                  | 1.168,61                           | 1.168,61                         | 100                                      | sim                              |
| Pedreiras                       | 2108207                  | 261,72                             | 261,72                           | 100                                      | sim                              |
| Pedro do Rosário                | 2108256                  | 1.749,89                           | 489,97                           | 28                                       | não                              |
| Penalva                         | 2108306                  | 768,71                             | 768,71                           | 100                                      | sim                              |
| Peritoró                        | 2108454                  | 824,73                             | 8,25                             | 1                                        | não                              |
| Pindaré-Mirim                   | 2108504                  | 273,53                             | 273,53                           | 100                                      | sim                              |
| Pio XII                         | 2108702                  | 545,14                             | 545,14                           | 100                                      | sim                              |
| Poção de Pedras                 | 2108900                  | 990,41                             | 990,41                           | 100                                      | sim                              |
| Presidente Dutra                | 2109106                  | 771,57                             | 771,57                           | 100                                      | sim                              |
| Santa Filomena do Maranhão      | 2109759                  | 623,21                             | 623,21                           | 100                                      | sim                              |
| Santa Inês                      | 2109908                  | 600,48                             | 600,48                           | 100                                      | sim                              |
| Santa Luzia                     | 2110005                  | 4.780,20                           | 4.780,20                         | 100                                      | sim                              |
| Santa Rita                      | 2110203                  | 706,39                             | 254,30                           | 36                                       | não                              |
| Santo Antônio dos Lopes         | 2110302                  | 770,92                             | 647,57                           | 84                                       | não                              |
| São Francisco do Brejão         | 2110856                  | 745,61                             | 111,84                           | 15                                       | não                              |
| São João Batista                | 2111003                  | 690,68                             | 690,68                           | 100                                      | sim                              |
| São João do Carú                | 2111029                  | 908,08                             | 771,87                           | 85                                       | sim                              |
| São José dos Basílios           | 2111250                  | 353,23                             | 353,23                           | 100                                      | sim                              |
| São Luís Gonzaga do Maranhão    | 2111409                  | 909,16                             | 572,77                           | 63                                       | sim                              |
| São Mateus do Maranhão          | 2111508                  | 783,22                             | 422,94                           | 54                                       | não                              |
| São Raimundo do Doca Bezerra    | 2111631                  | 419,35                             | 419,35                           | 100                                      | sim                              |
| São Roberto                     | 2111672                  | 227,46                             | 227,46                           | 100                                      | sim                              |
| São Vicente Ferrer              | 2111706                  | 381,02                             | 76,20                            | 20                                       | não                              |
| Satubinha                       | 2111722                  | 441,81                             | 441,81                           | 100                                      | sim                              |

| Bacias Hidrográficas/Municípios              | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km <sup>2</sup> ) | Área do Município na Bacia (km <sup>2</sup> ) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Senador La Rocque                            | 2111763                  | 738,55                                          | 391,43                                        | 53                                       | não                              |
| Sítio Novo                                   | 2111805                  | 3.114,87                                        | 2.959,13                                      | 95                                       | sim                              |
| Trizidela do Vale                            | 2112233                  | 262,42                                          | 262,42                                        | 100                                      | sim                              |
| Tufilândia                                   | 2112274                  | 271,01                                          | 271,01                                        | 100                                      | sim                              |
| Tuntum                                       | 2112308                  | 3.369,12                                        | 2.661,60                                      | 79                                       | sim                              |
| Viana                                        | 2112803                  | 1.168,44                                        | 923,07                                        | 79                                       | sim                              |
| Vitória do Mearim                            | 2112902                  | 716,72                                          | 716,72                                        | 100                                      | sim                              |
| Vitorino Freire                              | 2113009                  | 1.193,39                                        | 1.193,39                                      | 100                                      | sim                              |
| Zé Doca                                      | 2114007                  | 2.140,11                                        | 1.048,65                                      | 49                                       | sim                              |
| <b>VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru</b> |                          |                                                 | <b>54.074,25</b>                              |                                          |                                  |
| Aldeias Altas                                | 2100303                  | 1.942,12                                        | 1.320,64                                      | 68                                       | sim                              |
| Alto Alegre do Maranhão                      | 2100436                  | 383,31                                          | 383,31                                        | 100                                      | sim                              |
| Arari                                        | 2101004                  | 1.100,28                                        | 22,01                                         | 2                                        | não                              |
| Axixá                                        | 2101103                  | 203,15                                          | 10,16                                         | 5                                        | não                              |
| Bacabal                                      | 2101202                  | 1.683,07                                        | 168,31                                        | 10                                       | não                              |
| Bacabeira                                    | 2101251                  | 615,59                                          | 153,90                                        | 25                                       | não                              |
| Buriti Bravo                                 | 2102309                  | 1.582,55                                        | 1.582,55                                      | 100                                      | sim                              |
| Cantanhede                                   | 2102705                  | 773,01                                          | 773,01                                        | 100                                      | sim                              |
| Capinzal do Norte                            | 2102754                  | 590,53                                          | 413,37                                        | 70                                       | sim                              |
| Caxias                                       | 2103000                  | 5.196,77                                        | 3.066,09                                      | 59                                       | sim                              |
| Codó                                         | 2103307                  | 4.361,34                                        | 3.707,14                                      | 85                                       | sim                              |
| Colinas                                      | 2103505                  | 1.980,55                                        | 1.980,55                                      | 100                                      | sim                              |
| Coroatá                                      | 2103604                  | 2.263,78                                        | 2.263,78                                      | 100                                      | sim                              |
| Dom Pedro                                    | 2103802                  | 358,49                                          | 304,72                                        | 85                                       | sim                              |
| Fernando Falcão                              | 2104081                  | 5.086,59                                        | 2.645,03                                      | 52                                       | sim                              |
| Formosa da Serra Negra                       | 2104099                  | 3.690,61                                        | 553,59                                        | 15                                       | não                              |
| Fortuna                                      | 2104206                  | 695,00                                          | 695,00                                        | 100                                      | sim                              |
| Gonçalves Dias                               | 2104404                  | 883,59                                          | 883,59                                        | 100                                      | sim                              |
| Governador Archer                            | 2104503                  | 445,86                                          | 445,86                                        | 100                                      | sim                              |
| Governador Eugênio Barros                    | 2104602                  | 816,99                                          | 816,99                                        | 100                                      | sim                              |
| Governador Luiz Rocha                        | 2104628                  | 373,16                                          | 373,16                                        | 100                                      | sim                              |
| Graça Aranha                                 | 2104701                  | 271,45                                          | 271,45                                        | 100                                      | sim                              |
| Itapecuru Mirim                              | 2105401                  | 1.471,44                                        | 1.088,87                                      | 74                                       | sim                              |
| Jatobá                                       | 2105450                  | 591,38                                          | 591,38                                        | 100                                      | sim                              |
| Lagoa do Mato                                | 2105922                  | 1.512,99                                        | 832,13                                        | 55                                       | sim                              |
| Lima Campos                                  | 2106003                  | 321,93                                          | 6,44                                          | 2                                        | não                              |
| Loreto                                       | 2106102                  | 3.596,84                                        | 611,46                                        | 17                                       | não                              |
| Matões                                       | 2106607                  | 2.107,40                                        | 1.264,44                                      | 60                                       | não                              |
| Matões do Norte                              | 2106631                  | 794,65                                          | 651,61                                        | 82                                       | sim                              |
| Mirador                                      | 2106706                  | 8.521,08                                        | 8.521,08                                      | 100                                      | sim                              |
| Miranda do Norte                             | 2106755                  | 341,11                                          | 221,72                                        | 65                                       | sim                              |
| Paraibano                                    | 2107704                  | 530,52                                          | 530,52                                        | 100                                      | sim                              |
| Parnarama                                    | 2107803                  | 3.240,49                                        | 2.624,80                                      | 81                                       | não                              |
| Passagem Franca                              | 2107902                  | 1.358,33                                        | 1.331,16                                      | 98                                       | sim                              |
| Pastos Bons                                  | 2108009                  | 1.635,32                                        | 850,37                                        | 52                                       | não                              |
| Peritoró                                     | 2108454                  | 824,73                                          | 816,48                                        | 99                                       | sim                              |
| Pirapemas                                    | 2108801                  | 688,76                                          | 688,76                                        | 100                                      | sim                              |
| Presidente Juscelino                         | 2109205                  | 354,7                                           | 7,09                                          | 2                                        | não                              |
| Rosário                                      | 2109601                  | 685,04                                          | 685,04                                        | 100                                      | sim                              |
| Sambaíba                                     | 2109700                  | 2.478,70                                        | 123,93                                        | 5                                        | não                              |
| Santa Rita                                   | 2110203                  | 706,39                                          | 437,96                                        | 62                                       | sim                              |



| Bacias Hidrográficas/Municípios           | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km²) | Área do Município na Bacia (km²) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|-------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Santo Antônio dos Lopes                   | 2110302                  | 770,92                             | 123,35                           | 16                                       | sim                              |
| São Domingos do Azeitão                   | 2110658                  | 960,93                             | 538,12                           | 56                                       | sim                              |
| São Domingos do Maranhão                  | 2110708                  | 1.151,98                           | 1.151,98                         | 100                                      | sim                              |
| São Félix de Balsas                       | 2110807                  | 2.032,36                           | 447,12                           | 22                                       | não                              |
| São Francisco do Maranhão                 | 2110906                  | 2.280,21                           | 159,61                           | 7                                        | não                              |
| São João do Soter                         | 2111078                  | 1.438,07                           | 1.438,07                         | 100                                      | sim                              |
| São João dos Patos                        | 2111102                  | 1.482,66                           | 341,01                           | 23                                       | não                              |
| São Luís Gonzaga do Maranhão              | 2111409                  | 909,16                             | 336,39                           | 37                                       | não                              |
| São Mateus do Maranhão                    | 2111508                  | 783,22                             | 360,28                           | 46                                       | sim                              |
| São Raimundo das Mangabeiras              | 2111607                  | 3.521,52                           | 633,87                           | 18                                       | não                              |
| Senador Alexandre Costa                   | 2111748                  | 426,44                             | 426,44                           | 100                                      | sim                              |
| Sucupira do Norte                         | 2111904                  | 1.074,44                           | 1.074,44                         | 100                                      | sim                              |
| Timbiras                                  | 2112100                  | 1.486,58                           | 862,22                           | 58                                       | sim                              |
| Timon                                     | 2112209                  | 1.764,61                           | 441,15                           | 25                                       | não                              |
| Tuntum                                    | 2112308                  | 3.369,12                           | 707,51                           | 21                                       | não                              |
| Vargem Grande                             | 2112704                  | 1.957,75                           | 313,24                           | 16                                       | não                              |
| <b>VIII – Bacia Hidrográfica do Munim</b> |                          |                                    | <b>16.533,64</b>                 |                                          |                                  |
| Afonso Cunha                              | 2100105                  | 371,34                             | 371,34                           | 100                                      | sim                              |
| Aldeias Altas                             | 2100303                  | 1.942,12                           | 621,48                           | 32                                       | não                              |
| Anapurus                                  | 2100808                  | 608,30                             | 547,47                           | 90                                       | sim                              |
| Axixá                                     | 2101103                  | 203,15                             | 192,99                           | 95                                       | sim                              |
| Belágua                                   | 2101731                  | 569,43                             | 398,60                           | 70                                       | sim                              |
| Brejo                                     | 2102101                  | 1.074,63                           | 300,90                           | 28                                       | não                              |
| Buriti                                    | 2102200                  | 1.473,96                           | 810,68                           | 55                                       | não                              |
| Cachoeira Grande                          | 2102374                  | 705,65                             | 705,65                           | 100                                      | sim                              |
| Caxias                                    | 2103000                  | 5.196,77                           | 155,90                           | 3                                        | não                              |
| Chapadinha                                | 2103208                  | 3.247,39                           | 3.247,39                         | 100                                      | sim                              |
| Codó                                      | 2103307                  | 4.361,34                           | 654,20                           | 15                                       | não                              |
| Coelho Neto                               | 2103406                  | 975,55                             | 487,78                           | 50                                       | não                              |
| Duque Bacelar                             | 2103901                  | 317,92                             | 127,17                           | 40                                       | não                              |
| Icatu                                     | 2105104                  | 1.448,78                           | 72,44                            | 5                                        | sim                              |
| Itapecuru Mirim                           | 2105401                  | 1.471,44                           | 382,57                           | 26                                       | não                              |
| Mata Roma                                 | 2106409                  | 548,41                             | 548,41                           | 100                                      | sim                              |
| Milagres do Maranhão                      | 2106672                  | 634,73                             | 44,43                            | 7                                        | não                              |
| Morros                                    | 2107100                  | 1.715,17                           | 926,19                           | 54                                       | sim                              |
| Nina Rodrigues                            | 2107209                  | 572,51                             | 572,51                           | 100                                      | sim                              |
| Presidente Juscelino                      | 2109205                  | 354,7                              | 347,61                           | 98                                       | sim                              |
| Presidente Vargas                         | 2109304                  | 459,36                             | 459,36                           | 100                                      | sim                              |
| Santa Quitéria do Maranhão                | 2110104                  | 1.434,90                           | 28,70                            | 2                                        | não                              |
| Santa Rita                                | 2110203                  | 706,39                             | 14,13                            | 2                                        | não                              |
| São Benedito do Rio Preto                 | 2110401                  | 931,49                             | 931,49                           | 100                                      | sim                              |
| Timbiras                                  | 2112100                  | 1.486,58                           | 624,36                           | 42                                       | não                              |
| Urbano Santos                             | 2112605                  | 1.708,29                           | 1.315,38                         | 77                                       | sim                              |
| Vargem Grande                             | 2112704                  | 1.957,75                           | 1.644,51                         | 84                                       | sim                              |
| <b>IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu</b> |                          |                                    | <b>12.846,57</b>                 |                                          |                                  |
| Cândido Mendes                            | 2102606                  | 1.640,76                           | 82,04                            | 5                                        | não                              |
| Centro Novo do Maranhão                   | 2103174                  | 8.369,79                           | 418,49                           | 5                                        | não                              |
| Governador Nunes Freire                   | 2104677                  | 1.037,13                           | 155,57                           | 15                                       | não                              |
| Maranhãozinho                             | 2106375                  | 760,95                             | 38,05                            | 5                                        | não                              |
| Mirinzal                                  | 2106805                  | 687,75                             | 151,30                           | 22                                       | não                              |

| Bacias Hidrográficas/Municípios             | Código do Município IBGE | Área Total do Município IBGE (km <sup>2</sup> ) | Área do Município na Bacia (km <sup>2</sup> ) | % da Área do Município Inserida na Bacia | Sede Municipal Inserida na Bacia |
|---------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| Nova Olinda do Maranhão                     | 2107456                  | 2.452,62                                        | 2.354,51                                      | 96                                       | sim                              |
| Pedro do Rosário                            | 2108256                  | 1.749,89                                        | 734,95                                        | 42                                       | não                              |
| Pinheiro                                    | 2108603                  | 1.512,97                                        | 90,78                                         | 6                                        | não                              |
| Presidente Médici                           | 2109239                  | 437,69                                          | 372,04                                        | 85                                       | sim                              |
| Presidente Sarney                           | 2109270                  | 724,15                                          | 695,18                                        | 96                                       | sim                              |
| Santa Helena                                | 2109809                  | 2.194,86                                        | 2.194,86                                      | 100                                      | sim                              |
| Santa Luzia do Paruá                        | 2110039                  | 1.010,48                                        | 980,17                                        | 97                                       | sim                              |
| Serrano do Maranhão                         | 2111789                  | 1.165,86                                        | 582,93                                        | 50                                       | sim                              |
| Turiaçu                                     | 2112407                  | 2.578,50                                        | 1.392,39                                      | 54                                       | sim                              |
| Turilândia                                  | 2112456                  | 1.511,86                                        | 1.511,86                                      | 100                                      | sim                              |
| Zé Doca                                     | 2114007                  | 2.140,11                                        | 1.091,46                                      | 51                                       | não                              |
| <b>X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé</b> |                          |                                                 | <b>8.040,42</b>                               |                                          |                                  |
| Amapá do Maranhão                           | 2100550                  | 502,40                                          | 452,16                                        | 90                                       | sim                              |
| Araguanã                                    | 2100873                  | 805,19                                          | 563,63                                        | 70                                       | sim                              |
| Cândido Mendes                              | 2102606                  | 1.640,76                                        | 1.230,57                                      | 75                                       | sim                              |
| Carutapera                                  | 2102903                  | 1.232,08                                        | 431,23                                        | 35                                       | não                              |
| Centro do Guilherme                         | 2103158                  | 1.167,85                                        | 934,28                                        | 80                                       | não                              |
| Centro Novo do Maranhão                     | 2103174                  | 8.369,79                                        | 167,40                                        | 2                                        | não                              |
| Godofredo Viana                             | 2104305                  | 667,33                                          | 560,56                                        | 84                                       | sim                              |
| Governador Nunes Freire                     | 2104677                  | 1.037,13                                        | 881,56                                        | 85                                       | sim                              |
| Junco do Maranhão                           | 2105658                  | 555,09                                          | 122,12                                        | 22                                       | não                              |
| Luís Domingues                              | 2106201                  | 464,06                                          | 408,37                                        | 88                                       | sim                              |
| Maracaçumé                                  | 2106326                  | 635,82                                          | 572,24                                        | 90                                       | sim                              |
| Maranhãozinho                               | 2106375                  | 760,95                                          | 722,90                                        | 95                                       | sim                              |
| Nova Olinda do Maranhão                     | 2107456                  | 2.452,62                                        | 98,10                                         | 4                                        | não                              |
| Presidente Médici                           | 2109239                  | 437,69                                          | 65,65                                         | 15                                       | não                              |
| Santa Luzia do Paruá                        | 2110039                  | 1.010,48                                        | 30,31                                         | 3                                        | não                              |
| Turiaçu                                     | 2112407                  | 2.578,50                                        | 799,33                                        | 31                                       | não                              |
| <b>XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças</b> |                          |                                                 | <b>6.751,76</b>                               |                                          |                                  |
| Anapurus                                    | 2100808                  | 608,30                                          | 30,42                                         | 5                                        | não                              |
| Barreirinhas                                | 2101707                  | 3.024,02                                        | 2.993,78                                      | 99                                       | sim                              |
| Belágua                                     | 2101731                  | 569,43                                          | 56,94                                         | 10                                       | não                              |
| Paulino Neves                               | 2108058                  | 979,18                                          | 979,18                                        | 100                                      | sim                              |
| Primeira Cruz                               | 2109403                  | 1.367,68                                        | 300,89                                        | 22                                       | não                              |
| Santa Quitéria do Maranhão                  | 2110104                  | 1.434,90                                        | 717,45                                        | 50                                       | não                              |
| Santana do Maranhão                         | 2110237                  | 932,02                                          | 242,32                                        | 26                                       | não                              |
| Santo Amaro do Maranhão                     | 2110278                  | 1.601,18                                        | 608,45                                        | 38                                       | não                              |
| Tutóia                                      | 2112506                  | 1.651,65                                        | 429,43                                        | 26                                       | não                              |
| Urbano Santos                               | 2112605                  | 1.708,29                                        | 392,91                                        | 23                                       | não                              |
| <b>XII – Bacia Hidrográfica do Periaí</b>   |                          |                                                 | <b>5.797,43</b>                               |                                          |                                  |
| Belágua                                     | 2101731                  | 569,43                                          | 113,89                                        | 20                                       | não                              |
| Humberto de Campos                          | 2105005                  | 2.131,25                                        | 1.705,00                                      | 80                                       | sim                              |
| Icatu                                       | 2105104                  | 1.448,78                                        | 1.130,05                                      | 78                                       | não                              |
| Morros                                      | 2107100                  | 1.715,17                                        | 788,98                                        | 46                                       | não                              |
| Primeira Cruz                               | 2109403                  | 1.367,68                                        | 1.066,79                                      | 78                                       | sim                              |
| Santo Amaro do Maranhão                     | 2110278                  | 1.601,18                                        | 992,73                                        | 62                                       | sim                              |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   |                          |                                                 | <b>331.936,95</b>                             |                                          |                                  |

Fonte: IBGE, 2017; UEMA, 2015; Cálculos IBI Engenharia Consultiva S/S.

A **Tabela 1.3** constitui a síntese da tabela anterior e apresenta as áreas das bacias hidrográficas e o número de municípios inseridos total ou parcialmente em cada bacia, bem como o número de sedes municipais inseridas nas bacias.

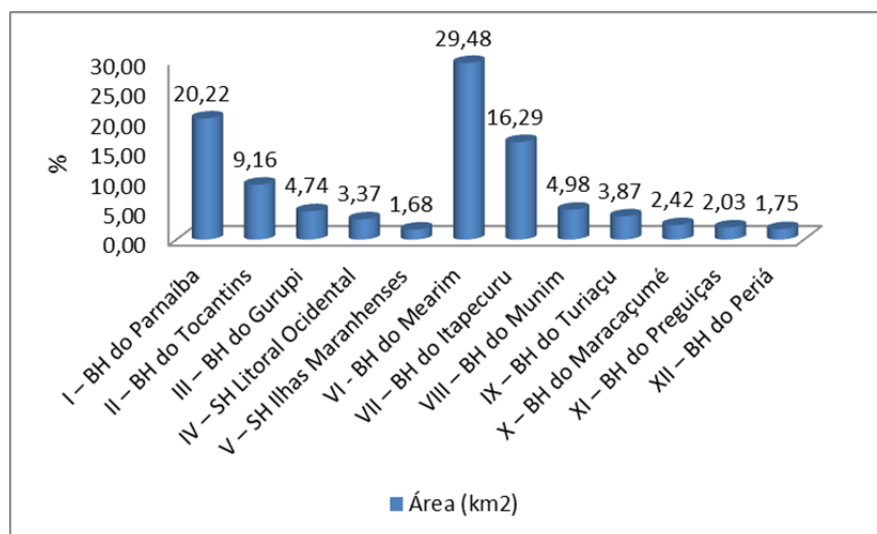
**Tabela 1.3 - Síntese da Distribuição Espacial dos Municípios nas Bacias Hidrográficas**

| Bacias Hidrográficas                                              | Área das Bacias (km <sup>2</sup> ) | Número de Municípios com Áreas Inseridas nas Bacias | Número de Municípios com Áreas Totalmente Inseridas nas Bacias | Número de Sedes Municipais Inseridas nas Bacias |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba                                | 67.125,74                          | 39                                                  | 11                                                             | 32                                              |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins                              | 30.403,44                          | 23                                                  | 13                                                             | 18                                              |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi                                | 15.731,33                          | 13                                                  | 2                                                              | 8                                               |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental                       | 11.199,67                          | 23                                                  | 6                                                              | 17                                              |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses                        | 5.564,46                           | 22                                                  | 4                                                              | 4                                               |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim                                 | 97.868,22                          | 83                                                  | 50                                                             | 65                                              |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru                             | 54.074,25                          | 57                                                  | 20                                                             | 37                                              |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim                                | 16.533,64                          | 27                                                  | 7                                                              | 15                                              |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu                                | 12.846,57                          | 16                                                  | 2                                                              | 8                                               |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé                              | 8.040,42                           | 16                                                  | -                                                              | 8                                               |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças                              | 6.751,76                           | 10                                                  | 1                                                              | 2                                               |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá                                | 5.797,43                           | 6                                                   | -                                                              | 3                                               |
| <b>Área do Estado do Maranhão (km<sup>2</sup>) <sup>(1)</sup></b> | <b>331.936,95</b>                  | <b>-</b>                                            | <b>116</b>                                                     | <b>217</b>                                      |

Fonte: IBGE, 2017; UEMA, 2015; Cálculos IBI Engenharia Consultiva S/S.

(1) Área territorial oficial constante na Resolução IBGE N° 02, de 29 de junho de 2017, publicada no DOU N° 124, de 30/06/2017.

A bacia hidrográfica com maior percentual de área ocupada no Estado é a do Mearim, com 29,48%, seguindo-se as bacias do Parnaíba (20,22%), do Itapecuru (16,29%) e do Tocantins (9,16%). O Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhense ocupa o menor percentual de área, 1,68% da área total do Estado. **Figura 1.1,**



**Figura 1.1 - Distribuição das Áreas das Bacias Hidrográficas**

Para a quantificação do contingente populacional foi adotada como metodologia a desagregação dos dados censitários coletados em termos espaciais pelos territórios das bacias hidrográficas, levando em consideração a área espacial de cada bacia e o fato de alguns municípios apresentarem suas áreas territoriais alocadas em mais de uma bacia.

Para tanto, foi adotado o método que preconiza a repartição do contingente populacional considerando a vinculação dos dados censitários pertinentes à zona urbana à área do município onde se encontra posicionada a sede municipal, e a repartição dos dados pertinentes à zona rural, considerando a proporção da área do município inserida no território da bacia hidrográfica. Com base nos índices de proporção obtidos, foram estimados os contingentes populacionais vinculados à zona rural das diferentes bacias hidrográficas do Estado. Este método é de fácil aplicação, já tendo sido adotado em diversos planos de recursos hídricos, como o PERH Ceará, PERH Piauí, PERH Tocantins, PERH Alagoas e o PRH da Bacia do Rio Piranhas/Açu-RN, estudo realizado pela IBI Engenharia para a ANA – Agência Nacional de Águas.

No caso específico da população urbana, a metodologia adotada preconiza que esta será alocada integralmente na bacia hidrográfica que estiver abrigando a sede municipal. Os dados e cálculos referentes a listagem dos municípios por bacias hidrográficas segundo sua participação espacial, foram apresentados no Produto 2.1 - Relatório Temático 3 (RT3): Diagnóstico da Dinâmica socioeconômico e ambiental.

Para obtenção dos percentuais das áreas rurais dos municípios inseridos nos territórios de cada bacia hidrográfica, bem como do posicionamento das sedes municipais foram considerados os dados da UEMA/NUGEO, 2015. Tais percentuais serão utilizados na estimativa da população rural da parte do município inserida em determinada bacia.

Em seguida, foi efetuada a desagregação dos dados censitários coletados em termos espaciais pelos territórios das bacias hidrográficas, levando em consideração o fato de alguns municípios apresentarem suas áreas territoriais alocadas em mais de uma bacia hidrográfica. Para tanto, foi adotada a metodologia apresentada no Item 3.1 do Capítulo 3 deste relatório.

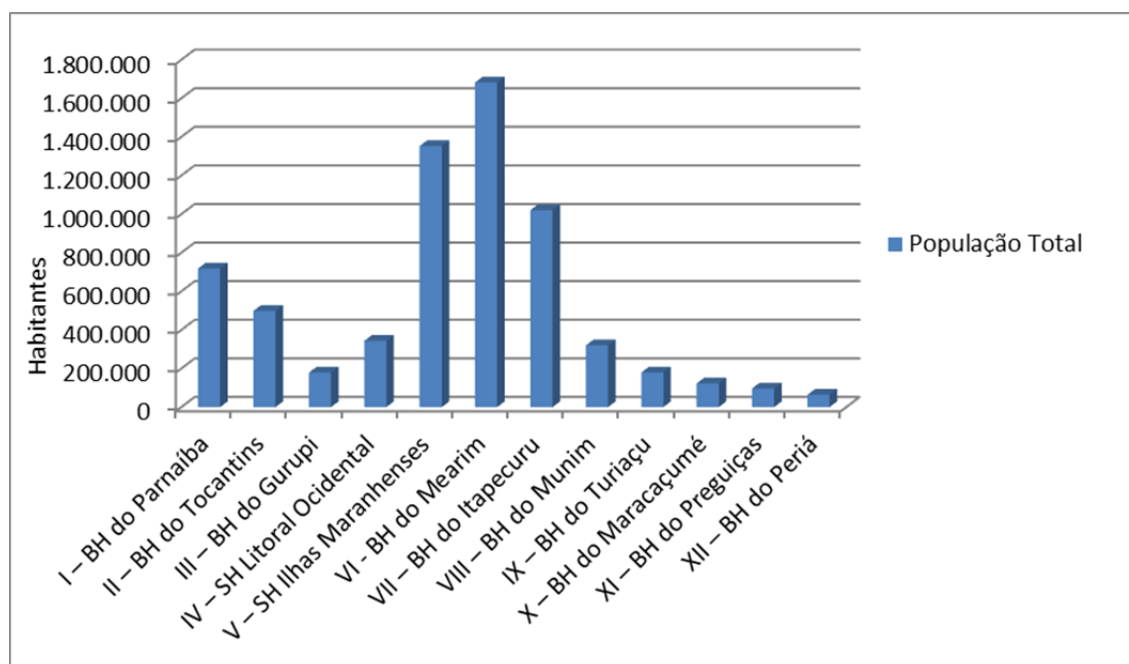
A **Tabela 1.4** mostra a distribuição da população total, urbana e rural do Estado do Maranhão por bacia hidrográfica, bem como a sua evolução desde a década de 70 até o ano do último censo realizado pelo IBGE (2010).

**Tabela 1.4 - Síntese da População Residente por Situação de Domicílio e Distribuição Geográfica**

| Bacias Hidrográficas                        | População (habitantes) |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | Densidade Demográfica 2010 (hab/km²) |
|---------------------------------------------|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|
|                                             | 1970                   |         |           | 1980      |           |           | 1991      |           |           | 2000      |           |           | 2010      |           |           |                                      |
|                                             | Total                  | Urbana  | Rural     | Total     | Urbana    | Rural     | Total     | Urbana    | Rural     | Total     | Urbana    | Rural     | Total     | Urbana    | Rural     |                                      |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 330.927                | 79.119  | 251.808   | 426.633   | 164.909   | 261.724   | 528.408   | 280.238   | 248.170   | 602.970   | 383.697   | 219.273   | 717.715   | 482.575   | 235.140   | 10,69                                |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 152.898                | 51.843  | 101.055   | 317.524   | 139.836   | 177.688   | 412.850   | 258.226   | 154.624   | 446.090   | 340.748   | 105.342   | 498.284   | 390.141   | 108.143   | 16,39                                |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 7.114                  | 2.891   | 4.223     | 11.671    | 4.057     | 7.614     | 81.369    | 56.522    | 24.847    | 147.656   | 111.846   | 35.810    | 178.355   | 137.969   | 40.386    | 11,34                                |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 219.002                | 39.243  | 179.759   | 261.233   | 57.284    | 203.949   | 293.171   | 95.588    | 197.583   | 307.773   | 135.740   | 172.033   | 343.045   | 167.824   | 175.221   | 30,63                                |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 350.509                | 220.104 | 130.405   | 559.399   | 266.706   | 292.693   | 882.283   | 273.435   | 608.848   | 1.110.970 | 877.387   | 233.583   | 1.352.806 | 1.091.717 | 261.089   | 243,12                               |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 981.409                | 179.674 | 801.735   | 1.234.867 | 317.114   | 917.753   | 1.372.764 | 505.020   | 867.744   | 1.505.946 | 724.149   | 781.797   | 1.681.720 | 872.040   | 809.680   | 17,18                                |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 589.702                | 131.860 | 457.842   | 725.170   | 228.883   | 496.287   | 816.254   | 370.472   | 445.782   | 894.951   | 529.558   | 365.393   | 1.020.508 | 641.912   | 378.596   | 18,87                                |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 207.885                | 27.287  | 180.598   | 235.999   | 45.031    | 190.968   | 240.864   | 77.452    | 163.412   | 259.788   | 113.440   | 146.348   | 320.029   | 164.956   | 155.073   | 19,36                                |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 35.955                 | 4.853   | 31.102    | 72.317    | 10.128    | 62.189    | 119.247   | 25.610    | 93.637    | 149.069   | 60.134    | 88.935    | 179.299   | 77.734    | 101.565   | 13,96                                |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracáçumé        | 29.585                 | 6.624   | 22.961    | 52.838    | 8.519     | 44.319    | 77.951    | 13.583    | 64.368    | 99.663    | 57.975    | 41.688    | 122.557   | 75.149    | 47.408    | 15,24                                |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 44.358                 | 3.399   | 40.959    | 49.083    | 4.948     | 44.135    | 52.197    | 7.442     | 44.755    | 74.911    | 16.622    | 58.289    | 96.385    | 26.707    | 69.678    | 14,28                                |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaí          | 43.334                 | 6.569   | 36.765    | 49.710    | 7.415     | 42.295    | 52.894    | 8.833     | 44.061    | 51.689    | 12.774    | 38.915    | 64.086    | 18.425    | 45.661    | 11,05                                |
| Estado do Maranhão                          | 2.992.678              | 753.466 | 2.239.212 | 3.996.444 | 1.254.830 | 2.741.614 | 4.930.253 | 1.972.421 | 2.957.832 | 5.651.475 | 3.364.070 | 2.287.405 | 6.574.789 | 4.147.149 | 2.427.640 | 19,81                                |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 e Cálculos IBI Engenharia S.S.

De acordo com o IBGE, em 2010, o Estado do Maranhão contava com uma população total de 6.574.789 habitantes, o correspondente a 3,45% da população brasileira. Desse total, 4.772.749 habitantes, ou seja, 72,59% da população do Estado encontrava-se concentrada nos territórios de quatro bacias hidrográficas (Mearim, SH Ilhas Maranhenses, Itapecuru e Parnaíba). As demais bacias abrigavam contingentes populacionais menos expressivos, cuja representatividade em relação à população total do Estado oscilava entre 0,97% na Bacia Hidrográfica do Peria (64.086 habitantes) e 7,58% na Bacia Hidrográfica do Tocantins (498.284 habitantes) (**Figura 1.2**).



**Figura 1.2 - Distribuição da População Total pelas Bacias Hidrográficas - 2010**

### 1.2.2. Avaliação das Demandas Segundo os Horizontes do Plano

#### 1.2.2.1. Metodologia de Projeção

A metodologia utilizada para as projeções demográficas para o cenário tendencial foi a seguinte:

- Utilizaram-se as populações urbana, rural e total das bacias a partir dos dados censitários do IBGE de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010;
- Em seguida escolheram-se as equações que apresentaram melhor ajuste às curvas das taxas de crescimento da população urbana e total;
- E, por fim, estimaram-se as projeções da população urbana e total para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2038, de acordo com as equações de regressão e com o melhor ajuste.

- A projeção da população rural para os respectivos anos e bacias hidrográficas foi obtida pela diferença entre as projeções da população total e urbana.

Esse é o modelo chamado de Curvas de Ajuste de Regressão.

As equações de regressão utilizadas foram as seguintes:

- Equação Linear

$$y = ax + b$$

- Equação Logarítmica

$$y = a * \ln(x) + b$$

- Equação Exponencial

$$y = ax^2 + bx + c$$

- Equação Potencial

$$y = ax^b$$

- Equação Polinomial

$$y = a.c^{b.x}$$

Para todas as bacias hidrográficas do Maranhão, a equação que obteve melhor ajustamento foi a equação polinomial, visto que o seu coeficiente de correlação foi o que mais se aproximou do valor 1.

Observando-se a **Tabela 1.5** percebe-se que as equações que apresentaram melhor ajuste foram a polinomial de segunda ordem, com ajuste em geral acima de 0,95 para as populações urbana e a total.

**Tabela 1.5 - Resultados do Modelo de Regressão da População Urbana e Total**

| Bacias Hidrográficas                        | Método de Projeção                    |                            |                                             |                            |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
|                                             | Urbana                                |                            | Total                                       |                            |
|                                             | Regressão                             | Coefficiente de Correlação | Regressão                                   | Coefficiente de Correlação |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | $y = 0,0099x^3 - 34,242x^2 + 29148x$  | $R^2 = 0,9989$             | $y = 0,0085x^3 - 29,132x^2 + 24624x$        | $R^2 = 0,9984$             |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | $y = -0,0366x^3 + 150,2x^2 - 153656x$ | $R^2 = 0,9949$             | $y = 7,2724x^3 - 43613x^2 + 9E+07x - 6E+10$ | $R^2 = 0,9997$             |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | $y = 0,0206x^3 - 79,94x^2 + 77695x$   | $R^2 = 0,9569$             | $y = 0,0196x^3 - 75,582x^2 + 72872x$        | $R^2 = 0,9577$             |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | $y = 0,0123x^3 - 47,173x^2 + 45332x$  | $R^2 = 0,9927$             | $y = -0,0097x^3 + 40,203x^2 - 41261x$       | $R^2 = 0,9879$             |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | $y = 11,572x^2 - 22757x$              | $R^2 = 0,8154$             | $y = 0,2077x^3 - 811,29x^2 + 792346x$       | $R^2 = 0,9997$             |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | $y = 0,0268x^3 - 97,924x^2 + 88868x$  | $R^2 = 0,9938$             | $y = -0,0493x^3 + 204,14x^2 - 210447x$      | $R^2 = 0,9898$             |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | $y = 0,0233x^3 - 86,121x^2 + 79372x$  | $R^2 = 0,9941$             | $y = -0,0065x^3 + 30,754x^2 - 35147x$       | $R^2 = 0,9921$             |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | $y = 0,0272x^3 - 106,44x^2 + 104245x$ | $R^2 = 1$                  | $y = 0,0295x^3 - 116,09x^2 + 114456x$       | $R^2 = 0,9399$             |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | $y = 0,9703x^2 - 1913,3x$             | $R^2 = 0,9332$             | $y = 1,8007x^2 - 3528x$                     | $R^2 = 0,9954$             |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | $y = 0,0259x^3 - 102,11x^2 + 100697x$ | $R^2 = 0,9311$             | $y = 1,1504x^2 - 2251,2x$                   | $R^2 = 0,9999$             |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | $y = 17,817x^2 - 70330x + 7E+07$      | $R^2 = 0,9914$             | $y = 0,6321x^2 - 1226,2x$                   | $R^2 = 0,8694$             |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | $y = 0,1426x^2 - 278,39x$             | $R^2 = 0,8782$             | $y = 0,2056x^2 - 383x$                      | $R^2 = 0,8369$             |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 e Cálculos IBI Engenharia S.S.

A **Tabela 1.6** apresenta a projeção da população urbana, rural e total do Estado agregada por bacia hidrográfica para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2038. Percebe-se para o ano de 2018 que a população total projetada, de 7,3 milhões, alcançou um nível de acerto de 95,5% em relação à população estimada pelo IBGE, que é de 7.035.055 habitantes.



**Tabela 1.6 - Populações do Estado do Maranhão para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2038 considerando o Cenário Tendencial agregados por Bacias Hidrográficas**

| Bacias Hidrográficas                        | População (habitantes) |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                             | 2018                   |                  |                  | 2023             |                  |                  | 2028             |                  |                  | 2038             |                  |                  |
|                                             | Total                  | Urbana           | Rural            | Total            | Urbana           | Rural            | Total            | Urbana           | Rural            | Total            | Urbana           | Rural            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 792.444                | 553.058          | 239.386          | 840.413          | 598.367          | 242.047          | 889.362          | 644.649          | 244.713          | 990.218          | 740.158          | 250.059          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 500.268                | 414.679          | 85.589           | 501.507          | 427.639          | 73.868           | 502.747          | 438.754          | 63.993           | 505.226          | 455.392          | 49.834           |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 213.979                | 152.444          | 61.535           | 238.040          | 162.316          | 75.724           | 263.494          | 172.828          | 90.666           | 318.618          | 195.791          | 122.827          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 353.116                | 183.897          | 169.219          | 358.838          | 194.655          | 164.183          | 364.115          | 205.966          | 158.149          | 373.320          | 230.262          | 143.059          |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 1.710.137              | 1.297.902        | 412.234          | 1.958.395        | 1.427.581        | 530.814          | 2.225.989        | 1.557.884        | 668.104          | 2.819.719        | 1.820.367        | 999.352          |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 1.796.082              | 1.098.139        | 697.943          | 1.860.215        | 1.245.194        | 615.021          | 1.918.646        | 1.396.700        | 521.946          | 2.018.225        | 1.713.176        | 305.049          |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 1.116.444              | 743.348          | 373.096          | 1.175.710        | 809.571          | 366.139          | 1.234.435        | 877.984          | 356.451          | 1.350.237        | 1.021.435        | 328.802          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 344.898                | 187.230          | 157.668          | 362.609          | 202.772          | 159.837          | 382.001          | 219.572          | 162.429          | 425.875          | 256.980          | 168.895          |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiacu          | 208.382                | 94.415           | 113.967          | 226.673          | 104.907          | 121.767          | 245.052          | 115.449          | 129.603          | 282.074          | 136.686          | 145.388          |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 141.577                | 89.598           | 51.978           | 153.539          | 100.034          | 53.505           | 165.559          | 111.559          | 54.000           | 189.770          | 137.909          | 51.861           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 107.810                | 27.203           | 80.607           | 114.995          | 27.563           | 87.432           | 122.214          | 27.961           | 94.253           | 136.754          | 28.873           | 107.881          |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaí          | 67.839                 | 21.061           | 46.778           | 70.198           | 22.718           | 47.480           | 72.569           | 24.384           | 48.185           | 77.342           | 27.739           | 49.603           |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>7.352.974</b>       | <b>4.862.973</b> | <b>2.490.001</b> | <b>7.861.132</b> | <b>5.323.315</b> | <b>2.537.816</b> | <b>8.386.180</b> | <b>5.793.690</b> | <b>2.592.490</b> | <b>9.487.379</b> | <b>6.764.766</b> | <b>2.722.613</b> |

As taxas anuais de crescimento obtidas pela projeção populacional estão dispostas na **Tabela 1.7**. É interessante observar que a taxa geométrica de crescimento para o período 2010/2018, de 1,41% ao ano, reflete a tendência ocorrida no Estado no período 1970/2010. A análise da evolução das taxas geométricas de crescimento da população no território do Estado revelou que, nas décadas de 1970 e 1980, o contingente populacional estadual apresentava taxas de crescimento elevadas ( $> 2,0\%$  a.a.). A partir do ano de 1991, sua população total continuou crescendo embora a taxas relativamente menores: 1,25% a.a. no período 1991/2000 e 1,52% a.a. em 2000/2010, denotando uma desaceleração no ritmo do seu crescimento populacional.

Em relação ao crescimento urbano, o modelo de projeção populacional obteve uma taxa média anual de 2,01% para o período 2010/2018, decrescendo, respectivamente, para os períodos 2018/2023, 2023/2028 e 2028/2038: 1,83%, 1,71% e 1,56%. Portanto, o modelo escolhido para projeção refletiu a tendência de decréscimo das taxas em cada período intercensitário do cenário. Para o Estado, a população urbana atingiu uma taxa média anual de 2,11% ao ano no período 2000/2010, denotando que o modelo de projeção obedeceu a tendência histórica dos dados censitários. Com relação à população rural, as projeções apresentaram as seguintes taxas anuais de crescimento para o estado como um todo: 0,32% - 2010/2018; 0,38% - 2018/2023; 0,43% - 2023/2028 e 0,49% - 2028/2038. Essas taxas são inferiores à taxa obtida para o Estado no período 2000/2010, de 0,60% a.a.. Dentre as bacias hidrográficas, três registraram decréscimo para a população rural, tendo-se verificado na Bacia Hidrográfica do Tocantins uma queda superior as demais bacias, ou seja, - 2,88% a. a.

**Tabela 1.7 - Taxas Anuais de Crescimento da População no Cenário Tendencial por Situação de Domicílio**

| Bacias Hidrográficas                        | Taxa Geométrica de Crescimento Anual (%) |        |       |           |        |       |           |        |       |           |        |       |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-------|
|                                             | 2010-2018                                |        |       | 2018-2023 |        |       | 2023-2028 |        |       | 2028-2038 |        |       |
|                                             | Total                                    | Urbana | Rural | Total     | Urbana | Rural | Total     | Urbana | Rural | Total     | Urbana | Rural |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 1,25                                     | 1,72   | 0,22  | 1,18      | 1,59   | 0,22  | 1,14      | 1,50   | 0,22  | 1,08      | 1,39   | 0,22  |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 0,05                                     | 0,77   | -2,88 | 0,05      | 0,62   | -2,90 | 0,05      | 0,51   | -2,83 | 0,05      | 0,37   | -2,47 |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 2,30                                     | 1,25   | 5,41  | 2,15      | 1,26   | 4,24  | 2,05      | 1,26   | 3,67  | 1,92      | 1,26   | 3,08  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 0,36                                     | 1,15   | -0,43 | 0,32      | 1,14   | -0,60 | 0,29      | 1,14   | -0,75 | 0,25      | 1,12   | -1,00 |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 2,97                                     | 2,19   | 5,88  | 2,75      | 1,92   | 5,19  | 2,59      | 1,76   | 4,71  | 2,39      | 1,57   | 4,11  |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 0,83                                     | 2,92   | -1,84 | 0,70      | 2,55   | -2,50 | 0,62      | 2,32   | -3,23 | 0,51      | 2,06   | -5,23 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 1,13                                     | 1,85   | -0,18 | 1,04      | 1,72   | -0,38 | 0,98      | 1,64   | -0,53 | 0,90      | 1,52   | -0,80 |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 0,94                                     | 1,60   | 0,21  | 1,01      | 1,61   | 0,27  | 1,05      | 1,60   | 0,32  | 1,09      | 1,59   | 0,39  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 1,90                                     | 2,46   | 1,45  | 1,70      | 2,13   | 1,33  | 1,57      | 1,93   | 1,26  | 1,42      | 1,70   | 1,16  |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 1,82                                     | 2,22   | 1,16  | 1,64      | 2,23   | 0,58  | 1,52      | 2,20   | 0,18  | 1,37      | 2,14   | -0,40 |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 1,41                                     | 0,23   | 1,84  | 1,30      | 0,26   | 1,64  | 1,23      | 0,29   | 1,51  | 1,13      | 0,32   | 1,36  |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | 0,71                                     | 1,69   | 0,30  | 0,69      | 1,53   | 0,30  | 0,67      | 1,43   | 0,30  | 0,64      | 1,30   | 0,29  |
| Estado do Maranhão                          | 1,41                                     | 2,01   | 0,32  | 1,35      | 1,83   | 0,38  | 1,30      | 1,71   | 0,43  | 1,24      | 1,56   | 0,49  |

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Cálculos da IBI

### 1.2.2.2. *Projeção das Demandas para Abastecimento Humano*

#### 1.2.2.2.1. Cenário Tendencial

A metodologia de cálculo da demanda hídrica para o abastecimento humano adotada é baseada no seguinte cálculo: multiplicação da população urbana ou rural dos municípios pertencentes a cada bacia hidrográfica pela demanda hídrica per capita (l/hab.dia) daquele município.

Os parâmetros adotados para o cálculo da demanda hídrica urbana tiveram como base o Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2005), que agrega os municípios em estratos populacionais e o Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010) que considera as perdas físicas dos sistemas de abastecimento como sendo de 40% (**Tabela 1.8**).

**Tabela 1.8 - Valores *Per Capita* para Abastecimento Humano  
Urbano – Cenário Tendencial**

| <b>Estratos da população<br/>(nº de habitantes)</b> | <b><i>Per capita</i> de<br/>Captação (l/hab.dia)</b> | <b>Perdas<br/>(%)</b> | <b><i>Per capita</i> de Consumo<br/>(l/hab.dia) (*)</b> |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| 0 a 5.000                                           | 200                                                  | 40                    | 120                                                     |
| 5.000 a 25.000                                      | 217                                                  | 40                    | 130                                                     |
| 25.000 a 100.000                                    | 225                                                  | 40                    | 135                                                     |
| 100.000 a 500.000                                   | 300                                                  | 40                    | 180                                                     |
| Acima de 500.000                                    | 333                                                  | 40                    | 200                                                     |

Fonte: Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2005); Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010).

(\*) Valor per capita de consumo = valor per capita de captação – perda.

Para a população da zona rural dos municípios, a demanda hídrica humana foi obtida através da multiplicação da população rural pela demanda rural per capita de 100 l/hab.dia (ANA, 2003 apud ONS, 2005).

Para o Cenário Tendencial foi proposta a permanência do índice de perdas nos sistemas de abastecimento de 40% entre 2018 e 2038.

As projeções das demandas urbana e rural para o cenário tendencial são apresentadas na **Tabela 1.9**, agregadas por Bacias Hidrográficas.

**Tabela 1.9 - Projeção da Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano e Rural por Bacia Hidrográfica - Cenário Tendencial**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica de Abastecimento Humano (l/s) |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                             | 2018                                          |          |          | 2023     |          |          | 2028     |          |          | 2038     |          |          |
|                                             | Urbana                                        | Rural    | Total    | Urbana   | Rural    | Total    | Urbana   | Rural    | Total    | Urbana   | Rural    | Total    |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 308,00                                        | 138,53   | 446,54   | 333,24   | 140,07   | 473,31   | 359,01   | 141,62   | 500,63   | 412,20   | 144,71   | 556,91   |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 256,23                                        | 49,53    | 305,77   | 264,24   | 42,75    | 306,99   | 271,11   | 37,03    | 308,14   | 281,39   | 28,84    | 310,23   |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 77,84                                         | 35,61    | 113,45   | 82,88    | 43,82    | 126,71   | 88,25    | 52,47    | 140,72   | 99,98    | 71,08    | 171,06   |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 92,57                                         | 97,93    | 190,49   | 97,98    | 95,01    | 192,99   | 103,67   | 91,52    | 195,20   | 115,90   | 82,79    | 198,69   |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 960,51                                        | 238,56   | 1.199,07 | 1.056,48 | 307,18   | 1.363,66 | 1.152,91 | 386,63   | 1.539,55 | 1.347,16 | 578,33   | 1.925,49 |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim           | 559,11                                        | 403,90   | 963,01   | 633,98   | 355,91   | 989,89   | 711,12   | 302,05   | 1.013,17 | 872,25   | 176,53   | 1.048,78 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 402,88                                        | 215,91   | 618,80   | 438,78   | 211,89   | 650,66   | 475,85   | 206,28   | 682,13   | 553,60   | 190,28   | 743,88   |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 94,46                                         | 91,24    | 185,71   | 102,31   | 92,50    | 194,80   | 110,78   | 94,00    | 204,78   | 129,66   | 97,74    | 227,40   |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 46,83                                         | 65,95    | 112,79   | 52,04    | 70,47    | 122,50   | 57,27    | 75,00    | 132,27   | 67,80    | 84,14    | 151,94   |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracáçumé        | 44,78                                         | 30,08    | 74,86    | 49,99    | 30,96    | 80,96    | 55,75    | 31,25    | 87,00    | 68,92    | 30,01    | 98,94    |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguicas        | 13,48                                         | 46,65    | 60,13    | 13,66    | 50,60    | 64,25    | 13,85    | 54,54    | 68,40    | 14,31    | 62,43    | 76,74    |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | 10,22                                         | 27,07    | 37,29    | 11,03    | 27,48    | 38,50    | 11,84    | 27,88    | 39,72    | 13,46    | 28,71    | 42,17    |
| Estado do Maranhão                          | 2.866,92                                      | 1.440,97 | 4.307,90 | 3.136,60 | 1.468,64 | 4.605,24 | 3.411,42 | 1.500,28 | 4.911,71 | 3.976,63 | 1.575,59 | 5.552,22 |

#### 1.2.2.2.2. Cenário Otimista Moderado

Para o cenário otimista moderado, as demandas de abastecimento humano urbano serão reduzidas adotando-se uma perda de 30% até o final do cenário (2038), ao invés de 40% adotada no cenário tendencial. Quanto ao abastecimento humano rural, manteve-se a demanda *per capita* de 100 l/hab/dia.

Para a demanda urbana definiu-se a vazão *per capita* conforme a faixa de população urbana da sede municipal. A **Tabela 1.10** a seguir apresenta os parâmetros utilizados no presente estudo, conforme recomenda o Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semi-árida (ANA, 2004) - Cenário Otimista Moderado.

**Tabela 1.10 - Valores per Capita de Consumo e Captação - Cenário Otimista Moderado**

| Ano                                                       | Faixas de População Urbana |                |                  |                   |                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|
|                                                           | 0 a 5.000                  | 5.000 a 25.000 | 25.000 a 100.000 | 100.000 a 500.000 | Acima de 500.000 |
| <b>DEMANDA SECA</b>                                       |                            |                |                  |                   |                  |
| <b>Valor de demanda per capita de consumo (l/hab.dia)</b> |                            |                |                  |                   |                  |
|                                                           | 120                        | 130            | 135              | 180               | 200              |
| <b>Perdas</b>                                             |                            |                |                  |                   |                  |
| 2023                                                      | 37%                        | 37%            | 37%              | 37%               | 37%              |
| 2028                                                      | 35%                        | 35%            | 35%              | 35%               | 35%              |
| 2038                                                      | 30%                        | 30%            | 30%              | 30%               | 30%              |
| <b>Valor per capita de captação (l/hab.dia)</b>           |                            |                |                  |                   |                  |
| 2023                                                      | 190                        | 206            | 214              | 285               | 316              |
| 2028                                                      | 185                        | 200            | 208              | 277               | 308              |
| 2038                                                      | 171                        | 186            | 193              | 257               | 286              |

As demandas urbana, rural e total são apresentadas na **Tabela 1.11**, agregadas por Bacias Hidrográficas, para o cenário otimista moderado.

Parâmetros semelhantes foram utilizados no Cenário Otimista Desejado, que, neste caso, incorporou os mesmos valores do Cenário Otimista Moderado para os horizontes do plano curto, médio e longo prazos.

**Tabela 1.11 - Projeção da Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano e Rural por  
Bacia Hidrográfica - Cenário Otimista Moderado**

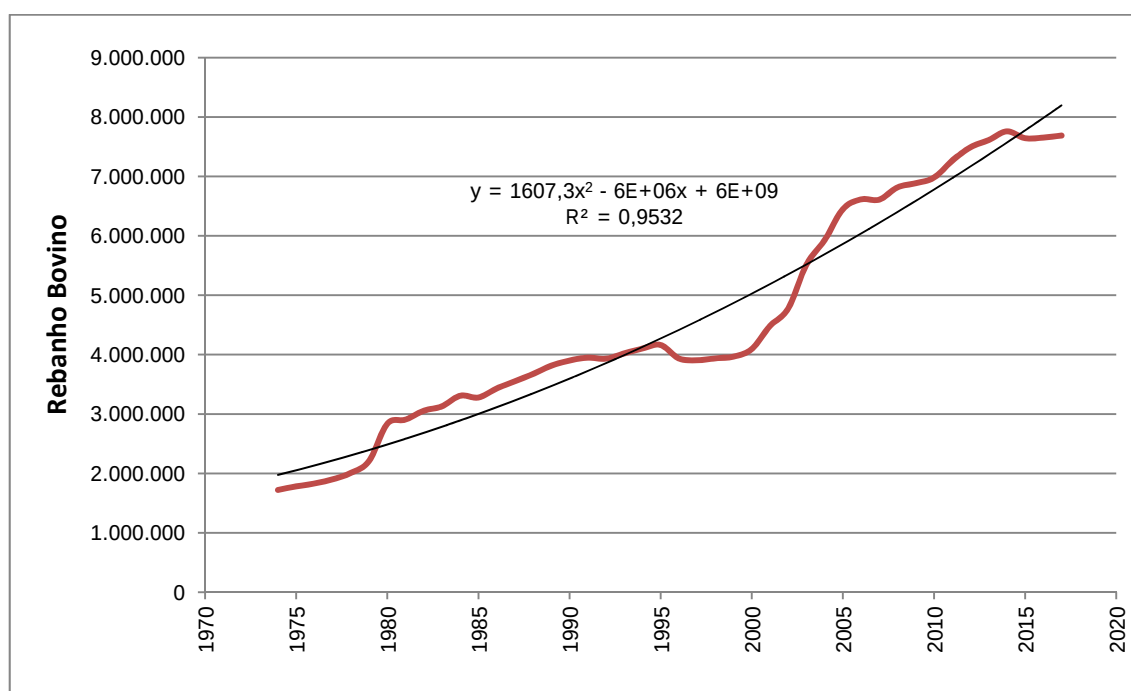
| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica de Abastecimento Humano (l/s) |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                          |                 |                 | 2023            |                 |                 | 2028            |                 |                 | 2038            |                 |                 |
|                                             | Urbana                                        | Rural           | Total           | Urbana          | Rural           | Total           | Urbana          | Rural           | Total           | Urbana          | Rural           | Total           |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 308,00                                        | 138,53          | 446,54          | 276,23          | 140,07          | 416,30          | 289,17          | 141,62          | 430,78          | 308,22          | 144,71          | 452,93          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 256,23                                        | 49,53           | 305,77          | 236,83          | 42,75           | 279,57          | 236,51          | 37,03           | 273,54          | 228,93          | 28,84           | 257,77          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 77,84                                         | 35,61           | 113,45          | 71,29           | 43,82           | 115,11          | 73,76           | 52,47           | 126,23          | 77,58           | 71,08           | 148,66          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 92,57                                         | 97,93           | 190,49          | 86,19           | 95,01           | 181,20          | 88,03           | 91,52           | 179,55          | 94,97           | 82,79           | 177,76          |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 960,51                                        | 238,56          | 1.199,07        | 843,43          | 307,18          | 1.150,61        | 896,89          | 386,63          | 1.283,52        | 973,10          | 578,33          | 1.551,43        |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 559,11                                        | 403,90          | 963,01          | 481,55          | 355,91          | 837,46          | 526,95          | 302,05          | 829,00          | 611,44          | 176,53          | 787,97          |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 402,88                                        | 215,91          | 618,80          | 360,78          | 211,89          | 572,67          | 383,31          | 206,28          | 589,58          | 423,53          | 190,28          | 613,81          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 94,46                                         | 91,24           | 185,71          | 85,66           | 92,50           | 178,15          | 90,14           | 94,00           | 184,14          | 97,91           | 97,74           | 195,65          |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 46,83                                         | 65,95           | 112,79          | 40,68           | 70,47           | 111,14          | 43,48           | 75,00           | 118,48          | 47,83           | 84,14           | 131,97          |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracáçumé        | 44,78                                         | 30,08           | 74,86           | 39,81           | 30,96           | 70,77           | 43,11           | 31,25           | 74,36           | 49,54           | 30,01           | 79,56           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 13,48                                         | 46,65           | 60,13           | 12,73           | 50,60           | 63,33           | 12,54           | 54,54           | 67,09           | 12,03           | 62,43           | 74,46           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaí          | 10,22                                         | 27,07           | 37,29           | 9,16            | 27,48           | 36,64           | 9,56            | 27,88           | 37,44           | 10,09           | 28,71           | 38,79           |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>2.866,92</b>                               | <b>1.440,97</b> | <b>4.307,90</b> | <b>2.544,32</b> | <b>1.468,64</b> | <b>4.012,97</b> | <b>2.693,43</b> | <b>1.500,28</b> | <b>4.193,71</b> | <b>2.935,17</b> | <b>1.575,59</b> | <b>4.510,76</b> |

### 1.3. Demanda Hídrica para Dessedentação Animal

#### 1.3.1. Introdução

A atividade pecuária encontra-se disseminada em todo o território estadual, estando representada principalmente pelo plantel bovino, voltado para corte e leite, que totaliza 7.687.695 cabeças, o correspondente a 3,58% do efetivo desse segmento da pecuária no Brasil, no ano de 2017, e segundo maior rebanho do Nordeste atrás apenas da Bahia.

O IBGE dispõe de dados do rebanho bovino estadual desde 1974. O Cenário Tendencial baseia-se na taxa de crescimento do rebanho bovino do Estado, para o período 1974 – 2017, data do ultimo recenseamento do rebanho do Brasil – Censo Agropecuário 2017. Na prospecção da demanda animal foram realizadas simulações de projeção do rebanho bovino, segundo os métodos linear, polinomial, exponencial e potencial. Observa-se na **Figura 1.3** que fez-se uma análise de regressão para a série histórica de 43 anos e a equação que apresentou melhor ajuste foi a polinomial de segunda ordem, com ajuste em geral de 0,95.



**Figura 1.3 - Evolução do Rebanho Bovino no Estado do Maranhão no Período 1974/2017**



### 1.3.2. Cenário Tendencial de Demanda Hídrica Animal

As demandas hídricas projetadas no Cenário Tendencial foram calculadas com a taxa de crescimento do rebanho bovino estadual resultante da análise da evolução do rebanho pelo IBGE para o período 1974 – 2017, apresentadas na **Figura 1.3**, adotada para todo o rebanho, uma vez que o rebanho bovino é o mais representativo do setor e tem maior impacto na demanda hídrica (**Tabela 1.12**).

Através da análise da **Figura 1.3** observa-se que o período compreendido entre 1974-2017 mostra que o padrão de evolução do rebanho foi de crescimento, porém em alguns anos, principalmente em anos de seca, apresentou queda, como foi o caso dos anos de 1996 e 2015, cujas reduções do plantel bovino foram de, respectivamente, 226.305 e 115.224 cabeças.

Na **Tabela 1.13** é apresentada a projeção dos efetivos dos rebanhos do Estado do Maranhão para os horizontes de projeto escolhidos 2018, 2023, 2028 e 2038 para o cenário tendencial.

**Tabela 1.12 - Projeção dos Efetivos dos Rebanhos do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial**

| Espécie de Animal | 2018              | 2023              | 2028              | 2038              |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Bovino            | 7.889.325         | 8.942.612         | 10.071.128        | 12.553.843        |
| Bubalino          | 90.727            | 102.840           | 115.818           | 144.369           |
| Equino            | 191.704           | 217.298           | 244.720           | 305.049           |
| Suíno             | 1.271.502         | 1.441.257         | 1.623.137         | 2.023.270         |
| Caprino           | 377.762           | 428.196           | 482.232           | 601.111           |
| Ovino             | 263.278           | 298.428           | 336.088           | 418.940           |
| Galináceos        | 9.658.627         | 10.948.130        | 12.329.733        | 15.369.236        |
| <b>Total</b>      | <b>19.742.926</b> | <b>22.378.762</b> | <b>25.202.856</b> | <b>31.415.818</b> |

**Tabela 1.13 - Projeção dos Efetivos do Rebanho Bovino do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial**

| Ano         | Efetivos (cabeças) | Taxa anual de crescimento (% a.a.) |
|-------------|--------------------|------------------------------------|
| <b>2018</b> | <b>7.889.325</b>   | <b>2,62%</b>                       |
| 2019        | 8.093.964          | 2,59%                              |
| 2020        | 8.301.612          | 2,57%                              |
| 2021        | 8.512.270          | 2,54%                              |
| 2022        | 8.725.936          | 2,51%                              |
| <b>2023</b> | <b>8.942.612</b>   | <b>2,48%</b>                       |
| 2024        | 9.162.297          | 2,46%                              |
| 2025        | 9.384.991          | 2,43%                              |
| 2026        | 9.610.694          | 2,40%                              |
| 2027        | 9.839.406          | 2,38%                              |
| <b>2028</b> | <b>10.071.128</b>  | <b>2,36%</b>                       |
| 2029        | 10.305.858         | 2,33%                              |
| 2030        | 10.543.598         | 2,31%                              |
| 2031        | 10.784.346         | 2,28%                              |
| 2032        | 11.028.104         | 2,26%                              |
| 2033        | 11.274.871         | 2,24%                              |
| 2034        | 11.524.647         | 2,22%                              |
| 2035        | 11.777.433         | 2,19%                              |
| 2036        | 12.033.227         | 2,17%                              |
| 2037        | 12.292.031         | 2,15%                              |
| <b>2038</b> | <b>12.553.843</b>  | <b>2,13%</b>                       |

### 1.3.3. Metodologia de Projeção da Demanda Hídrica Animal por Bacia Hidrográfica

A projeção do consumo hídrico animal para o Estado foi estimado através da variável BEDA (Bovino-Equivalente para Demanda de Água), que estabelece a equivalência do consumo de água entre as diversas espécies de animais, sendo descrita na Equação a seguir:

$$BEDA = \text{Bovinos} + \text{Bubalinos} + \left( \frac{\text{Equinos} + \text{Muares} + \text{Asininos}}{1,11} \right) + \frac{\text{Suíno}}{3,33} + \left( \frac{\text{Caprino} + \text{Ovino}}{6,25} \right) + \frac{\text{Avinos}}{250}$$

Os valores das demandas hídricas unitárias para cada tipo de rebanho foram adaptados conforme Rebouças (et al., 2006) (**Tabela 1.14**).

**Tabela 1.14 - Valores BEDA por Tipo de Rebanho**

| Tipo de Rebanho            | Consumo (l/dia) | Relação BEDA |
|----------------------------|-----------------|--------------|
| Bovinos                    | 50              | BEDA/1       |
| Bubalinos                  | 50              | BEDA/1       |
| Equinos, muares e asininos | 45              | BEDA/1,11    |
| Suínos                     | 15              | BEDA/3,33    |
| Ovinos e Caprinos          | 8               | BEDA/6,25    |
| Aves                       | 0,2             | BEDA/250     |

Fonte: Rebouças et al., 2006.

Os valores de BEDA foram calculados segundo a equação apresentada anteriormente e a demanda hídrica foi calculada utilizando uma demanda unitária do bovino igual a 50 l/dia (REBOUÇAS et al., 2006). O coeficiente de consumo adotado foi de 20%, o que significa que os outros 80% retornam para o meio ambiente. Fez-se também uma correção em relação à porcentagem da área do município na bacia.

Os valores de BEDA e da demanda hídrica para dessedentação animal por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão podem ser visualizados na **Tabela 1.15**.

**Tabela 1.15 - Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda BEDA (l/s) - Cenário Tendencial |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                    | 2023            | 2028            | 2038            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 83,08                                   | 94,17           | 106,06          | 132,20          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 170,65                                  | 193,43          | 217,84          | 271,54          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 64,37                                   | 72,96           | 82,17           | 102,43          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 25,65                                   | 29,07           | 32,74           | 40,81           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 6,43                                    | 7,28            | 8,20            | 10,23           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 503,43                                  | 570,64          | 642,65          | 801,07          |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 131,47                                  | 149,02          | 167,83          | 209,20          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 18,00                                   | 20,41           | 22,98           | 28,65           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 38,06                                   | 43,14           | 48,59           | 60,56           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 20,74                                   | 23,51           | 26,48           | 33,01           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 7,56                                    | 8,56            | 9,64            | 12,02           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | 3,31                                    | 3,75            | 4,22            | 5,26            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.072,73</b>                         | <b>1.215,95</b> | <b>1.369,40</b> | <b>1.706,98</b> |

#### 1.3.4. Cenários Futuros da Agropecuária do Maranhão

A agropecuária no Estado do Maranhão visualizando cenários do desenvolvimento dos setores da pecuária e irrigação, para os horizontes de curto, médio e longo prazos, é um elemento chave no crescimento da sua economia, no fortalecimento e modernização do campo, na criação de postos de emprego no interior. Por outro lado, o Estado do Maranhão pela situação geográfica, clima úmido, será em futuro próximo receptor de empreendimentos afetados do Nordeste Setentrional, especificamente Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e até seu vizinho Piauí, com projetos também impactados pelas secas da região.

As frequentes crises climáticas que assolam a região Nordeste Setentrional, notadamente os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e ainda por extensão Alagoas e Sergipe, vem induzindo empreendedores da região do setor agropecuário (rebanho animal e irrigação), a buscar um apoio logístico no território maranhense para as suas atividades. O

destino desses grupos de produtores é o Estado do Maranhão, que nesse momento vem atraindo investidores nacionais e internacionais, buscando cooperação e parcerias externas até com países asiáticos. Há uma determinação do novo governo para transformar essa proposta em realidade.

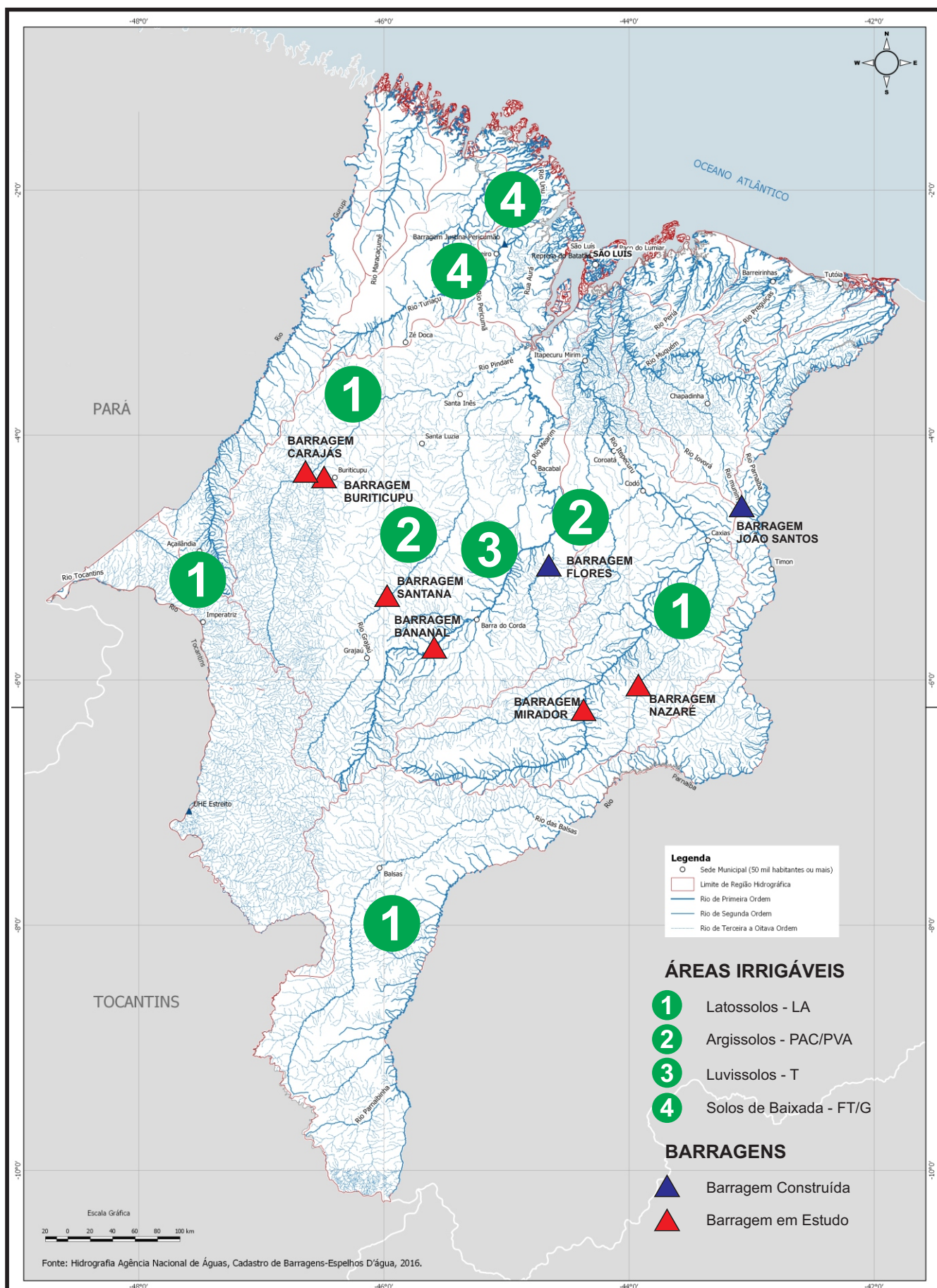
Neste ano, se o diagnóstico demonstrou um excedente potencial de água e de solos irrigáveis próximos dos rios permanentes e aquíferos promissores, é factível razoável, a inclusão do Maranhão como suporte da crescente demanda por alimento no mundo, e para tanto estabelecer cenários otimistas de ampliação do setor agropecuário para os horizontes de médio e longo prazos no PERH/MA.

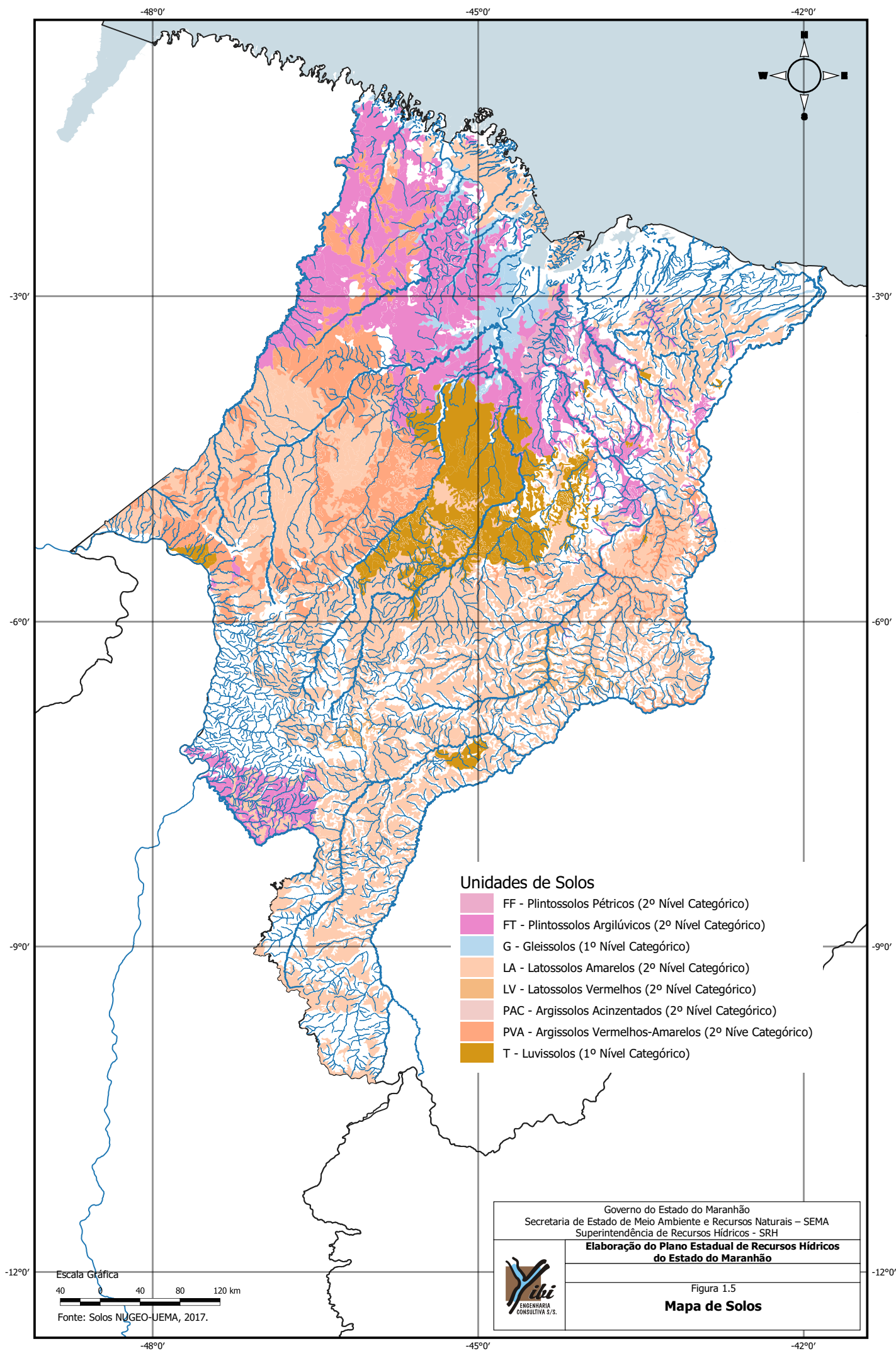
Por outro lado, o Produto 2.4, desenhou uma proposição de mancha de solo disponível para outorga de atividade hidroagrícola. Ao mesmo tempo, com objetivo de amortecer possíveis enchentes, produzir energia nessas áreas do território e aumentar a capacidade de regularização dos rios no período seco do ano, o plano preconizou a implantação no futuro de algumas barragens situadas no primeiro terço da bacia de alguns estratégicos rios do Maranhão. Estas propostas preliminares estão apresentadas na **Figura 1.4** e o mapa de solos do Estado do Maranhão está na **Figura 1.5**.

Sobre risco de enchentes no território do Maranhão, a secretaria de cidades, em convênio com a SIH/MI (Ministério da Integração), procedeu um denso e detalhado estudo sobre cheias, principalmente na bacia do Mearim, a de maior frequência desses eventos extremos. No PERH/MA, a tese mais eficiente para combater inundações reside na construção de barragens de grande porte no primeiro terço médio das bacias dos maiores rios do interior do território maranhense: Pindaré, Grajaú, Mearim e Itapecuru. Os reservatórios, em média, reduzem o risco de enchentes em, pelo menos, 30%.

#### 1.3.5. Cenários Otimistas Moderado e Desejado

Para o Cenário Otimista Moderado, a hipótese aqui proposta, considerando o exposto no item 1.3.4., é a previsão de uma taxa elevada em 1/3 sobre o valor médio tendencial, 2,4%, ou seja, 3% ao ano, conforme **Tabela 1.16**.







**Tabela 1.16 - Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Moderado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda BEDA (l/s) - Cenário Otimista Moderado |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                           | 2023            | 2028            | 2038            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 77,77                                          | 91,04           | 106,56          | 146,02          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 159,73                                         | 186,98          | 218,87          | 299,90          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 60,25                                          | 70,53           | 82,56           | 113,12          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 24,01                                          | 28,11           | 32,90           | 45,08           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 6,01                                           | 7,04            | 8,24            | 11,28           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 471,24                                         | 551,62          | 645,71          | 884,78          |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 123,07                                         | 144,06          | 168,64          | 231,07          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 16,85                                          | 19,72           | 23,09           | 31,64           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 35,63                                          | 41,71           | 48,82           | 66,90           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 19,42                                          | 22,73           | 26,61           | 36,46           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 7,07                                           | 8,28            | 9,69            | 13,27           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 3,09                                           | 3,62            | 4,23            | 5,80            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.004,14</b>                                | <b>1.175,42</b> | <b>1.375,91</b> | <b>1.885,33</b> |

Em relação ao Cenário Otimista Desejado, considerando também, as razões apresentadas no item 1.3.4., foi estabelecido a hipótese de uma ampliação da taxa média de crescimento tendencial da pecuária em torno de 2/3 do valor médio do crescimento tendencial, isso é, 4% ao ano, segundo Tabela 1.17.

**Tabela 1.17- Demanda Animal (BEDA) Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Desejado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda BEDA (l/s) - Cenário Otimista Desejado |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                           | 2023            | 2028            | 2038            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 77,77                                          | 94,62           | 115,12          | 170,40          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 159,73                                         | 194,34          | 236,44          | 349,99          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 60,25                                          | 73,30           | 89,18           | 132,02          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 24,01                                          | 29,21           | 35,54           | 52,61           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 6,01                                           | 7,31            | 8,90            | 13,17           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 471,24                                         | 573,34          | 697,55          | 1032,54         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 123,07                                         | 149,73          | 182,17          | 269,66          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 16,85                                          | 20,50           | 24,94           | 36,92           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 35,63                                          | 43,35           | 52,74           | 78,07           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 19,42                                          | 23,63           | 28,75           | 42,55           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 7,07                                           | 8,60            | 10,47           | 15,49           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 3,09                                           | 3,76            | 4,57            | 6,77            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.004,14</b>                                | <b>1.221,69</b> | <b>1.486,37</b> | <b>2.200,19</b> |

## **1.4. Demanda Hídrica para Irrigação**

### **1.4.1. Introdução**

A agricultura irrigada vem sendo desenvolvida no Estado do Maranhão, principalmente, por grupos de produtores rurais de pequeno e médio porte. Com base nos dados do Censo Agropecuário de 2017, o estado do Maranhão possuía uma área irrigada de 44.397,04 ha. Em 30,1% das áreas irrigadas são utilizados sistemas de irrigação localizados, seguido por outros métodos ou molhação (27,0%) que não se enquadram dentro dos principais métodos. A irrigação por aspersão convencional contribui com 13,5% da área irrigada. A bacia hidrográfica do Mearim é a que possui a maior área irrigada, com 47,1%, seguido pelas bacias do Parnaíba, Itapecuru e Tocantins, com, respectivamente, 15,1%, 11,8% e 11,6%. A concentração das áreas irrigadas em regiões que possuem problemas históricos de uso da terra, a utilização significativa de sistemas de irrigação que possuem baixa eficiência e a insatisfatória assistência técnica para a maioria dos produtores, são fatores que indicam a necessidade de um maior monitoramento do crescimento da agricultura irrigada e da utilização dos recursos hídricos. Os dados básicos de área irrigada por município estão apresentados em meio digital, constituindo o Banco de Dados do plano.

No Produto 2.3 – Diagnóstico e Prognóstico das Demandas e Variabilidades Hídricas a avaliação da demanda hídrica de irrigação foi realizada adotando o valor de 0,40 l/s/ha, que corresponde a 12.614 m<sup>3</sup>/ha/ano, valor adotado no estudo Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2005).

Outros estudos utilizaram valores semelhantes: Projeto de Transposição do São Francisco para a Região Semiárida do Estado da Bahia, integrante dos Estudos Hidrológicos Complementares das Bacias Hidrográficas dos Tributários da Margem Direita do Rio São Francisco entre Sobradinho e Paulo Afonso, Vaza Barris, Itapicuru e Médio e Baixo Paraguaçu nos Estados da Bahia e Sergipe (MI/INPE/FUNCATE, 2003), o qual apresenta um valor médio de 0,46 l/s/ha calculado para vários projetos de irrigação, com a maioria dos projetos apresentando o valor de 0,40 l/s/ha.

O Estado do Maranhão é um estado pré-amazônico úmido, com uma tradição de irrigação de arroz e não necessariamente induzido à utilizar parâmetros de consumo para irrigação da região semiárida. Contudo, métodos de economia de água no setor hidroagrícola vale principalmente para reduzir o custo com energia. Por isso mesmo, numa visão otimista, economizar água é também economizar energia.



#### 1.4.2. Metodologia de Projeção das Áreas Irrigáveis

Na projeção da demanda de água considerando o Cenário Tendencial, foram adotadas as taxas de crescimento médias anuais das áreas irrigáveis ocorrentes em anos normais de evolução econômica. Estatísticas da FAO com informações históricas de áreas irrigáveis a partir de 1950, e estudos congêneres realizados no Brasil no âmbito da SRH/MMA, apontam para taxas de aumento de áreas irrigáveis da ordem de 3,7% ao ano para as condições brasileiras. Esta taxa foi, então, adotada para projeção dos crescimentos da área irrigável no Cenário Tendencial, já que neste caso, seriam mantidas as políticas passadas nas áreas de agricultura e irrigação.

Para efeito de simulação de cenários de planejamento, foi tomado como ponto de partida para as projeções de consumo com irrigação a área irrigada em 2017, de 44.397,04 ha, informada pelo Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, inicialmente projetados para o ano de 2018.

No que concerne a avaliação da demanda hídrica visando os cenários otimistas moderado e desejado, optou-se em assumir neste plano variações distintas na demanda específica de 0,40 l/s/ha, valor adotado no estudo Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2005). Pela experiência dos primeiros anos de irrigação do Nordeste, as taxas de consumo giravam em torno de 0,8 a 1 l/s/ha, situação próxima do que o estado do Maranhão vem utilizando, algo em torno de 0,5 a 0,7 l/s/ha. Esse aumento na eficiência da irrigação seria obtido de maneira gradual na prática da utilização de áreas para culturas irrigadas, deixando de incrementar a irrigação de outras culturas além do arroz, grande consumidora de água e de recursos, por culturas adequadas ao solo e clima, com menores consumos de água e maior rentabilidade, como por exemplo, fruticultura e grãos.

#### 1.4.3. Cenários para Irrigação

Para o Cenário Tendencial foi utilizada a taxa de crescimento de 3,7%, apontada no item anterior.

A **Tabela 1.18** apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas para irrigação ao longo do período de planejamento, para o Cenário Tendencial.

**Tabela 1.18 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Tendencial**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica de Irrigação - Área Irrigada (ha) e Demanda (l/s) - Cenário Tendencial |                  |                    |                  |                    |                  |                    |                  |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
|                                             | 2018                                                                                   |                  | 2023               |                  | 2028               |                  | 2038               |                  |
|                                             | Área irrigada (ha)                                                                     | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 7.407,10                                                                               | 2.962,84         | 8.882,64           | 3.553,06         | 10.652,12          | 4.260,85         | 15.318,76          | 6.127,50         |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 5.411,70                                                                               | 2.164,68         | 6.489,74           | 2.595,90         | 7.782,54           | 3.113,01         | 11.192,03          | 4.476,81         |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 4.126,18                                                                               | 1.650,47         | 4.948,14           | 1.979,26         | 5.933,84           | 2.373,54         | 8.533,43           | 3.413,37         |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 605,86                                                                                 | 242,34           | 726,55             | 290,62           | 871,28             | 348,51           | 1.252,98           | 501,19           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 1.199,79                                                                               | 524,88           | 1.438,79           | 629,44           | 1.725,41           | 754,83           | 2.481,30           | 1.085,51         |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 21.672,70                                                                              | 8.859,89         | 25.990,03          | 10.624,83        | 31.167,40          | 12.741,36        | 44.821,68          | 18.323,28        |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 5.346,52                                                                               | 2.155,20         | 6.411,58           | 2.584,53         | 7.688,81           | 3.099,38         | 11.057,24          | 4.457,21         |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 376,93                                                                                 | 150,77           | 452,02             | 180,81           | 542,06             | 216,82           | 779,53             | 311,81           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 169,52                                                                                 | 67,81            | 203,29             | 81,31            | 243,78             | 97,51            | 350,58             | 140,23           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 49,79                                                                                  | 19,91            | 59,70              | 23,88            | 71,60              | 28,64            | 102,96             | 41,19            |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 103,46                                                                                 | 41,38            | 124,07             | 49,63            | 148,79             | 59,51            | 213,97             | 85,59            |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peraiá          | 19,83                                                                                  | 7,93             | 23,78              | 9,51             | 28,51              | 11,41            | 41,01              | 16,40            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>46.489,37</b>                                                                       | <b>18.848,11</b> | <b>55.750,33</b>   | <b>22.602,77</b> | <b>66.856,13</b>   | <b>27.105,38</b> | <b>96.145,47</b>   | <b>38.980,11</b> |

Para o Cenário Otimista Moderado, foi estabelecida a hipótese que consolida o setor agropecuário (rebanho animal e a irrigação), como dois eixos potenciais de crescimento do estado. Neste caso, tese semelhante para atividade pecuária foi utilizado para a agricultura irrigada. Isto posto, a taxa média de crescimento tendencial adotada foi incrementada em um terço do seu valor nominal, culminando com um valor de cerca 5% ao ano.

A **Tabela 1.19** apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas para irrigação ao longo do período de planejamento, para o Cenário Otimista Moderado.

**Tabela 1.19 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Otimista Moderado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica de Irrigação - Área Irrigada (ha) e Demanda (l/s) - Cenário Otimista Moderado |                  |                    |                  |                    |                  |                    |                  |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
|                                             | 2018                                                                                          |                  | 2023               |                  | 2028               |                  | 2038               |                  |
|                                             | Área irrigada (ha)                                                                            | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 7.407,10                                                                                      | 2.962,84         | 9453,55            | 3781,42          | 12065,39           | 4826,15          | 19653,24           | 7861,30          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 5.411,70                                                                                      | 2.164,68         | 6906,85            | 2762,74          | 8815,09            | 3526,04          | 14358,85           | 5743,54          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 4.126,18                                                                                      | 1.650,47         | 5266,17            | 2106,46          | 6721,11            | 2688,44          | 10947,98           | 4379,19          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 605,86                                                                                        | 242,34           | 773,25             | 309,29           | 986,88             | 394,75           | 1607,53            | 643,00           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 1.199,79                                                                                      | 524,88           | 1531,27            | 669,89           | 1954,33            | 854,97           | 3183,40            | 1392,66          |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 21.672,70                                                                                     | 8.859,89         | 27660,47           | 11307,71         | 35302,54           | 14431,83         | 57504,13           | 23507,93         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 5.346,52                                                                                      | 2.155,20         | 6823,66            | 2750,64          | 8708,92            | 3510,59          | 14185,91           | 5718,39          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 376,93                                                                                        | 150,77           | 481,07             | 192,42           | 613,98             | 245,59           | 1000,11            | 400,04           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 169,52                                                                                        | 67,81            | 216,36             | 86,54            | 276,13             | 110,46           | 449,79             | 179,92           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 49,79                                                                                         | 19,91            | 63,55              | 25,41            | 81,10              | 32,43            | 132,11             | 52,83            |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 103,46                                                                                        | 41,38            | 132,04             | 52,81            | 168,53             | 67,40            | 274,51             | 109,79           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peraiá          | 19,83                                                                                         | 7,93             | 25,31              | 10,12            | 32,30              | 12,92            | 52,61              | 21,04            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>46.489,37</b>                                                                              | <b>18.848,11</b> | <b>59.333,54</b>   | <b>24.055,48</b> | <b>75.726,30</b>   | <b>30.701,57</b> | <b>123.350,17</b>  | <b>50.009,62</b> |

Para o cenário otimista desejado, considerou-se uma taxa de crescimento de áreas irrigáveis da ordem de 6% ao ano, taxa essa, resultante do incremento de 2/3 sobre a projeção do crescimento da área irrigável no Cenário Tendencial, estabelecida em 3,7% a.a. Igualmente

percebe-se que foi considerado o valor de consumo médio de 0,40 l/s/ha para a irrigação no geral (Tabela 1.20).

**Tabela 1.20 - Demanda Hídrica de Irrigação (l/s) – Cenário Otimista Desejado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica de Irrigação - Área Irrigada (ha) e Demanda (l/s) - Cenário Otimista Desejado |                  |                    |                  |                    |                  |                    |                  |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
|                                             | 2018                                                                                          |                  | 2023               |                  | 2028               |                  | 2038               |                  |
|                                             | Área irrigada (ha)                                                                            | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    | Área irrigada (ha) | Demanda (l/s)    |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 7.407,10                                                                                      | 2.962,84         | 9912,37            | 3964,95          | 13264,99           | 5306,00          | 23755,57           | 9502,23          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 5.411,70                                                                                      | 2.164,68         | 7242,08            | 2896,83          | 9691,53            | 3876,61          | 17356,06           | 6942,42          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 4.126,18                                                                                      | 1.650,47         | 5521,76            | 2208,70          | 7389,36            | 2955,74          | 13233,22           | 5293,28          |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 605,86                                                                                        | 242,34           | 810,78             | 324,31           | 1085,00            | 433,99           | 1943,08            | 777,22           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 1.199,79                                                                                      | 524,88           | 1605,59            | 702,41           | 2148,64            | 939,98           | 3847,89            | 1683,36          |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim           | 21.672,70                                                                                     | 8.859,89         | 29002,96           | 11856,53         | 38812,50           | 15866,71         | 69507,28           | 28414,87         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 5.346,52                                                                                      | 2.155,20         | 7154,85            | 2884,14          | 9574,80            | 3859,63          | 17147,01           | 6912,02          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 376,93                                                                                        | 150,77           | 504,42             | 201,76           | 675,02             | 270,01           | 1208,87            | 483,54           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 169,52                                                                                        | 67,81            | 226,86             | 90,75            | 303,58             | 121,44           | 543,67             | 217,48           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 49,79                                                                                         | 19,91            | 66,63              | 26,64            | 89,17              | 35,66            | 159,68             | 63,85            |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 103,46                                                                                        | 41,38            | 138,45             | 55,38            | 185,28             | 74,11            | 331,81             | 132,71           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 19,83                                                                                         | 7,93             | 26,54              | 10,61            | 35,51              | 14,20            | 63,60              | 25,43            |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>46.489,37</b>                                                                              | <b>18.848,11</b> | <b>62.213,28</b>   | <b>25.223,01</b> | <b>83.255,40</b>   | <b>33.754,08</b> | <b>149.097,74</b>  | <b>60.448,41</b> |

## 1.5. Demanda Hídrica para a Indústria

### 1.5.1. Introdução

De acordo com os dados fornecidos pelo IBGE no Cadastro Central de Empresas - 2015, o setor industrial maranhense era composto por 6.038 estabelecimentos industriais, estando 49,93% destes vinculados à Indústria de Transformação, com 3.015 empresas. Em segundo lugar, aparece o ramo da Construção Civil, que responde por 2.735 estabelecimentos, o correspondente a 45,30% do total. As demais indústrias encontram-se vinculadas aos ramos da Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água (3,25%) e da Indústria Extrativa Mineral, com 1,52% do total.

Analisando a distribuição dos estabelecimentos industriais por bacias hidrográficas, observa-se uma maior concentração de indústrias no SH das Ilhas Maranhenses, que responde por 39,80% dos estabelecimentos industriais do estado, o que se deve à presença da cidade de São Luís no seu território. Também são consideráveis os quantitativos industriais das Bacias Hidrográficas do Mearim, Tocantins, Parnaíba, Itapecuru e Gurupi. As demais bacias apresentam parques industriais pouco representativos, com o número de indústrias oscilando entre um mínimo de quatro estabelecimentos na Bacia Hidrográfica do Periaá, até 113 estabelecimentos industriais no SH do Litoral Ocidental.

A estimativa da demanda hídrica para o setor industrial do Estado do Maranhão foi realizada considerando-se os dados do Guia Industrial do Estado do Maranhão (FIEMA, 2015) e do Cadastro Central de Empresas (IBGE, 2015). Houve a necessidade de realizar uma fusão dos dados das fontes consultadas para que o levantamento industrial contemplasse informações do maior número possível de municípios.

Para a avaliação da demanda, foi utilizada a metodologia adotada no PERH-PI elaborado pela IBI Engenharia para a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAR-PI, em 2009, a qual tem por base os estudos do PLIRHINE. Esta consiste basicamente em tomar como demanda industrial total o produto da multiplicação do número de empregados do setor industrial, por um coeficiente correspondente ao tipo de indústria (**Tabela 1.21**).

**Tabela 1.21 - Coeficientes de Demanda Hídrica Industrial**

| Gênero da Indústria                                  | Coeficiente de demanda (m³/operário/dia) |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Extração de Minerais                                 | 0,20                                     |
| Transformação de Produtos Minerais Não Metálicos     | 0,30                                     |
| Metalúrgica                                          | 0,50                                     |
| Mecânica                                             | 0,30                                     |
| Material Elétrico e de Comunicação                   | 0,20                                     |
| Material de Transporte                               | 0,30                                     |
| Madeira                                              | 0,20                                     |
| Mobiliário                                           | 0,20                                     |
| Papel e Papelão                                      | 0,30                                     |
| Borracha                                             | 0,02                                     |
| Couros e Peles                                       | 2,80                                     |
| Química                                              | 9,80                                     |
| Produtos Farmacêuticos e Farmoquímicos               | 9,80                                     |
| Perfumaria, Sabões e Velas                           | 2,00                                     |
| Produtos de Materiais Plásticos                      | 0,80                                     |
| Têxtil                                               | 2,50                                     |
| Vestuário, Calçados e Artefatos de Couro e de Tecido | 0,20                                     |
| Produtos Alimentares                                 | 5,00                                     |
| Bebidas                                              | 10,00                                    |
| Editorial e gráfica                                  | 0,30                                     |
| Fumo                                                 | 2,50                                     |
| Derivados de Petróleo                                | 0,50                                     |
| Produtos Minerais não-Metálicos                      | 0,30                                     |
| Produtos Diversos                                    | 0,50                                     |
| Indústria da Construção                              | 0,20                                     |

Fonte: PERH-PI (2009).

Desta forma, tomando-se por base esses coeficientes, medidos em m³/operário/dia e as informações constantes no Guia Industrial e Cadastro de Empresas (gênero de indústria e número de pessoal ocupado) foram estimadas as demandas de água para os usos industriais.

Para os estabelecimentos pertencentes aos gêneros de indústrias de transformação foi adotado o coeficiente médio de demanda de 0,30 m<sup>3</sup>/operário/dia (SEMARH-SE, 2010), pois o IBGE não divide os tipos de indústrias por subgênero e por município. Na **Tabela 1.22** a seguir são apresentadas as demandas hídricas para o uso industrial por Bacia Hidrográfica e município da bacia, estimadas para 2015.

**Tabela 1.22 - Demandas Hídricas Industriais por Bacias Hidrográficas (2015)**

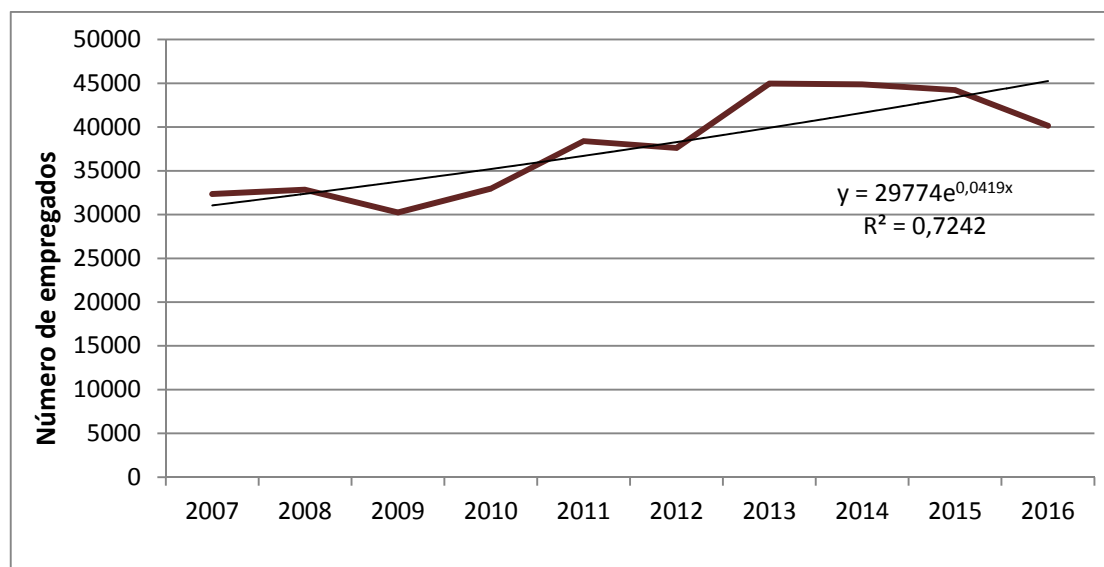
| Bacias Hidrográficas/Municípios             | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 74,10                                  |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 116,41                                 |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 23,12                                  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 9,00                                   |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 884,78                                 |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 89,71                                  |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 91,09                                  |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 21,43                                  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 10,53                                  |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 10,70                                  |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 3,35                                   |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 4,05                                   |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.338,28</b>                        |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

#### 1.5.2. Metodologia de Projeção das Demandas Hídricas Industriais

Para a projeção das demandas hídricas industriais optou-se, porém, pela adoção da taxa de crescimento anual dos empregos na indústria no Estado do Maranhão, que alcançou 4,28% ao ano (representativa do período 2007 a 2015). Na **Figura 1.4** apresenta-se a evolução no número de empregados na indústria no estado do Maranhão. Esta taxa compôs o Cenário Tendencial e incidiu sobre as demandas hídricas diagnosticadas para cada município e nas bacias na etapa Diagnóstico para o cálculo efetivo das demandas hídricas projetadas.

Na projeção das demandas hídricas industriais do Cenário Tendencial foram realizadas simulações de projeção do número de empregados na indústria, segundo os métodos linear, polinomial, exponencial e potencial do período 2007-2015. Observa-se na **Figura 1.6** que fez-se uma análise de regressão para a série histórica e a equação que apresentou melhor ajuste foi a equação exponencial, com ajuste em geral de 0,72.



Fonte: IBGE/SIDRA. Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

**Figura 1.6 - Evolução do número de empregados na indústria no Estado do Maranhão - Pesquisa Industrial Anual - Empresa**

A **Tabela 1.23** apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas para a indústria ao longo do período de planejamento, para o Cenário Tendencial.

No que concerne a avaliação da demanda hídrica da indústria visando os cenários otimistas moderado e desejado, observa-se uma grande possibilidade de ampliação deste uso, já que é um setor em franca expansão em uma conjuntura de interiorização dos polos industriais e das diversas possibilidades de ampliação do setor em algumas bacias do estado, o qual ainda é pouco representativo no consumo de água. Neste sentido, optou-se por adotar uma taxa de crescimento anual de 5,0% para o cenário desejado.

De outro lado, o avanço das tecnologia de uso racional de água por parte das indústrias, refletirá numa redução na demanda hídrica em torno de 10% nos dois cenários otimistas: moderado e desejado. Entende-se que essas ações necessitam de investimentos que requerem mais tempo, e seus benefícios se apresentarão no horizonte de médio e longo prazo (2023 – 5% e a partir de 2028 – 10%).

**Tabela 1.23 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Tendencial**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2015 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2018 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2023 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2028 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2038 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 74,10                                       | 84,03                                       | 103,61                                      | 127,76                                      | 194,26                                      |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 116,41                                      | 132,00                                      | 162,77                                      | 200,70                                      | 305,15                                      |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 23,12                                       | 26,22                                       | 32,33                                       | 39,86                                       | 60,60                                       |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 9,00                                        | 10,21                                       | 12,59                                       | 15,52                                       | 23,60                                       |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 884,78                                      | 1003,29                                     | 1237,12                                     | 1525,44                                     | 2319,34                                     |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim           | 89,71                                       | 101,73                                      | 125,43                                      | 154,67                                      | 235,16                                      |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 91,09                                       | 103,29                                      | 127,36                                      | 157,05                                      | 238,78                                      |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 21,43                                       | 24,30                                       | 29,96                                       | 36,95                                       | 56,18                                       |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 10,53                                       | 11,94                                       | 14,72                                       | 18,15                                       | 27,60                                       |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 10,70                                       | 12,13                                       | 14,96                                       | 18,45                                       | 28,05                                       |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 3,35                                        | 3,80                                        | 4,68                                        | 5,78                                        | 8,78                                        |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | 4,05                                        | 4,59                                        | 5,66                                        | 6,98                                        | 10,62                                       |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.338,28</b>                             | <b>1.517,53</b>                             | <b>1.871,21</b>                             | <b>2.307,31</b>                             | <b>3.508,13</b>                             |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

A **Tabela 1.24** apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas para a indústria ao longo do período de planejamento, para o Cenário Otimista Moderado.

Conclui-se que, a partir de 2023, as demandas de água para indústria diminuem em relação ao Cenário Tendencial. Este último fato deve-se a adoção de técnicas e tecnologias para a redução no consumo de água para grandes, médias e pequenas indústrias. Setores como o siderúrgico e de máquinas e equipamentos reusam mais de 90% da água que consomem. O reuso nas operações industriais consiste no aproveitamento dos efluentes da própria empresa, após tratamento, como insumo reintroduzido no processo de produção.

**Tabela 1.24 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Otimista Moderado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2015 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2018 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2023 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2028 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2038 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 74,10                                       | 84,03                                       | 98,43                                       | 114,99                                      | 174,83                                      |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 116,41                                      | 132,00                                      | 154,63                                      | 180,63                                      | 274,64                                      |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 23,12                                       | 26,22                                       | 30,71                                       | 35,87                                       | 54,54                                       |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 9,00                                        | 10,21                                       | 11,96                                       | 13,97                                       | 21,24                                       |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 884,78                                      | 1003,29                                     | 1175,26                                     | 1372,90                                     | 2087,41                                     |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim           | 89,71                                       | 101,73                                      | 119,16                                      | 139,20                                      | 211,65                                      |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 91,09                                       | 103,29                                      | 121,00                                      | 141,34                                      | 214,90                                      |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 21,43                                       | 24,30                                       | 28,47                                       | 33,25                                       | 50,56                                       |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 10,53                                       | 11,94                                       | 13,99                                       | 16,34                                       | 24,84                                       |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 10,70                                       | 12,13                                       | 14,21                                       | 16,60                                       | 25,24                                       |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 3,35                                        | 3,80                                        | 4,45                                        | 5,20                                        | 7,90                                        |
| XII – Bacia Hidrográfica do Peria           | 4,05                                        | 4,59                                        | 5,38                                        | 6,28                                        | 9,55                                        |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.338,28</b>                             | <b>1.517,53</b>                             | <b>1.777,65</b>                             | <b>2.076,58</b>                             | <b>3.157,32</b>                             |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

Para o Cenário Otimista Desejado, considerou-se uma taxa maior de crescimento do número de empregados no setor industrial, da ordem de 5% ao ano. Igualmente para esse cenário foi considerado uma maior eficiência do uso da água na indústria, em torno de 10%, porém, esses benefícios se apresentarão no horizonte de médio e longo prazo (2023 – 5% e a partir de 2028 – 10%) (Tabela 1.25).

**Tabela 1.25 - Demanda Hídrica Industrial (l/s) – Cenário Otimista Desejado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2015 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2018 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2023 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2028 | Demanda Hídrica Industrial Total (l/s) 2038 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 74,10                                       | 98,17                                       | 114,99                                      | 134,33                                      | 204,24                                      |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 116,41                                      | 154,21                                      | 180,64                                      | 211,02                                      | 320,84                                      |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 23,12                                       | 30,63                                       | 35,88                                       | 41,91                                       | 63,72                                       |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 9,00                                        | 11,93                                       | 13,97                                       | 16,32                                       | 24,81                                       |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 884,78                                      | 1172,07                                     | 1372,97                                     | 1603,85                                     | 2438,56                                     |
| VI – Bacia Hidrográfica do Mearim           | 89,71                                       | 118,84                                      | 139,21                                      | 162,62                                      | 247,25                                      |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 91,09                                       | 120,67                                      | 141,35                                      | 165,12                                      | 251,06                                      |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 21,43                                       | 28,39                                       | 33,25                                       | 38,85                                       | 59,06                                       |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 10,53                                       | 13,95                                       | 16,34                                       | 19,09                                       | 29,02                                       |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 10,70                                       | 14,17                                       | 16,60                                       | 19,40                                       | 29,49                                       |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 3,35                                        | 4,44                                        | 5,20                                        | 6,07                                        | 9,23                                        |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 4,05                                        | 5,37                                        | 6,28                                        | 7,34                                        | 11,16                                       |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>1.338,28</b>                             | <b>1.772,81</b>                             | <b>2.076,69</b>                             | <b>2.425,91</b>                             | <b>3.688,46</b>                             |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

## 1.6. Demanda Hídrica para Pesca e Aquicultura

### 1.6.1. Introdução

De acordo com a os dados de produção da pesca e aquicultura de água doce no Estado do Maranhão, em 2017 (IBGE, 2018), a produção foi de aproximadamente 27.968 mil toneladas no Estado.

Constata-se, com base nos dados do IBGE, que a produção da aquicultura é predominante na bacia hidrográfica do Mearim, com 58,2% do total, seguido igualmente pelas bacias do Parnaíba e Itapecuru, com 10,5%. Em relação às espécies, as produções de tambaqui e tambacu/tambatinga são responsáveis, respectivamente, por 37,5% e 35,2% do total. As produções de tilápia e curimatã contribuem, em seguida, com 9,8% e 7,8% da produção da aquicultura no Estado.

A determinação da demanda hídrica para a produção aquícola nas bacias hidrográficas do Estado levou em conta a produção oriunda da piscicultura (apenas criação em água doce) para o ano de 2017, segundo os dados de produção da piscicultura de água doce para os municípios



do Maranhão do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), além de outros parâmetros, conforme descrito nos parágrafos abaixo.

Segundo estimativas constantes no relatório do PERH do Estado de Santa Catarina, baseando-se na área em hectares utilizados para a piscicultura e que os tanques e viveiros possuem uma profundidade média de 1 m (FAO, 1998), estima-se uma demanda de água de aproximadamente 3,71 m<sup>3</sup>/kg produzidos em um ano. A partir do valor de demanda de água por quilograma produzido e dos dados de produção da piscicultura nos municípios estimou-se a demanda hídrica da piscicultura para todas as bacias do Estado do Maranhão.

A **Tabela 1.26** apresenta um resumo da demanda hídrica para pesca e aquicultura nas bacias hidrográficas do Estado do Maranhão para o ano de 2017.

**Tabela 1.26 - Demanda Hídrica da Pesca e Aquicultura no Estado do Maranhão (2017)**

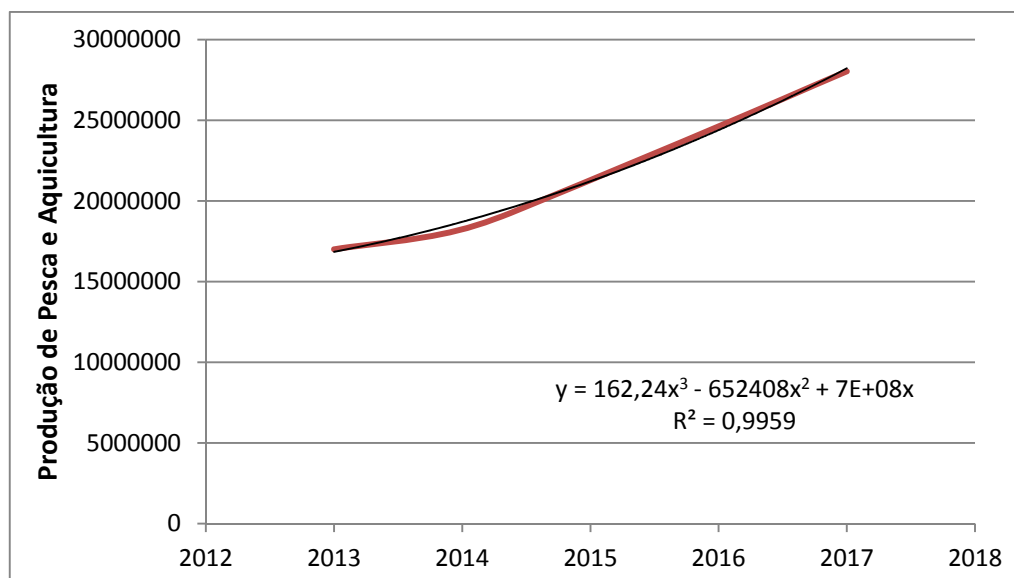
| Bacias Hidrográficas                        | Total             | m3/ano (*)         | l/s             |
|---------------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 2.937.496         | 10.898.110         | 345,58          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 1.264.319         | 4.690.623          | 148,74          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 374.027           | 1.387.640          | 44,00           |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 448.233           | 1.662.944          | 52,73           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 167.110           | 619.978            | 19,66           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 16.278.735        | 60.394.107         | 1915,10         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 2.929.453         | 10.868.271         | 344,63          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 1.341.352         | 4.976.416          | 157,80          |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 981.035           | 3.639.640          | 115,41          |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 572.615           | 2.124.402          | 67,36           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 386.116           | 1.432.490          | 45,42           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 287.742           | 1.067.523          | 33,85           |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>27.968.232</b> | <b>103.762.141</b> | <b>3.290,28</b> |

(\*) 3,71 m<sup>3</sup>/kg/ano

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

### 1.6.2. Metodologia de Projeção

O IBGE dispõe de dados da produção da pesca e aquicultura em termos municipais de 2013 a 2017. O Cenário Tendencial baseia-se na taxa de crescimento da produção estadual obtida nesse período. Na prospecção da produção da pesca e da aquicultura foram realizadas simulações de projeção da produção, segundo os métodos linear, polinomial, exponencial e potencial. Observa-se na **Figura 1.7** que foi feita uma análise de regressão e a equação que apresentou melhor ajuste foi a polinomial de terceira ordem, com ajuste em geral de 0,9959.



Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal/Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

**Figura 1.7 - Evolução da produção de pesca e aquicultura no Estado do Maranhão**

Para o setor de pesca e aquicultura, as demandas hídricas projetadas no Cenário Tendencial foram calculadas com a taxa de crescimento da produção para o período 2013 – 2017, apresentada na **Figura 1.7**, que produziu uma taxa de crescimento anual variando de 0,055% a 0,07% no cenário tendencial de 2018 a 2038 (**Tabela 1.27**).

**Tabela 1.27 - Projeção da Produção de Pesca e Aquicultura - Cenário Tendencial**

| Ano  | Produção (em quilogramas) | Taxa anual de crescimento (% a.a.) |
|------|---------------------------|------------------------------------|
| 2018 | 27.983.712                | 0,055%                             |
| 2019 | 27.999.399                | 0,056%                             |
| 2020 | 28.015.293                | 0,057%                             |
| 2021 | 28.031.396                | 0,057%                             |
| 2022 | 28.047.707                | 0,058%                             |
| 2023 | 28.064.226                | 0,059%                             |
| 2024 | 28.080.954                | 0,060%                             |
| 2025 | 28.097.892                | 0,060%                             |
| 2026 | 28.115.039                | 0,061%                             |
| 2027 | 28.132.396                | 0,062%                             |
| 2028 | 28.149.964                | 0,062%                             |
| 2029 | 28.167.741                | 0,063%                             |
| 2030 | 28.185.730                | 0,064%                             |
| 2031 | 28.203.930                | 0,065%                             |
| 2032 | 28.222.341                | 0,065%                             |
| 2033 | 28.240.964                | 0,066%                             |
| 2034 | 28.259.799                | 0,067%                             |
| 2035 | 28.278.846                | 0,067%                             |
| 2036 | 28.298.105                | 0,068%                             |
| 2037 | 28.317.578                | 0,069%                             |
| 2038 | 28.337.264                | 0,070%                             |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

Os valores da demanda hídrica para pesca e aquicultura por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão no cenário tendencial podem ser visualizados na **Tabela 1.28**.

**Tabela 1.28 - Demanda Hídrica da Pesca e da Aquicultura Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Tendencial**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica Anual (l/s) – Cenário Tendencial |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                             | 2023            | 2028            | 2038            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 345,77                                           | 346,77          | 347,83          | 350,14          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 148,82                                           | 149,25          | 149,71          | 150,70          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 44,03                                            | 44,15           | 44,29           | 44,58           |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 52,76                                            | 52,91           | 53,07           | 53,43           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 19,67                                            | 19,73           | 19,79           | 19,92           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 1916,16                                          | 1921,68         | 1927,55         | 1940,37         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 344,82                                           | 345,82          | 346,87          | 349,18          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 157,89                                           | 158,34          | 158,83          | 159,88          |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 115,48                                           | 115,81          | 116,16          | 116,94          |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 67,40                                            | 67,60           | 67,80           | 68,25           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 45,45                                            | 45,58           | 45,72           | 46,02           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 33,87                                            | 33,97           | 34,07           | 34,30           |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>3.292,13</b>                                  | <b>3.301,60</b> | <b>3.311,69</b> | <b>3.333,72</b> |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

Para o Cenário Otimista Moderado, vislumbra-se no Estado do Maranhão um maior crescimento na exploração piscícola em tanques rede e viveiros de piscicultura, motivados pela alta produtividade, bom retorno econômico, associados ao crescimento do poder aquisitivo da população e um consequente aumento da demanda. Assim, foram admitidas as seguintes projeções a partir do ano de 2018:

- 2% no cenário 2018-2023;
- 3% no cenário 2023-2028;
- 5% no cenário 2028-2038.

Esta mesma hipótese foi considerada no Cenário Otimista Desejado.

A **Tabela 1.29** apresenta os resultados das estimativas de demandas hídricas para pesca e aquicultura ao longo do período de planejamento para o Cenário Otimista Moderado.

**Tabela 1.29 - Demanda Hídrica da Pesca e da Aquicultura Agregados por Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão - Cenário Otimista Moderado**

| Bacias Hidrográficas                        | Demanda Hídrica Anual (l/s) – Cenário Tendencial |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                             | 2018                                             | 2023            | 2028            | 2038            |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 345,77                                           | 381,76          | 442,56          | 720,89          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 148,82                                           | 164,31          | 190,48          | 310,28          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 44,03                                            | 48,61           | 56,35           | 91,79           |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 52,76                                            | 58,25           | 67,53           | 110,00          |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 19,67                                            | 21,72           | 25,18           | 41,01           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 1916,16                                          | 2115,60         | 2452,56         | 3994,96         |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 344,82                                           | 380,71          | 441,35          | 718,92          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 157,89                                           | 174,32          | 202,09          | 329,18          |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 115,48                                           | 127,50          | 147,80          | 240,76          |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 67,40                                            | 74,42           | 86,27           | 140,53          |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 45,45                                            | 50,18           | 58,17           | 94,76           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 33,87                                            | 37,40           | 43,35           | 70,61           |
| <b>Estado do Maranhão</b>                   | <b>3.292,13</b>                                  | <b>3.634,77</b> | <b>4.213,70</b> | <b>6.863,67</b> |

Fonte: Cálculos IBI Engenharia Consultiva.

### 1.7. Demandas Hídricas Totais

As **Tabelas 1.30, 1.31 e 1.32** apresentam a síntese das demandas para abastecimento humano, animal, industrial, irrigação e aquicultura para os cenários tendencial, otimista moderado e otimista desejado, com relação a situação atual (2018) e aos horizontes de curto (2023), médio (2028) e longo prazo (2038).

Observa-se nessas tabelas que as bacias que apresentam requerimento de maiores demandas são as do Mearim, Parnaíba, Tocantins, Itapecuru, Ilhas Maranhenses e Gurupi, considerando tanto os cenários tendencial como o otimista moderado e o desejado

**Tabela 1.30 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias  
Hidrográficas – Cenário Tendencial (l/s)**

| Bacias                                                | Ano  | DEMANDA (l/s) |        |            |           |             |           |
|-------------------------------------------------------|------|---------------|--------|------------|-----------|-------------|-----------|
|                                                       |      | Humana        | Animal | Industrial | Irrigação | Aquicultura | Total     |
| I – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Parnaíba              | 2018 | 446,54        | 83,08  | 84,03      | 2.962,84  | 345,77      | 3.922,26  |
|                                                       | 2023 | 473,31        | 94,17  | 103,61     | 3.553,06  | 346,77      | 4.570,92  |
|                                                       | 2028 | 500,63        | 106,06 | 127,76     | 4.260,85  | 347,83      | 5.343,12  |
|                                                       | 2038 | 556,91        | 132,20 | 194,26     | 6.127,50  | 350,14      | 7.361,01  |
| II – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Tocantins            | 2018 | 305,77        | 170,65 | 132,00     | 2.164,68  | 148,82      | 2.921,91  |
|                                                       | 2023 | 306,99        | 193,43 | 162,77     | 2.595,90  | 149,25      | 3.408,34  |
|                                                       | 2028 | 308,14        | 217,84 | 200,70     | 3.113,01  | 149,71      | 3.989,40  |
|                                                       | 2038 | 310,23        | 271,54 | 305,15     | 4.476,81  | 150,7       | 5.514,43  |
| III – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Gurupi              | 2018 | 113,45        | 64,37  | 26,22      | 1.650,47  | 44,03       | 1.898,54  |
|                                                       | 2023 | 126,71        | 72,96  | 32,33      | 1.979,26  | 44,15       | 2.255,41  |
|                                                       | 2028 | 140,72        | 82,17  | 39,86      | 2.373,54  | 44,29       | 2.680,58  |
|                                                       | 2038 | 171,06        | 102,43 | 60,6       | 3.413,37  | 44,58       | 3.792,03  |
| IV – Sistema<br>Hidrográfico<br>Litoral<br>Occidental | 2018 | 190,49        | 25,65  | 10,21      | 242,34    | 52,76       | 521,45    |
|                                                       | 2023 | 192,99        | 29,07  | 12,59      | 290,62    | 52,91       | 578,19    |
|                                                       | 2028 | 195,20        | 32,74  | 15,52      | 348,51    | 53,07       | 645,04    |
|                                                       | 2038 | 198,69        | 40,81  | 23,6       | 501,19    | 53,43       | 817,72    |
| V – Sistema<br>Hidrográfico<br>Ilhas<br>Maranhenses   | 2018 | 1.199,07      | 6,43   | 1003,29    | 524,88    | 19,67       | 2.753,34  |
|                                                       | 2023 | 1.363,66      | 7,28   | 1237,12    | 629,44    | 19,73       | 3.257,24  |
|                                                       | 2028 | 1.539,55      | 8,20   | 1525,44    | 754,83    | 19,79       | 3.847,81  |
|                                                       | 2038 | 1.925,49      | 10,23  | 2.319,34   | 1.085,51  | 19,92       | 5.360,48  |
| VI - Bacia<br>Hidrográfica do<br>Mearim               | 2018 | 963,01        | 503,43 | 101,73     | 8.859,89  | 1.916,16    | 12.344,22 |
|                                                       | 2023 | 989,89        | 570,64 | 125,43     | 10.624,83 | 1.921,68    | 14.232,47 |
|                                                       | 2028 | 1.013,17      | 642,65 | 154,67     | 12.741,36 | 1.927,55    | 16.479,40 |
|                                                       | 2038 | 1.048,78      | 801,07 | 235,16     | 18.323,28 | 1.940,37    | 22.348,67 |
| VII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Itapecuru           | 2018 | 618,80        | 131,47 | 103,29     | 2.155,20  | 344,82      | 3.353,58  |
|                                                       | 2023 | 650,66        | 149,02 | 127,36     | 2.584,53  | 345,82      | 3.857,39  |
|                                                       | 2028 | 682,13        | 167,83 | 157,05     | 3.099,38  | 346,87      | 4.453,26  |
|                                                       | 2038 | 743,88        | 209,20 | 238,78     | 4.457,21  | 349,18      | 5.998,25  |
| VIII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Munim              | 2018 | 185,71        | 18,00  | 24,3       | 150,77    | 157,89      | 536,67    |
|                                                       | 2023 | 194,80        | 20,41  | 29,96      | 180,81    | 158,34      | 584,32    |
|                                                       | 2028 | 204,78        | 22,98  | 36,95      | 216,82    | 158,83      | 640,36    |
|                                                       | 2038 | 227,40        | 28,65  | 56,18      | 311,81    | 159,88      | 783,91    |
| IX – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Turiaçu              | 2018 | 112,79        | 38,06  | 11,94      | 67,81     | 115,48      | 346,08    |
|                                                       | 2023 | 122,50        | 43,14  | 14,72      | 81,31     | 115,81      | 377,48    |
|                                                       | 2028 | 132,27        | 48,59  | 18,15      | 97,51     | 116,16      | 412,67    |
|                                                       | 2038 | 151,94        | 60,56  | 27,6       | 140,23    | 116,94      | 497,27    |
| X – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Maracaçumé            | 2018 | 74,86         | 20,74  | 12,13      | 19,91     | 67,4        | 195,04    |
|                                                       | 2023 | 80,96         | 23,51  | 14,96      | 23,88     | 67,6        | 210,91    |
|                                                       | 2028 | 87,00         | 26,48  | 18,45      | 28,64     | 67,8        | 228,38    |
|                                                       | 2038 | 98,94         | 33,01  | 28,05      | 41,19     | 68,25       | 269,43    |
| XI – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Preguiças            | 2018 | 60,13         | 7,56   | 3,8        | 41,38     | 45,45       | 158,31    |
|                                                       | 2023 | 64,25         | 8,56   | 4,68       | 49,63     | 45,58       | 172,71    |
|                                                       | 2028 | 68,40         | 9,64   | 5,78       | 59,51     | 45,72       | 189,05    |
|                                                       | 2038 | 76,74         | 12,02  | 8,78       | 85,59     | 46,02       | 229,15    |
| XII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Periá               | 2018 | 37,29         | 3,31   | 4,59       | 7,93      | 33,87       | 86,99     |
|                                                       | 2023 | 38,50         | 3,75   | 5,66       | 9,51      | 33,97       | 91,39     |
|                                                       | 2028 | 39,72         | 4,22   | 6,98       | 11,41     | 34,07       | 96,40     |
|                                                       | 2038 | 42,17         | 5,26   | 10,62      | 16,4      | 34,3        | 108,75    |

**Tabela 1.31 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias  
Hidrográficas – Cenário Otimista Moderado (l/s)**

| Bacias                                            | Ano  | DEMANDA (l/s) |        |            |           |             |           |
|---------------------------------------------------|------|---------------|--------|------------|-----------|-------------|-----------|
|                                                   |      | Humana        | Animal | Industrial | Irrigação | Aquicultura | Total     |
| I – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Parnaíba          | 2018 | 446,54        | 77,77  | 98,17      | 2.962,84  | 345,77      | 3.931,09  |
|                                                   | 2023 | 416,30        | 91,04  | 114,99     | 3.781,42  | 381,76      | 4.785,51  |
|                                                   | 2028 | 430,78        | 106,56 | 134,33     | 4.826,15  | 442,56      | 5.940,38  |
|                                                   | 2038 | 452,93        | 146,02 | 204,24     | 7.861,30  | 720,89      | 9.385,38  |
| II – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Tocantins        | 2018 | 305,77        | 159,73 | 154,21     | 2.164,68  | 148,82      | 2.933,21  |
|                                                   | 2023 | 279,57        | 186,98 | 180,64     | 2.762,74  | 164,31      | 3.574,24  |
|                                                   | 2028 | 273,54        | 218,87 | 211,02     | 3.526,04  | 190,48      | 4.419,95  |
|                                                   | 2038 | 257,77        | 299,90 | 320,84     | 5.743,54  | 310,28      | 6.932,33  |
| III – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Gurupi          | 2018 | 113,45        | 60,25  | 30,63      | 1.650,47  | 44,03       | 1.898,83  |
|                                                   | 2023 | 115,11        | 70,53  | 35,88      | 2.106,46  | 48,61       | 2.376,59  |
|                                                   | 2028 | 126,23        | 82,56  | 41,91      | 2.688,44  | 56,35       | 2.995,49  |
|                                                   | 2038 | 148,66        | 113,12 | 63,72      | 4.379,19  | 91,79       | 4.796,48  |
| IV – Sistema<br>Hidrográfico<br>Litoral Ocidental | 2018 | 190,49        | 24,01  | 11,93      | 242,34    | 52,76       | 521,53    |
|                                                   | 2023 | 181,20        | 28,11  | 13,97      | 309,29    | 58,25       | 590,82    |
|                                                   | 2028 | 179,55        | 32,90  | 16,32      | 394,75    | 67,53       | 691,05    |
|                                                   | 2038 | 177,76        | 45,08  | 24,81      | 643,00    | 110,00      | 1.000,65  |
| V – Sistema<br>Hidrográfico Ilhas<br>Maranhenses  | 2018 | 1.199,07      | 6,01   | 1.172,07   | 524,88    | 19,67       | 2.921,70  |
|                                                   | 2023 | 1.150,61      | 7,04   | 1.372,97   | 669,89    | 21,72       | 3.222,23  |
|                                                   | 2028 | 1.283,52      | 8,24   | 1.603,85   | 854,97    | 25,18       | 3.775,76  |
|                                                   | 2038 | 1.551,43      | 11,28  | 2.438,56   | 1.392,66  | 41,01       | 5.434,94  |
| VI - Bacia<br>Hidrográfica do<br>Mearim           | 2018 | 963,01        | 471,24 | 118,84     | 8.859,89  | 1.916,16    | 12.329,14 |
|                                                   | 2023 | 837,46        | 551,62 | 139,21     | 11.307,71 | 2.115,60    | 14.951,60 |
|                                                   | 2028 | 829,00        | 645,71 | 162,62     | 14.431,83 | 2.452,56    | 18.521,72 |
|                                                   | 2038 | 787,97        | 884,78 | 247,25     | 23.507,93 | 3.994,96    | 29.422,89 |
| VII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Itapecuru       | 2018 | 618,80        | 123,07 | 120,67     | 2.155,20  | 344,82      | 3.362,56  |
|                                                   | 2023 | 572,67        | 144,06 | 141,35     | 2.750,64  | 380,71      | 3.989,43  |
|                                                   | 2028 | 589,58        | 168,64 | 165,12     | 3.510,59  | 441,35      | 4.875,28  |
|                                                   | 2038 | 613,81        | 231,07 | 251,06     | 5.718,39  | 718,92      | 7.533,25  |
| VIII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Munim          | 2018 | 185,71        | 16,85  | 28,39      | 150,77    | 157,89      | 539,61    |
|                                                   | 2023 | 178,15        | 19,72  | 33,25      | 192,42    | 174,32      | 597,86    |
|                                                   | 2028 | 184,14        | 23,09  | 38,85      | 245,59    | 202,09      | 693,76    |
|                                                   | 2038 | 195,65        | 31,64  | 59,06      | 400,04    | 329,18      | 1.015,57  |
| IX – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Turiaçu          | 2018 | 112,79        | 35,63  | 13,95      | 67,81     | 115,48      | 345,66    |
|                                                   | 2023 | 111,14        | 41,71  | 16,34      | 86,54     | 127,50      | 383,23    |
|                                                   | 2028 | 118,48        | 48,82  | 19,09      | 110,46    | 147,80      | 444,65    |
|                                                   | 2038 | 131,97        | 66,90  | 29,02      | 179,92    | 240,76      | 648,57    |
| X – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Maracaçumé        | 2018 | 74,86         | 19,42  | 14,17      | 19,91     | 67,40       | 195,76    |
|                                                   | 2023 | 70,77         | 22,73  | 16,60      | 25,41     | 74,42       | 209,93    |
|                                                   | 2028 | 74,36         | 26,61  | 19,40      | 32,43     | 86,27       | 239,07    |
|                                                   | 2038 | 79,56         | 36,46  | 29,49      | 52,83     | 140,53      | 338,87    |
| XI – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Preguiças        | 2018 | 60,13         | 7,07   | 4,44       | 41,38     | 45,45       | 158,47    |
|                                                   | 2023 | 63,33         | 8,28   | 5,20       | 52,81     | 50,18       | 179,80    |
|                                                   | 2028 | 67,09         | 9,69   | 6,07       | 67,40     | 58,17       | 208,42    |
|                                                   | 2038 | 74,46         | 13,27  | 9,23       | 109,79    | 94,76       | 301,51    |
| XII – Bacia<br>Hidrográfica do<br>Periá           | 2018 | 37,29         | 3,09   | 5,37       | 7,93      | 33,87       | 87,55     |
|                                                   | 2023 | 36,64         | 3,62   | 6,28       | 10,12     | 37,40       | 94,06     |
|                                                   | 2028 | 37,44         | 4,23   | 7,34       | 12,92     | 43,35       | 105,28    |
|                                                   | 2038 | 38,79         | 5,80   | 11,16      | 21,04     | 70,61       | 147,40    |

**Tabela 1.32 - Demandas Hídricas Totais para as Bacias  
Hidrográficas – Cenário Otimista Desejado (l/s)**

| Bacias                                      | Ano  | DEMANDA (l/s) |          |            |           |             |           |
|---------------------------------------------|------|---------------|----------|------------|-----------|-------------|-----------|
|                                             |      | Humana        | Animal   | Industrial | Irrigação | Aquicultura | Total     |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 2018 | 446,54        | 77,77    | 98,17      | 2.962,84  | 345,77      | 3.931,09  |
|                                             | 2023 | 416,30        | 94,62    | 114,99     | 3.964,95  | 381,76      | 4.972,62  |
|                                             | 2028 | 430,78        | 115,12   | 134,33     | 5.306,00  | 442,56      | 6.428,79  |
|                                             | 2038 | 452,93        | 170,40   | 204,24     | 9.502,23  | 720,89      | 11.050,69 |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 2018 | 305,77        | 159,73   | 154,21     | 2.164,68  | 148,82      | 2.933,21  |
|                                             | 2023 | 279,57        | 194,34   | 180,64     | 2.896,83  | 164,31      | 3.715,69  |
|                                             | 2028 | 273,54        | 236,44   | 211,02     | 3.876,61  | 190,48      | 4.788,09  |
|                                             | 2038 | 257,77        | 349,99   | 320,84     | 6.942,42  | 310,28      | 8.181,30  |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 2018 | 113,45        | 60,25    | 30,63      | 1.650,47  | 44,03       | 1.898,83  |
|                                             | 2023 | 115,11        | 73,30    | 35,88      | 2.208,70  | 48,61       | 2.481,60  |
|                                             | 2028 | 126,23        | 89,18    | 41,91      | 2.955,74  | 56,35       | 3.269,41  |
|                                             | 2038 | 148,66        | 132,02   | 63,72      | 5.293,28  | 91,79       | 5.729,47  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 2018 | 190,49        | 24,01    | 11,93      | 242,34    | 52,76       | 521,53    |
|                                             | 2023 | 181,20        | 29,21    | 13,97      | 324,31    | 58,25       | 606,94    |
|                                             | 2028 | 179,55        | 35,54    | 16,32      | 433,99    | 67,53       | 732,93    |
|                                             | 2038 | 177,76        | 52,61    | 24,81      | 777,22    | 110,00      | 1.142,40  |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 2018 | 1.199,07      | 6,01     | 1.172,07   | 524,88    | 19,67       | 2.921,70  |
|                                             | 2023 | 1.150,61      | 7,31     | 1.372,97   | 702,41    | 21,72       | 3.255,02  |
|                                             | 2028 | 1.283,52      | 8,90     | 1.603,85   | 939,98    | 25,18       | 3.861,43  |
|                                             | 2038 | 1.551,43      | 13,17    | 2.438,56   | 1.683,36  | 41,01       | 5.727,53  |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 2018 | 963,01        | 471,24   | 118,84     | 8.859,89  | 1.916,16    | 12.329,14 |
|                                             | 2023 | 837,46        | 573,34   | 139,21     | 11.856,53 | 2.115,60    | 15.522,14 |
|                                             | 2028 | 829,00        | 697,55   | 162,62     | 15.866,71 | 2.452,56    | 20.008,44 |
|                                             | 2038 | 787,97        | 1.032,54 | 247,25     | 28.414,87 | 3.994,96    | 34.477,59 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 2018 | 618,80        | 123,07   | 120,67     | 2.155,20  | 344,82      | 3.362,56  |
|                                             | 2023 | 572,67        | 149,73   | 141,35     | 2.884,14  | 380,71      | 4.128,60  |
|                                             | 2028 | 589,58        | 182,17   | 165,12     | 3.859,63  | 441,35      | 5.237,85  |
|                                             | 2038 | 613,81        | 269,66   | 251,06     | 6.912,02  | 718,92      | 8.765,47  |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 2018 | 185,71        | 16,85    | 28,39      | 150,77    | 157,89      | 539,61    |
|                                             | 2023 | 178,15        | 20,50    | 33,25      | 201,76    | 174,32      | 607,98    |
|                                             | 2028 | 184,14        | 24,94    | 38,85      | 270,01    | 202,09      | 720,03    |
|                                             | 2038 | 195,65        | 36,92    | 59,06      | 483,54    | 329,18      | 1.104,35  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 2018 | 112,79        | 35,63    | 13,95      | 67,81     | 115,48      | 345,66    |
|                                             | 2023 | 111,14        | 43,35    | 16,34      | 90,75     | 127,50      | 389,08    |
|                                             | 2028 | 118,48        | 52,74    | 19,09      | 121,44    | 147,80      | 459,55    |
|                                             | 2038 | 131,97        | 78,07    | 29,02      | 217,48    | 240,76      | 697,30    |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 2018 | 74,86         | 19,42    | 14,17      | 19,91     | 67,40       | 195,76    |
|                                             | 2023 | 70,77         | 23,63    | 16,60      | 26,64     | 74,42       | 212,06    |
|                                             | 2028 | 74,36         | 28,75    | 19,40      | 35,66     | 86,27       | 244,44    |
|                                             | 2038 | 79,56         | 42,55    | 29,49      | 63,85     | 140,53      | 355,98    |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 2018 | 60,13         | 7,07     | 4,44       | 41,38     | 45,45       | 158,47    |
|                                             | 2023 | 63,33         | 8,60     | 5,20       | 55,38     | 50,18       | 182,69    |
|                                             | 2028 | 67,09         | 10,47    | 6,07       | 74,11     | 58,17       | 215,91    |
|                                             | 2038 | 74,46         | 15,49    | 9,23       | 132,71    | 94,76       | 326,65    |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaí          | 2018 | 37,29         | 3,09     | 5,37       | 7,93      | 33,87       | 87,55     |
|                                             | 2023 | 36,64         | 3,76     | 6,28       | 10,61     | 37,40       | 94,69     |
|                                             | 2028 | 37,44         | 4,57     | 7,34       | 14,20     | 43,35       | 106,90    |
|                                             | 2038 | 38,79         | 6,77     | 11,16      | 25,43     | 70,61       | 152,76    |

As **Tabelas 1.33, 1.34 e 1.35** e as **Figuras 1.8, 1.9 e 1.10** apresentam a síntese das demandas para todas as atividades para os cenários tendencial, otimista moderado e otimista desejado, segundo o desenvolvimento do plano, com início em 2018 e final de planejamento em 2038. Observa-se nessas tabelas, que a demanda hídrica tendencial para abastecimento humano no início do plano, passa de 4.307,90 l/s para 5.552,22 l/s no final do planejamento em 2038, representando um crescimento de 28,8%.

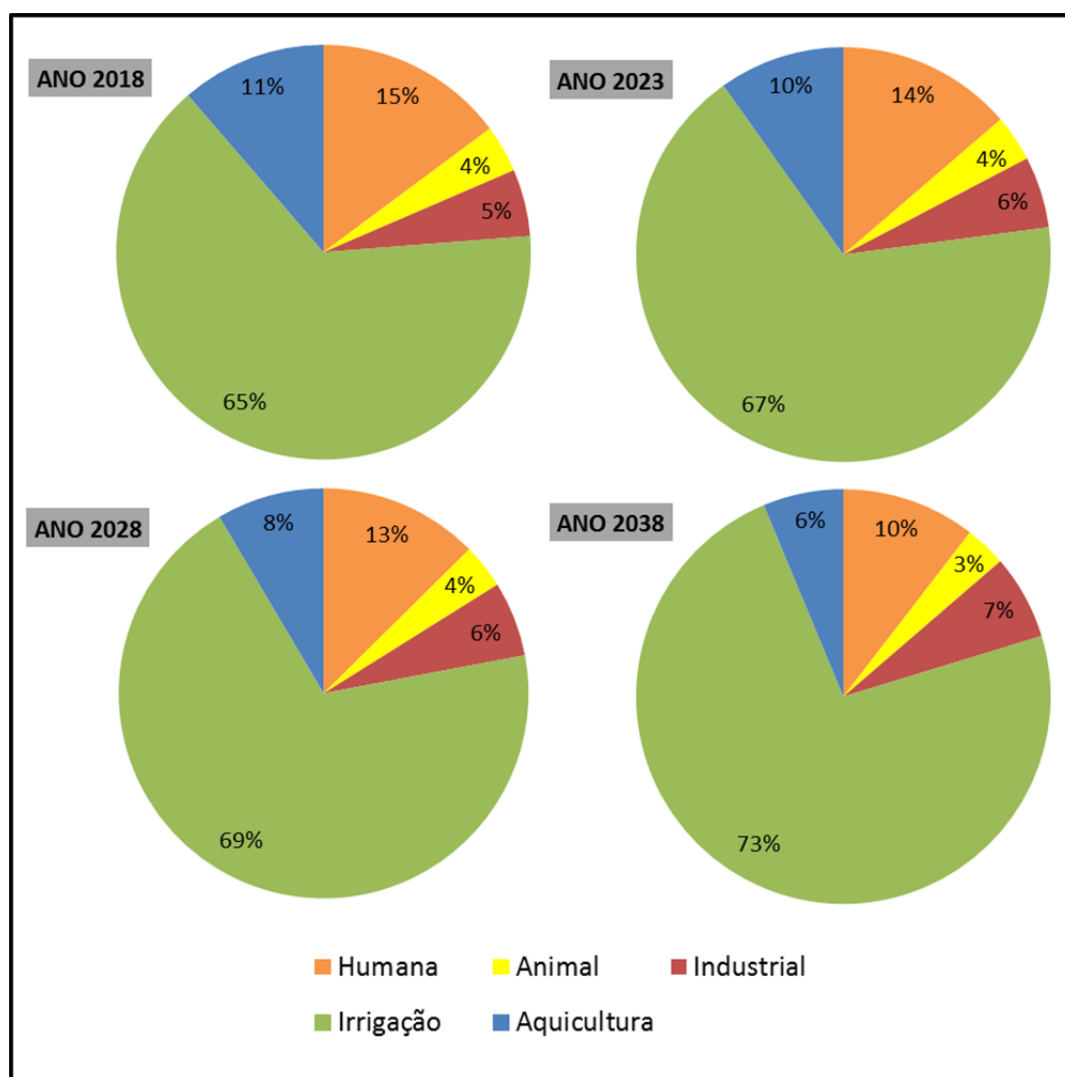
Na demanda para irrigação, o aumento percentual é de 106,8%, passando de 18.848,10 l/s para 38.980,09 l/s, irrigando uma área de 96.145,47 ha, no final do plano. A demanda industrial apresentou um crescimento nas bacias de 131,17%. A demanda animal cresceu a uma taxa de 59,12%, enquanto a pesca e aquicultura praticamente não apresentou alteração, visto que a variação foi de apenas 1,26%.

A análise dos cenários indica no ano 2038 um crescimento na área cultivada dos atuais (início do planejamento) 46.489,38 ha para 96.145,47 ha no cenário tendencial, para 149.097,74 ha no cenário otimista desejado, que corresponde a 2,06 vezes e 3,21 vezes a área irrigada inicial, respectivamente. Entretanto, este fato não ocorre com a mesma proporcionalidade de crescimento em relação a demanda hídrica.



**Tabela 1.33 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Tendencial (l/s)**

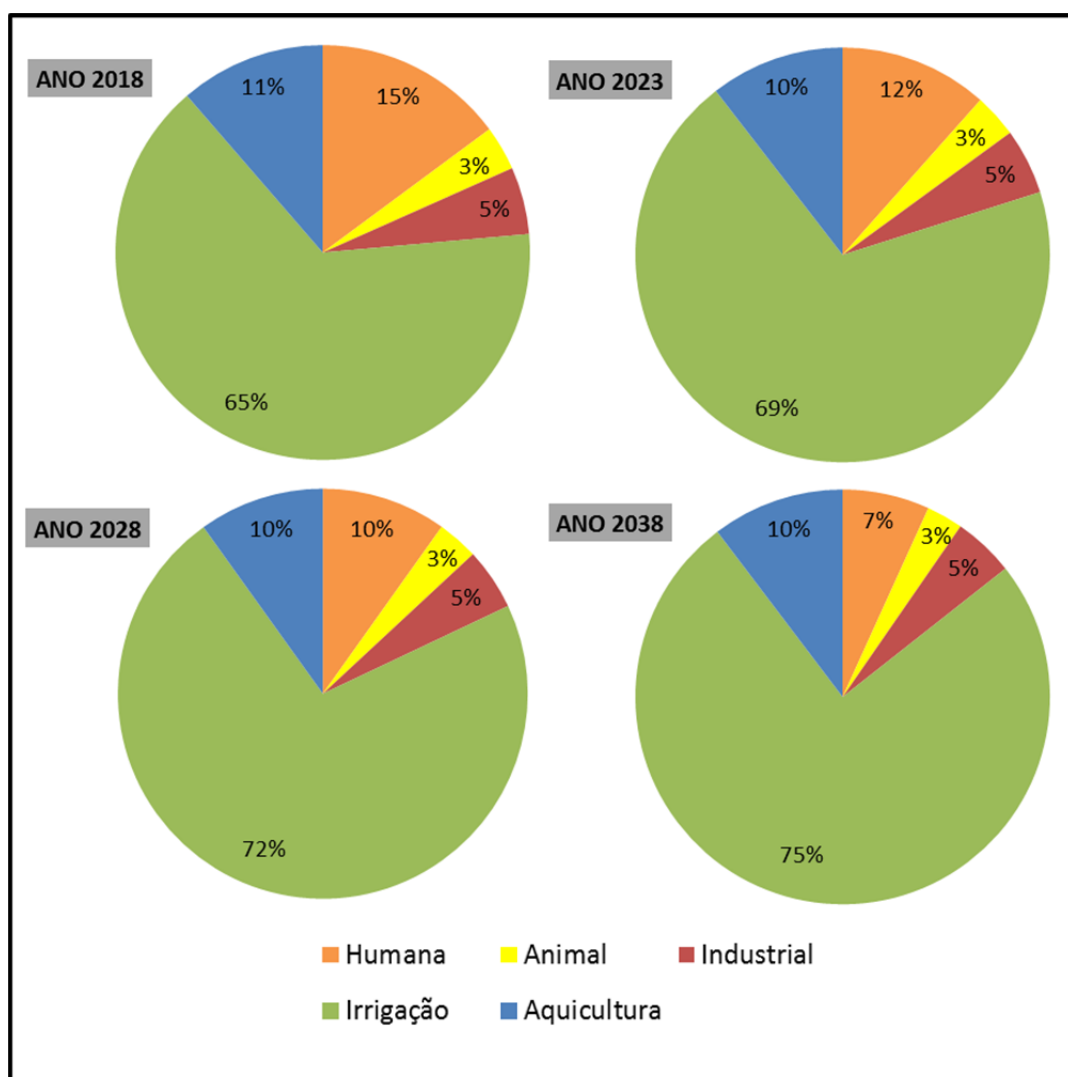
| Ano  | Demanda (l/s) |          |            |           |             | Total            |
|------|---------------|----------|------------|-----------|-------------|------------------|
|      | Humana        | Animal   | Industrial | Irrigação | Aquicultura |                  |
| 2018 | 4.307,90      | 1.072,73 | 1.517,53   | 18.848,10 | 3.292,12    | <b>29.038,38</b> |
| 2023 | 4.605,24      | 1.215,95 | 1.871,19   | 22.602,78 | 3.301,61    | <b>33.596,77</b> |
| 2028 | 4.911,71      | 1.369,40 | 2.307,31   | 27.105,37 | 3.311,69    | <b>39.005,47</b> |
| 2038 | 5.552,22      | 1.706,98 | 3.508,12   | 38.980,09 | 3.333,71    | <b>53.081,12</b> |



**Figura 1.8 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Tendencial (l/s)**

**Tabela 1.34 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Moderado (l/s)**

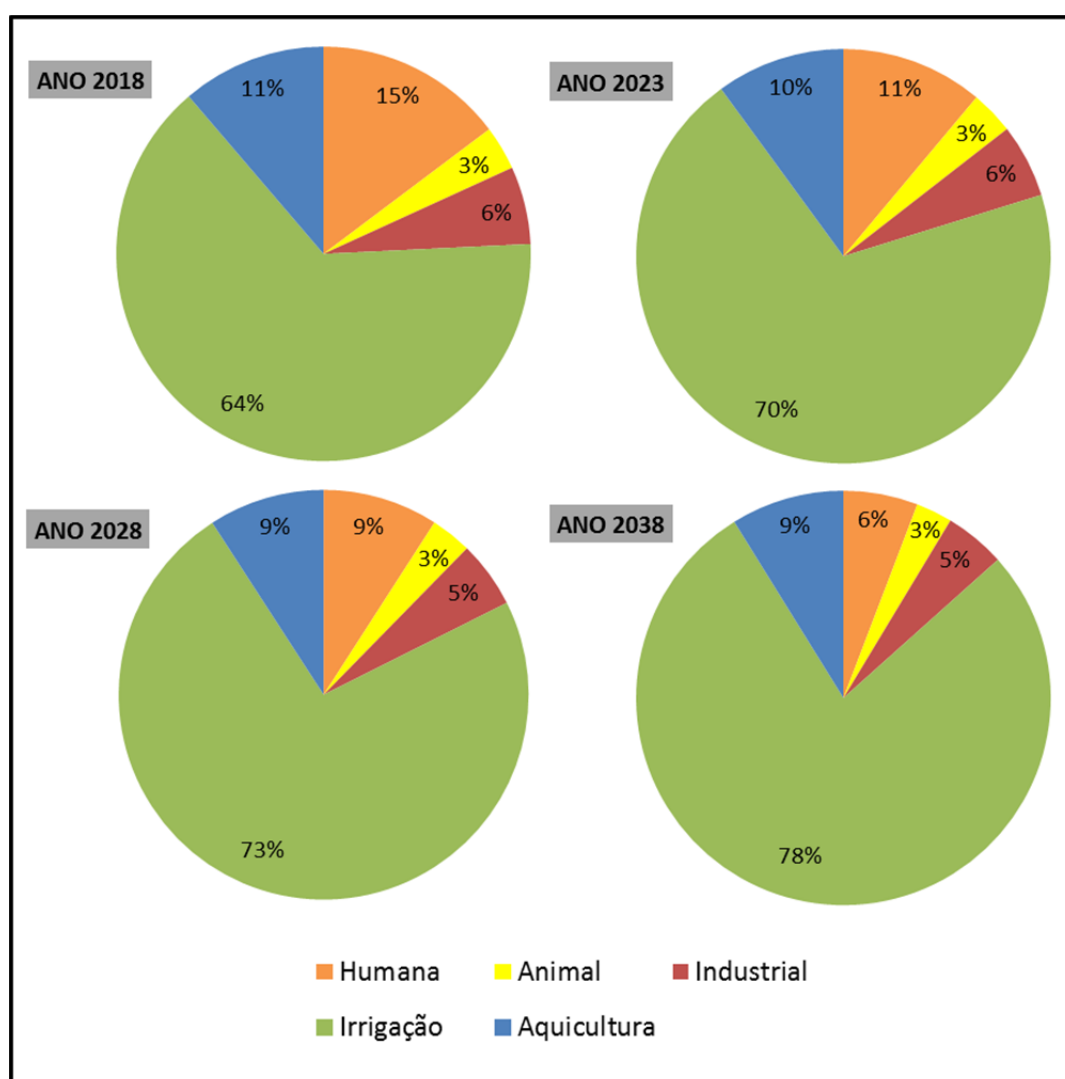
| Ano  | Demanda (l/s) |          |            |           |             | Total            |
|------|---------------|----------|------------|-----------|-------------|------------------|
|      | Humana        | Animal   | Industrial | Irrigação | Aquicultura |                  |
| 2018 | 4.307,91      | 1.004,14 | 1.517,53   | 18.848,10 | 3.292,12    | <b>28.969,80</b> |
| 2023 | 4.012,95      | 1.175,42 | 1.777,65   | 24.055,48 | 3.634,78    | <b>34.656,28</b> |
| 2028 | 4.193,71      | 1.375,91 | 2.076,57   | 30.701,57 | 4.213,69    | <b>42.561,45</b> |
| 2038 | 4.510,76      | 1.885,33 | 3.157,30   | 50.009,62 | 6.863,69    | <b>66.426,70</b> |



**Figura 1.9 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Moderado (l/s)**

**Tabela 1.35 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Desejado (l/s)**

| Ano  | Demanda (l/s) |          |            |           |             | Total            |
|------|---------------|----------|------------|-----------|-------------|------------------|
|      | Humana        | Animal   | Industrial | Irrigação | Aquicultura |                  |
| 2018 | 4.307,91      | 1.004,14 | 1.772,84   | 18.848,10 | 3.292,12    | <b>29.225,11</b> |
| 2023 | 4.012,95      | 1.221,69 | 2.076,68   | 25.223,01 | 3.634,78    | <b>36.169,11</b> |
| 2028 | 4.193,71      | 1.486,37 | 2.425,92   | 33.754,08 | 4.213,69    | <b>46.073,77</b> |
| 2038 | 4.510,76      | 2.200,19 | 3.688,44   | 60.448,41 | 6.863,69    | <b>77.711,49</b> |



**Figura 1.10 - Síntese das Demandas Hídricas para todo o Período de Planejamento - Cenário Otimista Desejado (m³/s)**

## 2.

***DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS E E  
SUBTERRÂNEAS TOTAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS  
DO ESTADO DO MARANHÃO***



## 2. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS TOTAIS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO MARANHÃO

Este capítulo sintetiza os resultados do Estudo das Disponibilidades Hídricas Superficiais de cada Bacia Hidrográfica do Estado.

A disponibilidade hídrica superficial (D) é um parâmetro hidrológico que define a quantidade de água superficial que se pode dispor em uma bacia. Definiu-se que o ponto de determinação da disponibilidade de cada bacia seria no seu exutório.

$$D = Q_{p90\%} + Q_{reg90\%} + Q_{transf} \text{ (m}^3\text{/ano)} \quad (1)$$

Onde:

$Q_{p90\%}$  - Vazões médias diárias com permanência de 90%;

$Q_{reg90}$  - Vazões regularizadas por reservatórios > 10 hm<sup>3</sup> (G=90%)

$Q_{transf}$  - Vazões transferidas

As vazões médias diárias anuais com nível de permanência de 90%, as vazões regularizadas (G=90%) e vazões transferidas adotados neste estudo são apresentadas na **Tabela 2.1**.

As vazões regularizadas com nível de garantia anual de 90% –  $Q_{reg90\%}$  – pelos reservatórios de acumulação superior a 10 hm<sup>3</sup> foram estimadas e agrupadas por bacia. No caso das vazões transferidas -  $Q_{transf}$  - foram considerados os aportes, como positivos, e as retiradas, como negativas.

Assim, a disponibilidade hídrica superficial total do estado do Maranhão foi estimada em 459,7 m<sup>3</sup>/s, predominantemente disponível em rios perenes de todo o território maranhense. Cerca de 60% da disponibilidade hídrica superficial é oriunda de rios de domínio Federal, afluentes dos rios Gurupi, Tocantins e Parnaíba. Nesse contexto, a maior disponibilidade se dá no rio Balsas, afluente do rio Parnaíba, que representa mais de 20% da disponibilidade hídrica superficial total.

Em relação às bacias estaduais, destacam-se a bacia do rio Mearim, com vazão estimada em 105,6 m<sup>3</sup>/s e cerca de 23% da disponibilidade superficial total no Estado, e a bacia do Itapecuru, com 38,9 m<sup>3</sup>/s, e 8,5% do total. As demais bacias estaduais possuem vazões variando entre 2,70 e 11,26 m<sup>3</sup>/s.

**Tabela 2.1 - Disponibilidades Hídricas Totais por Bacia Hidrográfica  
no Estado do Maranhão**

| Bacia/Sistema Hidrográfico                          | $Q_{p90\%}$ | Vazão regularizada<br>anual $Q_{reg\ 90\ \%}$ ( $m^3/s$ ) | Transferências<br>Adutoras $Q_{transf}$<br>( $m^3/s$ ) | Disponibilidade<br>Hídrica Superficial<br>Total ( $m^3/s$ ) |            |
|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------|
|                                                     | ( $m^3/s$ ) |                                                           |                                                        | ( $m^3/s$ )                                                 | %          |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba                  | 185,3       | 0,12                                                      | 0                                                      | 185,4                                                       | 40,3       |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins                | 77,1        | -                                                         | 0                                                      | 77,1                                                        | 16,8       |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi                  | 12          | -                                                         | 0                                                      | 12                                                          | 2,6        |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral<br>Occidental     | 3,1         | -                                                         | 0                                                      | 3,1                                                         | 0,7        |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas<br>Maranhenses       | 0           | -                                                         | 4,4                                                    | 4,4                                                         | 1,0        |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim                   | 98,7        | 6,9                                                       | 0                                                      | 105,6                                                       | 23,0       |
| VII – Bacia Hidrográfica do<br>Itapecuru            | 43,3        | -                                                         | -4,4                                                   | 38,9                                                        | 8,5        |
| VIII – Bacia Hidrográfica do<br>Munim               | 11,1        | -                                                         | 0                                                      | 11,1                                                        | 2,4        |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu                  | 11,3        | -                                                         | 0                                                      | 11,3                                                        | 2,5        |
| X – Bacia Hidrográfica do<br>Maracaçumé             | 2,7         | -                                                         | 0                                                      | 2,7                                                         | 0,6        |
| XI – Bacia Hidrográfica do<br>Preguiças             | 5,2         | -                                                         | 0                                                      | 5,2                                                         | 1,1        |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá                  | 2,9         | -                                                         | 0                                                      | 2,9                                                         | 0,6        |
| <b>Total da Disponibilidade Hídrica Superficial</b> |             |                                                           |                                                        | <b>459,7</b>                                                | <b>100</b> |

# 3.

***DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS TOTAIS  
NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO  
MARANHÃO***





### 3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS TOTAIS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO MARANHÃO

O volume hídrico subterrâneo é entendido como sendo aquele que pode ser utilizado anualmente, podendo incluir, eventualmente, uma parcela da reserva permanente, passível de ser explorado, com descargas constantes, durante um determinado espaço de tempo. Em termos de gestão, o mais recomendável para se conhecer quanto pode ser utilizado das reservas de um aquífero são os dados do monitoramento dos poços, em termos de variação do nível d'água, rebaixamento do nível, volume hídrico retirado, etc, ou seja, o entendimento comportamental do sistema aquífero em função do bombeamento implementado.

Duarte (1996, 1997) define os *recursos exploráveis* como sendo “*aqueles que estão disponíveis sem que haja comprometimento do aquífero nem do meio ambiente*” e os associa com as disponibilidades hídricas do sistema aquífero, resultando no dimensionamento da *potencialidade aquífera*. Em concordância com este autor, admite-se que, sem prejuízo para o aquífero, se possa explorar toda a reserva renovável mais uma parcela da reserva permanente, que representem 30% dessas reservas no período de 50 anos, calculados pela Equação (2). Na realidade, o conceito da utilização das reservas renováveis mais 1/3 das reservas permanentes é adotado há quase seis décadas, quando representavam as “*reservas exploráveis*”. Duarte (Op.cit.) otimizou este conceito com projeção das reservas para 50 anos, preocupado com o uso racional das reservas hídricas subterrâneas.

$$P = Rr + (0,006 \times Rp) \quad (2)$$

onde:

P – potencialidade aquífera (L<sup>3</sup>/ano);

Rr – reserva renovável (L<sup>3</sup>/ano);

Rp – reserva permanente (L<sup>3</sup>).

É interessante observar que a utilização dos recursos hídricos exploráveis está associada a responsabilidade de uso das águas subterrâneas disponíveis sem que haja comprometimento do aquífero nem do meio ambiente. Em princípio, para que não ocorra impactos negativos no aquífero, alguns autores recomendam a exploração do volume correspondente à recarga, ou seja, a reserva reguladora do aquífero sem provocar qualquer depleção nas reservas permanentes. Porém, dentro de uma visão sistêmica, o uso depende fundamentalmente do

conhecimento técnico das reservas, com monitoramento em tempo real, integrado a evolução da demanda.

O dimensionamento das reservas e recursos exploráveis (Potencialidade aquífera) para o Maranhão foi concebido por sistema aquífero existente em cada bacia hidrográfica, até o momento não disponibilizado em trabalhos técnicos. A **Tabela 3.1** apresenta este número unicamente por bacia, unidade de planejamento dos recursos hídricos.

**Tabela 3.1 - Reservas e recursos hídricos subterrâneos exploráveis por bacia hidrográfica no Maranhão**

| Bacia hidrográfica | Reservas                                              |                                                    |                                                    | Recursos exploráveis<br>(m <sup>3</sup> /ano) x 10 <sup>9</sup> |
|--------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                    | Renováveis<br>(m <sup>3</sup> /ano) x 10 <sup>9</sup> | Permanentes<br>(m <sup>3</sup> ) x 10 <sup>9</sup> | Totais<br>(m <sup>3</sup> ) x 10 <sup>9</sup>      |                                                                 |
| Gurupi             | 0,66                                                  | 60,48                                              | 61,14                                              | 1,02                                                            |
| Ilhas Maranhenses  | 0,25                                                  | 10,41                                              | 10,66                                              | 0,31                                                            |
| Itapecuru          | 1,67                                                  | 268,24                                             | 269,91                                             | 2,24                                                            |
| Litoral Ocidental  | 0,42                                                  | 32,33                                              | 32,75                                              | 0,61                                                            |
| Maracaçumé         | 0,28                                                  | 21,46                                              | 21,74                                              | 0,41                                                            |
| Mearim             | 4,60                                                  | 444,21                                             | 448,81                                             | 7,26                                                            |
| Munim              | 1,28                                                  | 58,21                                              | 59,49                                              | 1,64                                                            |
| Parnaíba           | 1,30                                                  | 77,88                                              | 79,18                                              | 1,76                                                            |
| Periá              | 1,20                                                  | 9,74                                               | 10,94                                              | 1,25                                                            |
| Preguiças          | 1,49                                                  | 12,93                                              | 14,42                                              | 1,56                                                            |
| Tocantins          | 0,51                                                  | 79,14                                              | 79,65                                              | 0,98                                                            |
| Turiaçu            | 0,65                                                  | 57,45                                              | 58,10                                              | 1,00                                                            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>14,31</b>                                          | <b>1.132,48</b><br><b>(1,13 x 10<sup>12</sup>)</b> | <b>1.146,79</b><br><b>(1,14 x 10<sup>12</sup>)</b> | <b>20,04</b>                                                    |

Os dados numéricos, embora conservadores em função da ausência de parâmetros hidrogeológicos dos sistemas aquíferos que ocorrem no Maranhão, são apresentados na **Tabela 3.1** e mostram reservas de águas subterrâneas de  $1,14 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup> distribuídas entre renováveis e permanentes, e recursos exploráveis de  $20,04 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano.

As reservas hídricas subterrâneas de cada aquífero dependem de parâmetros hidrogeológicos que não são encontrados com facilidade na literatura hidrogeológica maranhense, e os dados de poços nem sempre são completos, dificultando cálculos pertinentes ao assunto. Porém, foram realizados cálculos estimativos para cada aquífero mapeado em superfície e para aqueles confinados e/ou semi-confinados com dados obtidos de poços, perfis geológicos e geofísicos.

Convém ressaltar que os litotipos da Província Hidrogeológica do Parnaíba ocupam predominantemente o Maranhão, associados com as coberturas e litotipos terciário-quaternários. Para estes, as fórmulas clássicas de cálculo de reservas e recursos exploráveis foram

aplicadas. Para o Sistema Cristalino, representante do meio heterogêneo e anisotrópico, onde a água subterrânea ocorre somente em zonas fraturadas, abertas e dependentes de uma fonte de recarga, se utilizou o conhecimento de outros estados brasileiros, a exemplo do Ceará, se adotando para as reservas renováveis um volume definido como:  $Rr = Pm \cdot Ti \cdot Ac$  onde  $Rr$  – reservas renováveis,  $Pm$  – precipitação média na bacia,  $Ti$  – taxa de infiltração de 0,15% e  $Ac$  – área cristalina aflorante e, para os recursos exploráveis se considerou uma exploração de 70% destas reservas, de tal modo que possa propiciar a renovabilidade destas águas e, conseqüentemente, a diluição dos sais e melhoria qualitativa das águas. Para este meio, não foram calculadas as reservas permanentes, haja vista sua condição armazenadora de água e da extrema anisotropia e heterogeneidade.

A **Tabela 3.2** apresenta, de forma resumida, as potencialidades hídricas subterrâneas para cada bacia do Estado do Maranhão.

As **Tabelas 3.3 a 3.14** mostram os dados de reservas renováveis, permanentes e totais, além dos recursos exploráveis (Potencialidade aquífera) calculadas para cada aquífero identificado em cada uma das bacias hidrográficas maranhenses.

**Tabela 3.2 – Potencialidades hídricas subterrâneas do Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica                          | Potencialidades Hídricas Subterrâneas                |                     |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
|                                             | (m <sup>3</sup> /ano)                                | (m <sup>3</sup> /s) |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 1.767,73 x 10 <sup>6</sup> (1,76 x 10 <sup>9</sup> ) | 56,05               |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 985,80 x 10 <sup>6</sup>                             | 31,26               |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 1.021,35 x 10 <sup>6</sup> (1,02 x 10 <sup>9</sup> ) | 32,39               |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 614,29 x 10 <sup>6</sup>                             | 19,48               |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 315,04 x 10 <sup>6</sup>                             | 9,99                |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 7.264,38 x 10 <sup>6</sup>                           | 230,35              |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 2.245,84 x 10 <sup>6</sup>                           | 71,22               |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 1.647,82 x 10 <sup>6</sup>                           | 52,25               |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 1.001,55 x 10 <sup>6</sup>                           | 31,76               |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 411,48 x 10 <sup>6</sup>                             | 13,05               |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 1,56 x 10 <sup>9</sup>                               | 49,47               |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 1.255,98 x 10 <sup>6</sup> (1,25 x 10 <sup>9</sup> ) | 39,83               |
| <b>Total</b>                                | <b>2,01 x 10<sup>10</sup></b>                        | <b>637,09</b>       |

**Tabela 3.3 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Gurupi – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre                                  |                                                                | Reservas do Sistema Confinado                          | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas Subterrâneas (m³/ano)           |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano)                               | Reservas permanentes (m³)                                      | Reservas permanentes (m³)                              |                               |                                                          |
| Gurupi             | <b>Livres</b>                       |                                                            |                                                                |                                                        |                               |                                                          |
|                    | Sedimentos Litorâneos               | 3,05 x 10 <sup>6</sup>                                     | 91,70 x 10 <sup>6</sup>                                        | -                                                      | 94,75 x 10 <sup>6</sup>       | 3,60 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Barreiras                           | 7,63 x 10 <sup>6</sup>                                     | 778,55 x 10 <sup>6</sup>                                       | -                                                      | 786,18 x 10 <sup>6</sup>      | 12,30 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Itapecuru                           | 647,76 x 10 <sup>6</sup>                                   | 53.116,58 x 10 <sup>6</sup>                                    | -                                                      | 53.764,34 x 10 <sup>6</sup>   | 966,45 x 10 <sup>6</sup>                                 |
|                    | Cristalino                          | 7,08 x 10 <sup>6</sup>                                     | -                                                              | -                                                      | -                             | 4,95 x10 <sup>6</sup>                                    |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                                                            |                                                                |                                                        |                               |                                                          |
|                    | Serra Grande                        | -                                                          | -                                                              | 3,61 x 10 <sup>9</sup>                                 | 3,61 x 10 <sup>9</sup>        | 21,66 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Cabeças                             | -                                                          | -                                                              | 1,91 x 10 <sup>9</sup>                                 | 1,91 x 10 <sup>9</sup>        | 11,46 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Motuca                              | -                                                          | -                                                              | 0,67 x 10 <sup>6</sup>                                 | 0,67 x 10 <sup>6</sup>        | 4,02 x 10 <sup>3</sup>                                   |
|                    | Sambaíba                            | -                                                          | -                                                              | 4,70 x 10 <sup>6</sup>                                 | 4,70 x 10 <sup>6</sup>        | 28,20 x 10 <sup>3</sup>                                  |
|                    | Pedra de Fogo                       | -                                                          | -                                                              | 318,84 x 10 <sup>6</sup><br>(0,318 X 10 <sup>9</sup> ) | 318,84 x 10 <sup>6</sup>      | 1,91 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Poti-Piauí                          | -                                                          | -                                                              | 657,56 x 10 <sup>6</sup><br>(0,657 X 10 <sup>9</sup> ) | 657,56 x 10 <sup>6</sup>      | 3,94 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>665,52 x 10<sup>6</sup><br/>(0,66 x 10<sup>9</sup>)</b> | <b>53.986,83 x 10<sup>6</sup><br/>(53,98 x 10<sup>9</sup>)</b> | <b>6,50 X 10<sup>9</sup></b>                           | <b>61,14 X 10<sup>9</sup></b> | <b>1.021.35 x 10<sup>6</sup> (1,02 x 10<sup>9</sup>)</b> |

**Tabela 3.4 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia das Ilhas Maranhenses – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico             | Reservas do Sistema Livre                                  |                               | Reservas do Sistema Confinado                              | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                    | Reservas Renováveis (m³/ano)                               | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)                                  |                               |                                   |
| Ilhas Maranhenses  | <b>Livres</b>                      |                                                            |                               |                                                            |                               |                                   |
|                    | Aluvionar                          | 0,66 x 10 <sup>6</sup>                                     | 27,75 x 10 <sup>6</sup>       | -                                                          | 28,41 x 10 <sup>6</sup>       | 0,82 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Dunas                              | 79,07 x 10 <sup>6</sup>                                    | 527,18 x 10 <sup>6</sup>      | -                                                          | 606,25 x 10 <sup>6</sup>      | 82,23 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Depósitos Litorâneos               | 123,13 x 10 <sup>6</sup>                                   | 4,92 x 10 <sup>9</sup>        | -                                                          | 5,04 x 10 <sup>9</sup>        | 152,65 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Barreiras                          | 29,48 x 10 <sup>6</sup>                                    | 3,0 x 10 <sup>9</sup>         | -                                                          | 3,02 x 10 <sup>9</sup>        | 47,48 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Itapecuru                          | 20,14 x 10 <sup>6</sup>                                    | 1,65 x 10 <sup>9</sup>        | -                                                          | 1,67 x 10 <sup>9</sup>        | 30,04 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Cristalino                         | 0,05 x 10 <sup>6</sup>                                     | -                             | -                                                          | -                             | 0,035 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>Predominantemente Confinado</b> |                                                            |                               |                                                            |                               |                                   |
|                    | Serra Grande                       | -                                                          | -                             | 299,08 x 10 <sup>6</sup>                                   | 299,08 x 10 <sup>6</sup>      | 1,79 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>TOTAL</b>                       | <b>252,53 x 10<sup>6</sup><br/>(0,25 x 10<sup>9</sup>)</b> | <b>10,12 x 10<sup>9</sup></b> | <b>299,08 x 10<sup>6</sup><br/>(0,29 x 10<sup>9</sup>)</b> | <b>10,67 x 10<sup>9</sup></b> | <b>315,04 x 10<sup>6</sup></b>    |

**Tabela 3.5 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Itapecuru – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre    |                                | Reservas do Sistema Confinado |                               | Reservas Totais (m³)           | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano) | Reservas permanentes (m³)      | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)     |                                |                                   |
| Itapecuru          | <b>Livres/Confinados</b>            |                              |                                |                               |                               |                                |                                   |
|                    | Aluvionar                           | 55,77 x 10 <sup>6</sup>      | 2,34 x 10 <sup>9</sup>         | -                             | -                             | 2,39 x 10 <sup>9</sup>         | 69,81 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Barreiras                           | 6,32 x 10 <sup>6</sup>       | 645,40 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | -                             | 0,65 x 10 <sup>9</sup>         | 10,19 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Codó-Corda-Grajaú                   | 1,04 x 10 <sup>9</sup>       | 202,55 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | -                             | 203,59 x 10 <sup>9</sup>       | 1.216,34 x 10 <sup>6</sup>        |
|                    | Itapecuru                           | 571,53 x 10 <sup>6</sup>     | 46,86 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | -                             | 47,43 x 10 <sup>9</sup>        | 852,69 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Mosquito                            | Basaltos                     | -                              | -                             | -                             | -                              | -                                 |
|                    | Motuca                              | 0,02 x 10 <sup>6</sup>       | 2,30 x 10 <sup>6</sup>         | 23,84 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 26,16 x 10 <sup>6</sup>        | 0,17 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Pastos Bons                         | 0,32 x 10 <sup>6</sup>       | 24,15 x 10 <sup>6</sup>        | -                             | -                             | 24,47 x 10 <sup>6</sup>        | 0,46 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Pedra de Fogo                       | 0,28 x 10 <sup>6</sup>       | 23,14 x 10 <sup>6</sup>        | 1,33 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 1,35 x 10 <sup>9</sup>         | 8,39 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Sambaíba                            | 0,25 x 10 <sup>6</sup>       | 34,76 x 10 <sup>6</sup>        | 156,78 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 191,79 x 10 <sup>6</sup>       | 1,39 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Sardinha                            | Basaltos                     | -                              | -                             | -                             | -                              | -                                 |
|                    | Cristalino                          | 1,20 x 10 <sup>6</sup>       | -                              | -                             | -                             | -                              | 0,84 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                              |                                |                               |                               |                                |                                   |
|                    | Poti-Piauí                          | -                            | -                              | 2,95 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 2,95 x 10 <sup>9</sup>         | 17,70 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Serra Grande                        | -                            | -                              | 1,34 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 1,34 x 10 <sup>9</sup>         | 8,04 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Cabeças                             | -                            | -                              | 9,97 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 9,97 x 10 <sup>9</sup>         | 59,82 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>1,67 x 10<sup>9</sup></b> | <b>252,47 x 10<sup>9</sup></b> | <b>15,77 x 10<sup>9</sup></b> | <b>15,77 x 10<sup>9</sup></b> | <b>269,91 x 10<sup>9</sup></b> | <b>2.245,84 x 10<sup>6</sup></b>  |

**Tabela 3.6 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Litoral Ocidental – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico             | Reservas do Sistema Livre                                  |                               | Reservas do Sistema Confinado |                              | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                    | Reservas Renováveis (m³/ano)                               | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)    |                               |                                   |
| Litoral Ocidental  | <b>Livres</b>                      |                                                            |                               |                               |                              |                               |                                   |
|                    | Sed Litorâneos                     | 23,00 x 10 <sup>6</sup>                                    | 690,02 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | -                            | 0,71 x 10 <sup>9</sup>        | 27,14 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Barreiras                          | 106,31 x 10 <sup>6</sup>                                   | 10,63 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | -                            | 10,73 x 10 <sup>9</sup>       | 170,09 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Itapecuru                          | 291,00 x 10 <sup>6</sup>                                   | 19,20 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | -                            | 19,49 x 10 <sup>9</sup>       | 406,20 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | <b>Predominantemente Confinado</b> |                                                            |                               |                               |                              |                               |                                   |
|                    | Serra Grande                       | -                                                          | -                             |                               | 1,81 x 10 <sup>9</sup>       | 1,81 x 10 <sup>9</sup>        | 10,86 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>TOTAL</b>                       | <b>420,31 x 10<sup>6</sup><br/>(0,42 x 10<sup>9</sup>)</b> | <b>30,52 x 10<sup>9</sup></b> |                               | <b>1,81 x 10<sup>9</sup></b> | <b>32,75 x 10<sup>9</sup></b> | <b>614,29 x 10<sup>6</sup></b>    |

**Tabela 3.7 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Maracaçumé – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico             | Reservas do Sistema Livre                      |                                             | Reservas do Sistema Confinado |                                | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                    | Reservas Renováveis (m³/ano) x 10 <sup>6</sup> | Reservas permanentes (m³) X 10 <sup>6</sup> | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)      |                               |                                   |
| Maracaçumé         | <b>Livres</b>                      |                                                |                                             |                               |                                |                               |                                   |
|                    | Sedimentos Litorâneos              | 39,50 x 10 <sup>6</sup>                        | 1,18 x 10 <sup>9</sup>                      | -                             | -                              | 1,21 x 10 <sup>9</sup>        | 46,58 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Itapecuru                          | 239,16 x 10 <sup>6</sup>                       | 19,61 x 10 <sup>9</sup>                     | -                             | -                              | 19,84 x 10 <sup>9</sup>       | 356,82 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Cristalino                         | 8,46 x 10 <sup>6</sup>                         | -                                           | -                             | -                              | -                             | 5,92 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>Predominantemente Confinado</b> |                                                |                                             |                               |                                |                               |                                   |
|                    | Serra Grande                       | -                                              | -                                           |                               | 674,03 x 10 <sup>6</sup>       | 674,03 x 10 <sup>6</sup>      | 4,04 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>TOTAL</b>                       | <b>287,12 x 10<sup>6</sup></b>                 | <b>20,79 x 10<sup>9</sup></b>               |                               | <b>674,03 x 10<sup>6</sup></b> | <b>21,74 x 10<sup>9</sup></b> | <b>411,48 x 10<sup>6</sup></b>    |



**Tabela 3.8 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Mearim – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre     |                                | Reservas do Sistema Confinado | Reservas Totais (m³)           | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano)  | Reservas permanentes (m³)      |                               |                                |                                   |
| Mearim             | <b>Livres/Confinados</b>            |                               |                                |                               |                                |                                   |
|                    | Barreiras                           | 1,86 x 10 <sup>6</sup>        | 190,59 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 192,45 x 10 <sup>6</sup>       | 3,00 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Itapecuru                           | 4,14 x 10 <sup>9</sup>        | 339,57 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | 343,71 x 10 <sup>9</sup>       | 6,17 x 10 <sup>9</sup>            |
|                    | Codó-Corda-Grajaú                   | 464,41 x 10 <sup>6</sup>      | 90,09 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 90,55 x 10 <sup>9</sup>        | 1.004,95 x 10 <sup>6</sup>        |
|                    | Mosquito                            | Basaltos                      | -                              | -                             | -                              | -                                 |
|                    | Pastos Bons                         | 508,80                        | 0,0376 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 0,038 x 10 <sup>6</sup>        | 734,40                            |
|                    | Sambaíba                            | 0,17 x 10 <sup>6</sup>        | 24,74 x 10 <sup>6</sup>        | 447,98 x 10 <sup>6</sup>      | 472,89 x 10 <sup>6</sup>       | 3,00 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Sardinha                            | Basaltos                      |                                |                               |                                |                                   |
|                    |                                     |                               |                                |                               |                                |                                   |
|                    | Cristalino                          | 0,034 x 10 <sup>6</sup>       | -                              | -                             | -                              | 0,023 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                               |                                |                               |                                |                                   |
|                    | Motuca                              | -                             | -                              | 31,81 x 10 <sup>6</sup>       | 31,81 x 10 <sup>6</sup>        | 0,19 X 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Pedra de Fogo                       | -                             | -                              | 3,30 x 10 <sup>9</sup>        | 3,30 x 10 <sup>9</sup>         | 19,80 X 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Poti-Piauí                          | -                             | -                              | 6,28 x 10 <sup>9</sup>        | 6,28 x 10 <sup>9</sup>         | 37,68 X 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Serra Grande                        | -                             | -                              | 2,49 x 10 <sup>9</sup>        | 2,49 x 10 <sup>9</sup>         | 14,94 X 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Cabeças                             | -                             | -                              | 1,80x 10 <sup>9</sup>         | 1,80x 10 <sup>9</sup>          | 10,80 X 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>4,602 x 10<sup>9</sup></b> | <b>429,87 x 10<sup>9</sup></b> | <b>14,34 x 10<sup>9</sup></b> | <b>448,82 x 10<sup>9</sup></b> | <b>7,264,38 x 10<sup>6</sup></b>  |

**Tabela 3.9 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Munim – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre    |                               | Reservas do Sistema Confinado |                           | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano) | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³) |                               |                                   |
| Munim              |                                     |                              |                               |                               |                           |                               |                                   |
|                    | Aluvionar                           | 48,71 x 10 <sup>6</sup>      | 2,04 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | -                         | 2,08 x 10 <sup>9</sup>        | 60,95 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Dunas                               | 786,17 x 10 <sup>6</sup>     | 5,24 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | -                         | 6,02 x 10 <sup>9</sup>        | 817,61 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Barreiras                           | 50,58 x 10 <sup>6</sup>      | 5,15 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | -                         | 5,20 x 10 <sup>9</sup>        | 81,48 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Itapecuru                           | 371,98 x 10 <sup>6</sup>     | 30,50 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | -                         | 30,87 x 10 <sup>9</sup>       | 554,98 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Codó                                | 41,02 x 10 <sup>6</sup>      | 7,95 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | -                         | 7,99 x 10 <sup>9</sup>        | 88,72 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Motuca                              | 5.030,72                     | 0,54 x 10 <sup>6</sup>        | 0,22 x 10 <sup>6</sup>        |                           | 0,76 x 10 <sup>6</sup>        | 9.590,72                          |
|                    | Pedra de Fogo                       | 0,0317 x 10 <sup>6</sup>     | 0,52 x 10 <sup>6</sup>        | 26,75 x 10 <sup>6</sup>       |                           | 27,30 x 10 <sup>6</sup>       | 0,19 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Cristalino                          | 0,086 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | -                             | -                         | -                             | 0,060 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                              |                               |                               |                           |                               |                                   |
|                    | Poti-Piauí                          | -                            | -                             | 475,48 x 10 <sup>6</sup>      |                           | 475,48 x 10 <sup>6</sup>      | 2,85 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Serra Grande                        | -                            | -                             | 4,00 X 10 <sup>9</sup>        |                           | 4,00 x 10 <sup>9</sup>        | 24,00 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Cabeças                             | -                            | -                             | 2,83 X 10 <sup>9</sup>        |                           | 2,83 x 10 <sup>9</sup>        | 16,98 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>1,28 x 10<sup>9</sup></b> | <b>50,88 x 10<sup>9</sup></b> | <b>7,33 x 10<sup>9</sup></b>  |                           | <b>59,51 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1.647,82 x 10<sup>6</sup></b>  |

**Tabela 3.10 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Parnaíba – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico           | Reservas do Sistema Livre    |                               | Reservas do Sistema Confinado | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano)                        |
|--------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |                                  | Reservas Renováveis (m³/ano) | Reservas permanentes (m³)     |                               |                               |                                                          |
| Parnaíba           | <b>Livres</b>                    |                              |                               |                               |                               |                                                          |
|                    | Aluvionar                        | 17,73 x 10 <sup>6</sup>      | 744,93 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 762,66 x 10 <sup>6</sup>      | 22,19 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Dunas                            | 955,97 x 10 <sup>6</sup>     | 6,39 X 10 <sup>9</sup>        | -                             | 7,34 x 10 <sup>9</sup>        | 994,31 x 10 <sup>6</sup>                                 |
|                    | Sedimentos Litorâneos            | 1,20 x 10 <sup>6</sup>       | 36,04 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 37,24 x 10 <sup>6</sup>       | 1,41 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Barreiras                        | 62,38 x 10 <sup>6</sup>      | 6,36 X 10 <sup>9</sup>        | -                             | 6,42 x 10 <sup>9</sup>        | 100,54 x 10 <sup>6</sup>                                 |
|                    | Itapecuru                        | 4,34 x 10 <sup>6</sup>       | 356,24 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 360,58 x 10 <sup>6</sup>      | 6,47 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Corda                            | 182,80 x 10 <sup>6</sup>     | 35,46 X 10 <sup>9</sup>       | -                             | 35,64 x 10 <sup>9</sup>       | 395,56 x 10 <sup>6</sup>                                 |
|                    | Longá                            | 167,85                       | 0,020 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 0,02 x 10 <sup>6</sup>        | 287,85                                                   |
|                    | Mosquito                         | Basalto                      | -                             | -                             | -                             | -                                                        |
|                    | Motuca                           | 0,040 x 10 <sup>6</sup>      | 2,25 x 10 <sup>6</sup>        | 6,16 x 10 <sup>6</sup>        | 8,45 x 10 <sup>6</sup>        | 0,09 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Pastos Bons                      | 0,033 x 10 <sup>6</sup>      | 0,25 x 10 <sup>6</sup>        | -                             | 0,28 x 10 <sup>6</sup>        | 35.400                                                   |
|                    | Pedra de Fogo                    | 4,48 x 10 <sup>6</sup>       | 286,76 x 10 <sup>6</sup>      | 1,59 x 10 <sup>9</sup>        | 1,88 x 10 <sup>9</sup>        | 15,74 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Poti-Piauí                       | 2,76 x 10 <sup>6</sup>       | 387,26 x 10 <sup>6</sup>      | 2,72 x 10 <sup>9</sup>        | 3,11 x 10 <sup>9</sup>        | 21,40 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Pimenteiras                      | 638,5                        | 0,063 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 0,064 x 10 <sup>6</sup>       | 1.016,50                                                 |
|                    | Sambaíba                         | 0,265 x 10 <sup>6</sup>      | 29,20 x 10 <sup>6</sup>       | 72,00 x 10 <sup>6</sup>       | 0,101 x 10 <sup>9</sup>       | 0,87 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Sardinha                         | Basalto                      | -                             | -                             | -                             | -                                                        |
|                    | Urucua                           | 68,42 x 10 <sup>6</sup>      | 20,52 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | 20,58 x 10 <sup>9</sup>       | 191,54 x 10 <sup>6</sup>                                 |
|                    | <b>Essencialmente Confinados</b> |                              |                               |                               |                               |                                                          |
|                    | Serra Grande                     | -                            | -                             | 1,67 x 10 <sup>9</sup>        | 1,67 x 10 <sup>9</sup>        | 10,02 x 10 <sup>6</sup>                                  |
|                    | Cabeças                          | -                            | -                             | 1,26 x 10 <sup>9</sup>        | 1,26 x 10 <sup>9</sup>        | 7,56 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | <b>TOTAL</b>                     | <b>1,30 x 10<sup>9</sup></b> | <b>70,57 x 10<sup>9</sup></b> | <b>7,31 x 10<sup>9</sup></b>  | <b>79,18 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1.767,73 x 10<sup>6</sup> (1,76 x 10<sup>9</sup>)</b> |

**Tabela 3.11 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Peraiá – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre    |                              | Reservas do Sistema Confinado | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano)                        |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano) | Reservas permanentes (m³)    |                               |                               |                                                          |
| Peraiá             | <b>Livres</b>                       |                              |                              |                               |                               |                                                          |
|                    | Aluvionar                           | 0,37 x 10 <sup>6</sup>       | 15,0 x 10 <sup>6</sup>       | -                             | 15,37 x 10 <sup>6</sup>       | 0,46 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Dunas                               | 1,20 x 10 <sup>9</sup>       | 8,02 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | 9,22 x 10 <sup>9</sup>        | 1,24 x 10 <sup>9</sup>                                   |
|                    | Sedimentos Litorâneos               | 5,25 x 10 <sup>6</sup>       | 157,5 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 162,75 x 10 <sup>6</sup>      | 6,19 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                              |                              |                               |                               |                                                          |
|                    | Serra Grande                        | -                            | -                            | 1,35 x 10 <sup>9</sup>        | 1,35 x 10 <sup>9</sup>        | 8,10 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | Cabeças                             | -                            | -                            | 205,94 x 10 <sup>6</sup>      | 205,94 x 10 <sup>6</sup>      | 1,23 x 10 <sup>6</sup>                                   |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>1,20 x 10<sup>9</sup></b> | <b>8,19 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1,55 x 10<sup>9</sup></b>  | <b>10,95 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1.255,98 x 10<sup>6</sup> (1,25 x 10<sup>9</sup>)</b> |

**Tabela 3.12 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Preguiças – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre    |                               | Reservas do Sistema Confinado | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano) | Reservas permanentes (m³)     |                               |                               |                                   |
| Preguiças          | <b>Livres</b>                       |                              |                               |                               |                               |                                   |
|                    | Dunas                               | 1,49 x 10 <sup>9</sup>       | 9,96 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 11,45 x 10 <sup>9</sup>       | 1,54 x 10 <sup>9</sup>            |
|                    | Sedimentos Litorâneos               | 9,73 x 10 <sup>6</sup>       | 136,31 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 146,04 x 10 <sup>6</sup>      | 10,54 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                              |                               |                               |                               |                                   |
|                    | Serra Grande                        | -                            | -                             | 1,69 x 10 <sup>9</sup>        | 1,69 x 10 <sup>9</sup>        | 10,14 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Cabeças                             | -                            | -                             | 1,15 x 10 <sup>9</sup>        | 1,15 x 10 <sup>9</sup>        | 6,9 x 10 <sup>6</sup>             |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>1,49 x 10<sup>9</sup></b> | <b>10,09 x 10<sup>9</sup></b> | <b>2,84 x 10<sup>9</sup></b>  | <b>14,43 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1,56 x 10<sup>9</sup></b>      |

**Tabela 3.13 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Tocantins – Estado do Maranhão**

| Bacia<br>Hidrográfica | Sistema<br>Hidrogeológico           | Reservas do Sistema Livre       |                               | Reservas do<br>Sistema<br>Confinado | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas<br>(m³/ano) |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
|                       |                                     | Reservas Renováveis<br>(m³/ano) | Reservas<br>permanentes (m³)  |                                     |                               |                                      |
| Tocantins             | <b>Livres</b>                       |                                 |                               |                                     |                               |                                      |
|                       | Aluvionar                           | 48,66 x 10 <sup>6</sup>         | 1,94 x 10 <sup>9</sup>        | -                                   | 1,98 x 10 <sup>9</sup>        | 60,30 x 10 <sup>6</sup>              |
|                       | Itapecuru                           | 257,79 x 10 <sup>6</sup>        | 21,13 x 10 <sup>9</sup>       | -                                   | 21,38 x 10 <sup>9</sup>       | 384,57 x 10 <sup>6</sup>             |
|                       | Codó-Cordá-Grajaú                   | 202,80 x 10 <sup>6</sup>        | 39,34 x 10 <sup>9</sup>       | -                                   | 39,54 x 10 <sup>9</sup>       | 438,84 x 10 <sup>6</sup>             |
|                       | Mosquito                            | Basalto                         | -                             | -                                   | -                             | -                                    |
|                       | Motuca                              | 5.898,6                         | 0,318 x 10 <sup>6</sup>       | 8,87 x 10 <sup>6</sup>              | 9,19 x 10 <sup>6</sup>        | 0,061 x 10 <sup>6</sup>              |
|                       | Pedra de Fogo                       | 1,14 x 10 <sup>6</sup>          | 36,63 x 10 <sup>6</sup>       | 1,03 x 10 <sup>9</sup>              | 1,067 x 10 <sup>9</sup>       | 7,53 x 10 <sup>6</sup>               |
|                       | Poti-Piauí                          | 0,23 x 10 <sup>6</sup>          | 46,70 x 10 <sup>6</sup>       | 2,53 x 10 <sup>9</sup>              | 2,57 x 10 <sup>9</sup>        | 15,69 x 10 <sup>6</sup>              |
|                       | Sambaíba                            | 0,27 x 10 <sup>6</sup>          | 21,93 x 10 <sup>6</sup>       | 99,10 x 10 <sup>6</sup>             | 121,30 x 10 <sup>6</sup>      | 0,99 x 10 <sup>6</sup>               |
|                       | <b>Predominantemente Confinados</b> |                                 |                               |                                     |                               |                                      |
|                       | Serra Grande                        | -                               | -                             | 7,40 x 10 <sup>9</sup>              | 7,40 x 10 <sup>9</sup>        | 44,40 x 10 <sup>6</sup>              |
|                       | Cabeças                             | -                               | -                             | 5,57 x 10 <sup>9</sup>              | 5,57 x 10 <sup>9</sup>        | 33,42 x 10 <sup>6</sup>              |
|                       | <b>TOTAL</b>                        | <b>510,89 x 10<sup>6</sup></b>  | <b>62,51 x 10<sup>9</sup></b> | <b>16,63 x 10<sup>9</sup></b>       | <b>79,66 x 10<sup>9</sup></b> | <b>985,80 x 10<sup>6</sup></b>       |

**Tabela 3.14 - Reservas e potencialidades hídricas dos aquíferos da Bacia do Turiacu – Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica | Sistema Hidrogeológico              | Reservas do Sistema Livre      |                               | Reservas do Sistema Confinado | Reservas Totais (m³)          | Potencialidades Hídricas (m³/ano) |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|                    |                                     | Reservas Renováveis (m³/ano)   | Reservas permanentes (m³)     | Reservas permanentes (m³)     |                               |                                   |
| Turiacu            | <b>Livres</b>                       |                                |                               |                               |                               |                                   |
|                    | Sedimentos Litorâneos               | 3,56 x 10 <sup>6</sup>         | 107,01 x 10 <sup>6</sup>      | -                             | 110,57 x 10 <sup>6</sup>      | 4,20 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Barreiras                           | 37,67 x 10 <sup>6</sup>        | 3,76 x 10 <sup>9</sup>        | -                             | 3,79 x 10 <sup>9</sup>        | 60,23 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Itapecuru                           | 615,59 x 10 <sup>6</sup>       | 50,47 x 10 <sup>9</sup>       | -                             | 51,08 x 10 <sup>9</sup>       | 918,41 x 10 <sup>6</sup>          |
|                    | Cristalino                          | 059 x 10 <sup>6</sup>          | -                             |                               | -                             | 0,41 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>Predominantemente Confinados</b> |                                |                               |                               |                               |                                   |
|                    | Poti-Piauí                          | -                              | -                             | 82,09 x 10 <sup>6</sup>       | 82,09 x 10 <sup>6</sup>       | 0,49 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | Serra Grande                        | -                              | -                             | 2,81 x 10 <sup>9</sup>        | 2,81 x 10 <sup>9</sup>        | 16,86 x 10 <sup>6</sup>           |
|                    | Cabeças                             | -                              | -                             | 227,96 x 10 <sup>6</sup>      | 227,96 x 10 <sup>6</sup>      | 1,36 x 10 <sup>6</sup>            |
|                    | <b>TOTAL</b>                        | <b>656,82 x 10<sup>6</sup></b> | <b>54,33 x 10<sup>9</sup></b> | <b>3,12 x 10<sup>9</sup></b>  | <b>58,11 x 10<sup>9</sup></b> | <b>1.001,55 x 10<sup>6</sup></b>  |



# 4.

**CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS  
HÍDRICAS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS PELO USO  
DA AGUA**





## 4. CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

### 4.1. Balanço Hídrico

A sustentabilidade de uma região, quando se refere aos recursos hídricos, associa-se diretamente a limitação da disponibilidade do recurso, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, e a capacidade de suporte permanente que pode oferecer às atividades humanas em geral.

A compatibilização entre a oferta e a demanda de água, frente a sua disponibilidade efetiva, é, certamente, o caminho que conduz à desejada sustentabilidade dos recursos hídricos.

Dentre os confrontos mais importantes, no estudo do Balanço Hídrico, se destaca aquele que se estabelece entre as potencialidades da oferta dos recursos hídricos e as respectivas demandas. Tal confronto oferece uma primeira idéia da carência ou da abundância desses recursos. Em decorrência, fornece uma primeira visão sobre quais providências poderão ser tomadas para alcançar, em primeira aproximação, o equilíbrio amplo, pois aí se consideram, essencialmente, os usos consuntivos (ÁRIDAS, 1995).

**Balanço Hídrico** ( $Q_{\text{disponível}} - Q_{\text{demanda}}$ ) – Quando seu valor é positivo, evidencia que as demandas estão sendo satisfeitas e, quando negativo, significa existir uma demanda insatisfeita, o que implica na necessidade de construção de novos reservatórios ou na perfuração de mais poços.

Para a comparação entre a oferta e a demanda foram consideradas as seguintes premissas:

- As unidades de balanço seguem a divisão do Estado do Maranhão em 12 bacias hidrográficas;
- Não foram consideradas as disponibilidades hídricas subterrâneas, conforme capítulo 3 deste Relatório;
- As demandas humanas urbanas e industriais foram consideradas concentradas nas respectivas sedes municipais. As demandas humanas rurais e animais foram consideradas demandas difusas nos municípios, portanto quando um município está incluído em mais de uma bacia essas demandas foram divididas utilizando uma ponderação da área. As demandas de irrigação e aquicultura foram calculadas por bacia hidrográfica;

- As disponibilidades hídricas foram consideradas constantes nos horizontes de projeto, igualmente para qualquer cenário considerado;
- As demandas são variáveis nos horizontes de projeto e para os diferentes cenários.

A **Tabela 4.1** apresenta um resumo das disponibilidades e potencialidades de cada bacia hidrográfica do Estado do Maranhão.

**Tabela 4.1 – Potencialidades Hídricas Subterrâneas e Disponibilidades Superficiais do Estado do Maranhão**

| Bacia Hidrográfica                          | Potencialidades Hídricas Subterrâneas (m³/s) | Disponibilidade Hídrica Superficial Total (m³/s) | Total (m³/s)    |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 56,05                                        | 185,40                                           | 241,45          |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 31,26                                        | 77,10                                            | 108,36          |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 32,39                                        | 12,00                                            | 44,39           |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 19,48                                        | 3,10                                             | 22,58           |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 9,99                                         | 4,40                                             | 14,39           |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 230,35                                       | 105,60                                           | 335,95          |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 71,22                                        | 38,90                                            | 110,12          |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 52,25                                        | 11,10                                            | 63,35           |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 31,76                                        | 11,30                                            | 43,06           |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 13,05                                        | 2,70                                             | 15,75           |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 49,47                                        | 5,20                                             | 54,67           |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 39,83                                        | 2,90                                             | 42,73           |
| <b>Total</b>                                | <b>637,09</b>                                | <b>459,70</b>                                    | <b>1.096,79</b> |

#### 4.2. Análise dos Resultados do Balanço Hídrico

As **Tabelas 4.2 a 4.4** apresentam o balanço hídrico para cada bacia hidrográfica do Estado do Maranhão para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2038. A análise do balanço hídrico, ou seja, o simples confronto entre a disponibilidade e a demanda hídrica para os cenários tendencial, otimista moderado e otimista desejado, apresentou resultados positivos para todos os horizontes.

As **Figuras 4.1 a 4.3** mostram, de forma comparativa, o volume demandado e o volume disponível para uso no Estado do Maranhão.

O programa de barramentos tem como objetivos básicos, amortecimento de enchentes, produção de pescado, regularização de rios para irrigação no período seco e produção de energia. A dimensão final de barragem irá depender dos impactos ambientais, da análise econômica e da decisão política do governo.

**Tabela 4.2 - Balanço Hídrico para o Cenário Tendencial – Estado do Maranhão**

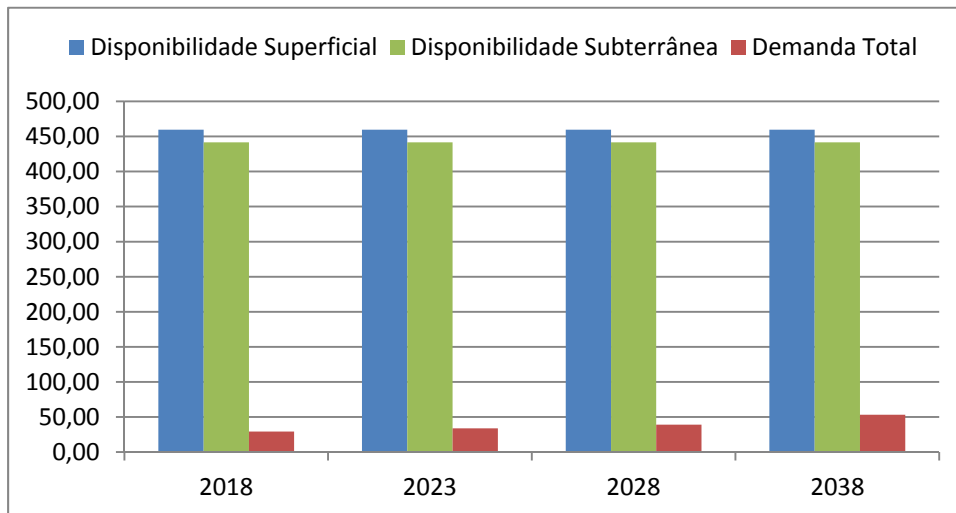
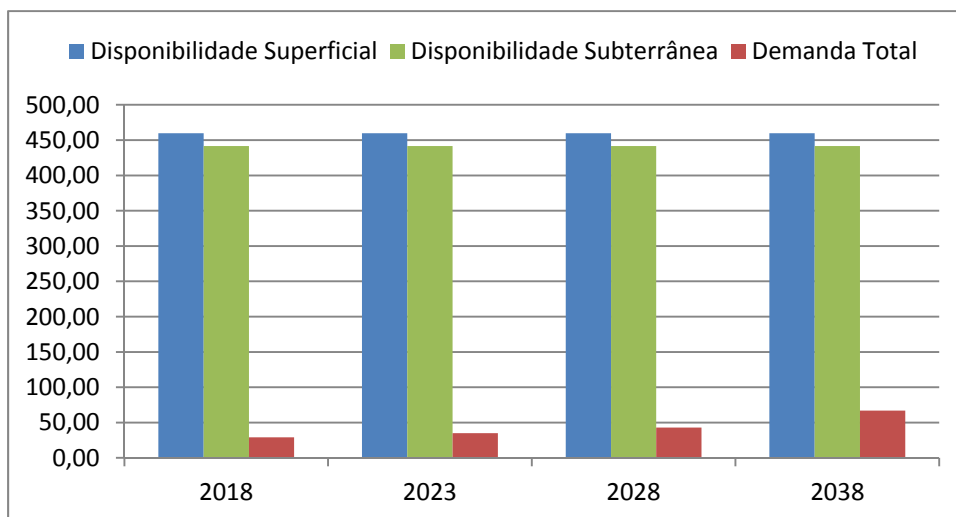
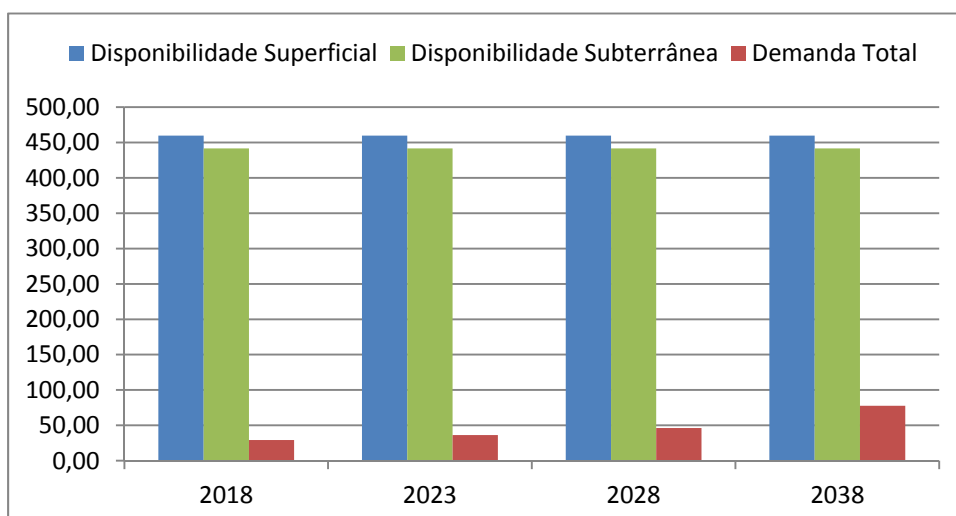
| Bacias                                      | Balanço Hídrico (m³/s) |        |        |        |
|---------------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                                             | 2018                   | 2023   | 2028   | 2038   |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 237,53                 | 236,88 | 236,11 | 234,09 |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 105,44                 | 104,95 | 104,37 | 102,85 |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 42,49                  | 42,13  | 41,71  | 40,59  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 22,06                  | 22,00  | 21,93  | 21,76  |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 11,64                  | 11,13  | 10,54  | 9,03   |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 323,61                 | 321,72 | 319,47 | 313,60 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 106,76                 | 106,26 | 105,66 | 104,12 |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 62,82                  | 62,77  | 62,71  | 62,57  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 42,71                  | 42,68  | 42,65  | 42,56  |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 15,55                  | 15,54  | 15,52  | 15,48  |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 54,51                  | 54,49  | 54,48  | 54,44  |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 42,64                  | 42,64  | 42,63  | 42,62  |

**Tabela 4.3 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Moderado – Estado do Maranhão**

| Bacias                                      | Balanço Hídrico (m³/s) |        |        |        |
|---------------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                                             | 2018                   | 2023   | 2028   | 2038   |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 237,52                 | 236,67 | 235,51 | 232,07 |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 105,43                 | 104,79 | 103,94 | 101,43 |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 42,49                  | 42,01  | 41,39  | 39,59  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 22,06                  | 21,99  | 21,89  | 21,58  |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 11,47                  | 11,17  | 10,61  | 8,95   |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 323,62                 | 321,00 | 317,43 | 306,53 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 106,75                 | 106,13 | 105,24 | 102,58 |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 62,81                  | 62,75  | 62,66  | 62,34  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 42,71                  | 42,68  | 42,61  | 42,41  |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 15,55                  | 15,54  | 15,51  | 15,41  |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 54,51                  | 54,49  | 54,46  | 54,37  |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 42,64                  | 42,63  | 42,62  | 42,58  |

**Tabela 4.4 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Desejado – Estado do Maranhão**

| Bacias                                      | Balanço Hídrico (m³/s) |        |        |        |
|---------------------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|                                             | 2018                   | 2023   | 2028   | 2038   |
| I – Bacia Hidrográfica do Parnaíba          | 237,52                 | 236,48 | 235,03 | 230,40 |
| II – Bacia Hidrográfica do Tocantins        | 105,43                 | 104,64 | 103,57 | 100,18 |
| III – Bacia Hidrográfica do Gurupi          | 42,49                  | 41,91  | 41,12  | 38,66  |
| IV – Sistema Hidrográfico Litoral Ocidental | 22,06                  | 21,97  | 21,85  | 21,44  |
| V – Sistema Hidrográfico Ilhas Maranhenses  | 11,47                  | 11,13  | 10,53  | 8,66   |
| VI - Bacia Hidrográfica do Mearim           | 323,62                 | 320,43 | 315,94 | 301,47 |
| VII – Bacia Hidrográfica do Itapecuru       | 106,75                 | 105,99 | 104,88 | 101,35 |
| VIII – Bacia Hidrográfica do Munim          | 62,81                  | 62,74  | 62,63  | 62,25  |
| IX – Bacia Hidrográfica do Turiaçu          | 42,71                  | 42,67  | 42,60  | 42,36  |
| X – Bacia Hidrográfica do Maracaçumé        | 15,55                  | 15,54  | 15,50  | 15,39  |
| XI – Bacia Hidrográfica do Preguiças        | 54,51                  | 54,48  | 54,45  | 54,34  |
| XII – Bacia Hidrográfica do Periaá          | 42,64                  | 42,63  | 42,62  | 42,57  |

**Figura 4.1 - Balanço Hídrico para o Cenário Tendencial****Figura 4.2 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Moderado****Figura 4.3 - Balanço Hídrico para o Cenário Otimista Desejado**







Ministério do  
Meio Ambiente

**SEMA**

GOVERNO DO  
**MARANHÃO**



GOVERNO COM O  
**povo,**  
O MARANHÃO  
NUM CAMINHO  
**NOVO!**

