

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO  
SECRETARIA DE ESTADO DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS - SEPE  
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS-IMESC  
ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO BIOMA AMAZÔNICO (MA)

# RELATÓRIO TÉCNICO DE LIMNOLOGIA DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO ETAPA BIOMA AMAZÔNICO

## INSTITUIÇÕES:

**IMESC**  
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS  
SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

**SEPE**  
SECRETARIA DE ESTADO DE  
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

GOVERNO DO  
**MARANHÃO**  
GOVERNO DE TODOS NÓS



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO



FUNDAÇÃO DE APOIO  
AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



**Embrapa**



SÃO LUÍS - MA  
2019

**GOVERNADOR DO ESTADO DO  
MARANHÃO**

Flávio Dino de Castro e Costa

**VICE GOVERNADOR DO ESTADO DO  
MARANHÃO**

Carlos Orleans Brandão Júnior

**SECRETÁRIO DE ESTADO DE  
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS**

Luis Fernando Silva

**PRESIDENTE DO INSTITUTO  
MARANHENSE DE ESTUDOS  
SOCIOECONÔMICOS E  
CARTOGRAFICOS E COORDENADOR  
GERAL DO ZEE-MA**

Dionatan Silva Carvalho

**DIRETOR DE ESTUDOS AMBIENTAIS E  
CARTOGRAFICOS**

Josiel Ribeiro Ferreira

**DIRETOR DE ESTUDOS E PESQUISAS**

Hiroshi Matsumoto

**PEQUISADOR SENIOR DO ZEE-MA**

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias

**COORDENADOR EXECUTIVO DO ZEE-  
MA (UEMA)**

Paulo Henrique de Aragão Catunda

**COORDENADOR DE LIMNOLOGIA**

José de Ribamar Carvalho dos Santos

**EQUIPE TÉCNICA DE LIMNOLOGIA**

Andréa de Araújo  
Clóvis Ferreira do Carmo  
Itatiane Moraes Póvoas Ribeiro  
Annie France dos Santos da Silva

**EQUIPE DE APOIO TÉCNICO – ZEE**

Anny Karolyny Oliveira Portela  
Allana Pereira Costa  
Florise Pereira Reis  
Jéssica Suyane Sousa

**NORMALIZAÇÃO**

Dyana Pereira  
Sandra Abreu

**REVISÃO**

Gustavo Sampaio  
Marília de Carvalho Cerveira

**DIAGRAMAÇÃO/CAPA**

Matheus Pinheiro Soeiro

**UNIVERSIDADES ESTADUAL DO MARANHÃO**

Gustavo Pereira da Costa-Reitor  
Walter Canales Sant'ana-Vice-Reitor  
Zafira da Silva de Almeida-Pró-Reitora de  
Graduação – PROG  
Rita de Maria Seabra Nogueira-Pró-Reitora de  
Pesquisa e Pós-Graduação – PPG  
Paulo Henrique Aragão Catunda-Pró-Reitor de  
Extensão e Assuntos Estudantis – PROEXAE  
José Rômulo Travassos da Silva-Pró-Reitor de  
Gestão de Pessoas – PROGEP  
Antônio Roberto Coelho Serra-Pró-Reitor  
de Planejamento e Administração –  
PROPLA

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos Cartográficos-IMESC

Relatório Técnico de Limnologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE) - Etapa Bioma Amazônico. José de Ribamar Carvalho dos Santos; Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias; Paulo Henrique de Aragão Catunda (coordenadores). São Luís: IMESC, 2019.

ISBN 978-85-61929-26-8

241 p.

1. Limnologia. 2. Zoneamento Econômico. 3. Bioma Amazônico. 4. Maranhão. I. Título

CDU: 556.55 (812.1)

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Mapa das bacias hidrográficas do Bioma Amazônico.....     | 13 |
| Figura 2 - Coliformes fecais - Rio Tocantins.....                    | 37 |
| Figura 3 - Coliformes fecais - TO17/Gurupi.....                      | 38 |
| Figura 4 - Condutividade Elétrica - Rio Itapecuru.....               | 39 |
| Figura 5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - Rio Tocantins..... | 40 |
| Figura 6 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - TO17/Gurupi.....   | 40 |
| Figura 7 - Fósforo Total - Rio Tocantins. ....                       | 41 |
| Figura 8 - Fósforo Total - TO17/Gurupi. ....                         | 42 |
| Figura 9 - Nitrogênio Total - Rio Tocantins.....                     | 43 |
| Figura 10 - Nitrogênio Total- TO17/Gurupi.....                       | 43 |
| Figura 11 - Oxigênio Dissolvido (OD) - Rio Tocantins.....            | 44 |
| Figura 12 - Oxigênio Dissolvido (OD) -TO17/Gurupi.....               | 45 |
| Figura 13 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Gurupi. ....                  | 45 |
| Figura 14 - Oxigênio Dissolvido - Rio Itapecuru. ....                | 46 |
| Figura 15 - pH do Rio Tocantins.....                                 | 47 |
| Figura 16 - pH do Rio TO17/Gurupi. ....                              | 47 |
| Figura 17 - pH do Rio Gurupi. ....                                   | 48 |
| Figura 18 - pH do Rio Itapecuru. ....                                | 48 |
| Figura 19 - Temperatura da Amostra - Rio Tocantins. ....             | 49 |
| Figura 20 - Temperatura da Amostra - TO17/Gurupi. ....               | 50 |
| Figura 21 - Temperatura da Amostra – Gurupi.....                     | 50 |
| Figura 22 - Temperatura do Ar – Gurupi. ....                         | 51 |
| Figura 23 - Temperatura da Amostra - Rio Itapecuru.....              | 51 |
| Figura 24 - Temperatura do Ar - Rio Itapecuru.....                   | 52 |
| Figura 25 - Turbidez - Rio Tocantins. ....                           | 53 |
| Figura 26 - Turbidez - TO17/Gurupi. ....                             | 53 |
| Figura 27 - Turbidez - Rio Itapecuru.....                            | 54 |
| Figura 28 - Condutividade Elétrica – Maracaçumé.....                 | 55 |
| Figura 29 - Condutividade Elétrica – Munim.....                      | 55 |
| Figura 30 - Condutividade Elétrica - Pindaré-Mirim.....              | 56 |
| Figura 31 - Descarga Líquida – Maracaçumé. ....                      | 57 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 32 - Descarga Líquida – Munim. ....                                                            | 57  |
| Figura 33 - Descarga Líquida - Pindaré-Mirim.....                                                     | 58  |
| Figura 34 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Maracaçumé. ....                                               | 59  |
| Figura 35 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Munim. ....                                                    | 59  |
| Figura 36 - Oxigênio Dissolvido (OD) - Pindaré-Mirim. ....                                            | 60  |
| Figura 37 – pH. Maracaçumé. ....                                                                      | 61  |
| Figura 38 - pH – Munim.....                                                                           | 61  |
| Figura 39 - pH - Pindaré-Mirim. ....                                                                  | 62  |
| Figura 40 - Temperatura da Amostra – Maracaçumé.....                                                  | 63  |
| Figura 41 - Temperatura do Ar – Maracaçumé. ....                                                      | 63  |
| Figura 42 - Temperatura da Amostra – Munim.....                                                       | 64  |
| Figura 43 - Temperatura do Ar – Munim. ....                                                           | 64  |
| Figura 44 - Temperatura da Amostra - Pindaré-Mirim.....                                               | 65  |
| Figura 45 - Temperatura do Ar - Pindaré-Mirim.....                                                    | 65  |
| Figura 46 - Turbidez – Maracaçumé. ....                                                               | 66  |
| Figura 47 - Turbidez – Munim. ....                                                                    | 67  |
| Figura 48 - Turbidez - Pindaré-Mirim.....                                                             | 67  |
| Figura 49 - Uso da água no Brasil para fins rurais, nos anos de 1940 e 2016.....                      | 166 |
| Figura 50 – Uso da água no Brasil para fins urbanos, nos anos de 1940 e 2016...166                    |     |
| Figura 51 - Analisador multiparâmetro qualidade da água HORIBA Série U-50 .....                       | 170 |
| Figura 52 - Pontos de coleta de água, onde: P.23 corresponde ao Rio Itapecuru e P. ao Rio Munim. .... | 170 |
| Figura 53 - Localização geográfica dos pontos de coleta de água, no município de Axixá. ....          | 171 |
| Figura 54 - Curso de Preparação para Elaboração de Cenários e Prognósticos do ZEE. ....               | 173 |
| Figura 55 - Etapas da metodologia da construção de cenários.....                                      | 174 |
| Figura 56 - Construção dos cenários. ....                                                             | 175 |
| Figura 57 - Palestra de encerramento do Curso de Cenários. ....                                       | 175 |
| Figura 58 - Eixos de desenvolvimentos temáticos do ZEE-Amazônia Maranhense. ....                      | 176 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Dados de Condutividade Elétrica.....  | 68 |
| Gráfico 2 - Dados de Descarga Líquida. ....       | 68 |
| Gráfico 3 - Dados de Oxigênio Dissolvido. ....    | 69 |
| Gráfico 4 - Dados de pH.....                      | 69 |
| Gráfico 5 - Dados de Temperatura do Ar. ....      | 70 |
| Gráfico 6 - Dados de Temperatura da Amostra.....  | 70 |
| Gráfico 7 - Dados de Turbidez. ....               | 71 |
| Gráfico 8 - Dados de Condutividade Elétrica.....  | 71 |
| Gráfico 9 - Dados de Descarga Líquida. ....       | 72 |
| Gráfico 10 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 72 |
| Gráfico 11 - Dados de pH.....                     | 73 |
| Gráfico 12 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 73 |
| Gráfico 13 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 74 |
| Gráfico 14 - Dados de Turbidez. ....              | 74 |
| Gráfico 15 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 75 |
| Gráfico 16 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 75 |
| Gráfico 17 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 76 |
| Gráfico 18 - Dados de pH.....                     | 76 |
| Gráfico 19 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 77 |
| Gráfico 20 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 77 |
| Gráfico 21 - Dados de Turbidez. ....              | 78 |
| Gráfico 22 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 78 |
| Gráfico 23 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 79 |
| Gráfico 24 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 79 |
| Gráfico 25 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 80 |
| Gráfico 26 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 80 |
| Gráfico 27 - Dados de pH.....                     | 81 |
| Gráfico 28 - Dados de Turbidez. ....              | 81 |
| Gráfico 29 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 82 |
| Gráfico 30 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 82 |
| Gráfico 31 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 83 |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 32 - Dados de pH.....                     | 83  |
| Gráfico 33 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 84  |
| Gráfico 34 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 84  |
| Gráfico 35 - Dados de Turbidez. ....              | 85  |
| Gráfico 36 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 85  |
| Gráfico 37 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 86  |
| Gráfico 38 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 86  |
| Gráfico 39 - Dados de pH.....                     | 87  |
| Gráfico 40 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 87  |
| Gráfico 41 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 88  |
| Gráfico 42 - Dados de Turbidez. ....              | 88  |
| Gráfico 43 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 89  |
| Gráfico 44 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 89  |
| Gráfico 45 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 90  |
| Gráfico 46 - Dados de pH.....                     | 90  |
| Gráfico 47 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 91  |
| Gráfico 48 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 91  |
| Gráfico 49 - Dados de Turbidez. ....              | 92  |
| Gráfico 50 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 92  |
| Gráfico 51 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 93  |
| Gráfico 52 - Dados de DBO.....                    | 93  |
| Gráfico 53 - Dados de Nitratos. ....              | 94  |
| Gráfico 54 - Dados de Nitrogênio Amoniacal. ....  | 94  |
| Gráfico 55 - Dados de Nitritos. ....              | 95  |
| Gráfico 56 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 95  |
| Gráfico 57 - Dados de pH.....                     | 96  |
| Gráfico 58 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 96  |
| Gráfico 59 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 97  |
| Gráfico 60 - Dados de Turbidez. ....              | 97  |
| Gráfico 61 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 98  |
| Gráfico 62 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 98  |
| Gráfico 63 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 99  |
| Gráfico 64 - Dados de pH.....                     | 99  |
| Gráfico 65 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 100 |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 66 - Dados de Temperatura da Água.....    | 100 |
| Gráfico 67 - Dados de Turbidez. ....              | 101 |
| Gráfico 68 – Dados de Condutividade Elétrica..... | 101 |
| Gráfico 69 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 102 |
| Gráfico 70 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 102 |
| Gráfico 71 - Dados de pH.....                     | 103 |
| Gráfico 72 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 103 |
| Gráfico 73 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 104 |
| Gráfico 74 - Dados de Turbidez. ....              | 104 |
| Gráfico 75 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 105 |
| Gráfico 76 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 105 |
| Gráfico 77 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 106 |
| Gráfico 78 - Dados de pH.....                     | 106 |
| Gráfico 79 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 107 |
| Gráfico 80 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 107 |
| Gráfico 81 - Dados de Turbidez. ....              | 108 |
| Gráfico 82 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 108 |
| Gráfico 83 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 109 |
| Gráfico 84 - Dados de pH.....                     | 109 |
| Gráfico 85 - Dados de Temperatura da Água.....    | 110 |
| Gráfico 86 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 110 |
| Gráfico 87 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 111 |
| Gráfico 88 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 111 |
| Gráfico 89 - Dados de pH.....                     | 112 |
| Gráfico 90 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 112 |
| Gráfico 91 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 113 |
| Gráfico 92 - Dados de Turbidez. ....              | 113 |
| Gráfico 93 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 114 |
| Gráfico 94 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 114 |
| Gráfico 95 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 115 |
| Gráfico 96 - Dados de pH.....                     | 115 |
| Gráfico 97 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 116 |
| Gráfico 98 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 116 |
| Gráfico 99 - Dados de Turbidez. ....              | 117 |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 100 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 117 |
| Gráfico 101 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 118 |
| Gráfico 102 - Dados de Oxigênio Meio Ácido.....    | 118 |
| Gráfico 103 - Dados de pH.....                     | 119 |
| Gráfico 104 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 119 |
| Gráfico 105 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 120 |
| Gráfico 106 - Dados de Turbidez. ....              | 120 |
| Gráfico 107 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 121 |
| Gráfico 108 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 121 |
| Gráfico 109 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 122 |
| Gráfico 110 - Dados de pH.....                     | 122 |
| Gráfico 111 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 123 |
| Gráfico 112 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 123 |
| Gráfico 113 - Dados de Turbidez. ....              | 124 |
| Gráfico 114 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 124 |
| Gráfico 115 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 125 |
| Gráfico 116 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 125 |
| Gráfico 117 - Dados de pH.....                     | 126 |
| Gráfico 118 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 126 |
| Gráfico 119 - Dados de Temperatura da Água.....    | 127 |
| Gráfico 120 - Dados de Turbidez. ....              | 127 |
| Gráfico 121 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 128 |
| Gráfico 122 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 128 |
| Gráfico 123 - Dados de Oxigênio Dissolvido.....    | 129 |
| Gráfico 124 - Dados de pH.....                     | 129 |
| Gráfico 125 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 130 |
| Gráfico 126 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 130 |
| Gráfico 127 - Dados de Turbidez. ....              | 131 |
| Gráfico 128 - Dados de Condutividade Elétrica..... | 131 |
| Gráfico 129 - Dados de Descarga Líquida. ....      | 132 |
| Gráfico 130 - Dados de Turbidez. ....              | 132 |
| Gráfico 131 - Dados de pH.....                     | 133 |
| Gráfico 132 - Dados de Temperatura do Ar. ....     | 133 |
| Gráfico 133 - Dados de Temperatura da Amostra..... | 134 |



|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 134 - Dados de Turbidez. ....                                                                                                            | 134 |
| Gráfico 135 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Aratoí Grande, do ano de 2014. ....      | 137 |
| Gráfico 136 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Fazenda Sabesa, do ano de 2014. ....     | 137 |
| Gráfico 137 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Grajaú II, do ano de 2014. ....          | 138 |
| Gráfico 138 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Fazenda Remanso, do ano de 2014. ....    | 138 |
| Gráfico 139 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Barra do Corda, do ano de 2014. ....     | 139 |
| Gráfico 140 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Flores, do ano de 2014. ....             | 139 |
| Gráfico 141 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Santa Vitória, do ano de 2014. ....      | 140 |
| Gráfico 142 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Joselândia, do ano de 2014. ....         | 140 |
| Gráfico 143 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Pedreiras II, do ano de 2014. ....       | 141 |
| Gráfico 144 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica São Luiz Gonzada, do ano de 2014. ....   | 141 |
| Gráfico 145 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Bacabal, do ano de 2014. ....            | 142 |
| Gráfico 146 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Itaipava do Grajaú, do ano de 2014. .... | 142 |
| Gráfico 147 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Fazenda Capueira, do ano de 2014. ....    | 144 |
| Gráfico 148 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Munim, do ano de 2014. ....               | 144 |
| Gráfico 149 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Nina Rodrigues, do ano de 2014. ....      | 145 |
| Gráfico 150 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Bonsucesso, do ano de 2014. ....          | 145 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 151 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Iguará, do ano de 2014. ....             | 146 |
| Gráfico 152 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica São Benedito do ano de 2014.....         | 146 |
| Gráfico 153 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Urbano Santos, do ano de 2014. ....      | 147 |
| Gráfico 154 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Turiaçu, Estação Fluviométrica Alto Turi, do ano de 2014. ....        | 148 |
| Gráfico 155 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Turiaçu, Estação Fluviométrica BR 316 Rio Paruá, do ano de 2014.....  | 148 |
| Gráfico 156 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Maracaçumé, Estação Fluviométrica Maracaçumé do ano de 2014. ....     | 149 |
| Gráfico 157 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Gurupi, Estação Fluviométrica Alto Bonito, do ano de 2014. ....       | 150 |
| Gráfico 158 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Gurupi, Estação Fluviométrica Fazenda Rural Zebu, do ano de 2014..... | 151 |
| Gráfico 159 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Alto Alegre, do ano de 2014. ....      | 152 |
| Gráfico 160 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Pindaré-Mirim, do ano de 2014.....     | 152 |
| Gráfico 161 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Vale do Pindaré, do ano de 2014.....   | 153 |
| Gráfico 162 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Esperantina, do ano de 2014. ....      | 153 |
| Gráfico 163 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Fazenda Varig, do ano de 2014.....     | 154 |
| Gráfico 164 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica São Felinho, do ano de 2014. ....    | 156 |
| Gráfico 165 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Mirador, do ano de 2014. ....        | 156 |
| Gráfico 166 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Colinas, do ano de 2014. ....        | 157 |
| Gráfico 167 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Montevideu, do ano de 2014.....      | 157 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 168 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Caxias, do ano de 2014. ....         | 158 |
| Gráfico 169 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Codó, do ano de 2014. ....           | 158 |
| Gráfico 170 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Coroatá, do ano de 2014. ....        | 159 |
| Gráfico 171 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Cantanhede, do ano de 2014. ....     | 159 |
| Gráfico 172 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Picos, do ano de 2014. ....          | 160 |
| Gráfico 173 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Carolina, do ano de 2014. ....       | 161 |
| Gráfico 174 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Descarreto, do ano de 2014. ....     | 162 |
| Gráfico 175 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Tocantinópolis, do ano de 2014. .... | 162 |
| Gráfico 176 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 181 |
| Gráfico 177 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 182 |
| Gráfico 178 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 183 |
| Gráfico 179 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 184 |
| Gráfico 180 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 185 |
| Gráfico 181 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 186 |
| Gráfico 182 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 187 |
| Gráfico 183 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 188 |
| Gráfico 184 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta. ....                       | 189 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 185 – Análise comparativa em relação a clorofila (período chuvoso e seco).             | 193 |
| Gráfico 186 – Análise comparativa em relação a fósforo (período chuvoso e seco).               | 193 |
| Gráfico 187 – Análise comparativa em relação ao $\text{NO}^3$ (período chuvoso e seco).        | 194 |
| Gráfico 188 – Análise comparativa em relação ao $\text{NO}^2$ (período chuvoso e seco).        | 194 |
| Gráfico 189 – Análise comparativa em relação ao nitrogênio amoniacal (período chuvoso e seco). | 195 |
| Gráfico 190 – Análise comparativa em relação à turbidez (período chuvoso e seco).              | 195 |
| Gráfico 191 – Análise comparativa em relação à temperatura (período chuvoso e seco).           | 196 |
| Gráfico 192 – Análise comparativa em relação ao pH (período chuvoso e seco).                   | 196 |
| Gráfico 193 – Análise comparativa em relação ao potencial redox (período chuvoso e seco).      | 197 |
| Gráfico 194 – Análise comparativa em relação à condutividade (período chuvoso e seco).         | 197 |
| Gráfico 195 – Análise comparativa em relação à turbidez (período chuvoso e seco).              | 198 |
| Gráfico 196 – Análise comparativa em relação ao OD (período chuvoso e seco).                   | 198 |
| Gráfico 197 – Análise comparativa em relação à TDS (período chuvoso e seco).                   | 199 |
| Gráfico 198 – Análise comparativa em relação à porcentagem OD (período chuvoso e seco).        | 199 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Mearim. ....                                                                                                                                                                           | 136 |
| Tabela 2 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Mumin. ....                                                                                                                                                                            | 143 |
| Tabela 3 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Turiaçu. ....                                                                                                                                                                          | 147 |
| Tabela 4 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Maracaçumé. ....                                                                                                                                                                       | 149 |
| Tabela 5 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Gurupi. ....                                                                                                                                                                           | 150 |
| Tabela 6 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Pindaré. ....                                                                                                                                                                          | 151 |
| Tabela 7 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Itapecuru. ....                                                                                                                                                                        | 155 |
| Tabela 8 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Tocantins. ....                                                                                                                                                                        | 160 |
| Tabela 9 - Valores de referência de disponibilidade hídrica. ....                                                                                                                                                                               | 163 |
| Tabela 10 - Dados de vazão, concentração e carga de fósforo e nitrogênio no rio Tocantins. ....                                                                                                                                                 | 171 |
| Tabela 11 - Análise das amostras coletadas, <i>in loco</i> , correspondente ao Rio Munim no município de Axixá-MA. ....                                                                                                                         | 178 |
| Tabela 12 - Resultado dos dados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO <sub>3</sub> , Nitrito NO <sub>2</sub> , Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período chuvoso. .... | 190 |
| Tabela 13 - Resultado dos dados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO <sub>3</sub> , Nitrito NO <sub>2</sub> , Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período seco. ....    | 191 |



## SUMÁRIO

|            |                                                                    |           |
|------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                            | <b>20</b> |
| <b>2</b>   | <b>ABORDAGEM METODOLÓGICA .....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>3</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Bacias Hidrográficas do Maranhão .....</b>                      | <b>26</b> |
| 3.1.1.     | Bacia hidrográfica do Rio Tocantins .....                          | 27        |
| 3.1.2.     | Bacia hidrográfica do Rio Gurupi.....                              | 28        |
| 3.1.3.     | Bacia hidrográfica do Rio Munim.....                               | 28        |
| 3.1.4.     | Bacia hidrográfica do Rio Itapecuru .....                          | 29        |
| 3.1.5.     | Bacia hidrográfica do Rio Pindaré .....                            | 30        |
| 3.1.6.     | Bacia hidrográfica do Rio Mearim .....                             | 30        |
| 3.1.7.     | Bacia hidrográfica do Rio Maracaçumé.....                          | 31        |
| 3.1.8.     | Bacia hidrográfica do Rio Turiaçu .....                            | 32        |
| 3.1.9.     | Bacia hidrográfica do Rio Pericumã .....                           | 32        |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS FINAIS .....</b>                                     | <b>34</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Compilação de Resultados (janeiro a setembro de 2018):.....</b> | <b>34</b> |
| 4.1.1      | Parâmetros de qualidade de água.....                               | 34        |
| 4.1.1.1    | Coliformes fecais .....                                            | 34        |
| 4.1.1.2.   | Condutividade Elétrica.....                                        | 34        |
| 4.1.1.3    | Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) .....                          | 34        |
| 4.1.1.4    | Descarga Líquida.....                                              | 35        |
| 4.1.1.5    | Fósforo Total .....                                                | 35        |
| 4.1.1.6    | Nitrogênio .....                                                   | 35        |
| 4.1.1.7    | Oxigênio Dissolvido .....                                          | 35        |
| 4.1.1.8    | pH.....                                                            | 36        |
| 4.1.1.9    | Temperatura.....                                                   | 36        |
| 4.1.1.10   | Turbidez .....                                                     | 36        |
| 4.1.2      | Estações de Monitoramento do PNQA.....                             | 37        |
| 4.1.2.1    | Bacia Rio Tocantins.....                                           | 37        |
|            | Coliformes fecais .....                                            | 37        |
|            | Condutividade Elétrica.....                                        | 38        |
|            | Demanda Bioquímica de Oxigênio .....                               | 39        |
|            | Fósforo Total .....                                                | 41        |

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nitrogênio Total .....                                                                                   | 42         |
| Oxigênio Dissolvido (OD) .....                                                                           | 44         |
| pH.....                                                                                                  | 46         |
| Temperatura.....                                                                                         | 49         |
| Turbidez.....                                                                                            | 52         |
| <b>4.1.2.2 Bacia Atlântico, Trecho Norte-Nordeste .....</b>                                              | <b>54</b>  |
| Condutividade Elétrica.....                                                                              | 54         |
| Descarga Líquida.....                                                                                    | 56         |
| Oxigênio Dissolvido (OD) .....                                                                           | 58         |
| pH.....                                                                                                  | 60         |
| Temperatura.....                                                                                         | 62         |
| Turbidez.....                                                                                            | 66         |
| <b>5      ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DO HIDROWEB: qualidade de água.....</b>                                | <b>68</b>  |
| <b>6      SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS: comportamento das vazões nas bacias maranhenses .....</b> | <b>135</b> |
| <b>6.1    Estações Fluviométricas do Hidroweb: vazão .....</b>                                           | <b>136</b> |
| 6.1.1 Bacia do Mearim.....                                                                               | 136        |
| 6.1.2 Bacia do Munim.....                                                                                | 143        |
| 6.1.3 Bacia do Turiaçu.....                                                                              | 147        |
| 6.1.4 Bacia do Maracaçumé .....                                                                          | 149        |
| 6.1.5 Bacia do Gurupi.....                                                                               | 150        |
| 6.1.6 Bacia do Pindaré .....                                                                             | 151        |
| 6.1.7 Bacia do Itapecuru.....                                                                            | 154        |
| 6.1.8 Bacia do Tocantins .....                                                                           | 160        |
| <b>7      USOS DAS ÁGUAS .....</b>                                                                       | <b>165</b> |
| <b>8      REDES DE MONITORAMENTO .....</b>                                                               | <b>168</b> |
| <b>9      OUTRAS ATIVIDADES.....</b>                                                                     | <b>169</b> |
| <b>9.1    Visita Técnica.....</b>                                                                        | <b>169</b> |
| 9.1.1 Palestra .....                                                                                     | 169        |
| 9.1.2 Treinamento do uso da sonda multiparâmetros .....                                                  | 169        |
| 9.1.3 Coleta de água: Município de Axixá, rio Munim.....                                                 | 170        |
| 9.1.4 Simulação de carga de nutrientes .....                                                             | 171        |

|       |                                                                                                    |            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.1.5 | Curso de Preparação para Elaboração de Cenários Prognósticos do ZEE.....                           | 173        |
| 9.1.6 | Capacitação da Equipe do ZEE.....                                                                  | 176        |
| 10    | <b>PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: análise da qualidade da água.....</b>                               | <b>177</b> |
| 10.1  | Resultados das variáveis limnológicas.....                                                         | 175        |
| 10.2  | Análise da qualidade da água superficial: análise laboratorial.....                                | 187        |
| 10.3  | Comparação entre as análises de qualidade da água, em pontos comuns no período chuvoso e seco..... | 190        |
| 11    | <b>PROPOSTA DE MONITORAMENTO .....</b>                                                             | <b>200</b> |
|       | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                            | <b>201</b> |
|       | <b>ANEXOS .....</b>                                                                                | <b>208</b> |
|       | <b>ANEXO A .....</b>                                                                               | <b>209</b> |
|       | <b>ANEXO B .....</b>                                                                               | <b>212</b> |
|       | <b>ANEXO C .....</b>                                                                               | <b>213</b> |
|       | <b>ANEXO D .....</b>                                                                               | <b>214</b> |
|       | <b>ANEXO E .....</b>                                                                               | <b>215</b> |
|       | <b>APÊNDICES .....</b>                                                                             | <b>216</b> |
|       | <b>APÊNDICE A – REGISTRO FOTOGRÁFICO .....</b>                                                     | <b>217</b> |
|       | <b>APÊNDICE B – LISTAS DE FREQUÊNCIAS DAS PALESTRAS. ....</b>                                      | <b>231</b> |
|       | <b>APÊNDICE C – TABELAS COM AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS: PRIMEIRA COLETA.....</b>                 | <b>233</b> |
|       | <b>APÊNDICE D – TABELAS COM AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS: SEGUNDA COLETA.....</b>                  | <b>235</b> |
|       | <b>APÊNDICE E – TABELAS COM AS ANÁLISES LABORATORIAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS .....</b>      | <b>237</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente pressão sobre os recursos de água doce causada pelo aumento da demanda, pelo desperdício e pela progressiva poluição em nível planetário é tema de profunda preocupação, ao ponto de se chegar a considerá-lo como o problema-chave do século XXI. Isto significa que é necessário o desenvolvimento de uma política bem-sucedida de gerenciamento de recursos hídricos, de modo a que estes satisfaçam, sem impactar negativamente o ambiente, as necessidades sociais, em consonância com o suporte para o ordenamento territorial e ambiental (LEAL, 2012).

Tem-se que os volumes de água doce de toda a Terra somam apenas cerca de 200 mil quilômetros cúbicos, entretanto, o ciclo hidrológico possibilita a renovação dos volumes de água. As características de instabilidade e mobilidade dos volumes de água caracterizam o ciclo hidrológico e somente 0,3% do total de recursos de água doce está disponível para consumo. Este, armazenado em lagos flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento juntamente com as águas subterrâneas (TUNDISI, 2015; REBOUÇAS et al., 2015).

Como o intuito de viabilizar o gerenciamento adequado, sugere-se intervenções em nível de bacia hidrográfica, o que seria justificado pela limnologia pelo fato de a bacia hidrográfica que é uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo ter extensão em várias escalas espaciais (TUNDISI, 2003 adaptado de TUNDISI, 2015).

Para Silva e Rodrigues (2009), uma das unidades/categorias diferenciadas utilizada no planejamento ambiental têm sido as bacias hidrográficas. Estas constituem um sistema ambiental que é organizado e definido principalmente pelo conjunto do escoamento hídrico superficial e subsuperficial.

De acordo com Silva e Conceição (2011), bacias hidrográficas ou bacias de drenagem, representam a área da superfície terrestre constituída por um conjunto de redes de drenagens ou sistemas de cursos d'água conectados, que convergem direta ou indiretamente para um leito principal. Estas têm grande importância não só no contexto hidrológico, mas também ecológico, econômico e social de uma região. Christofolletti (2004), ao abordar a Teoria de Sistemas Complexos, insere a bacia hidrográfica como um sistema geográfico espacial onde há uma interação entre todos seus componentes naturais e socioeconômicos.

Barrera Lobatón (2009) amplia essa concepção, acrescentando que a bacia hidrográfica concerne ao espaço geográfico, onde os grupos sociais se desenvolvem, podendo ser considerada uma unidade ambiental. A escala de análise estabelecida quanto a uma bacia hidrográfica é em razão de sua dimensão territorial, e com o enfoque geoecológico paisagístico é possível uma compartimentação quanto às suas diferentes feições paisagísticas naturais e culturais.

Uma das grandes limitações no planejamento de bacia hidrográficas deve-se às questões relacionadas com a definição de competências políticas, legais e administrativas, uma vez que envolve diferentes atores sociais, econômicos, bem como gestores e usuários (SILVA; RODRIGUEZ, 2014).

O Brasil possui condições ambientais favoráveis que o colocam em vantagem, frente aos recursos naturais disponíveis, principalmente, quanto ao aspecto - bacia hidrográfica, como é o caso das bacias do Bioma Amazônico. Com isso, o uso conservacionista dos recursos hidrológicos demanda investigações para apontar áreas críticas à preservação de ecossistemas aquáticos (ARTAXO, 2007).

Segundo Carvalho (2014), um dos principais instrumentos adotados direta e indiretamente no planejamento das bacias hidrográficas, que poderiam se enquadrar como propostas de planejamentos ambientais é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), que é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) regulamentado pelo Decreto Federal 4.297/2002 (BRASIL, 2002).

Para Silva e Rodriguez (2014), o zoneamento ambiental consiste em uma das bases essenciais para se estabelecerem as estratégias de planejamento de um território. Ele estabelece os limites espaciais, nos quais se instituirão as ações de gestão, por meio de um zoneamento funcional. Este por sua vez, estabelecerá as zonas sobre as quais se vincularão as políticas públicas e ações de gestão do território, devendo ter um caráter administrativo institucional e uma participação intrínseca da coletividade presente no território.

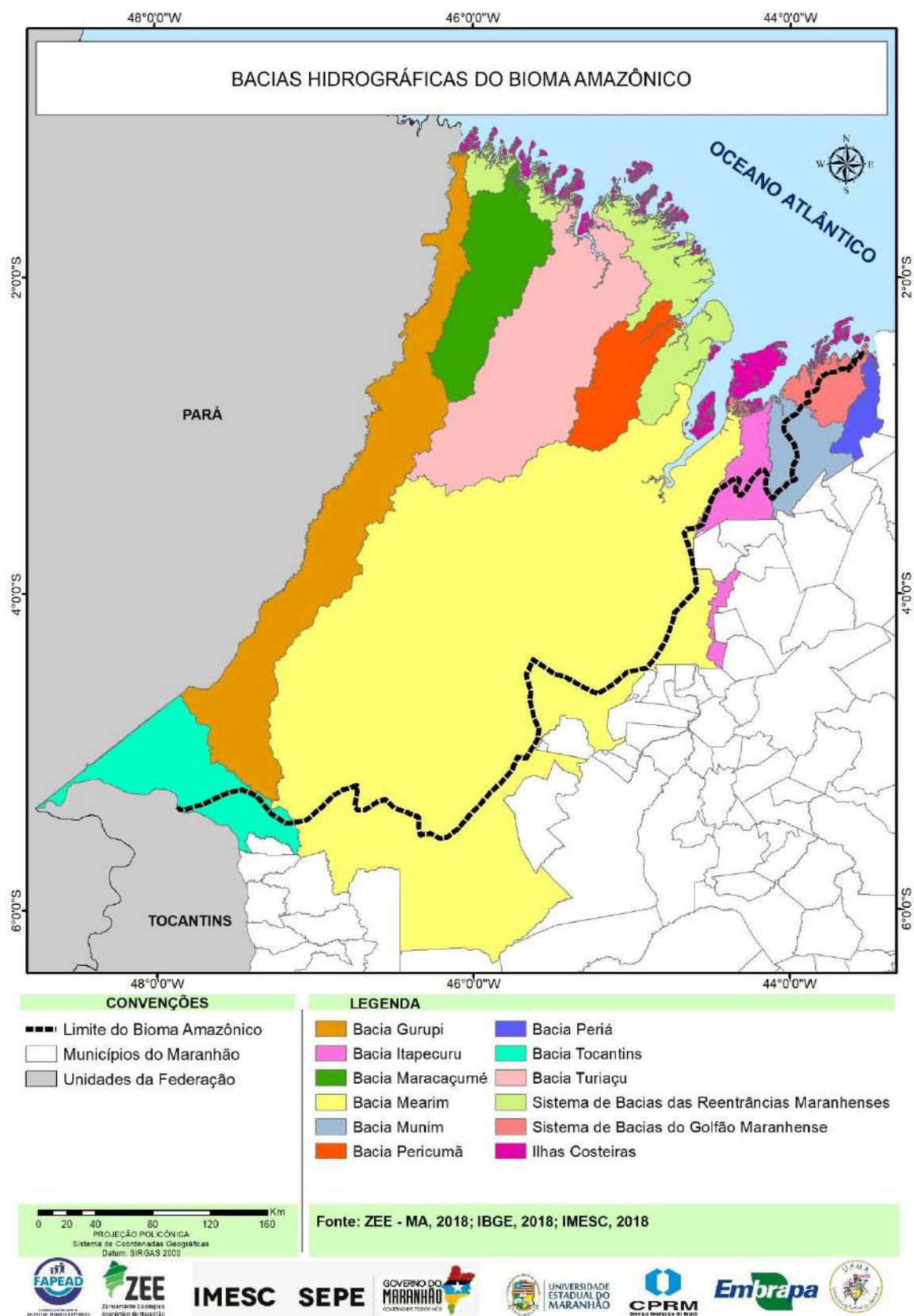
O Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) é um instrumento para planejar e ordenar o território brasileiro, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais. Demanda um efetivo esforço de compartilhamento institucional, voltado para a integração das ações e políticas públicas territoriais, bem como articulação com a sociedade civil, integrando seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (BRASIL, 2013).



Nos últimos anos, o MacroZEE tem sido a proposta do governo brasileiro para apoiar as decisões de planejamento do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis, tornando-se um programa do Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal, gerenciado pelo Ministério do Meio Ambiente e com execução descentralizada por diversos órgãos federais e estaduais (BRASIL, 2010).

No Maranhão, encontra-se uma grande extensão de recursos hídricos formada por bacias hidrográficas, lacustres e águas subterrâneas, totalizando uma área de 325.650km<sup>2</sup>. Esta pesquisa tratará de nove bacias (Figura 1) que representam 75% desses recursos no estado, sendo 30.300km<sup>2</sup> da Bacia do Tocantins e 16.000km<sup>2</sup> do Gurupi, que são bacias limítrofes; 15.800km<sup>2</sup> da Bacia do Munim, 54.300km<sup>2</sup> do Itapecuru, 40.400km<sup>2</sup> do Pindaré e 56.200km<sup>2</sup> do Mearim, sendo bacias genuinamente maranhenses e 7.700km<sup>2</sup> do Maracaçumé, 13.400km<sup>2</sup> do Turiaçu e 10.800km<sup>2</sup> do Pericumã, que são bacias secundárias (MARANHÃO, 2002).

Figura 1 - Mapa das bacias hidrográficas do Bioma Amazônico



O zoneamento e monitoramento limnológico dessas bacias visam avaliar a qualidade e as condições em que se encontram as águas desses ecossistemas em um determinado período de tempo, tendo em vista que não há monitoramento constante devido às dificuldades em fazê-lo de forma adequada em alguns Estados, pela ausência de redes estaduais de monitoramento.

O Estado do Maranhão ainda não possui um Macro ZEE concluído, segundo os critérios legais e diretrizes metodológicas estabelecidos. Diante desse contexto, a inserção de parte do Maranhão em área de Amazônia Legal interfere na gestão territorial do Estado, considerando políticas específicas para essa região, como a determinação legal de elaboração de um ZEE, como um instrumento técnico para planejar a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2010). No caso específico deste trabalho tem-se a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA), em escala 1:250.00 do ZEE.

Sendo assim, objetiva-se fazer o monitoramento das nove bacias principais do estado do Maranhão, sendo sete dessas pertencentes ao Bioma Amazônico Maranhense e duas são bacias de grande porte e significância para o Estado, avaliando a qualidade de água, e fazendo um “gerenciamento” ambiental nas referidas bacias hidrográficas. Além de monitorar pontos estratégicos das bacias estudadas; coletar amostras de águas superficiais no período chuvoso e seco; monitorar a qualidade da água das nove bacias nas características químico-físicos e biológicas; acompanhar a evolução da qualidade das águas e elaborar diagnósticos para o Bioma Amazônico Maranhense, em pontos estratégicos das bacias em estudo.

Espera-se ainda, contribuir na identificação de lacunas e oportunidades de pesquisa em Limnologia, que podem ser a base para futuros projetos a serem desenvolvidos na Amazônia Maranhense.

## 2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

No âmbito deste trabalho, utilizaram-se os dados das Estações de Monitoramento do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA (<http://portalpnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>), coordenado pela Agência Nacional de Águas – ANA. As medições das variáveis analisadas foram: Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Potencial Redox, Temperatura do Ar e da Água, Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos, disponíveis para a região em estudo.

Utilizou-se ainda o Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>), disponível no site da ANA, para seleção de todas as estações fluviométricas e análise de dados hidrológicos. Foram considerados os dados totais anuais precipitados, referentes aos mesmos anos utilizados para a análise de vazões nas estações fluviométricas, dando-se preferência para a utilização de dados consistidos.

Para análise dos eventos de vazão, foram utilizados dados mensais de vazão (Q) das estações fluviométricas distribuídas ao longo das bacias hidrográficas na região. Essas informações foram adquiridas do banco de dados fluviométricos da ANA. Posteriormente, os dados médios mensais de vazão foram tabulados em planilhas do Excel (versão 2010).

As análises físico-químicas da água foram determinadas, *in loco*, com o auxílio da sonda multiparamétrica de qualidade da água HORIBA (Série U-50). Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e levadas ao Laboratório para análises das variáveis. Foram considerados como principais parâmetros de referência os da Resolução CONAMA n.º 357, de março de 2005, que dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento e dá outras providências (BRASIL, 2005).

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Bacias Hidrográficas do Maranhão**

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água e da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. Compõe-se, basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem, resultando em um leito único (GUERRA, et al., 2006).

O Maranhão é um dos estados brasileiros que se destaca por sua malha hidrográfica de grandes dimensões, cujos rios distinguem-se por serem permanentes e manterem expressivo volume de água durante todo o ano. As bacias hidrográficas do Maranhão apresentam importância fundamental, não somente no contexto econômico e energético, mas também ecológico e sociocultural (ALCÂNTARA, 2004).

Segundo Vale et al. (2014), todas as bacias maranhenses são fundamentalmente importantes a nível econômico, ambiental e social, uma vez que a população ribeirinha possui uma ampla relação de dependência com a pesca como atividade principal.

As bacias hidrográficas maranhenses ocupam uma área de 325.650km<sup>2</sup>, sendo constituídas por três bacias limítrofes (35,4%) e nove bacias internas (64,6%). As bacias do Parnaíba, a Leste; do Tocantins, a Sudoeste e Gurupi, a Noroeste, correspondem às bacias hidrográficas de domínio federal. Já as bacias do domínio estadual são representadas pelos sistemas hidrográficos estaduais das Ilhas Maranhenses e do Litoral Ocidental, bem como as bacias hidrográficas Mearim, Itapecuru, Munim, Turiaçu, Maracaçumé, Preguiças e Pericumã. Das bacias perenes, destacam-se as de maior extensão: Mearim (99.920Km<sup>2</sup>), Itapecuru (52.972Km<sup>2</sup>) e Gurupi (34.775Km<sup>2</sup>) (MMA, 2006).

Na totalidade, estas bacias formam uma área de aproximadamente 202.203,50km<sup>2</sup>, ou seja, 60,90% da área total do Estado do Maranhão. Quase toda a rede de drenagem maranhense se faz no sentido: Sul – Norte, através de numerosos rios independentes que se dirigem para o Atlântico, a exemplo do Gurupi, Turiaçu, Pindaré, Mearim, Itapecuru e Parnaíba. No sudoeste do Estado, uma pequena parte do escoamento se faz em direção a Oeste (FERREIRA, 2008).

Dentre as dez<sup>1</sup> bacias do Bioma Amazônico, nove serão avaliadas nas variáveis descritas anteriormente, nos níveis de alto, médio e baixo curso, e esses serão determinados de acordo com a condição da bacia em estudo. O monitoramento nas bacias hidrográficas do Maranhão não é realizado constantemente, sendo necessária uma avaliação mais precisa para afirmar, atualmente, a qualidade de água dessas bacias e se ter uma continuidade dessa avaliação.

### 3.1.1. Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins

Apresenta uma superfície de 967.059km<sup>2</sup>; correspondente a 11% do território nacional, com as seguintes partes: Goiás (26,8%), Tocantins (34,2%), Pará (20,8%), Maranhão (3,8%), Mato Grosso (14,3%) e o Distrito Federal (0,1%). A vazão é de 11.800m<sup>3</sup>/s, fornecendo uma vazão específica média de 15,6l/s/km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2011).

Salienta-se ainda que em território maranhense a bacia possui uma área de 30.665,15km<sup>2</sup>. Nela encontram-se 23 municípios, dos quais, 18 possuem sedes dentro dela e 13 municípios estão totalmente inseridos na bacia do Rio Tocantins. Na área residem 498.105 habitantes, o que representa 7,6% da população do estado do Maranhão. Desse total, 390.105 habitantes (78,3%) são residentes da zona urbana, enquanto que 108.000 (21,7%) residem na zona rural da bacia. A densidade demográfica na bacia do Rio Tocantins é de 16,24hab./km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2011).

Segundo a ANA (2005), as maiores demandas de água, principalmente para atividade de irrigação, estão nas sub-regiões hidrográficas do Araguaia (11,77m<sup>3</sup>/s) e Tocantins (8,37m<sup>3</sup>/s). Entre as atividades impactantes nesta bacia estão: a construção de hidrelétricas, a estruturação de hidrovias, desmatamento, transposição de águas, projetos de irrigação, entre outros que têm levado à perda da qualidade e quantidade de água (SANTOS, 2015).

---

<sup>1</sup>A bacia do rio Peria não será considerada para amostragem da qualidade da água por causa da sua representatividade territorial.



### 3.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi

A bacia hidrográfica do rio Gurupi é um dos principais rios da porção oeste do Maranhão (MARTINS; OLIVEIRA, 2011). Está incluída em 70% do Maranhão, com uma área de 15.953,91km<sup>2</sup>, representando 4,80% da área do Estado. Nela estão localizados 13 municípios, dos quais oito possuem sedes dentro dela, e apenas dois (Boa Vista do Maranhão e Itinga do Maranhão) estão totalmente inseridos nesta bacia. (MARANHÃO, 2011).

O rio Gurupi nasce em território maranhense e seus principais afluentes distribuem-se em territórios paraenses. Recebe águas dos rios Gurupi-Mirim, Guajará, Rolim, Coaraci-Paraná, Uraim e Piriá (MMA, 2006).

De acordo com Santos e Leal (2013), o principal uso das águas da bacia do Gurupi é para consumo, destacando-se a dessedentação e abastecimento humano, tendo problemas relacionados com o desmatamento, extração de madeira e queimadas. No entanto, a demanda fornecida para instalação de guseiras é preocupante, além de atividades garimpeiras e madeireiras (MMA, 2006).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2006), a bacia do Gurupi, em parte maranhense, compreende apenas dois municípios, Carutapera e Açailândia, nos quais se concentram as atividades industriais que atingem os formadores do rio Gurupi. Nela se concentram 4,2% das atividades industriais do estado do Maranhão, sendo que é notório o impacto dessas atividades nos trechos de alto e baixo curso da bacia do rio Gurupi.

### 3.1.3. Bacia hidrográfica do Rio Munim

O rio principal da bacia do Munim tem 320km de extensão e deságua na baía de São José, em Axixá e Icatu (IBGE, 1997, p.25). A área de drenagem da bacia corresponde a 15.350km<sup>2</sup>, com drenagem dentrítica de regime perene. Essa bacia tem 27 municípios, sendo que 15 possuem sedes dentro dela, e apenas sete estão totalmente inseridos nela. A população residente é de 320.001 habitantes, com densidade demográfica de 20,10hab./km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2011). Os recursos hídricos da região de Planejamento do Alto Munim são constituídos por um sistema de drenagem que compõe as bacias hidrográficas do Munim (predominante), uma pequena parte de afluentes do Peria, Preguiças e Parnaíba (IMESC, 2014).

Para Santos (2010), a atividade siderúrgica em Rosário, um dos municípios integrantes da bacia do rio Munim, tem contribuído para o desmatamento, em decorrência da produção de carvão vegetal no médio e alto Munim. Mais recentemente, a fronteira agrícola da soja chegou aos municípios de Mata Roma/MA, Anapurus/MA e Chapadinha/MA. No seu alto curso, a atividade alcooleira em Coelho Neto/MA e áreas adjacentes vêm atingindo os formadores do Munim, provocando danos ambientais na região.

As informações supracitadas são ratificadas por estudos realizados pelo IMESC (2014), na região do Alto Munim, onde percebeu-se que esses danos ao ambiente estão sendo ampliados pelo índice de clandestinidade da atividade, nos quais os impactos ambientais são descontrolados, alterando a dinâmica e o equilíbrio da paisagem.

#### 3.1.4. Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Etimologicamente, o nome Itapecuru é indígena e significa “água que caminha entre pedras”. Na língua nativa, “Ita” é pedra, “Pe” significa caminho e “Curu”, influência (MEDEIROS, 2001). Os mais importantes afluentes do Itapecuru, no seu médio curso, são os rios Correntes, Itapecuruzinho e Piraquê, todos eles na sua margem direita. Pela margem esquerda os afluentes são os rios Pucumã, Baixão do Vigia, Baixão da Bandeira, Douradinho e Olho d’Água. No baixo curso, o Itapecuru recebe as contribuições do Pirapemas, Peritoró, Limpeza, Codozinho, Jundiaí, Riachão, Alagadiço e Cachimbo (MMA, 2006).

O rio Itapecuru foi segmentado, de acordo com as características morfológicas de regiões por onde passa, em Alto Curso, Médio Curso e Baixo Curso. O alto curso corresponde ao trecho que vai das nascentes na serra da Cruzeiras e do Alpercatas até o Município de Colinas, com uma extensão de aproximadamente 320km (MEDEIROS, 2001).

No seu alto curso, o Itapecuru possui poucos metros de largura e profundidade da ordem de 1,5m, em média, contudo em Mato Grosso essa largura é de apenas 5m, já entre Feira da Várzea e Mirador chega a 25m de largura. Nas nascentes, o Itapecuru recebe o rio Alpercatas; a largura chega a aproximadamente 45m. Nesse ponto do rio, a profundidade máxima é de 2,60m, medidos na cidade de Colinas. No Município de Colinas inicia-se o médio curso do Itapecuru, estendendo-

se até o Município Caxias, num percurso que totaliza aproximadamente 230km (MMA, 2006).

A bacia compreende um total de 57 municípios, desses, 37 têm sedes municipais localizadas na bacia e, apenas vinte municípios estão inseridos nela. Com uma população de 1.019.398 habitantes, representando 15,5% da população do Maranhão, sua densidade demográfica chega a 19,16hab./km<sup>2</sup>, equivalendo-se à densidade demográfica estadual (MARANHÃO, 2011).

Os recursos hídricos da bacia têm múltiplos usos, dos quais se destacam: o abastecimento de São Luís/MA e das cidades inseridas na bacia, o transporte, a recreação, a dessedentação de animais, a irrigação, a agricultura de vazante, dentre outros (SANTOS, 2010). É importante ressaltar que a navegação está sendo prejudicada em função do processo do assoreamento que os corpos d'água vêm passando nos últimos anos.

#### 3.1.5. Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré

A bacia do Pindaré é uma das bacias genuinamente maranhenses que fazem parte do Golfão Maranhense e ocupa uma área de 40.400km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2002; SEMATUR, 1991). Seu percurso é de 720km, desde a nascente na Serra do Gurupi até a desembocadura na baía de São Marcos (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

O Rio Pindaré, nasce nas elevações que formam o divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Mearim e Tocantins, nas proximidades da cidade de Amarante, em cotas da ordem de 300m. Tem como principais afluentes os Rios Buriticupu, Negro, Paragominas, Zutiua, Timbira, Água Preta e Santa Rita (BACIAS DO NORDESTE, 2000).

O Pindaré, em seu baixo curso, é de grande importância para a navegação, sendo 218km navegável, destacando-se o transporte de carga em suas águas. O rio Pindaré faz parte dos rios mais importantes que drenam a Baixada Maranhense, no entanto, faixas de terras desmatadas ao longo do Pindaré são um problema crítico, além das atividades relacionadas com a mineração, próximas da região (MMA, 2006).

#### 3.1.6. Bacia Hidrográfica do Rio Mearim

Esta bacia possui uma área de aproximadamente 99.058km<sup>2</sup>(MARANHÃO, 1991). Conta com uma extensão de 930km e deságua na baía de São Marcos. No

baixo curso, as marés se estendem por mais de 200km. Os principais rios que compõem a bacia são o próprio Rio Mearim, o Rio Pindaré, Rio Grajaú, Rio das Flores e o Rio Corda. O Mearim tem suas nascentes nas encostas setentrionais da Serra da Menina (SECID, 2014).

Tem duas sub-bacias: a do Rio Pindaré, onde a coleta dos tributos provém das serras do Gurupi e Tiracambu (IBGE, 1997, p.20). A principal nasce a leste de Montes Altos. E a do Rio Grajaú, que tem o mais extenso curso d'água, afluente do Mearim, origina-se na serra da Cinta, no extremo sudoeste do Estado e desloca-se em sentido sudoeste-nordeste, drenando a porção central da bacia do Mearim (SEMATUR, 1991).

Compreende um total de 83 municípios, dos quais, 69 possuem sedes localizadas dentro dela, outros 18 municípios estão totalmente inseridos nessa bacia. Com população de 1.681.307 habitantes, representa aproximadamente 25,6% da população do Maranhão, com densidade demográfica de 16,97hab./km<sup>2</sup> (MARANHÃO, 2011, p.13).

Valente (2006) destaca que, os principais problemas ambientais encontrados nesta bacia são: desmatamento e erosão das margens do rio; poluição das águas por resíduos provenientes de esgotos domésticos e industriais; captação de água para fins agrícolas; extração de areia próximo às margens; entre outros.

### 3.1.7. Bacia Hidrográfica do Rio Maracaçumé

A bacia do rio Maracaçumé, circuncidada pelas bacias do Gurupi e Turiaçu, compreende a área de 7.756,79km<sup>2</sup> e ocupa 2,34% do estado do Maranhão, sendo seus principais afluentes os rios Maracaçumé, Duas Antas, Coqueiro, Macaxeira, Pacovel e Peixe. São encontrados nessa bacia 16 municípios e 8 têm sedes localizadas em seus limites, no entanto, nenhum município está totalmente no território da bacia. O rio principal, Maracaçumé, deságua no Oceano Atlântico e tem uma “vazão de aproximadamente 70m<sup>3</sup>/s”(MARANHÃO, 2011).

Essa bacia apresenta dois Sistemas Hidrográficos Estaduais, o primeiro é o Sistema Hidrográfico do litoral Ocidental, com uma área de 10.226,22km<sup>2</sup>, correspondendo a 3,08% da área total do Estado, e composto por 23 municípios. Os rios pertencentes a esse sistema (Pericumã, Aurá e Uru), conjuntamente com outros rios perenes de pequeno trajeto, apresentam características amazônicas

(MARANHÃO, 2011). O segundo é o Sistema Hidrográfico das Ilhas Maranhenses, constituído por 219 ilhas espalhadas por todo litoral maranhense, com uma área de 3.604,62km<sup>2</sup>, representa 1,09% da área do Estado com 22 municípios.

Os principais usos das águas da bacia do Maracaçumé são para pecuária e abastecimento urbano, sendo seus principais problemas relacionados com o desmatamento, queimadas e assoreamento de rios (SANTOS; LEAL, 2013). Nessa região, também são destacadas as atividades de mineração e exploração de cana de açúcar (MMA, 2006).

#### 3.1.8. Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu

A bacia do Turiaçu encontra-se no Noroeste do Estado e ocupa a área de 14.149,87km<sup>2</sup>, dela fazem parte 16 municípios, mas apenas 2 estão totalmente dentro dos seus limites e 8 têm possuem sedes localizadas dentro dela. O rio dessa bacia é o Turiaçu, que possui 442,01km de extensão e seus principais afluentes são os rios Paraná e Caxias (MARANHÃO, 2011). O rio Turiaçu é de regime equatorial, sendo sua nascente oriunda dos chapadões meridionais do Estado que se assemelham aos afluentes meridionais do rio Amazonas. Nasce nas vertentes da serra do Tiracambu e sua bacia é de conformação dentrítica (MMA, 2006).

A foz dessa bacia é do tipo estuário, o qual constitui um ambiente propício para a reprodução e desenvolvimento de animais aquáticos, visto ser um ecossistema dinâmico, regulado pelos fluxos de maré e extremamente frágil, e daí a importância de sua preservação e conservação (SANTOS, 2010).

As principais atividades econômicas na bacia são a pesca, a agricultura de subsistência, a pecuária e a atividade salineira, porém, essas atividades acabam gerando um impacto no ambiente (SANTOS; LEAL, 2013). No entanto, a bacia do Turiaçu está localizada em uma região de pouca atividade industrial, o que não causa maiores impactos ambientais diretos, mas a atividade salineira necessita de atenção redobrada. Destaca-se também nessa área uma grande demanda de água para dessedentação de animais (MMA, 2006).

#### 3.1.9. Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã

Segundo Maranhão (2002), a bacia do Pericumã ocupa uma área de 10.800km<sup>2</sup>, abrangendo 23 municípios, que são: Pinheiro, Apicum Açu, Cururupu,

Porto Rico do Maranhão, Mirinzal, Cedral, Guimarães, Central do Maranhão, Bequimão, Pedro do Rosário, Presidente Sarney, Serrano do Maranhão, Bacuri, Perimirim, São Bento, Palmeirândia, Bacurituba, São Vicente Ferrer, Olinda Nova, Matinha, São João Batista, Viana e Cajapió (BARROSO, 2007).

De acordo com Barroso (2007), lixões a céu aberto são um grande problema ambiental na área do município de Pinheiro assim como esgotos lançados *in natura* ao longo do rio. Além desses, a criação local de búfalos também se torna um problema de grande impacto ambiental, pois os hábitos desses animais acarretam em aumento da turbidez e contaminação do ambiente.

A Barragem do Pericumã foi construída pelo DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), no município de Pinheiro, para minimizar a penetração da cunha salina, melhorar a qualidade da água e facilitar a navegação pelo rio. No entanto, ao contrário do esperado, desde a construção da barragem, o rio Pericumã tem tido grandes problemas em relação à qualidade de água (acidez) e a montante, do ponto de captação de água para abastecimento (MMA, 2006).



## **4 RESULTADOS FINAIS**

### **4.1 Compilação de Resultados (janeiro a setembro de 2018)**

#### **4.1.1 Parâmetros de qualidade de água**

Os parâmetros de qualidade da água que fazem parte do cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA refletem, principalmente, na contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico. A avaliação da qualidade da água é feita baseada em parâmetros fixados, de forma a obter valores de qualidade em função de sua concentração ou medida (ANA, 2005).

##### **4.1.1.1 *Coliformes Fecais***

De acordo com Von Sperling (1996), “os coliformes fecais (CF) são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais”. São utilizados como indicador de contaminação fecal, pois se apresentam em grande quantidade nas fezes humanas com elevada resistência, comparado com a grande maioria das bactérias intestinais.

##### **4.1.1.2 *Condutividade Elétrica***

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (BRASIL, 2014).

##### **4.1.1.3 *Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)***

É um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água, sendo o parâmetro preferencialmente mais utilizado, e “retrata, de forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo do oxigênio dissolvido” (VON SPERLING, 1996).

#### *4.1.1.4 Descarga Líquida*

Segundo ANA (2014), a descarga líquida é “utilizada para determinar o volume de água que passa por meio de uma seção transversal em determinada unidade de tempo (em geral, um segundo). Quanto maior a precisão durante a medição de descarga líquida (vazão), melhor será o processo de tomada de decisão na área de recursos hídricos e saneamento ambiental”.

#### *4.1.1.5 Fósforo Total*

O fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento, sendo um elemento indispensável para o crescimento de algas e de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e é comumente utilizado para caracterização de corpos d'água (VON SPERLING, 1996).

#### *4.1.1.6 Nitrogênio*

O nitrogênio no meio aquático pode ser encontrado como: nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. Este é de suma importância para o crescimento de algas e para o crescimento de microrganismos, mas quando na forma de nitrato, está relacionado a doenças. Segundo Von Sperling (1996), “nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e desse a nitrato há consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática)”, assim como a amônia é diretamente tóxica para os peixes.

#### *4.1.1.7 Oxigênio Dissolvido*

O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios, que vivem na presença de oxigênio. As bactérias fazem uso do oxigênio no processo respiratório, podendo causar a redução da concentração dele no meio, vindo a matar diversos seres aquáticos, inclusive, peixes e, no caso de ausência de oxigênio, ocorre também a geração de maus odores. Segundo Von Sperling (1996), OD é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

#### 4.1.1.8 pH

O Potencial Hidrogeniônico (pH), “representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$  (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14” (VON SPERLING, 1996).

Ainda segundo o autor, o pH:

- É importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza);
- pH baixo: corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento;
- pH elevado: possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento;
- valores de pH afastados da neutralidade: podem afetar a vida aquática (Ex: peixes) e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

#### 4.1.1.9 Temperatura

É utilizada para medir a intensidade de calor Von Sperling (1996), diz que:

- Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura);
- Elevações da temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido);
- Elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis).

#### 4.1.1.10 Turbidez

Segundo Von Sperling (1996), a turbidez “representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma”. Pode ser de origem natural, onde não é inconveniente aos sanitários diretos, no entanto, desagradável em água potável, e de origem antropogênica, sendo associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Dificulta a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese.

#### 4.1.2 Estações de Monitoramento do PNQA

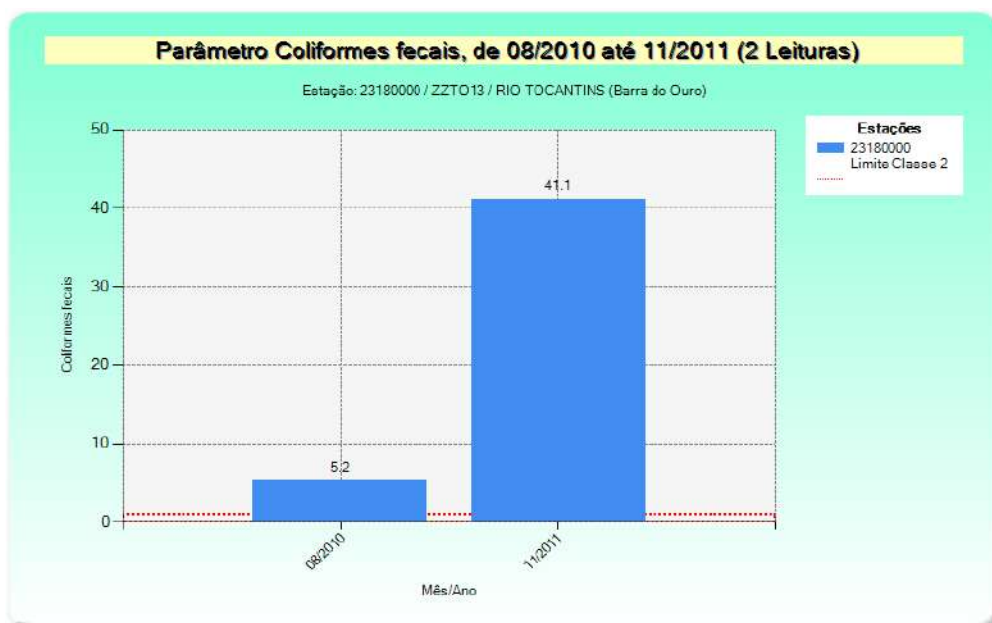
##### 4.1.2.1 *Bacia Rio Tocantins*

###### Coliformes Fecais

Com base nos próprios dados do PNQA, os resultados para coliformes fecais do Rio Tocantins (Figura 2) estão com irregularidade nos dois períodos de coleta, apresentando grande diferença em um período maior que 1 ano.

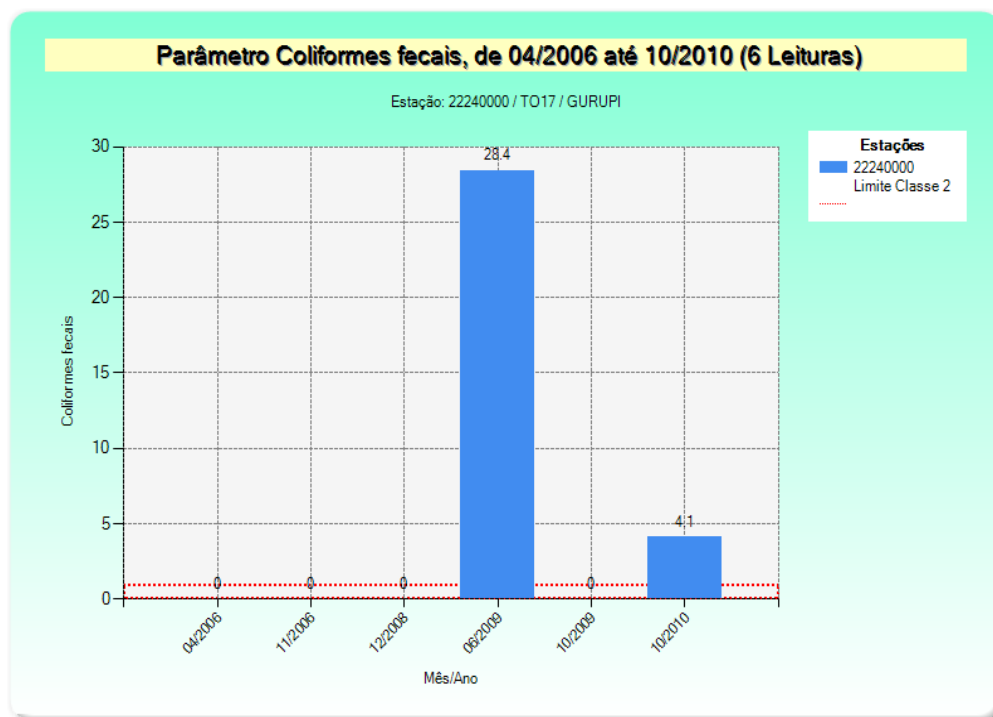
Já no Gurupi (Figura 3), os valores encontrados em 4 períodos de coleta foram 0, estando dentro do limite permitido para Classe 2, enquanto, nos períodos 06/2009 e 10/2010, estão acima, sendo 28,4 e 4,1 respectivamente, havendo uma diferença significativa entre ambos. Borsatto et al. (2010), encontrou os resultados de 4,67 para a média montante e jusante do Rio Tocantins, sendo de 1.100 para jusante e 460 montante no Rio Cacau para coliformes fecais, podendo esse ser decorrente de efluentes de rede doméstica não tratados.

Figura 2 - Coliformes Fecais - Rio Tocantins



Fonte: PNQA.

Figura 3 - Coliformes Fecais - TO17/Gurupi

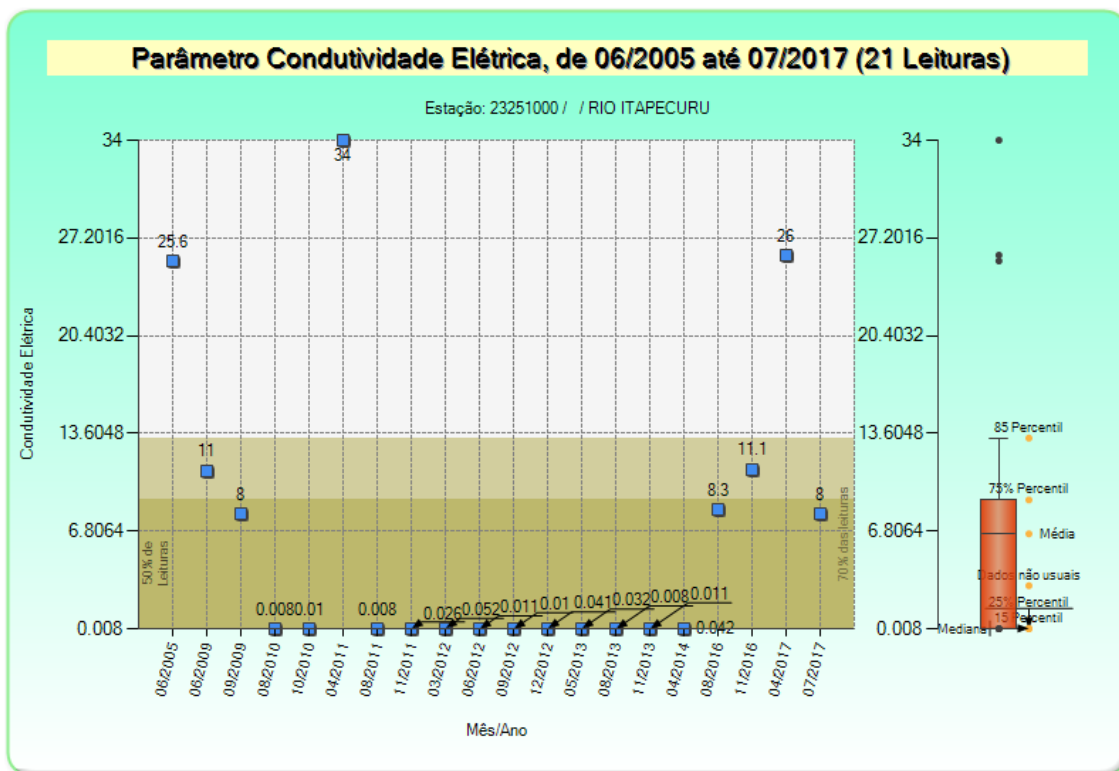


Fonte: PNQA.

### Condutividade Elétrica

Com relação à Condutividade Elétrica do Rio Itapecuru (Figura 4), todos estão acima do limite 0 para Classe 2, no entanto, em 8 meses, os valores elevaram-se, comparados aos outros que permanecem entre 0 e 1. Borsatto et al.(2010), encontraram valores de 45,033 para média a montante e 47,067 para média jusante no Rio Tocantins, e 258,000 no jusante e 262,000 no montante no Rio Cacaú. Já Bezerra et al. (2009) apresentaram o valor de 72,20 para o Rio Itapecuru.

Figura 4 - Condutividade Elétrica - Rio Itapecuru



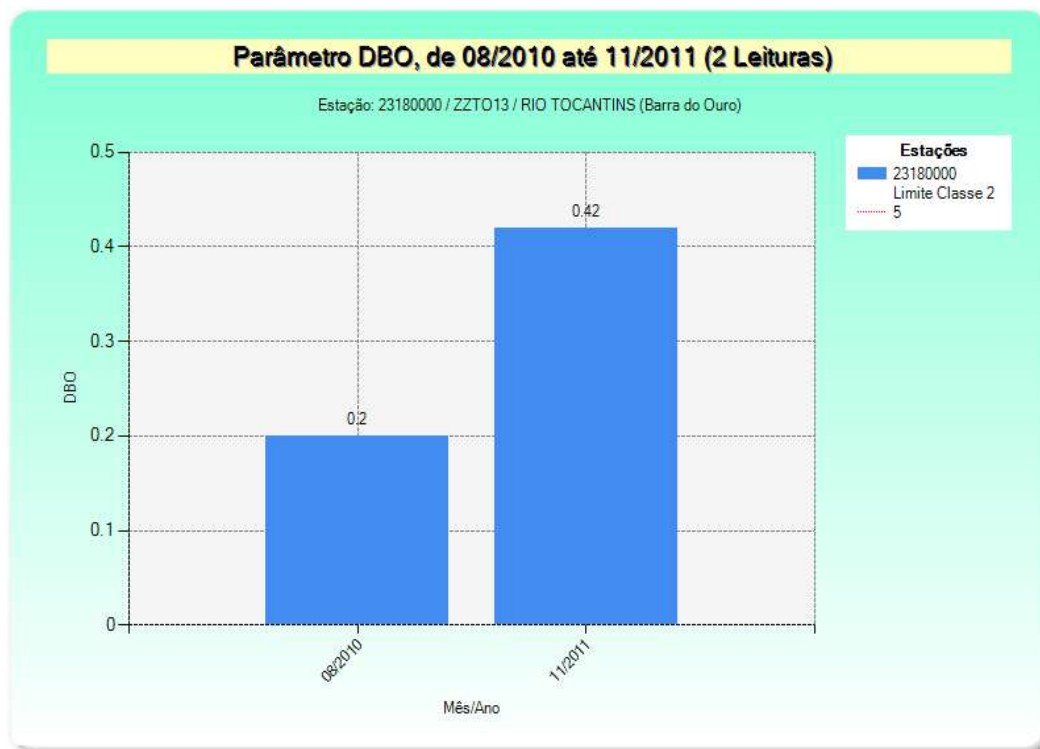
Fonte: PNQA.

### Demanda Bioquímica de Oxigênio

Com base nos dados encontrados na base do PNQA para o Rio Tocantins (Figura 5), o limite referente à Classe 2 para DBO é de 5, logo seus resultados estão dentro da regularidade permitida. Para o Gurupi (Figura 6), os valores encontrados na base do PNQA estão dentro do permitido, tendo similaridade nos resultados em 4 períodos, mas apresentando diferença significativa no primeiro resultado, com 1,9 e o último, sendo 0,05.

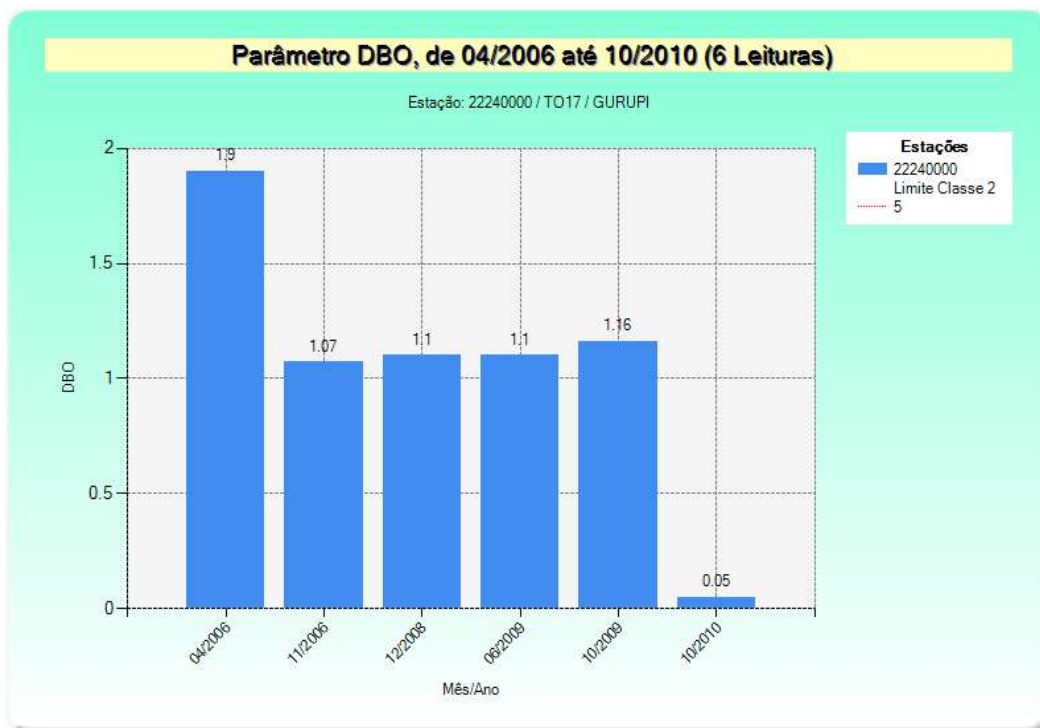


Figura 5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - Rio Tocantins



Fonte: PNQA.

Figura 6 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - TO17/Gurupi



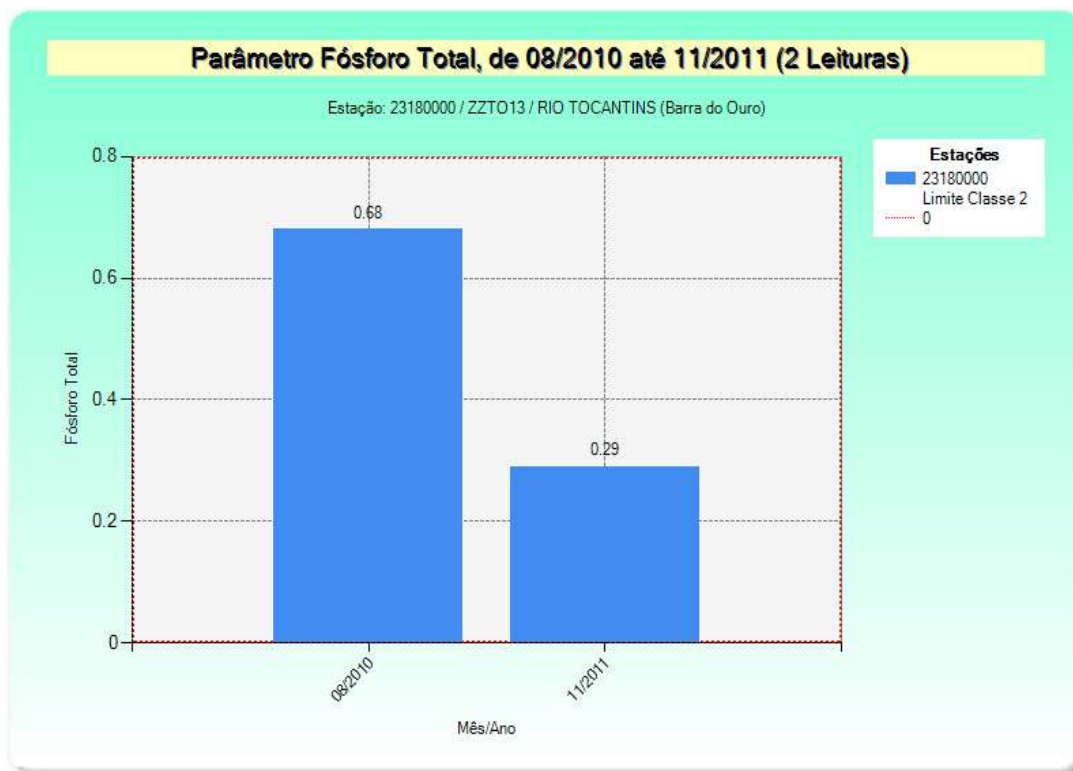
Fonte: PNQA.

Borsatto et al. (2010) encontraram os valores de 2,833 e 2,863 para a média montante e jusante, respectivamente, para o Rio Tocantins e encontraram resultados acima do limite para o Rio Cacaú, 7,600 para jusante e 7,800 para montante. Segundo Barros et al. (1995), as consequências para o DBO são: mortandade de peixes, consumo de oxigênio e condições sépticas.

### Fósforo Total

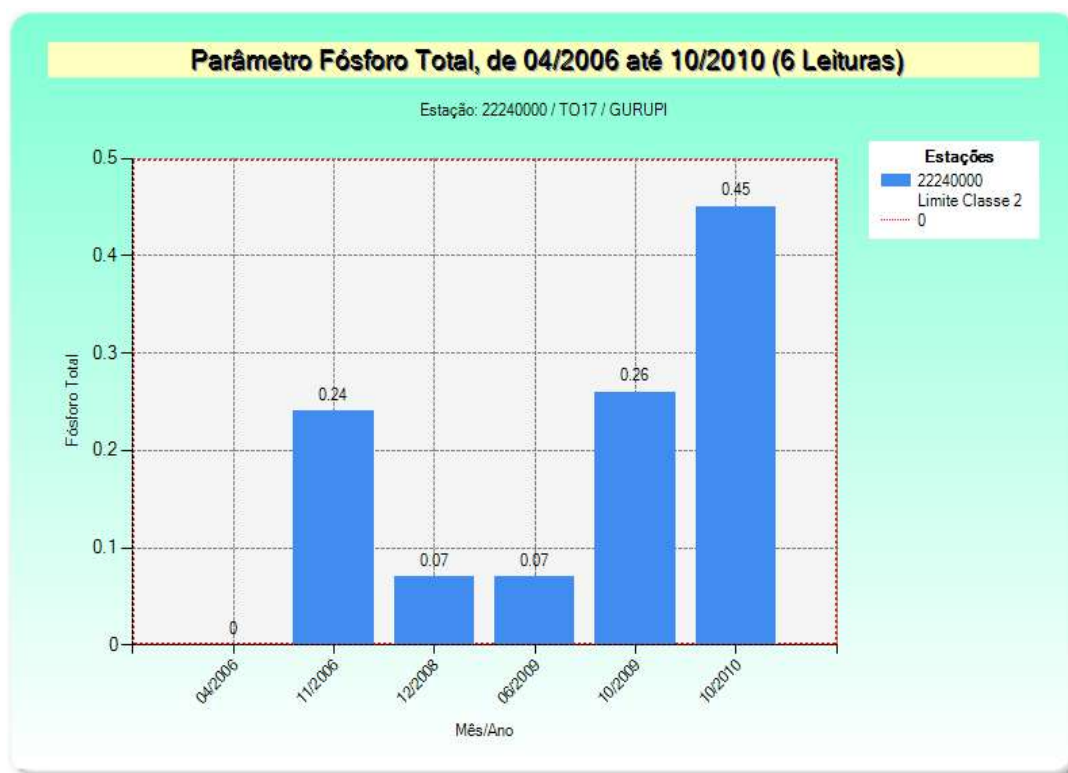
Nos dados da base do PNQA para o Rio Tocantins (Figura 7), os resultados estão acima do limite 0 para Classe 2 de Fósforo Total. Para o Gurupi (Figura 8), os resultados encontrados na base do PNQA estão acima do permitido, com exceção do mês 04/2006, onde o resultado foi 0. Euba Neto et al. (2012), encontram valores de 0,052 (Estação A), 0,058 (Estação B), 0,064 (Estação C) e 0,060 (Estação D), nas águas do Balneário Veneza na Bacia do Médio Itapecuru, todos acima dos valores permitidos. Nieto (2005), afirma que, apesar de ser essencial, concentrações elevadas de fósforo tornam-se tóxicas.

Figura 7 - Fósforo Total - Rio Tocantins



Fonte: PNQA.

Figura 8 - Fósforo Total - TO17/Gurupi



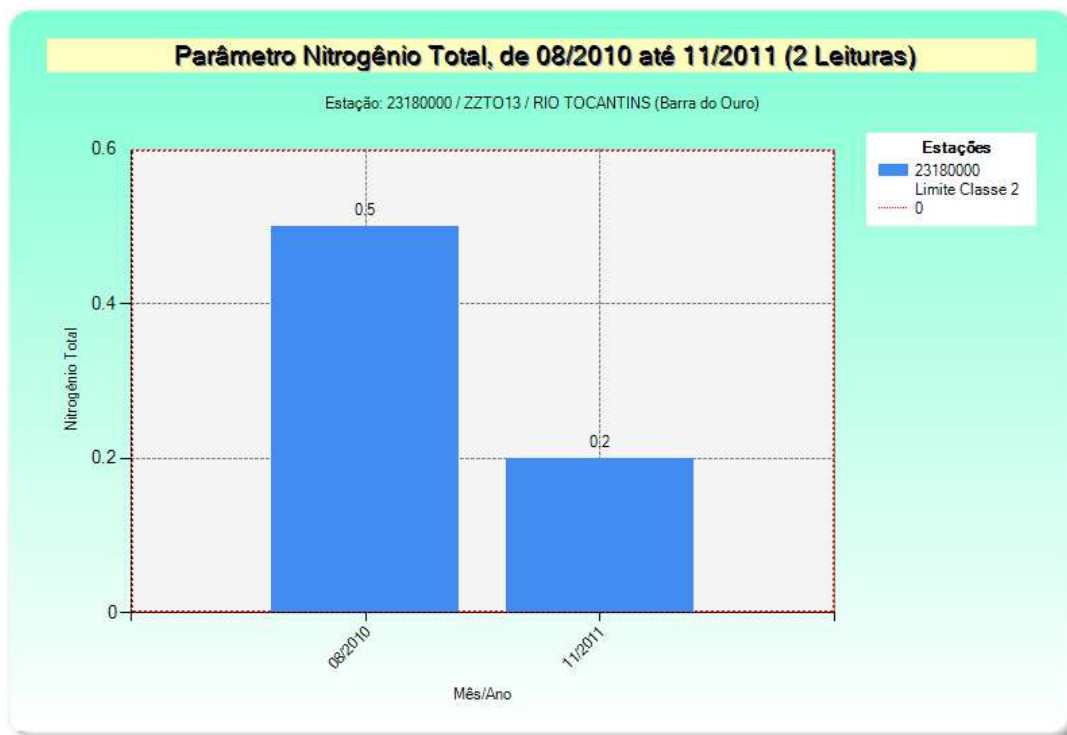
Fonte: PNQA.

### Nitrogênio Total

Com base nos dados do PNQA para o Rio Tocantins (Figura 9), os resultados estão acima do limite 0 para Nitrogênio Total. Já para o Gurupi (Figura 10), com exceção do mês 04/2006, que tem resultado 0, todos estão acima do limite permitido, observando-se uma diferença significativa no mês 06/2009, com o valor de 5,1. Amorim et al. (2016) encontraram oscilações em um período de 4 meses de coleta, com valores mínimos e máximos nos Igarapés do Precuá e Rabo do Porco, em Bacabeira.

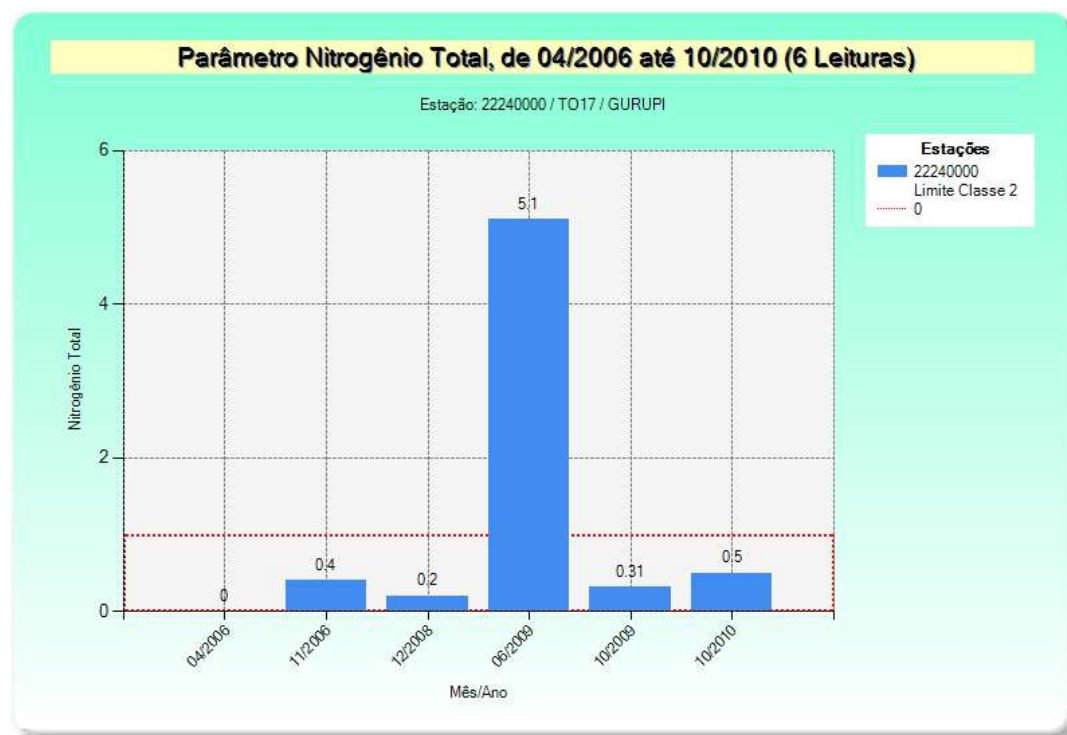
Referente aos dados de Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Orgânico, do Rio Tocantins e Gurupi, todos os resultados foram 0, não ultrapassando o limite. A presença de Nitratos na água é indício de contaminação e, altas concentrações de Nitritos remetem à qualidade insatisfatória de água (BARROSO, 2007).

Figura 9 - Nitrogênio Total - Rio Tocantins



Fonte: PNQA.

Figura 10 - Nitrogênio Total- TO17/Gurupi



Fonte: PNQA.

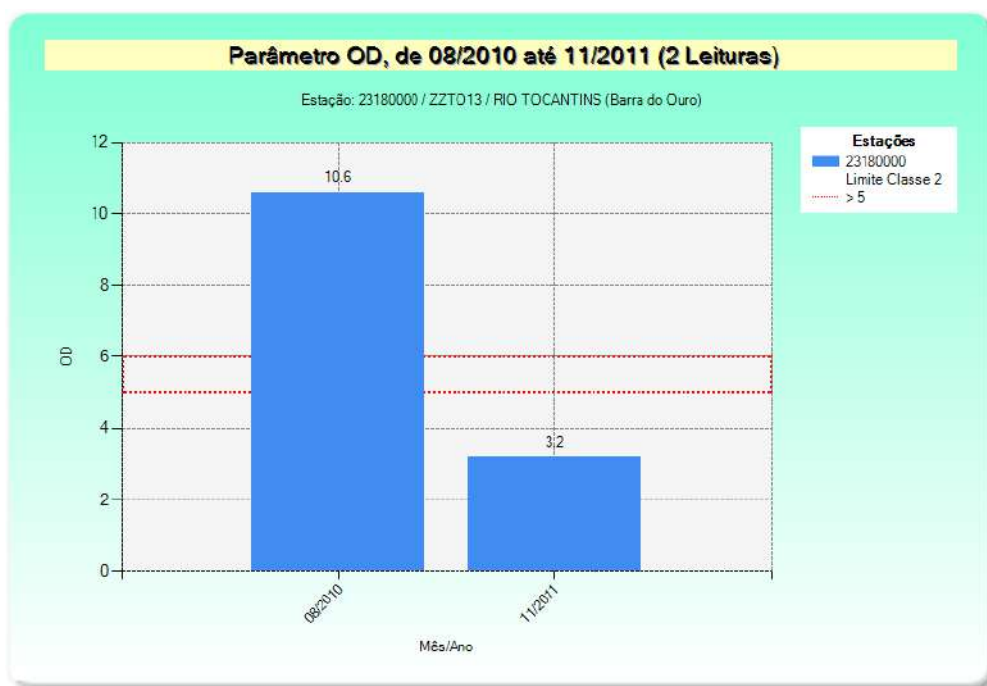
## Oxigênio Dissolvido (OD)

Com base nos dados do PNQA para o Rio Tocantins (Figura 11), o resultado encontrado para Oxigênio Dissolvido, referente ao mês 08/2010, encontra-se acima do limite estabelecido para Classe 2, no entanto, no mês 11/2011, o valor encontrado está abaixo e regularizado. Já para o Gurupi (Figura 12), com exceção do mês 06/2009, que tem valor 4,3, todos estão acima do limite permitido, destacando-se o mês 12/2008 e 10/2009 com valores 8,5 e 8,9, respectivamente.

Para a outra estação do Gurupi (Figura 13), o mês 03/2017 encontra-se abaixo do limite, com valor 1,77 e no mês 06/2017 com valor 6,21, acima do permitido. Para o Rio Itapecuru (Figura 14), apenas o mês 06/2005 encontra-se dentro do permitido, enquanto todos os outros estão acima.

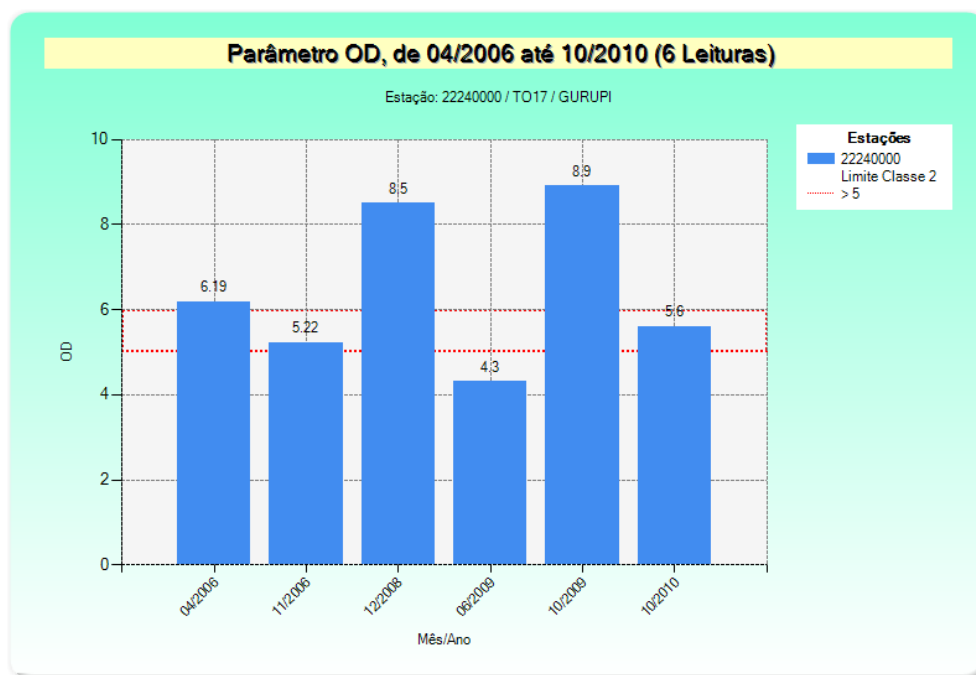
Borsatto et al. (2010) encontraram os valores 7,967 para média montante e 7,673 para média jusante do Rio Tocantins, ambos acima do limite permitido e 4,670 para jusante e 4,600 para montante do Rio Cacau, estando abaixo do limite. Euba Neto et al. (2012) encontraram resultados divergentes nas Estações das águas do Balneário Veneza, na Bacia do Médio Itapecuru, sendo 0,151 para Estação A; 0,171 para Estação B; 0,184 para Estação C e 0,181 para Estação D.

Figura 11 - Oxigênio Dissolvido (OD) - Rio Tocantins



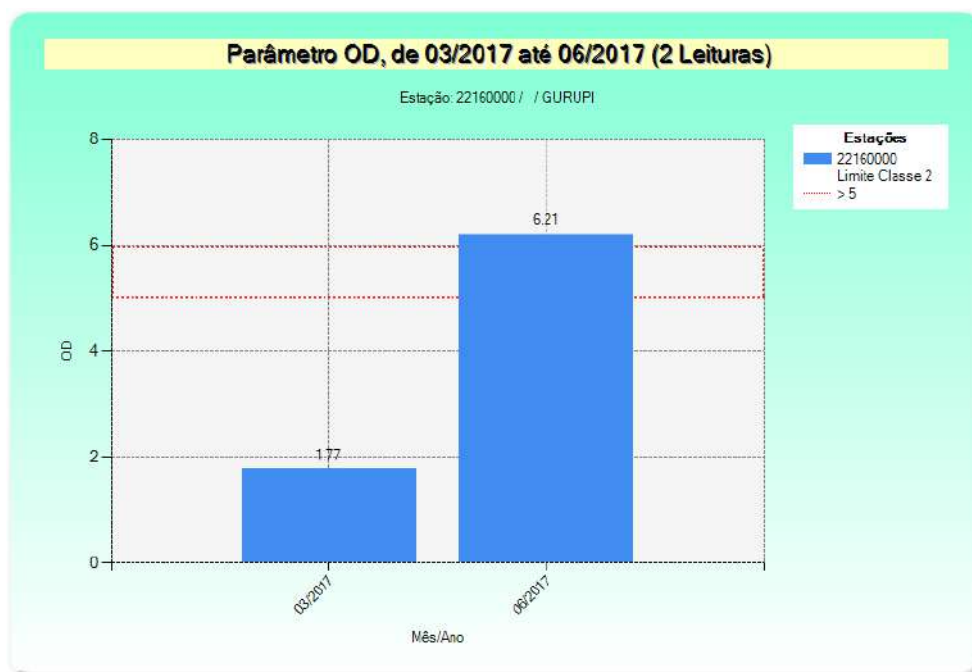
Fonte: PNQA.

Figura 12 - Oxigênio Dissolvido (OD) -TO17/Gurupi



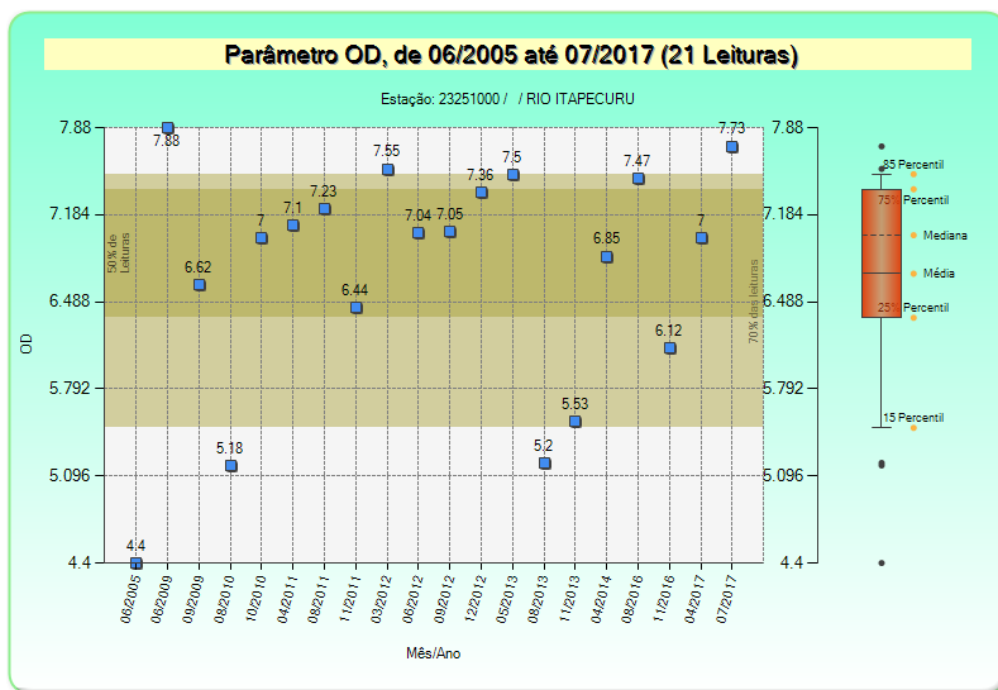
Fonte: PNQA.

Figura 13 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Gurupi



Fonte: PNQA.

Figura 14 - Oxigênio Dissolvido - Rio Itapecuru



Fonte: PNQA

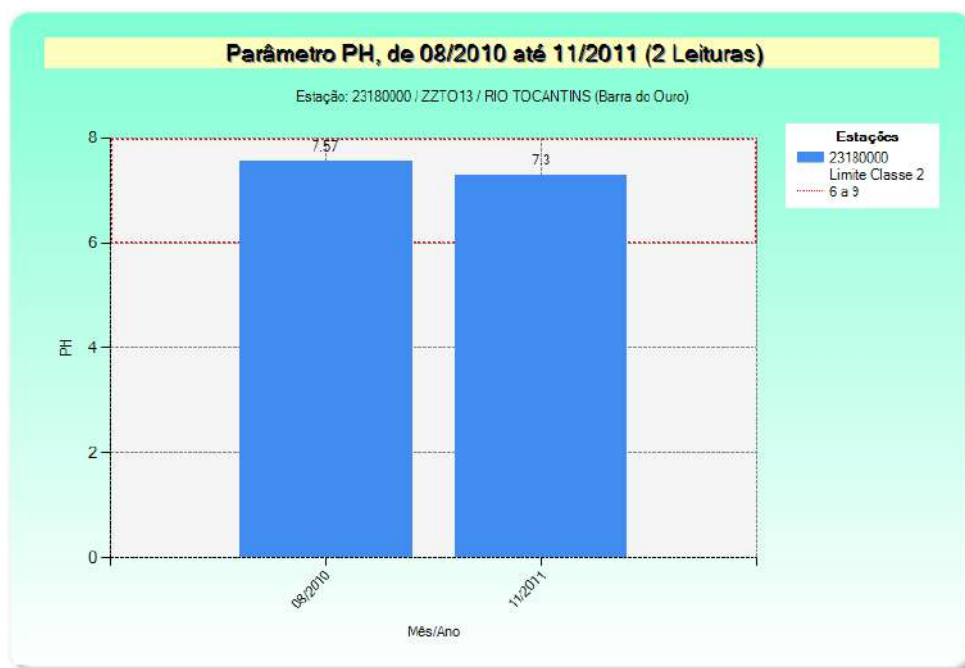
pH

Os valores encontrados nos dois períodos de coleta do Rio Tocantins (Figura 15) estão dentro do limite estabelecido como ideal para Classe 2, entre 6 e 9. Sendo 7,57 no mês de 08/2010 e 7,3 no mês 11/2011. Para as duas estações do Gurupi (Figura 16 e 17), os resultados encontrados também estão dentro do limite estabelecido. Já no Rio Itapecuru (Figura 18), com exceção de 5 períodos de coletas, sendo eles, 09/2009 com valor 5,85; 10/2010 com 5,72; 06/2012 com 5,14; 09/2012 com 5,75 e 08/2013 com 5,13, sendo esse último o mais baixo, todos os outros estão dentro do limite permitido.

Borsatto et al. (2010) encontraram valores de 8,287 para média Montante e 8,073 para média Jusante, e 7,840 para jusante e 7,760 para montante do Rio Cacaú, todos dentro dos valores permitidos. Já Bezerra et al. (2009) apresentaram o pH 7,06 para o Rio Itapecuru.

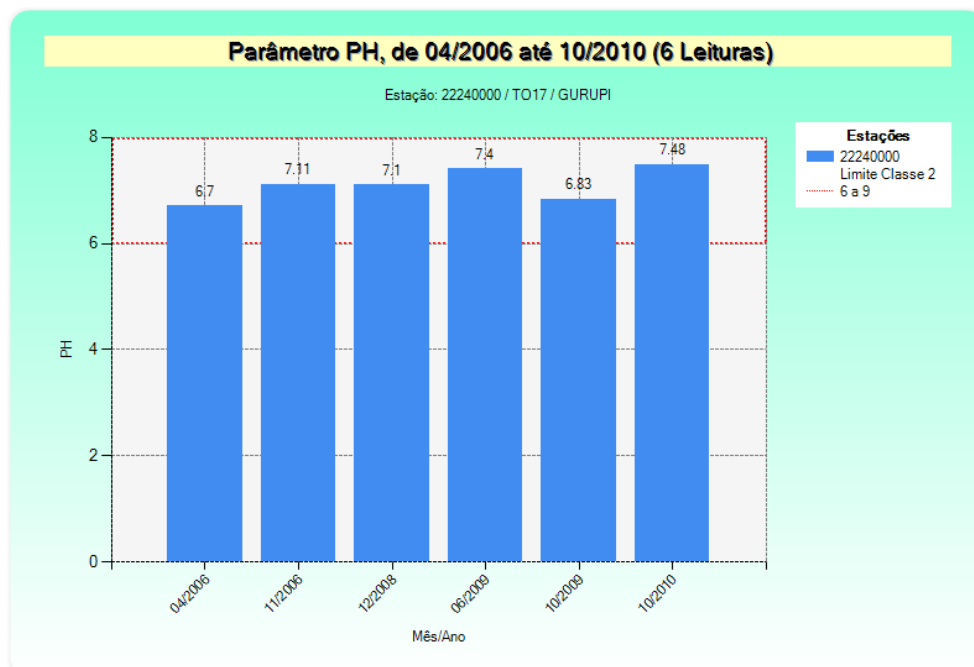


Figura 15 - pH do Rio Tocantins



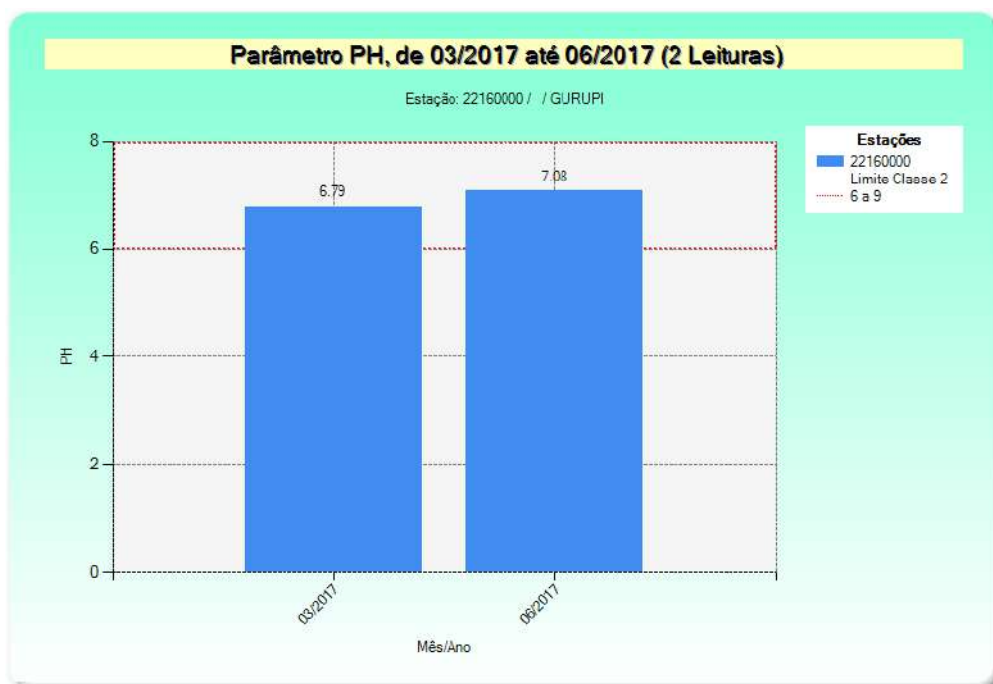
Fonte: PNQA.

Figura 16 - pH do Rio TO17/Gurupi



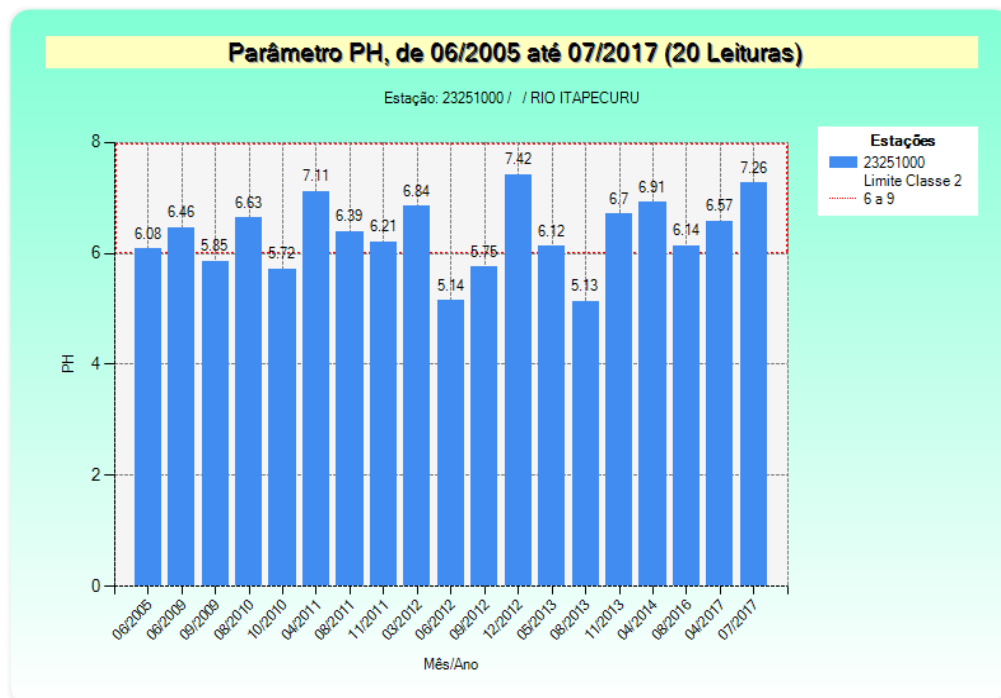
Fonte: PNQA.

Figura 17 - pH do Rio Gurupi



Fonte: PNQA.

Figura 18 - pH do Rio Itapecuru



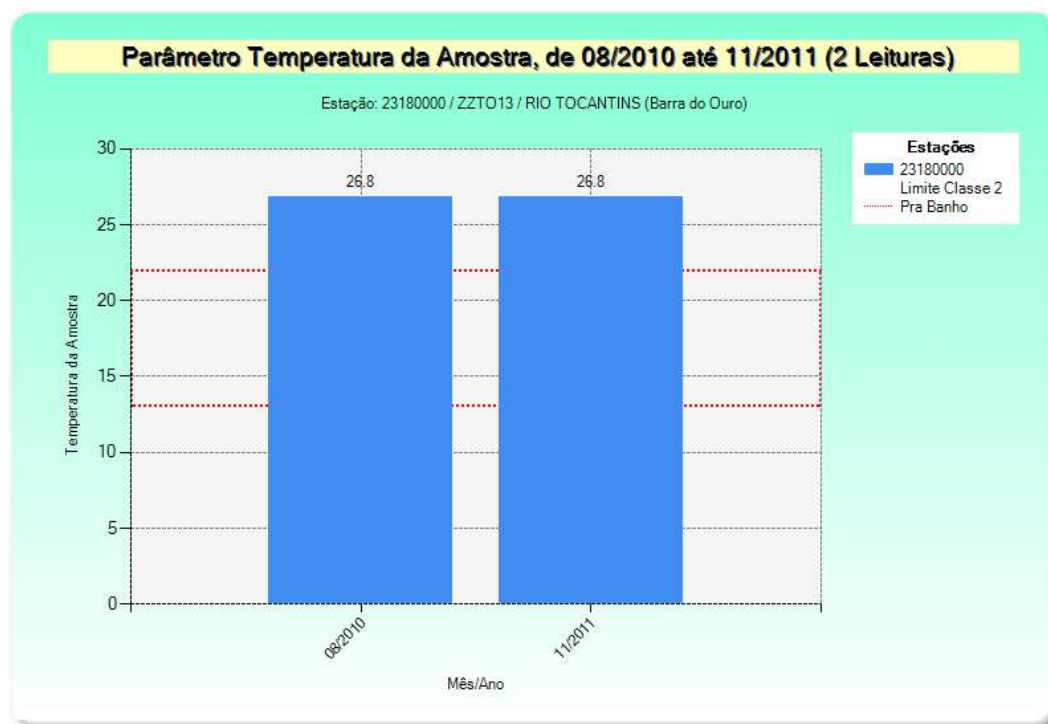
Fonte: PNQA.

## Temperatura

Com base nos valores encontrados nos dados do PNQA para o Rio Tocantins (Figura 19), nos dois períodos de coleta os resultados foram iguais, 26,8, estando acima do limite permitido para banho na Classe 2, assim como as duas estações do Gurupi (Figuras 20 e 21) e no Rio Itapecuru (Figura 23). A exceção no TO17/Gurupi (Figura 20) dos meses 12/2008, 06/2009 e 10/2009 que não obtiveram resultados contabilizando 0.

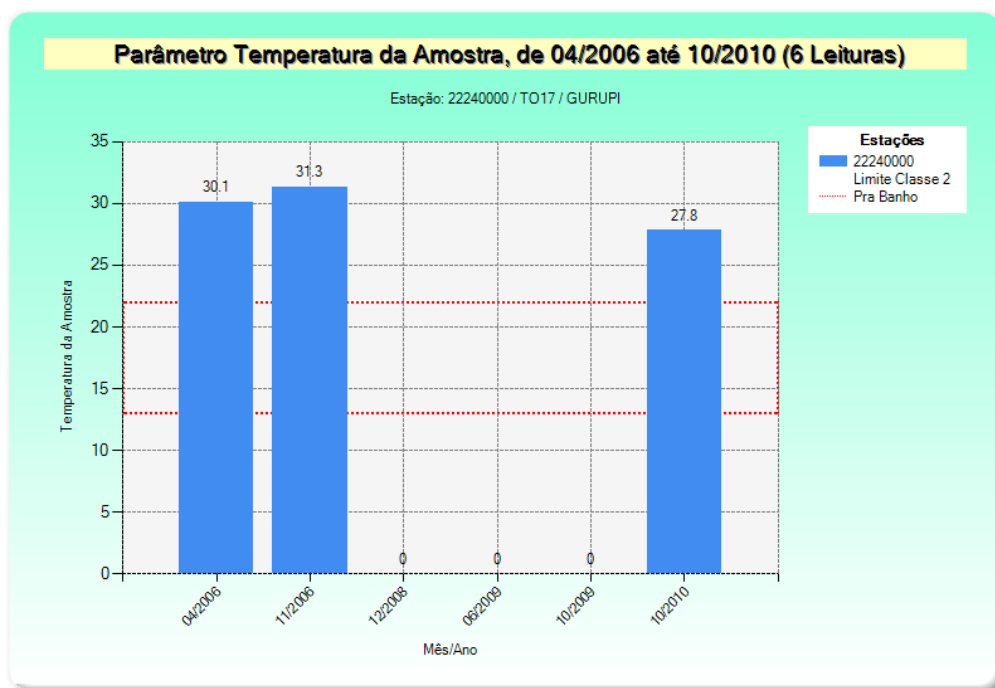
Para o Rio Tocantins, Borsatto et al. (2010) encontraram valores maiores como, 28,600 para média Montante e 30,033 para média Jusante; e 30,500 para jusante e 30,600 para montante no Rio Cacau. Eles explicam que, alguns parâmetros, como temperatura, podem interferir nos níveis de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica do ambiente.

Figura 19 - Temperatura da Amostra - Rio Tocantins



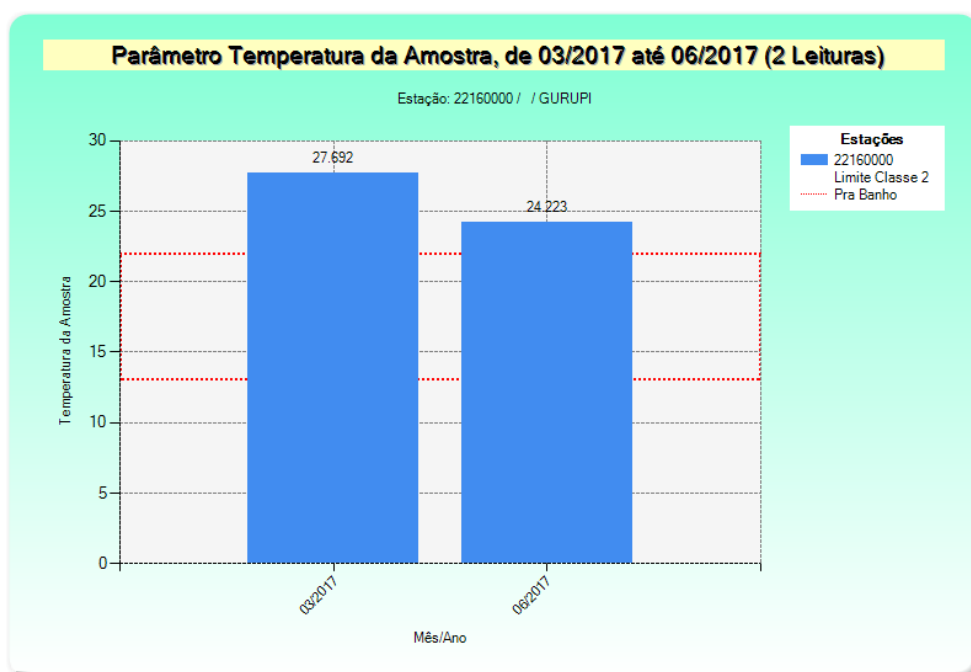
Fonte: PNQA.

Figura 20 - Temperatura da Amostra - TO17/Gurupi



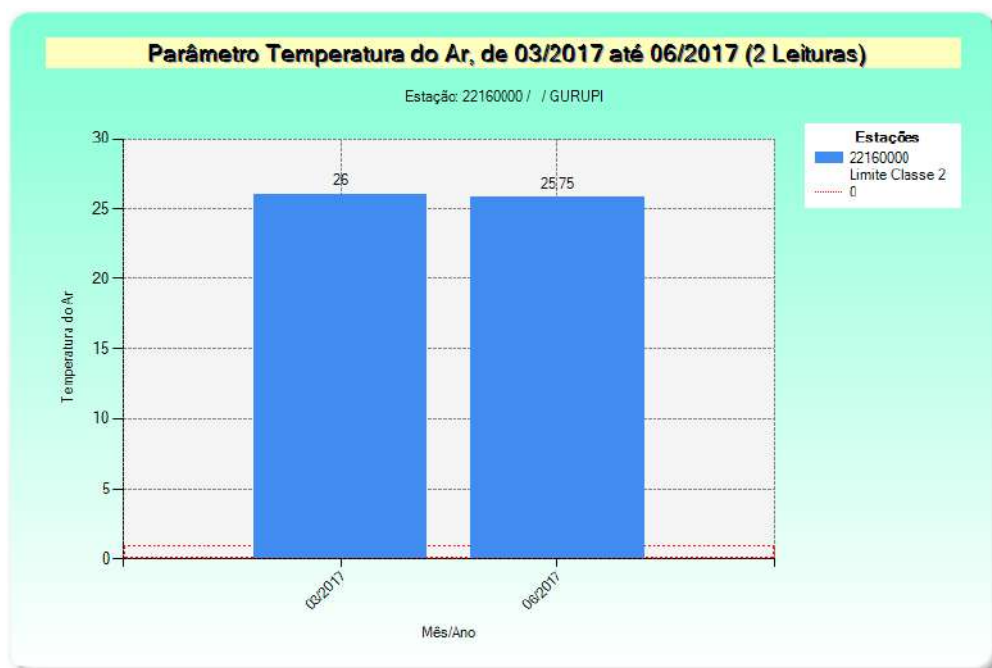
Fonte: PNQA.

Figura 21 - Temperatura da Amostra – Gurupi



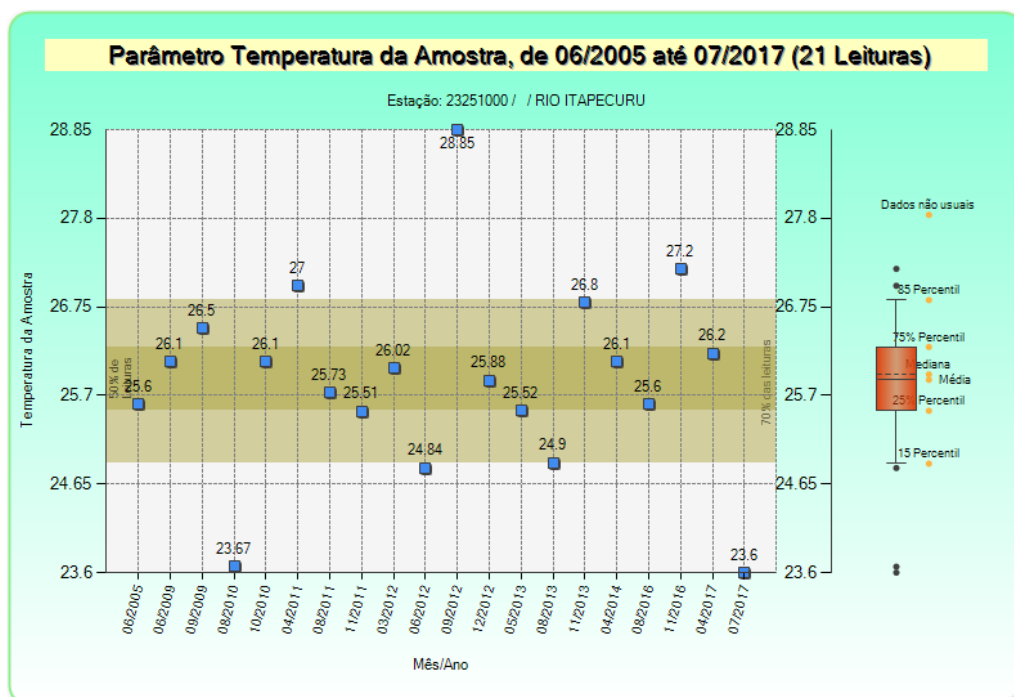
Fonte: PNQA.

Figura 22 - Temperatura do Ar – Gurupi



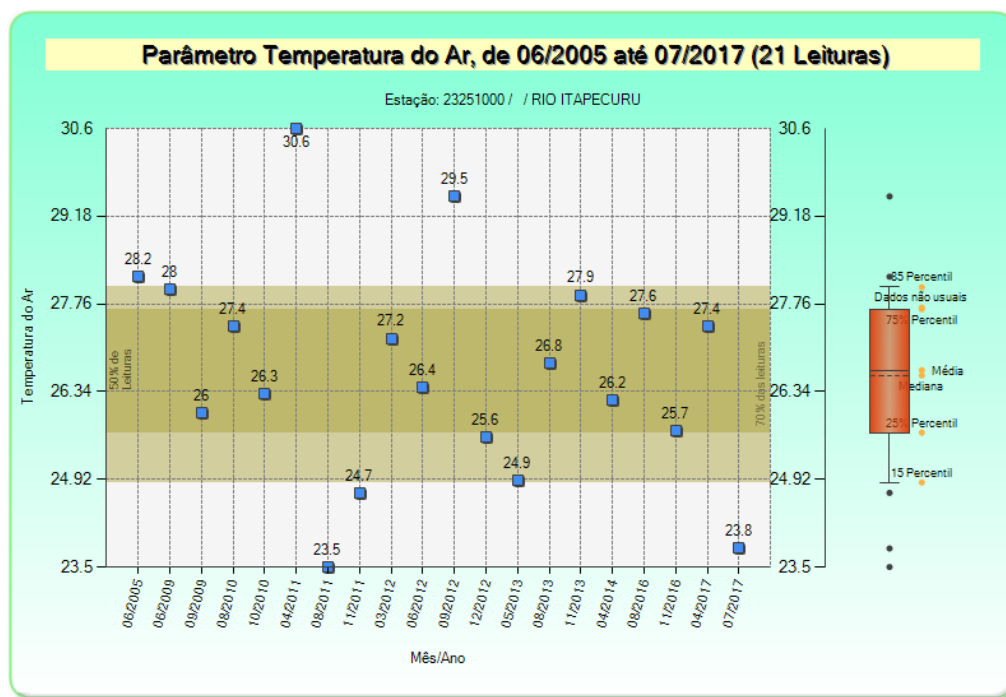
Fonte: PNQA.

Figura 23 - Temperatura da Amostra - Rio Itapecuru



Fonte: PNQA.

Figura 24 - Temperatura do Ar - Rio Itapecuru



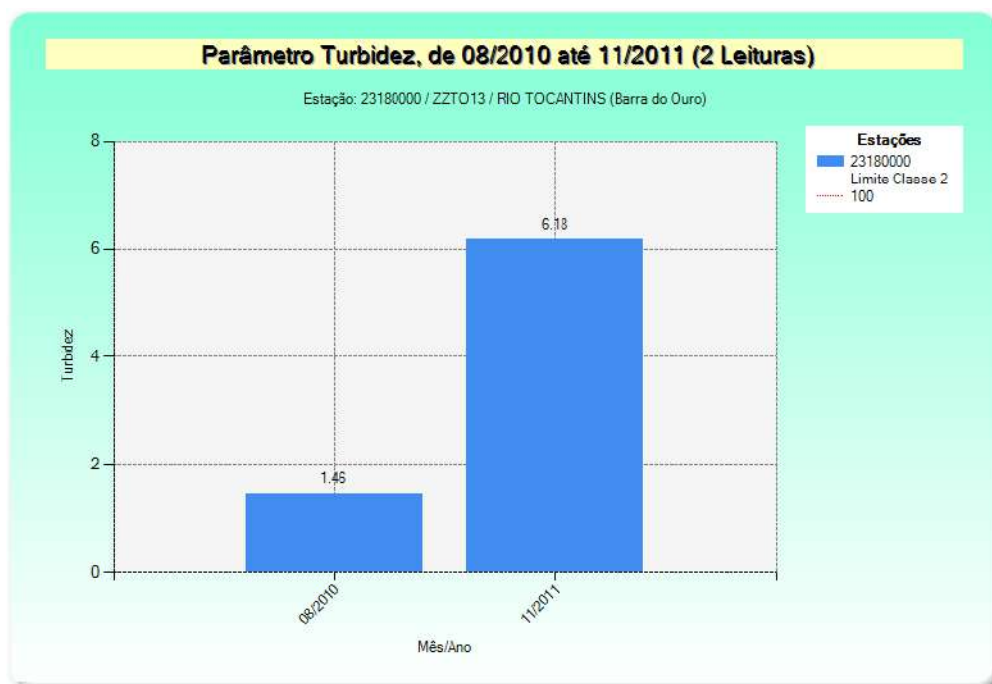
Fonte: PNQA.

## Turbidez

Com relação aos valores encontrados nos dados do PNQA no Rio Tocantins (Figura 25) para Turbidez, nos dois períodos de coleta, em ambos os períodos, os valores estavam regularizados e abaixo do limite 100 para Classe 2. O mesmo se observou no Gurupi (Figura 26) e TO17/Gurupi, que no mês de 03/2017 teve valor de 5,26. Já no Rio Itapecuru (Figura 27), no mês 12/2012, o valor encontrado foi de 136, ultrapassando o limite permitido de 100.

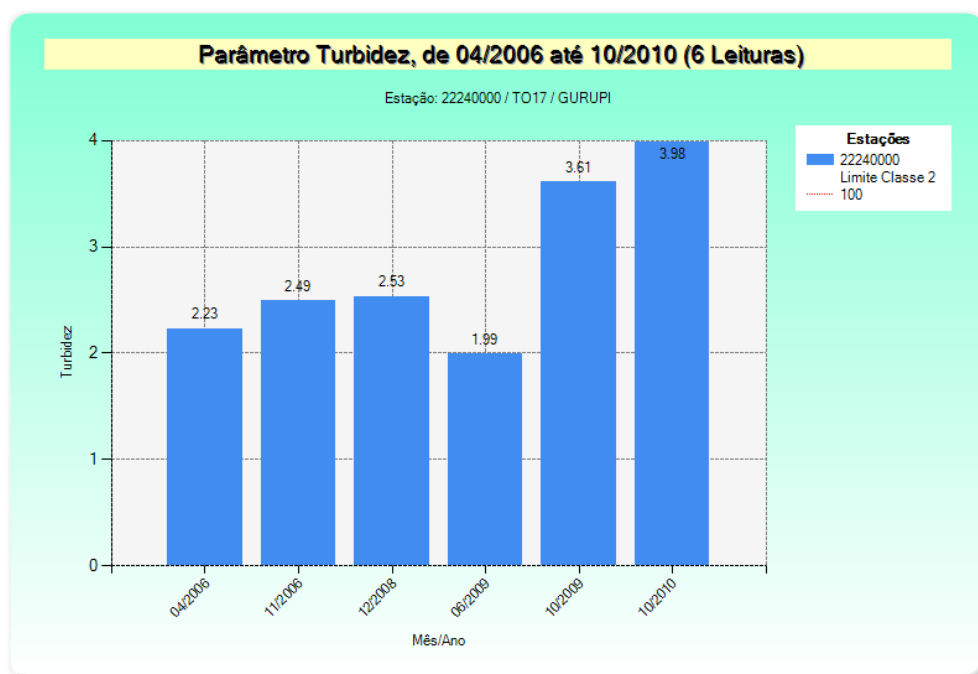
Para o Rio Tocantins, Borsatto et al. (2010) encontraram valores similares, sendo 3,957 para média Montante e 1,993 para média Jusante e 6,450 para jusante e 15,340 para montante para o Rio Cacaú.

Figura 25 - Turbidez - Rio Tocantins



Fonte: PNQA.

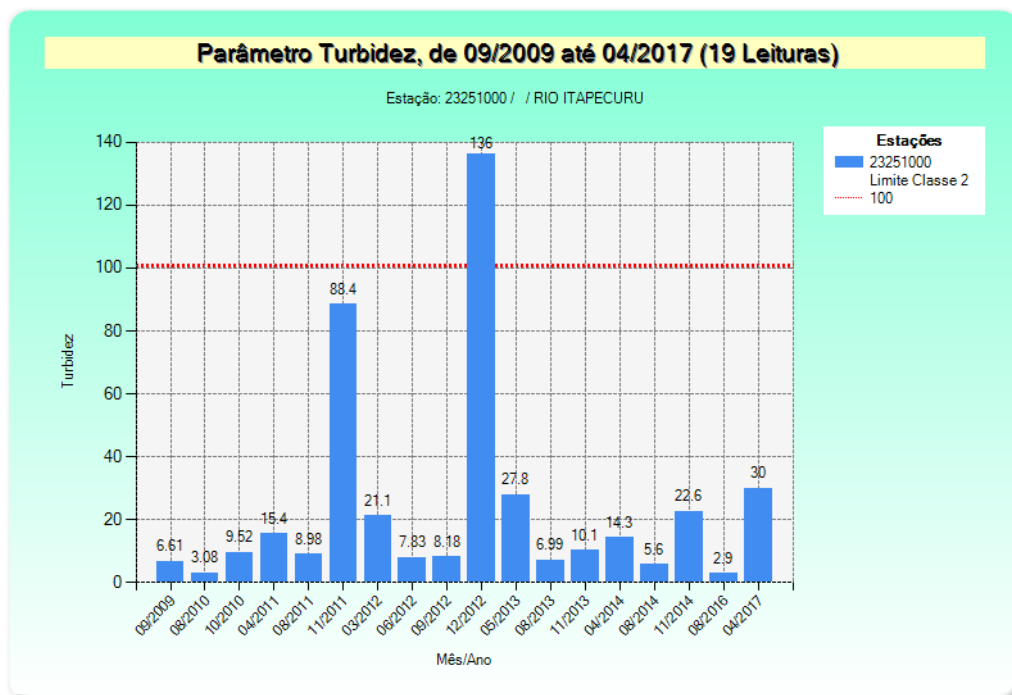
Figura 26 - Turbidez - TO17/Gurupi



Fonte: PNQA.



Figura 27 - Turbidez - Rio Itapecuru



Fonte: PNQA.

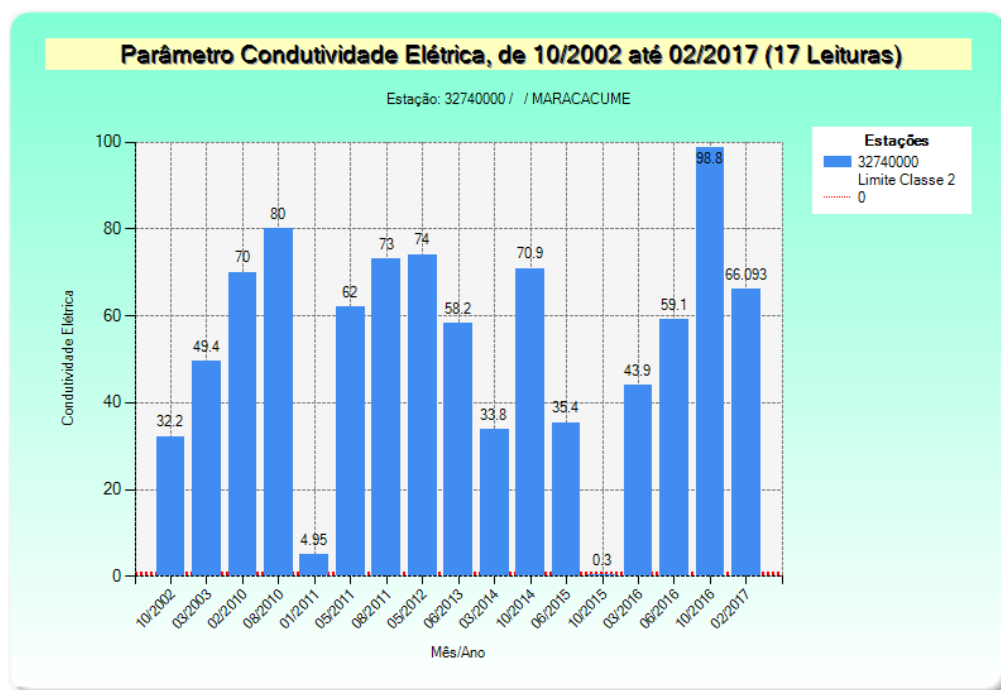
#### 4.1.2.2 Bacia Atlântico, Trecho Norte-Nordeste

##### Condutividade Elétrica

Com relação à Condutividade Elétrica para o Maracaçumé (Figura 28), com base nos dados do PNQA, todos estão acima do limite 0 para Classe 2, no entanto, no mês 10/2015, encontra-se o valor mais baixo, sendo 0,3. O Munim (Figura 29), também apresenta valores acima do limite, sendo que no mês 05/2012 teve o valor mais baixo, 0,098. Já no Pindaré-Mirim (Figura 30), destacam-se altos valores comparados com os demais, sendo 1684,71 o mais alto.

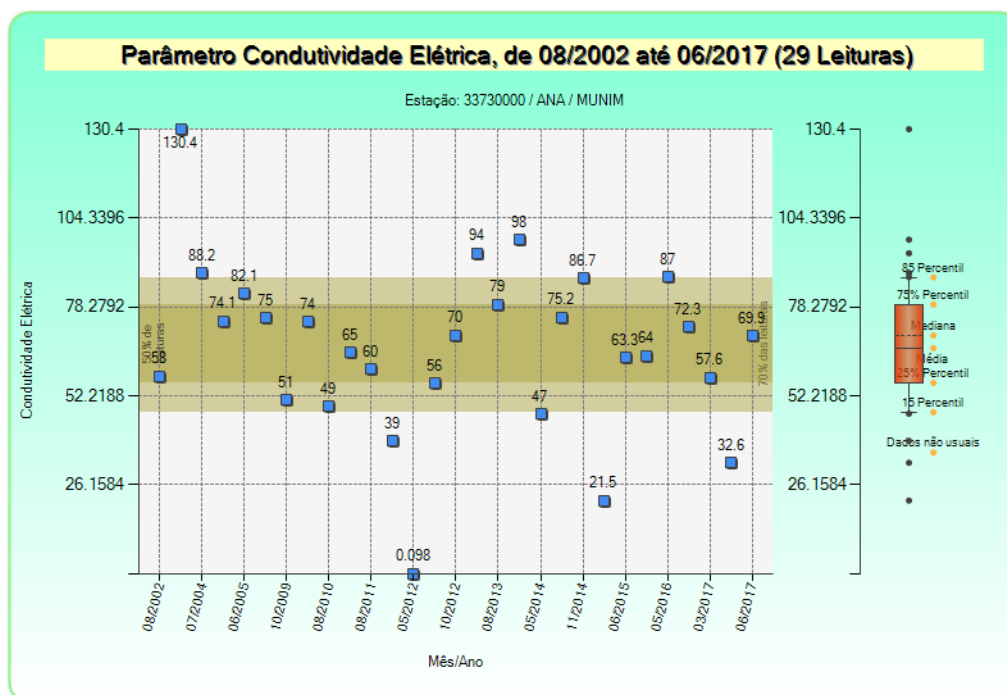
Barroso (2007) também apresenta altos valores de condutividade elétrica para o Rio Pericumã, tendo os valores mais altos no mês de janeiro e fevereiro, caracterizados como inverno.

Figura 28- Condutividade Elétrica – Maracaçumé



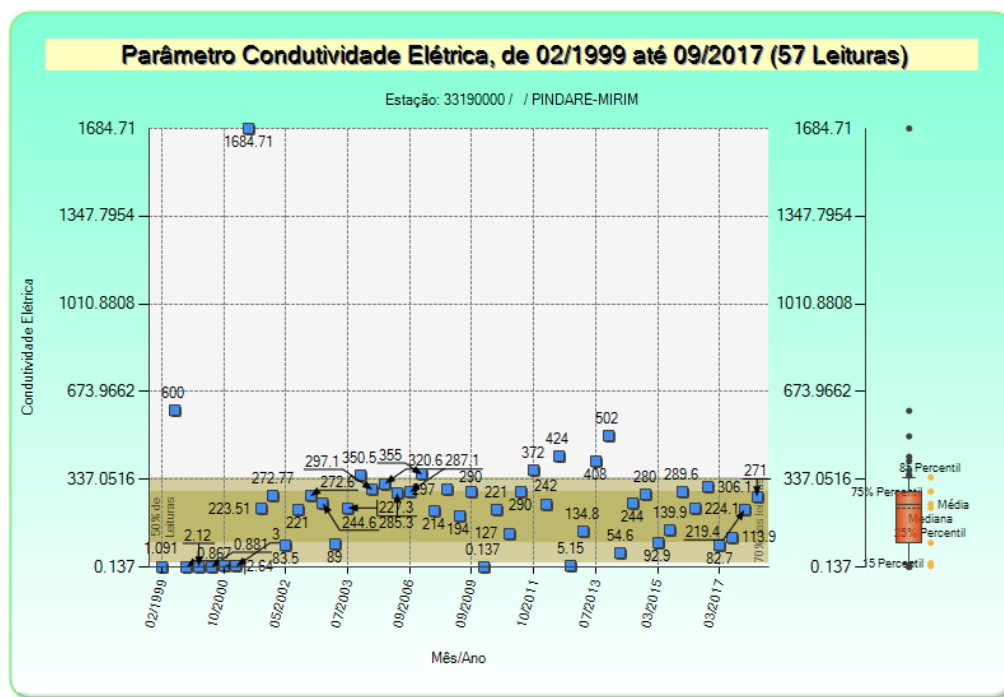
Fonte: PNQA.

Figura 29 - Condutividade Elétrica – Munim



Fonte: PNQA.

Figura 30 - Condutividade Elétrica - Pindaré-Mirim

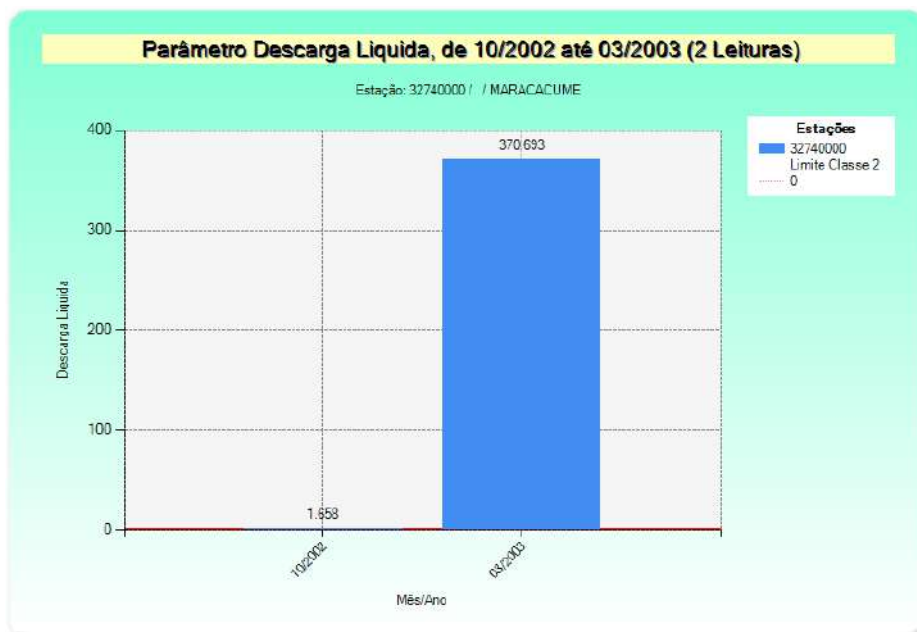


Fonte: PNQA.

### Descarga Líquida

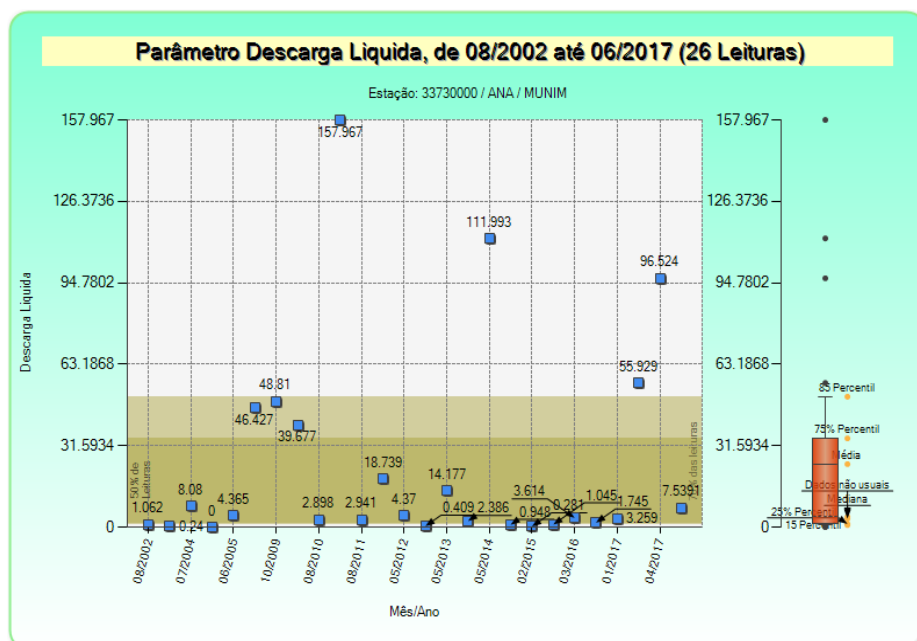
Com relação aos dados de Descarga Líquida no Maracaçumé (Figura 31), Munim (Figura 32) e Pindaré-Mirim (Figura 33), todos estão acima do limite 0 para Classe 2, com exceção do mês 11/2004 no Munim, tendo valor 0, sendo o único a apresentar alguns valores próximos de 0 em seus resultados.

Figura 31 - Descarga Líquida – Maracaçumé



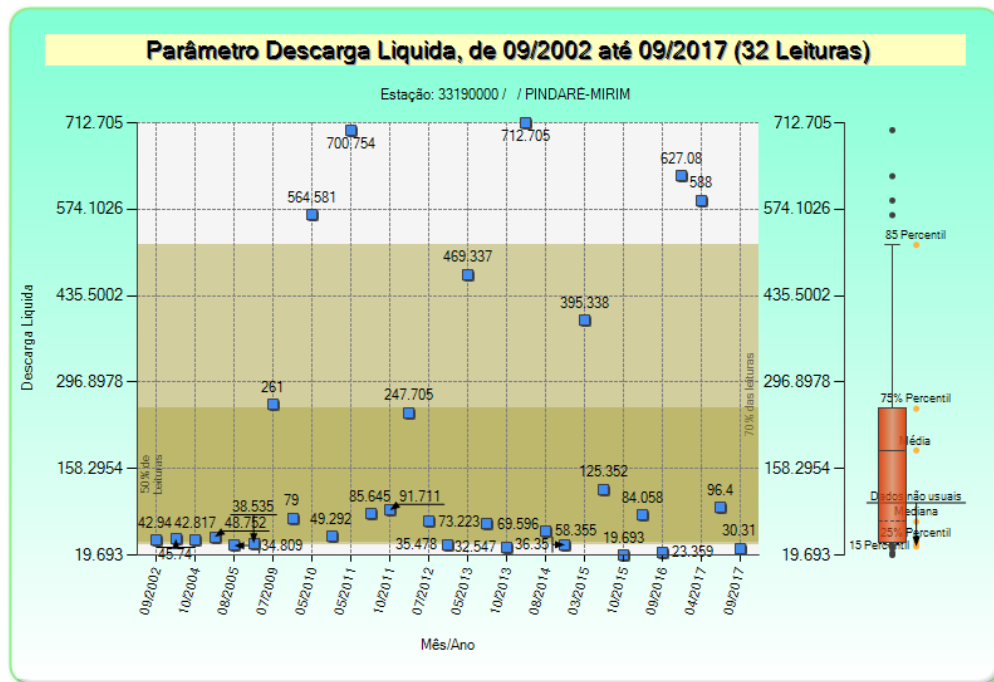
Fonte: PNQA.

Figura 32 - Descarga Líquida – Munim



Fonte: PNQA.

Figura 33 - Descarga Líquida - Pindaré-Mirim



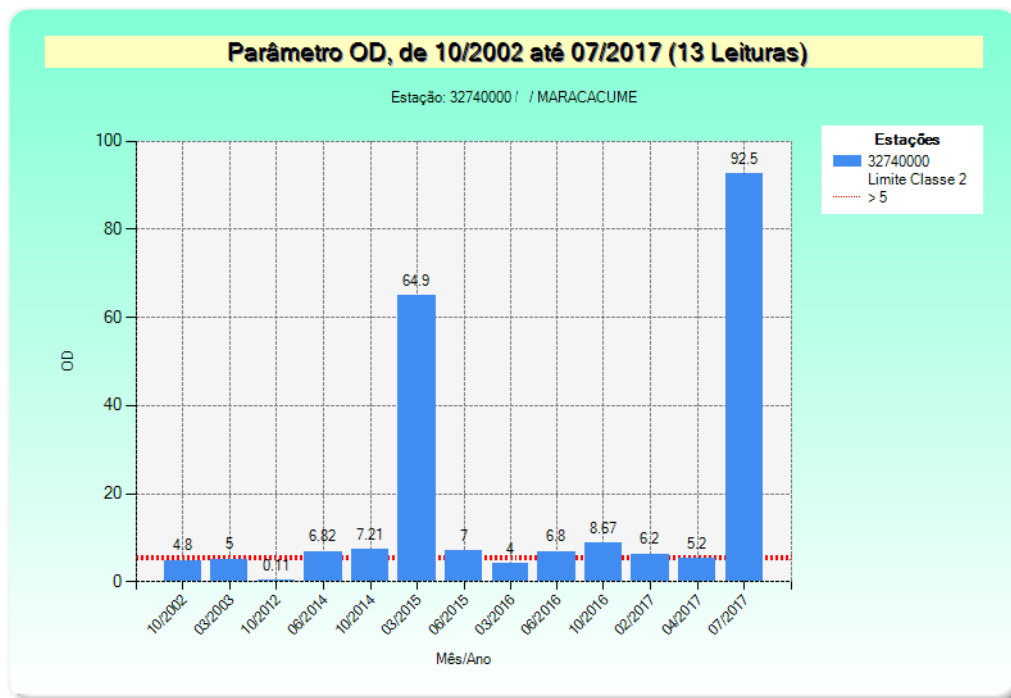
Fonte: PNQA.

### Oxigênio Dissolvido (OD)

Em relação aos dados do PNQA para Oxigênio Dissolvido no Maracaçumé (Figura 34), apenas em 4 meses os resultados encontrados estavam dentro do limite permitido, destacando-se o mês 10/2012 com o valor 0,11, sendo este o mais baixo, e nos meses 03/2015 e 07/2017, com os valores 64,9 e 92,5, respectivamente, correspondendo aos mais altos.

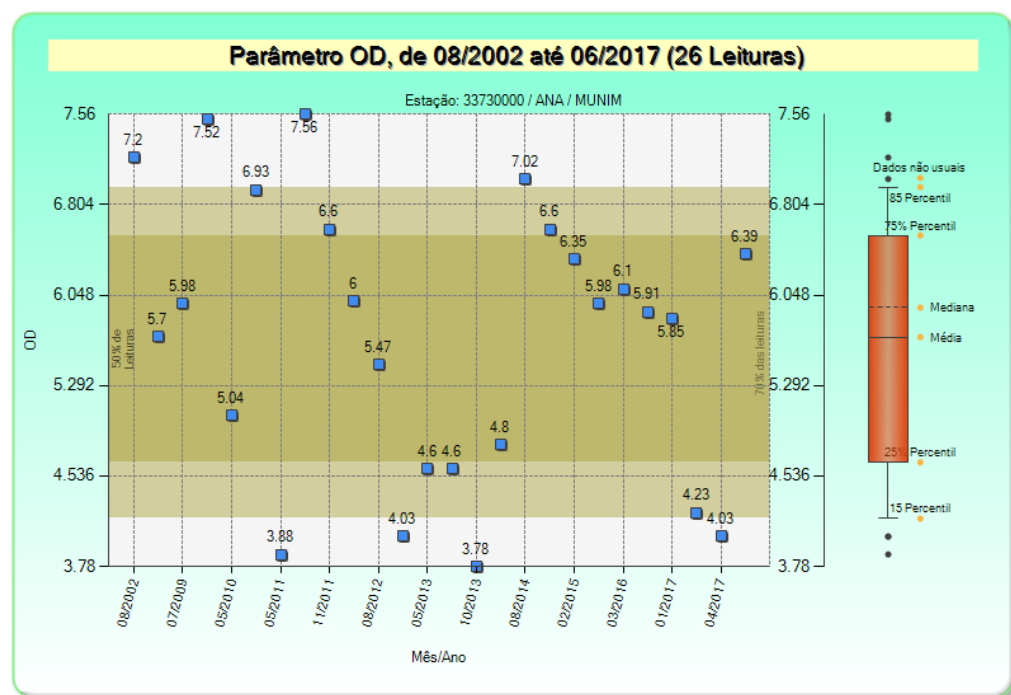
Já para o Munim (Figura 35), com exceção de 8 meses, todos estavam acima do limite permitido e, para o Pindaré-Mirim (Figura 36), também apenas em 8 meses estavam dentro do limite permitido. No entanto, os resultados mais altos do Maracaçumé são bastante diferentes dos demais, principalmente se comparados aos resultados de Euba Neto et al. (2012), nas águas do Balneário Veneza.

Figura 34 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Maracaçumé



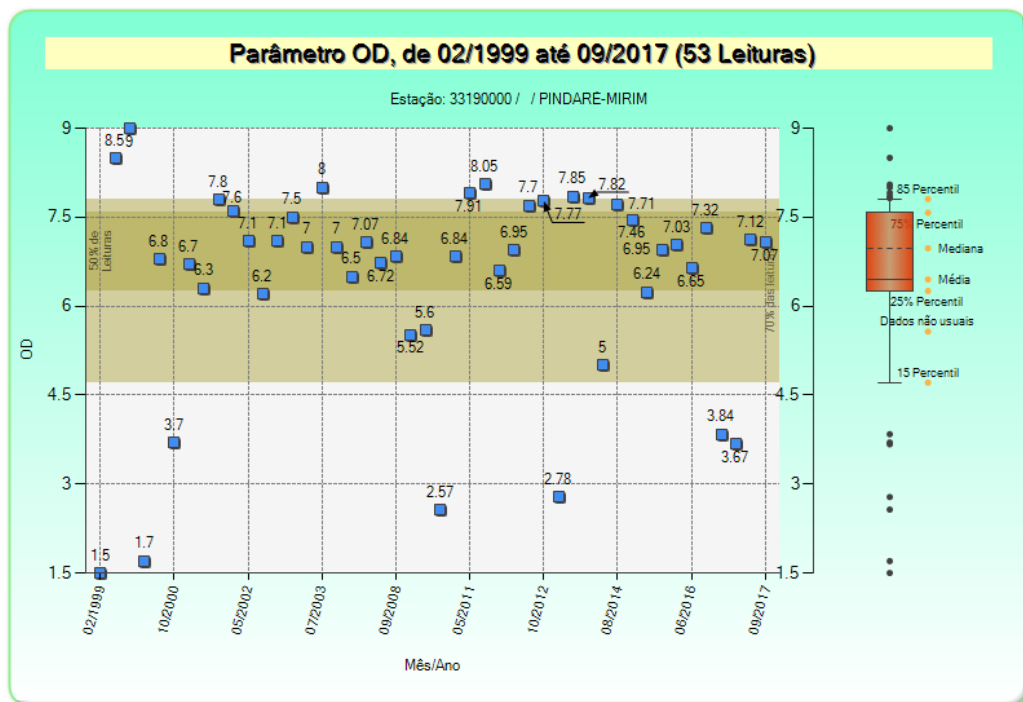
Fonte: PNQA.

Figura 35 - Oxigênio Dissolvido (OD) – Munim



Fonte: PNQA.

Figura 36 - Oxigênio Dissolvido (OD) - Pindaré-Mirim



Fonte: PNQA.

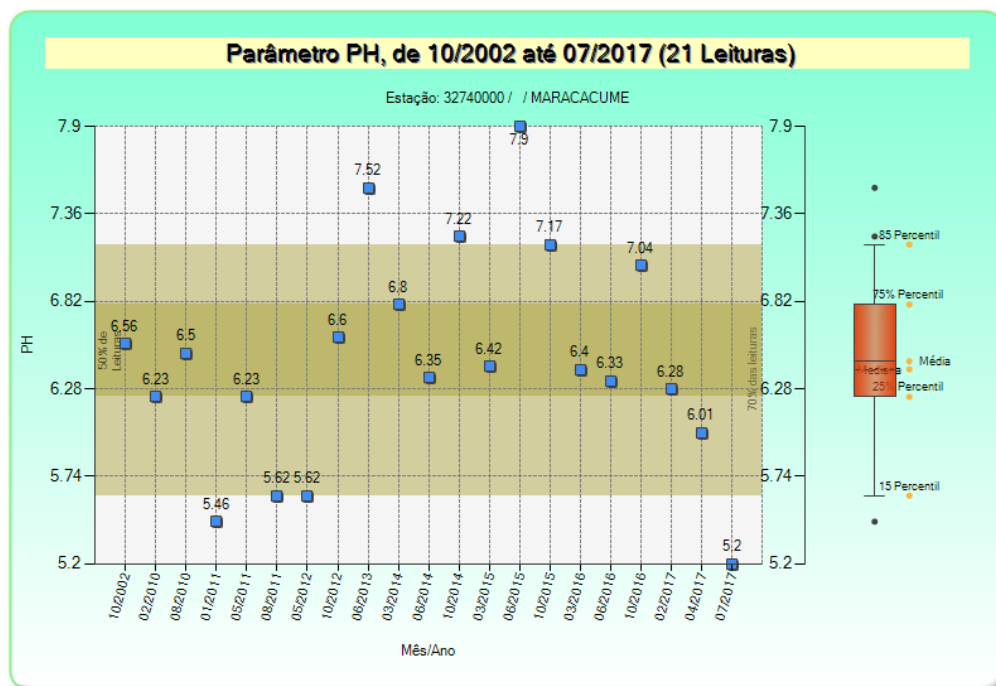
## pH

Quanto aos resultados de pH do Maracaçumé (Figura 37), em 4 meses os resultados encontram-se abaixo do limite, para o Munim (Figura 38) em 6 meses os valores estão abaixo, mas diferentemente dos outros resultados expostos, em 1 mês o valor está acima do limite permitido, sendo 9,82 no mês 02/2015 e para o Pindaré-Mirim (Figura 39), em 8 meses, os resultados estão abaixo do limite.

Barroso (2007), encontra valores baixos de pH no Rio Pericumã, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, caracterizados como início do inverno, sendo 4 o valor mais baixo encontrado em dois pontos no mês de fevereiro.

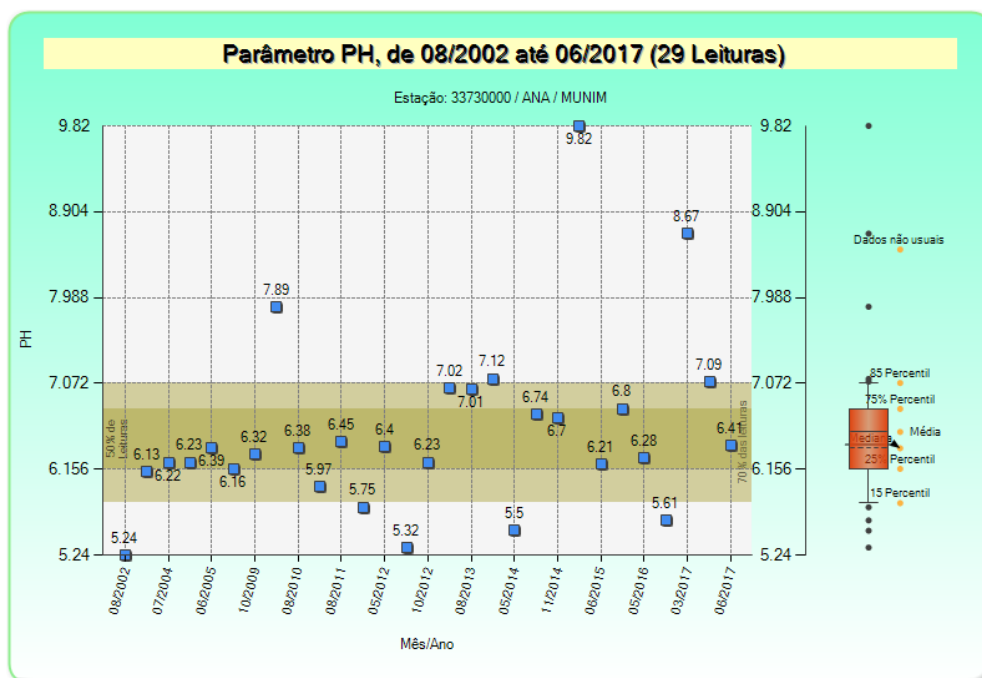


Figura 37 – pH. Maracaçumé



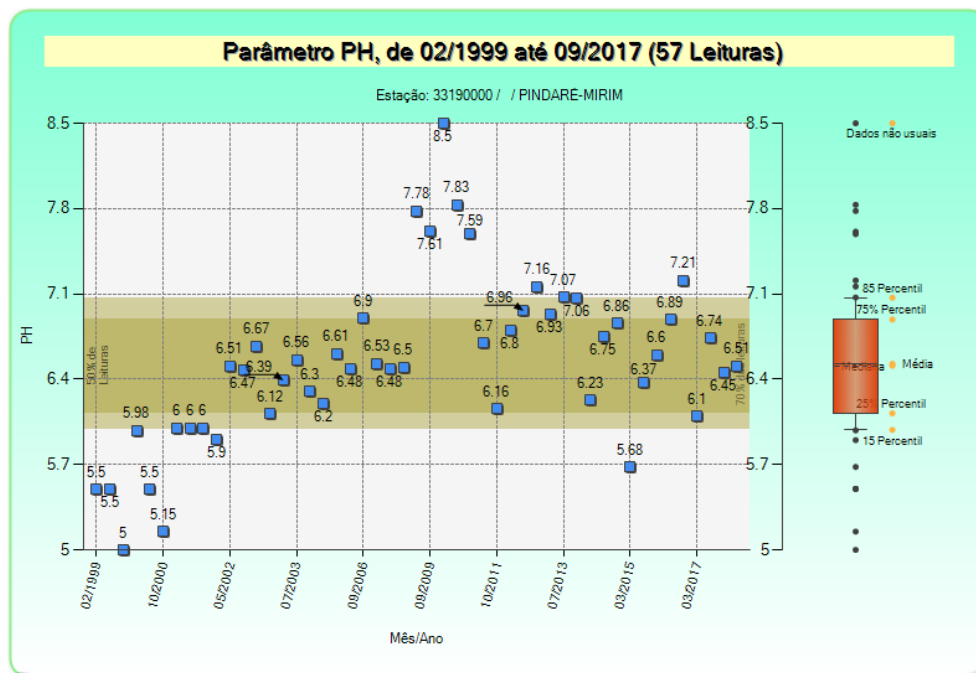
Fonte: PNQA.

Figura 38 - pH – Munim



Fonte: PNQA.

Figura 39 - pH - Pindaré-Mirim

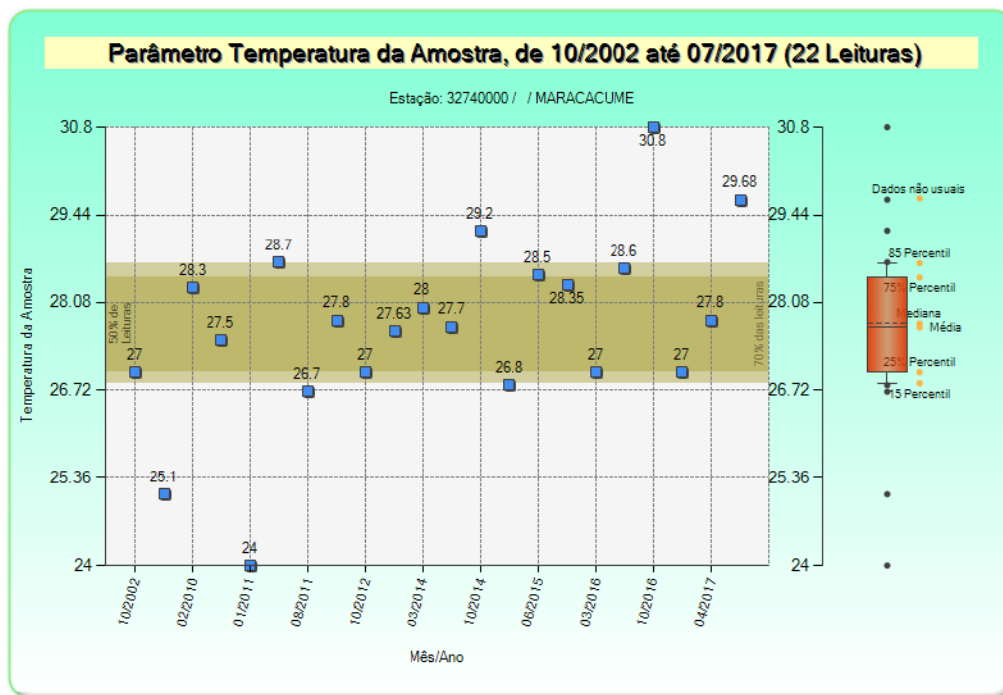


Fonte: PNQA.

## Temperatura

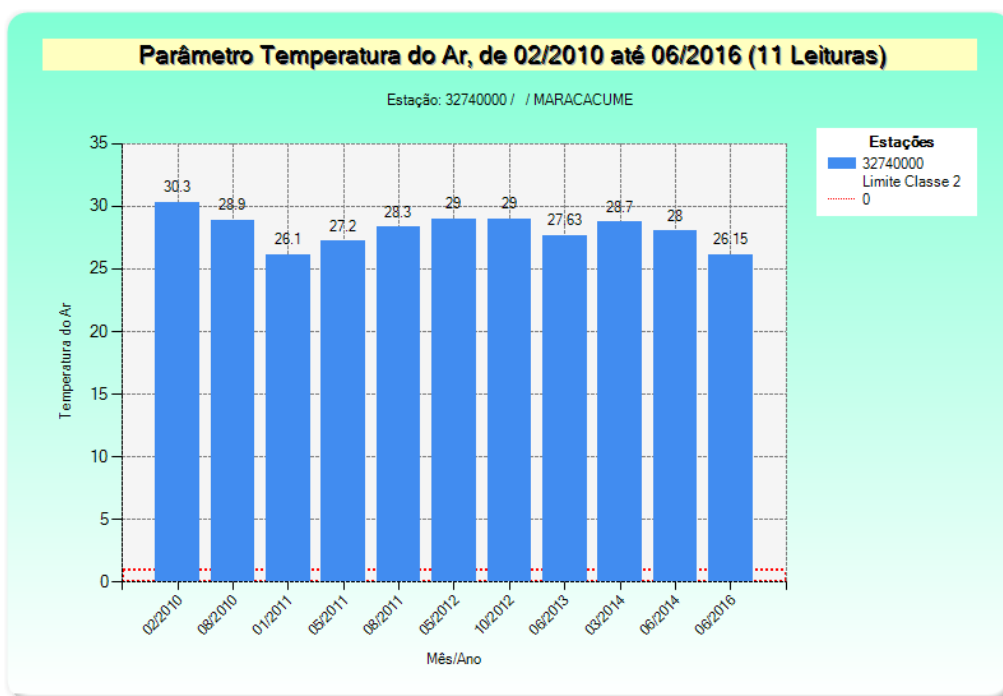
Com relação à Temperatura da Amostra, dos resultados com base nos dados do PNQA, do Maracaçumé (Figura 40), Munim (Figura 42) e Pindaré-Mirim (Figura 44), todos se encontram com valores acima do limite para banho na Classe 2. Para as águas do Rio Pericumã, os resultados encontrados por Barroso (2007) variaram entre 25°C e 30°C. Já Cunha (2003) encontrou temperaturas mais altas no período chuvoso, sendo 29°C a mais alta e 27°C a mais baixa no período seco.

Figura 40 - Temperatura da Amostra – Maracaçumé



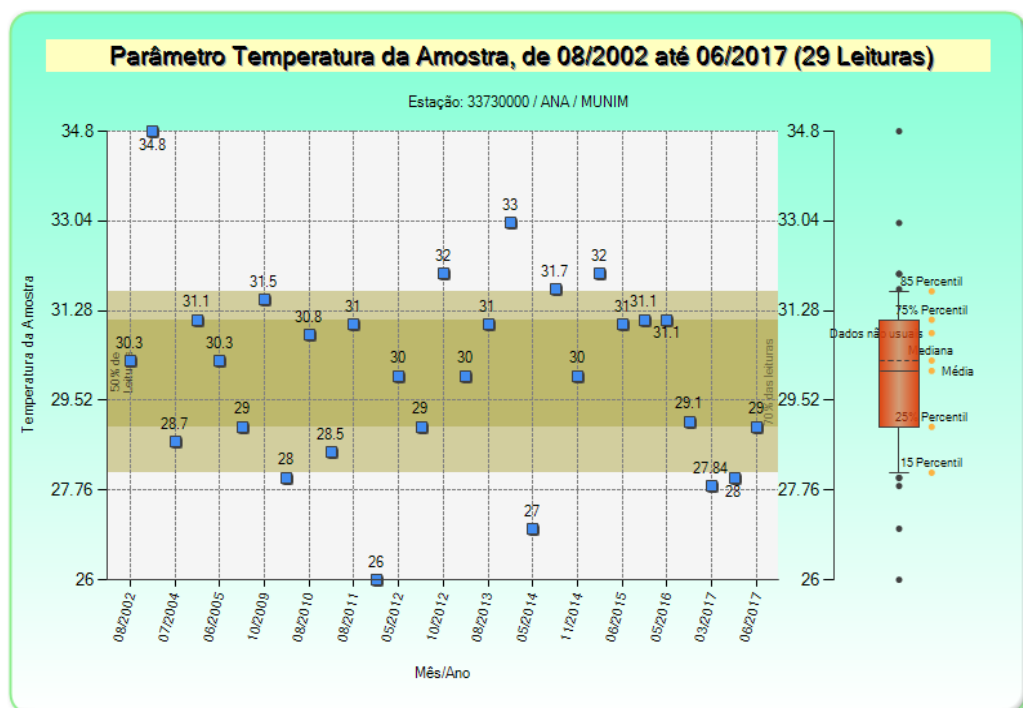
Fonte: PNQA.

Figura 41 - Temperatura do Ar – Maracaçumé



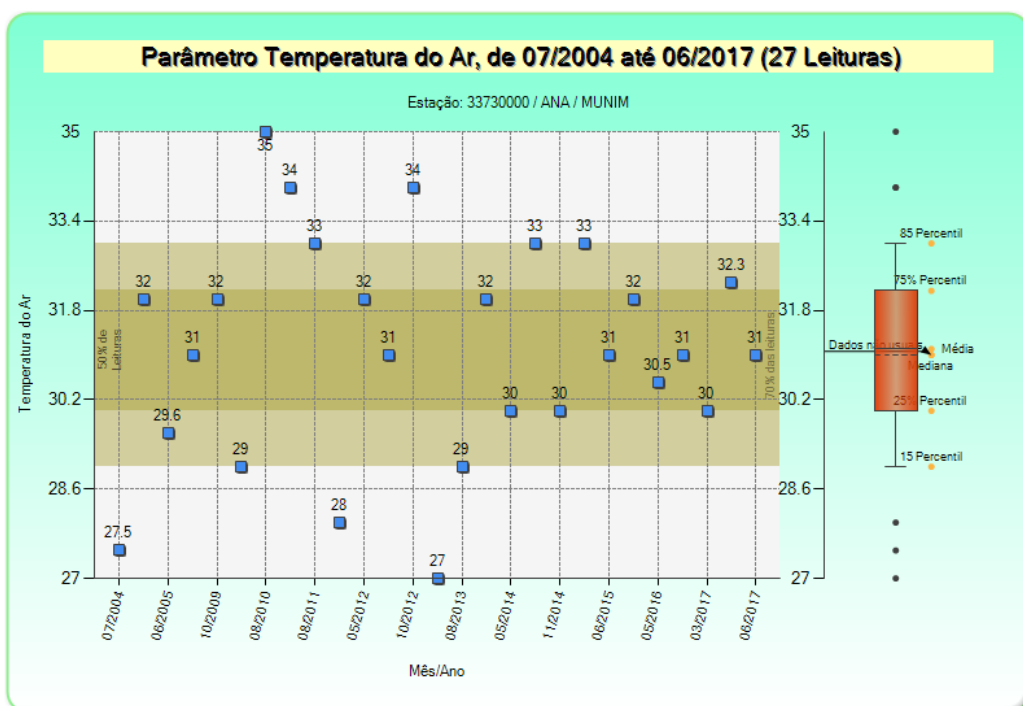
Fonte: PNQA.

Figura 42 - Temperatura da Amostra – Munim



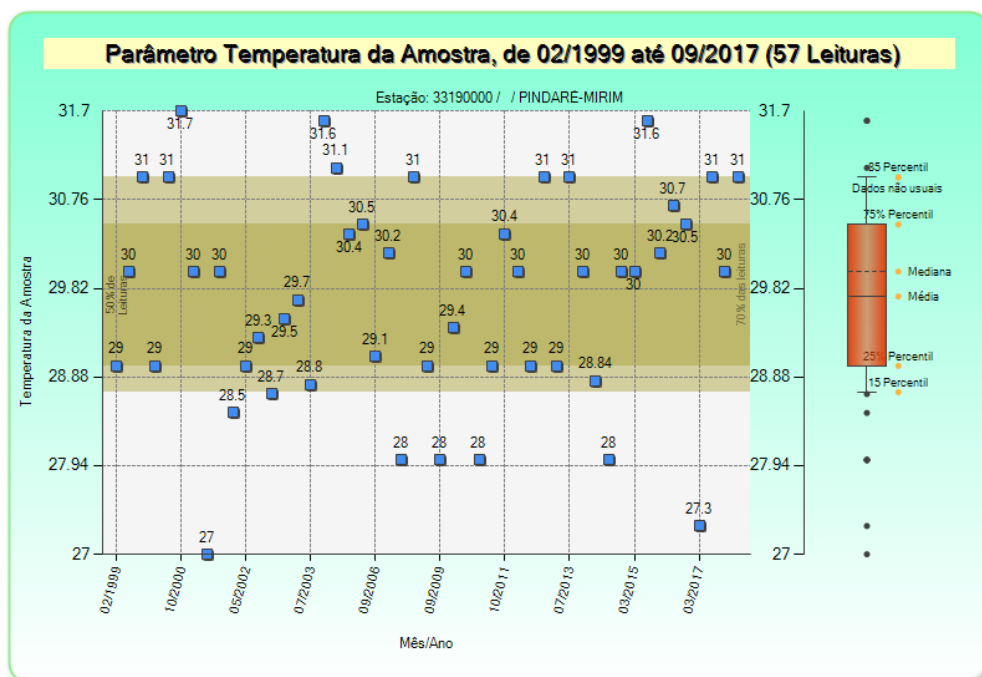
Fonte: PNQA.

Figura 43 - Temperatura do Ar – Munim



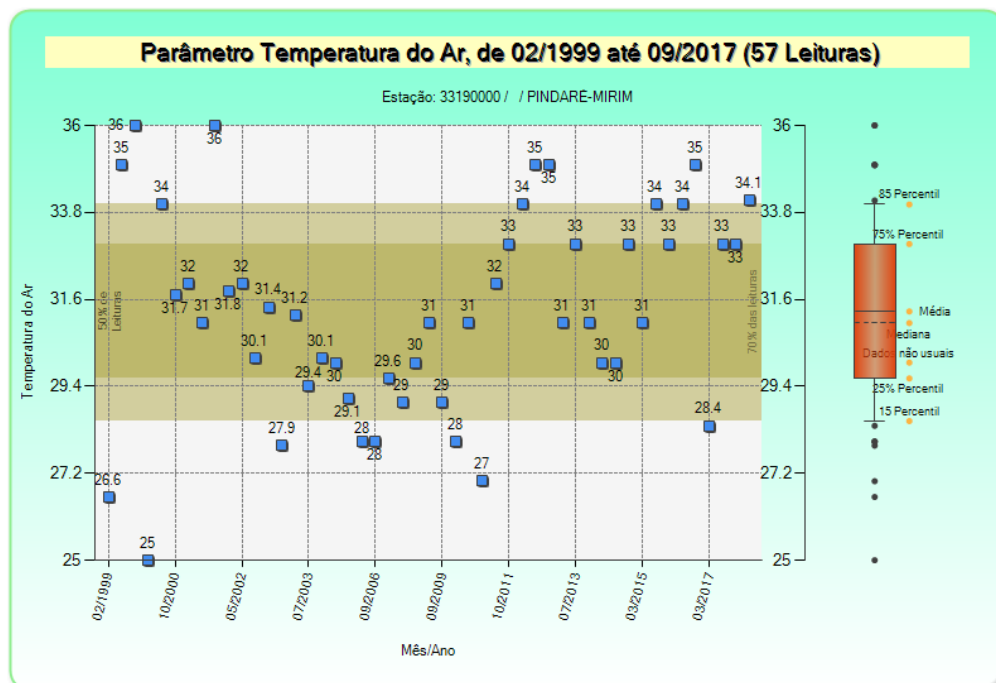
Fonte: PNQA.

Figura 44 - Temperatura da Amostra - Pindaré-Mirim



Fonte: PNQA.

Figura 45 - Temperatura do Ar - Pindaré-Mirim

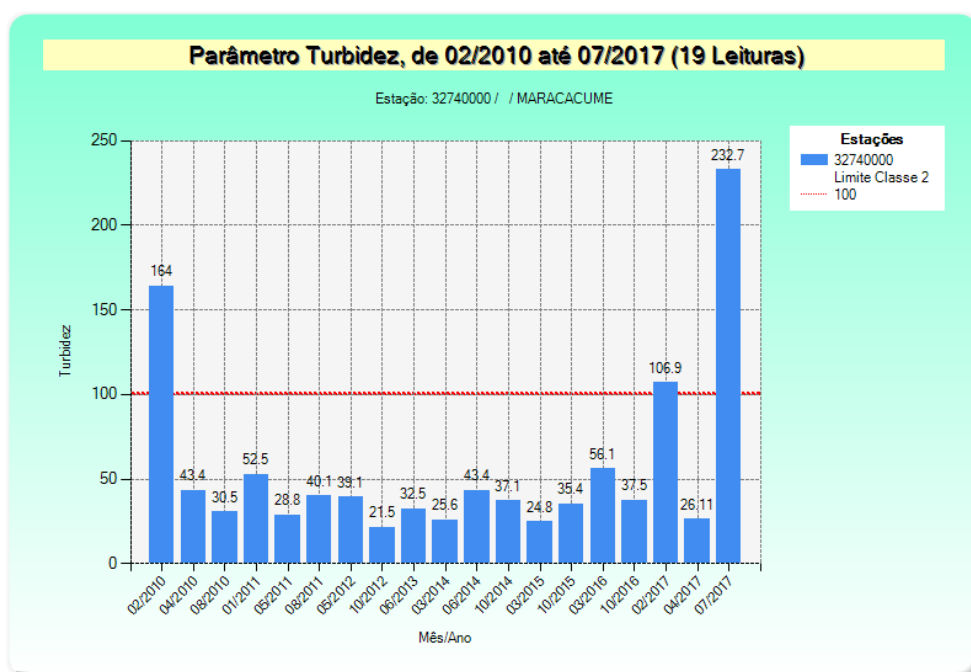


Fonte: PNQA.

## Turbidez

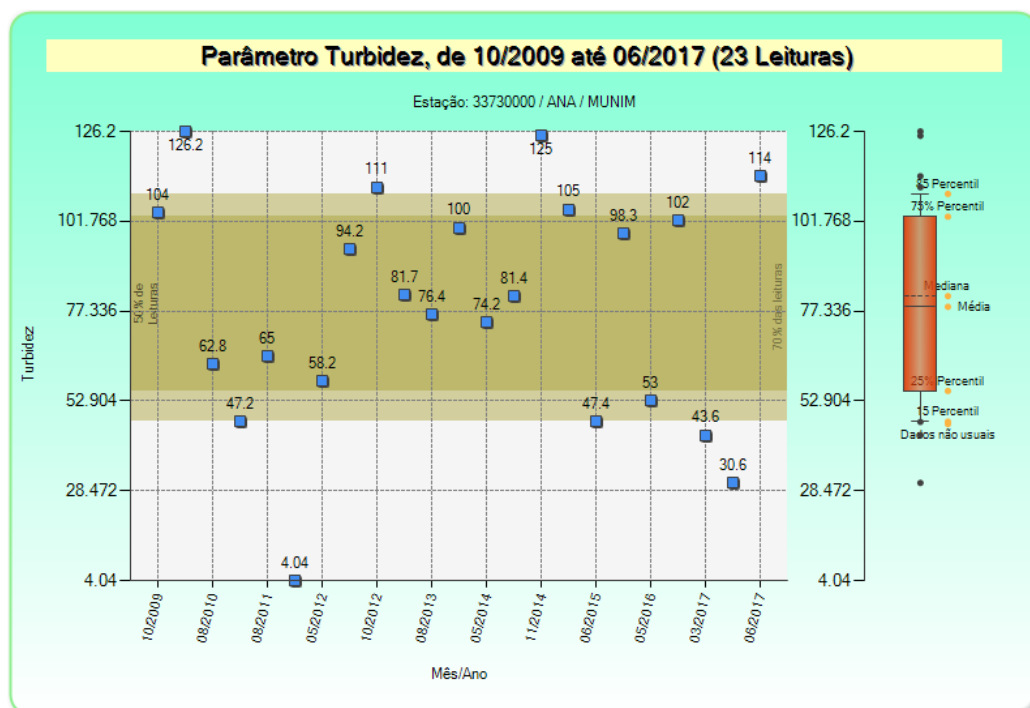
Com base nos dados do PNQA em relação à Turbidez no Maracaçumé (Figura 46), todos estão dentro do limite 100 para Classe 2, com exceção dos meses 02/2010, 02/2017 e 07/2017, sendo este último com valor de 232,7 com considerável diferença entre os demais. Para o Munim (Figura 47), 7 meses encontram-se com valores acima do permitido. Já para o Pindaré-Mirim (Figura 48), todos se encontram dentro do limite, sendo 91 o mais alto no mês 10/2011. Cunha (2003) encontrou resultados acima do limite 100 nas águas do Rio Mearim, sendo os mais altos no período chuvoso.

Figura 46 - Turbidez – Maracaçumé



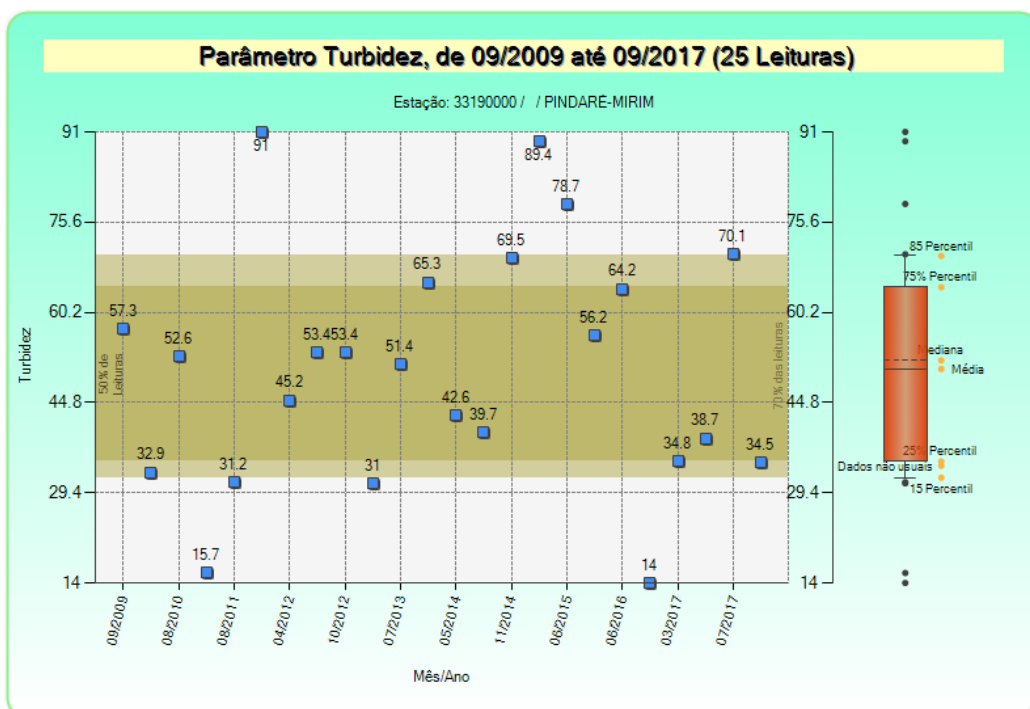
Fonte: PNQA.

Figura 47 - Turbidez – Munim



Fonte: PNQA.

Figura 48 - Turbidez - Pindaré-Mirim



Fonte: PNQA.

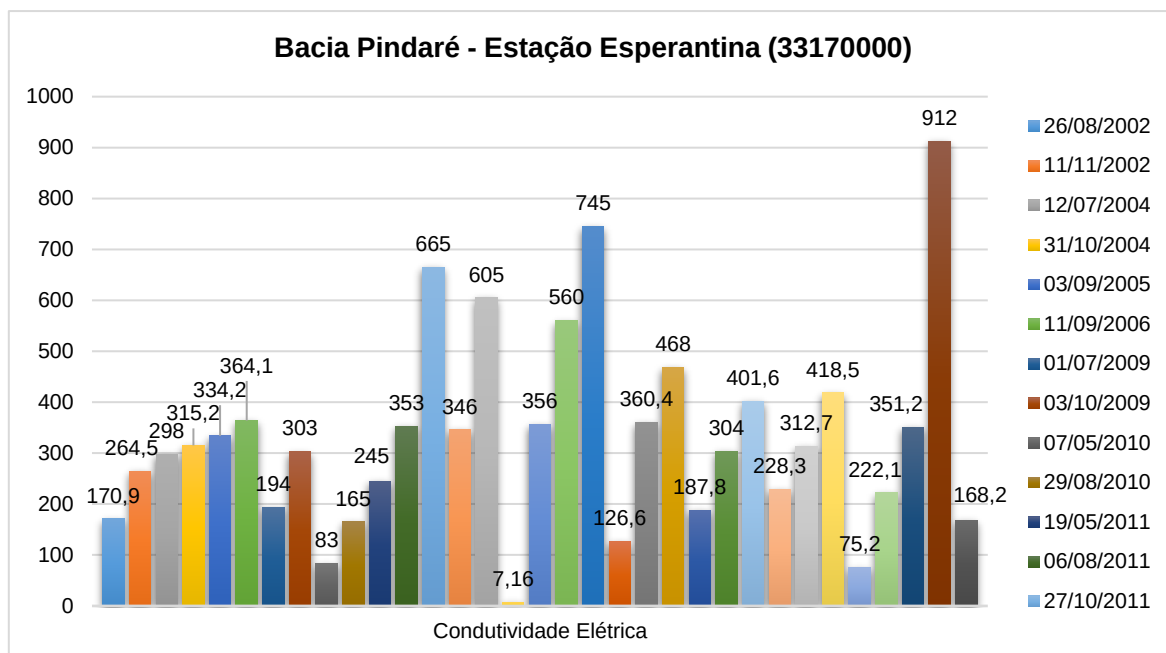


## 5 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DO HIDROWEB: qualidade da água

Bacia do Pindaré

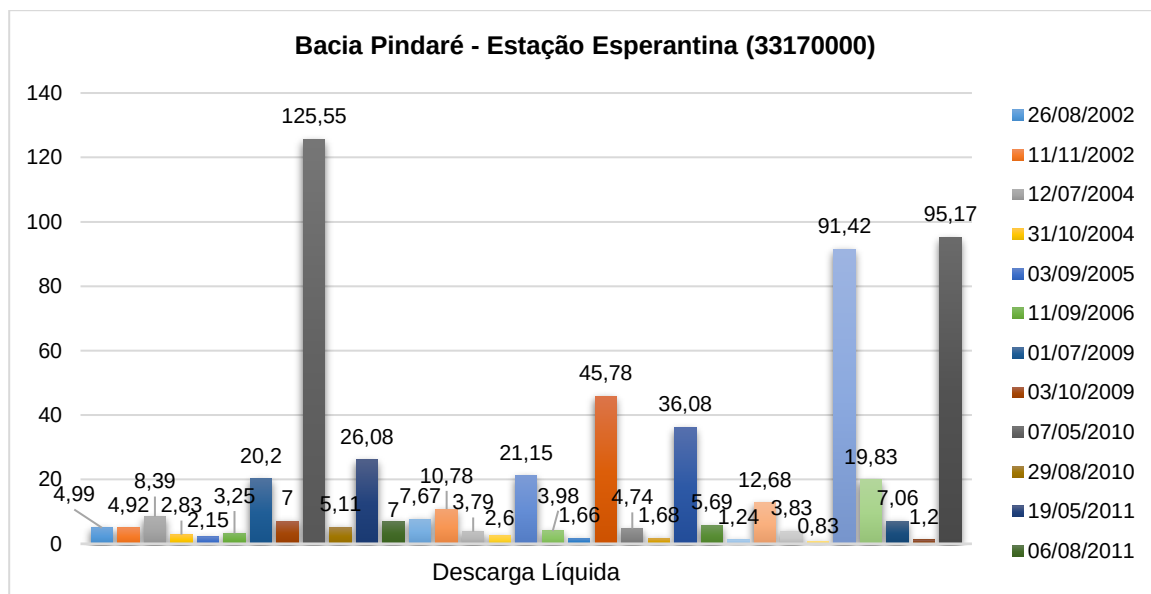
Bacia Pindaré - Estação Esperantina (33170000).

Gráfico 1 – Dados de Condutividade Elétrica



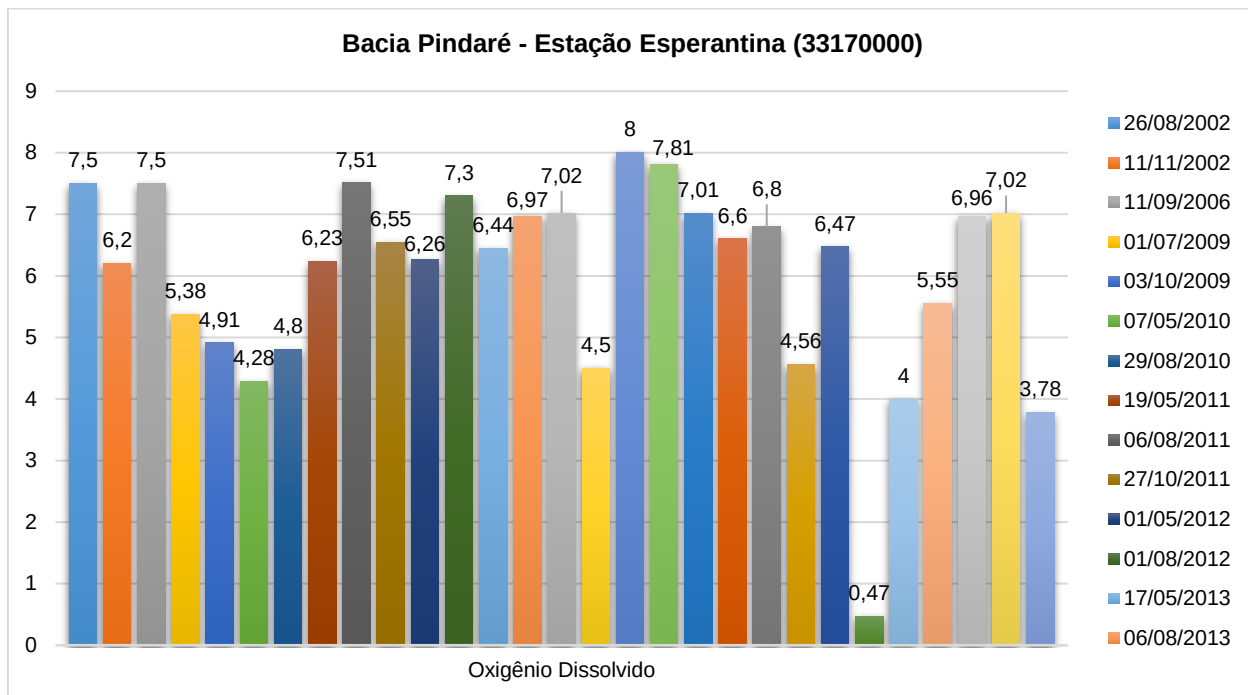
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 2 - Dados de Descarga Líquida



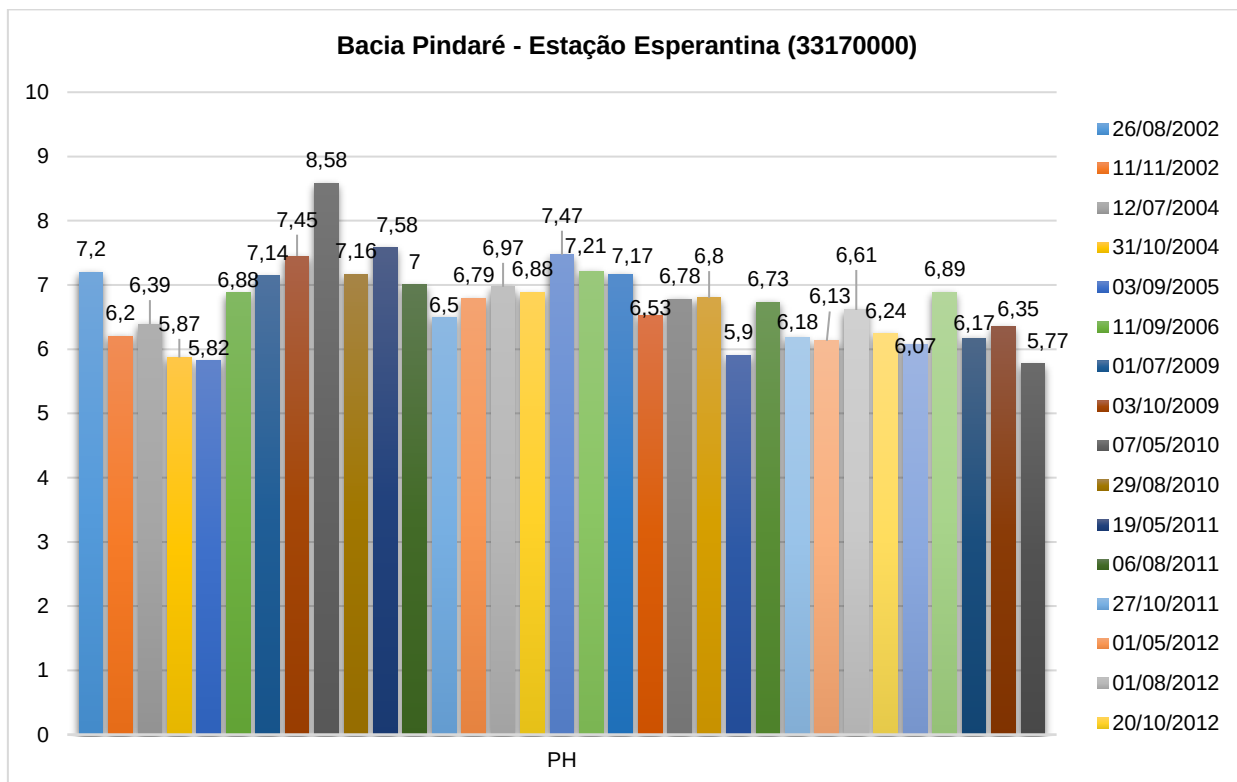
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 3 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

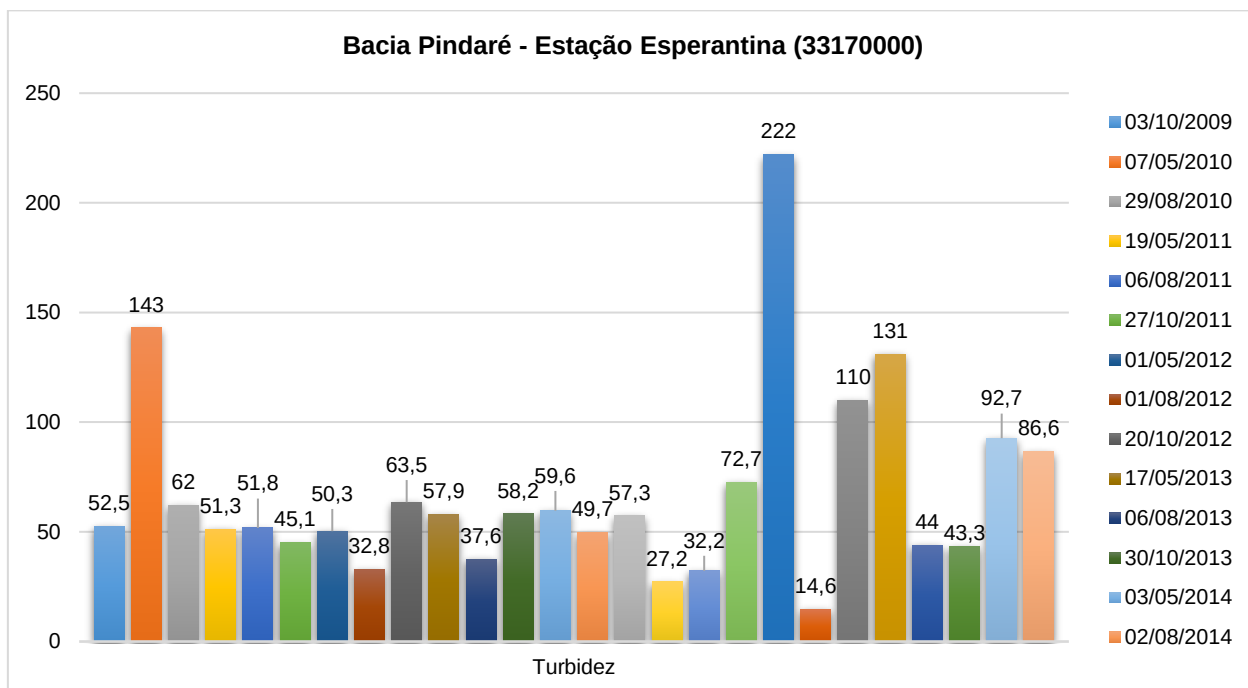
Gráfico 4 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 5 - Dados de Temperatura do Ar

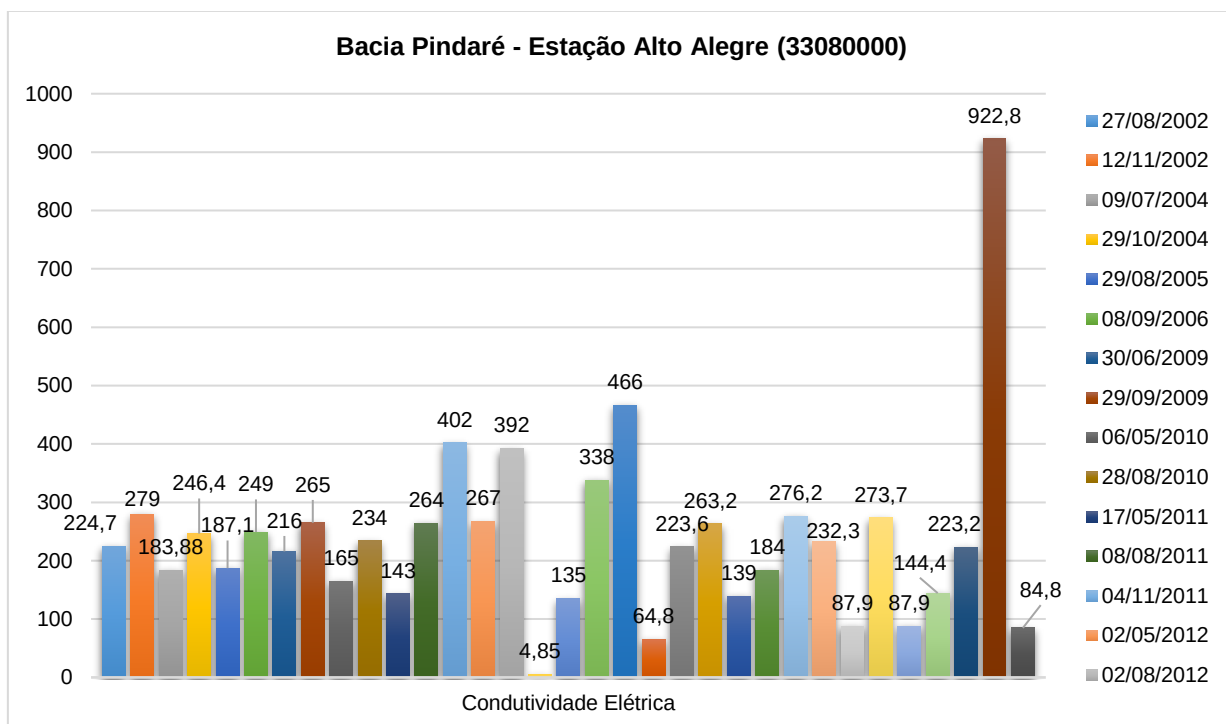
Gráfico 7 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Estação Alto Alegre

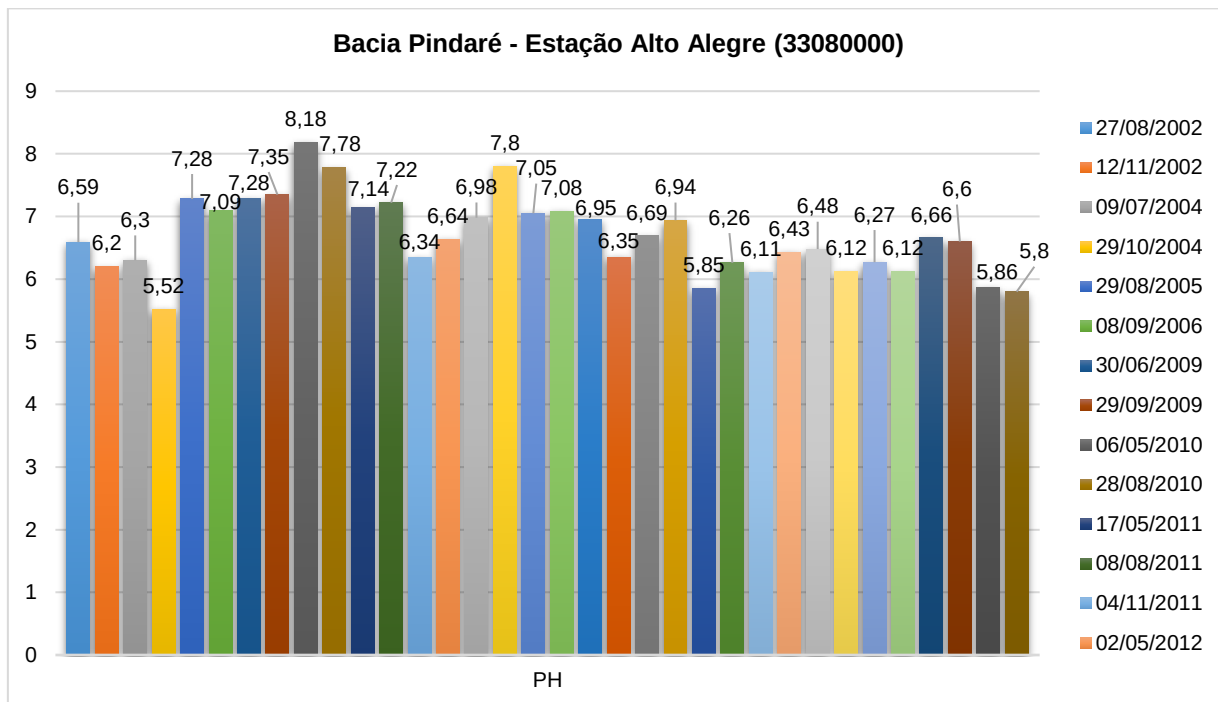
Gráfico 8 - Dados de Condutividade Elétrica



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

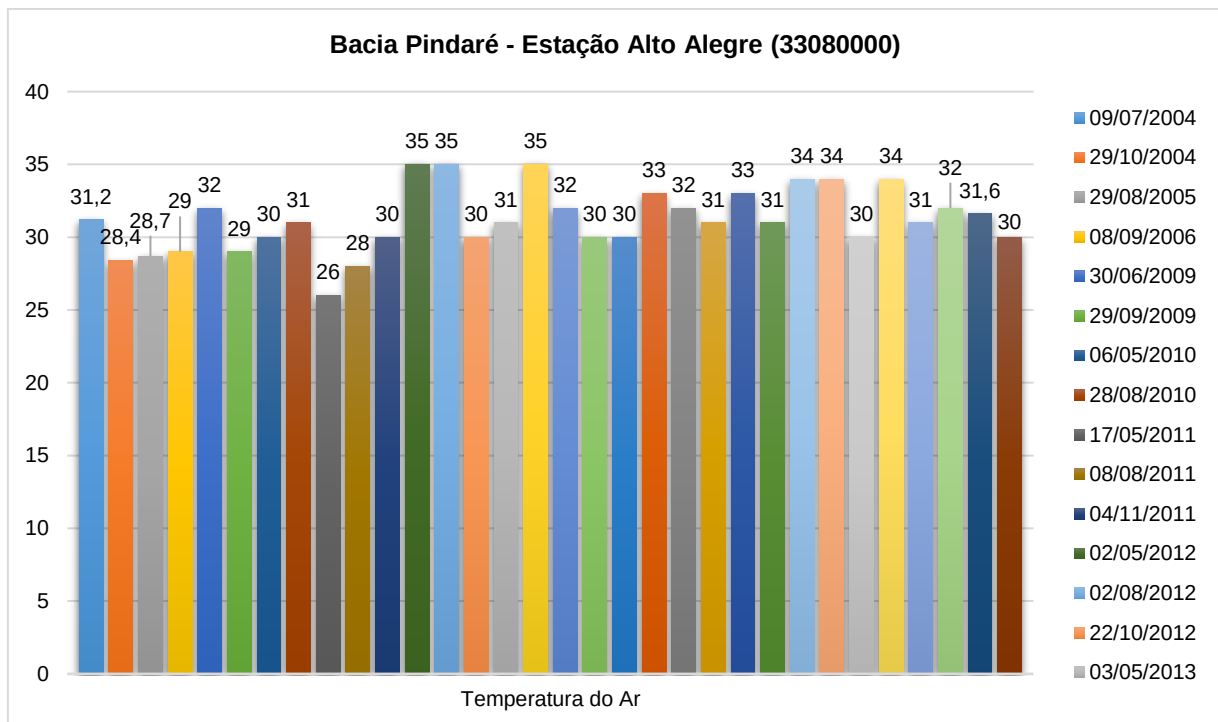


Gráfico 11 - Dados de pH



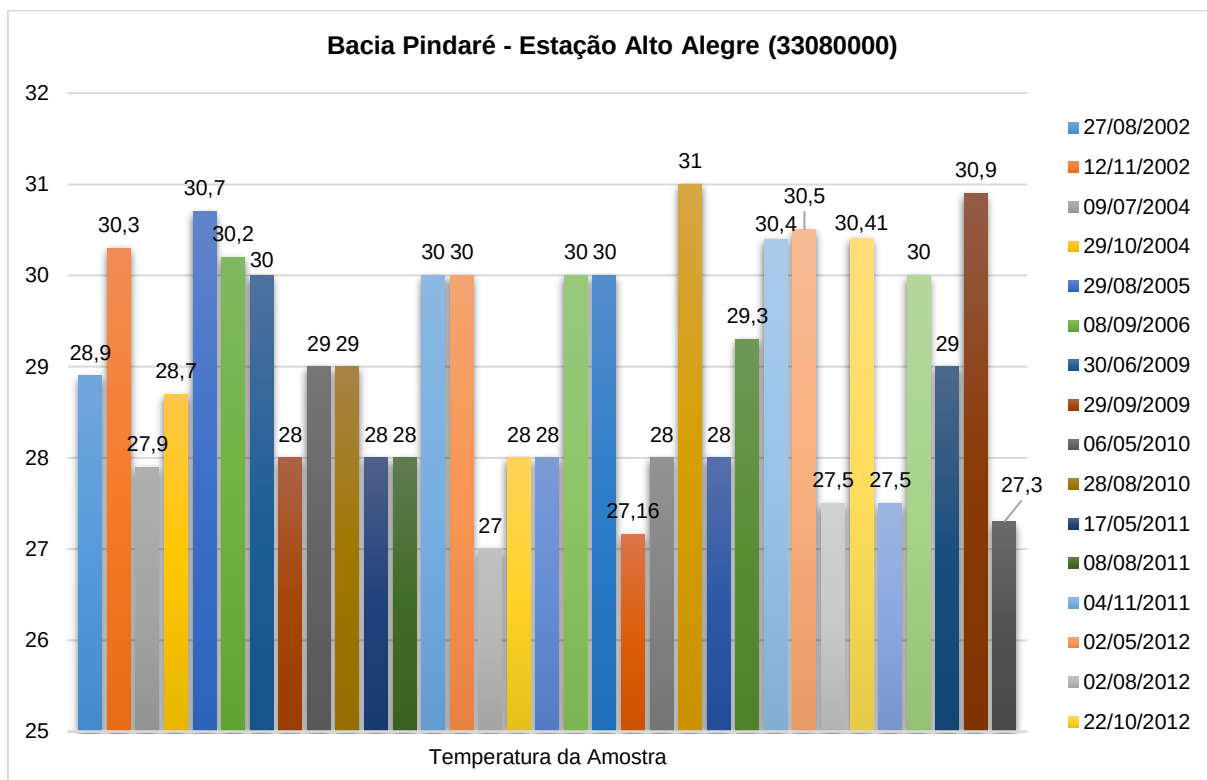
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 12 - Dados de Temperatura do Ar



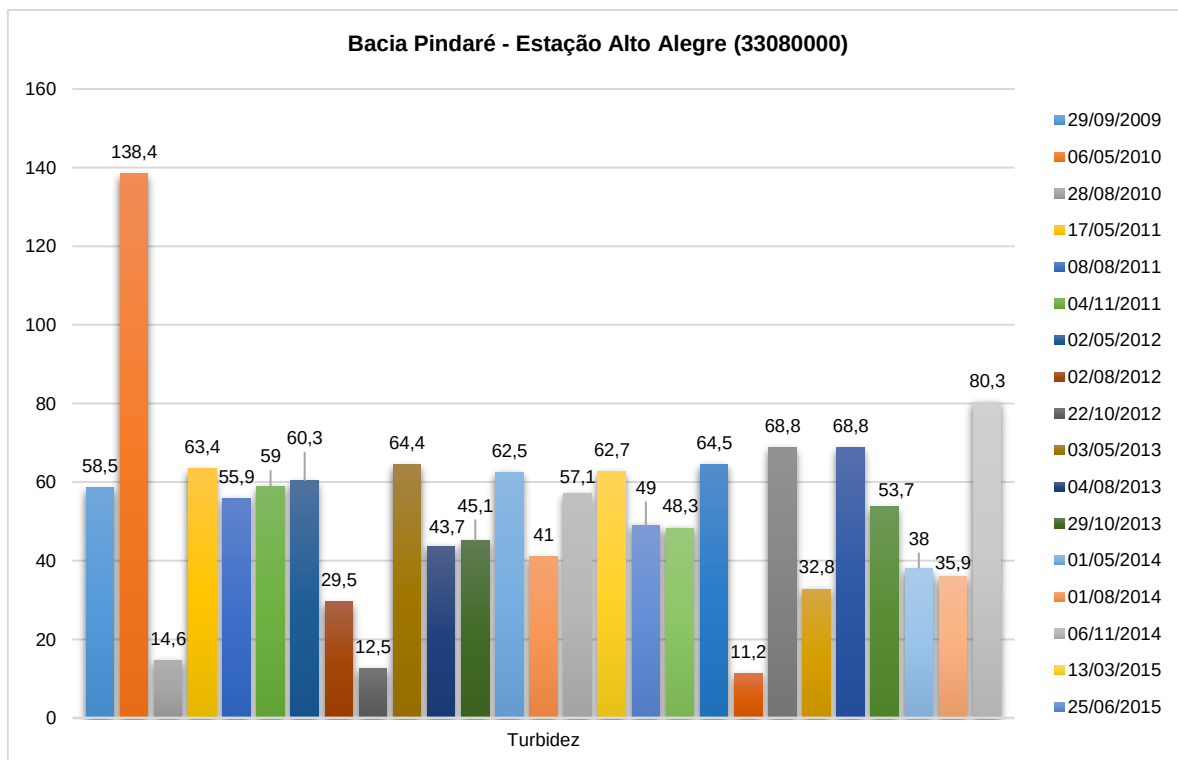
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 13 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

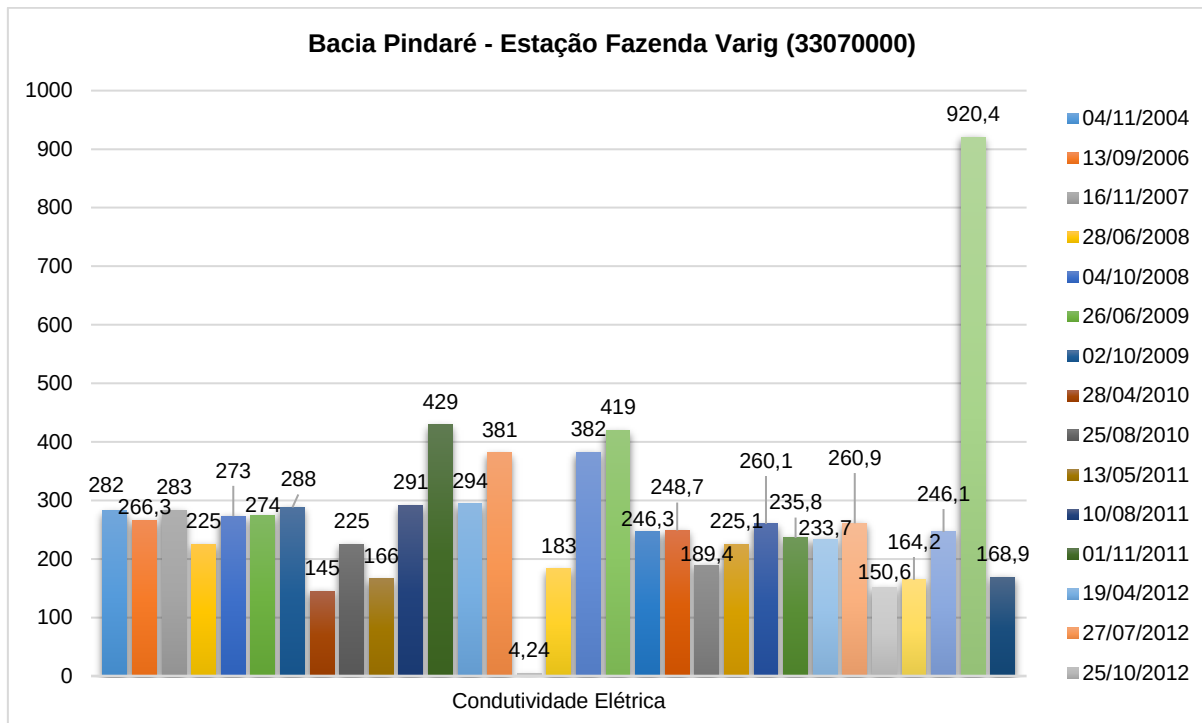
Gráfico 14 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

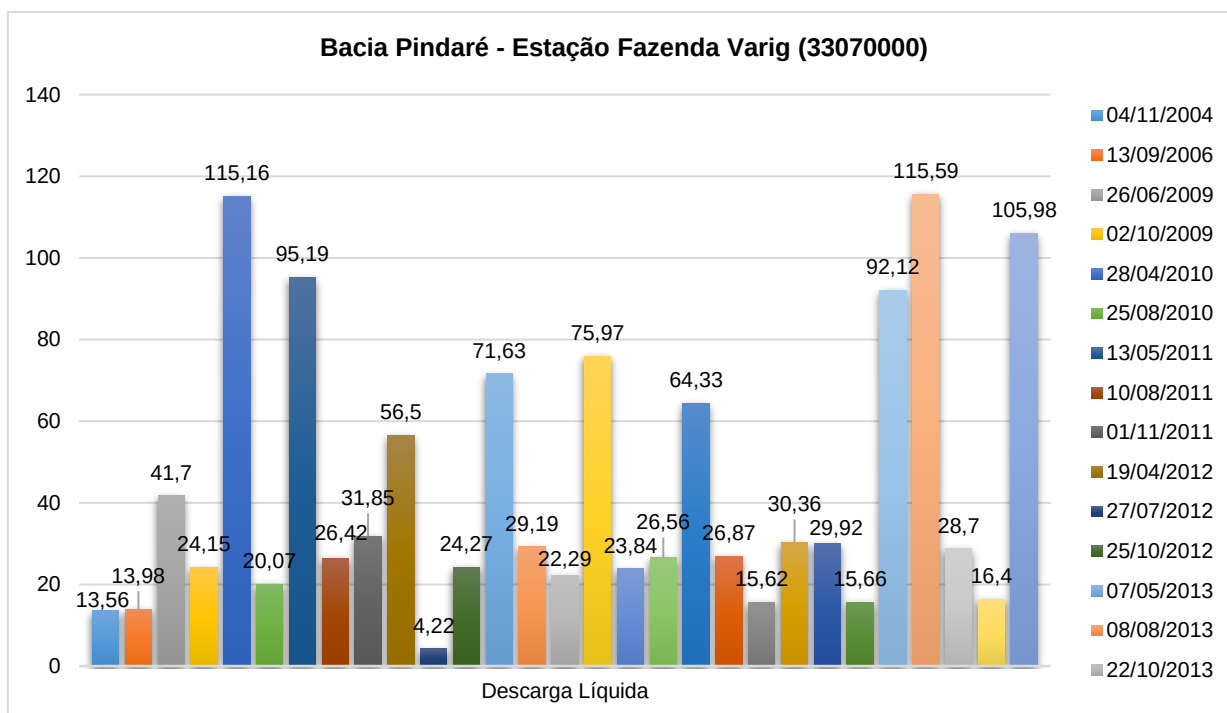
Estação Varig (33070000)

Gráfico 15 - Dados de Condutividade Elétrica



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

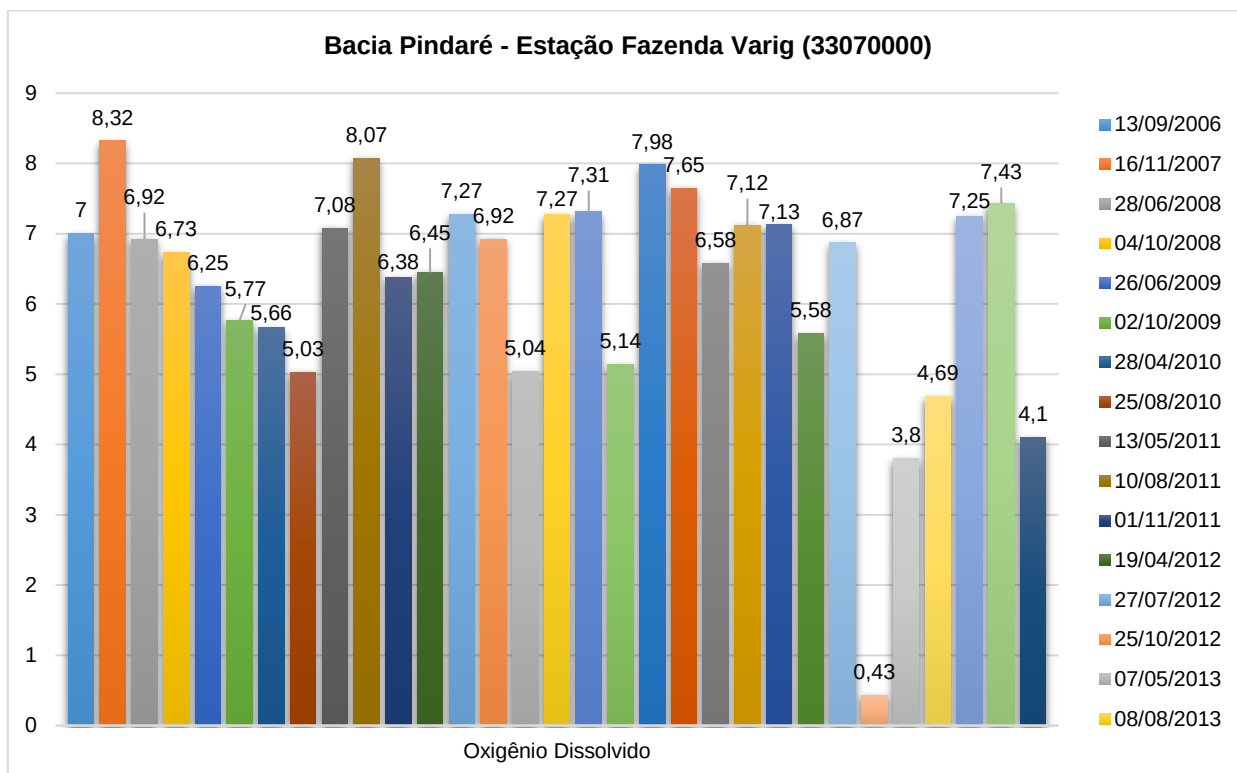
Gráfico 16 - Dados de Descarga Líquida



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

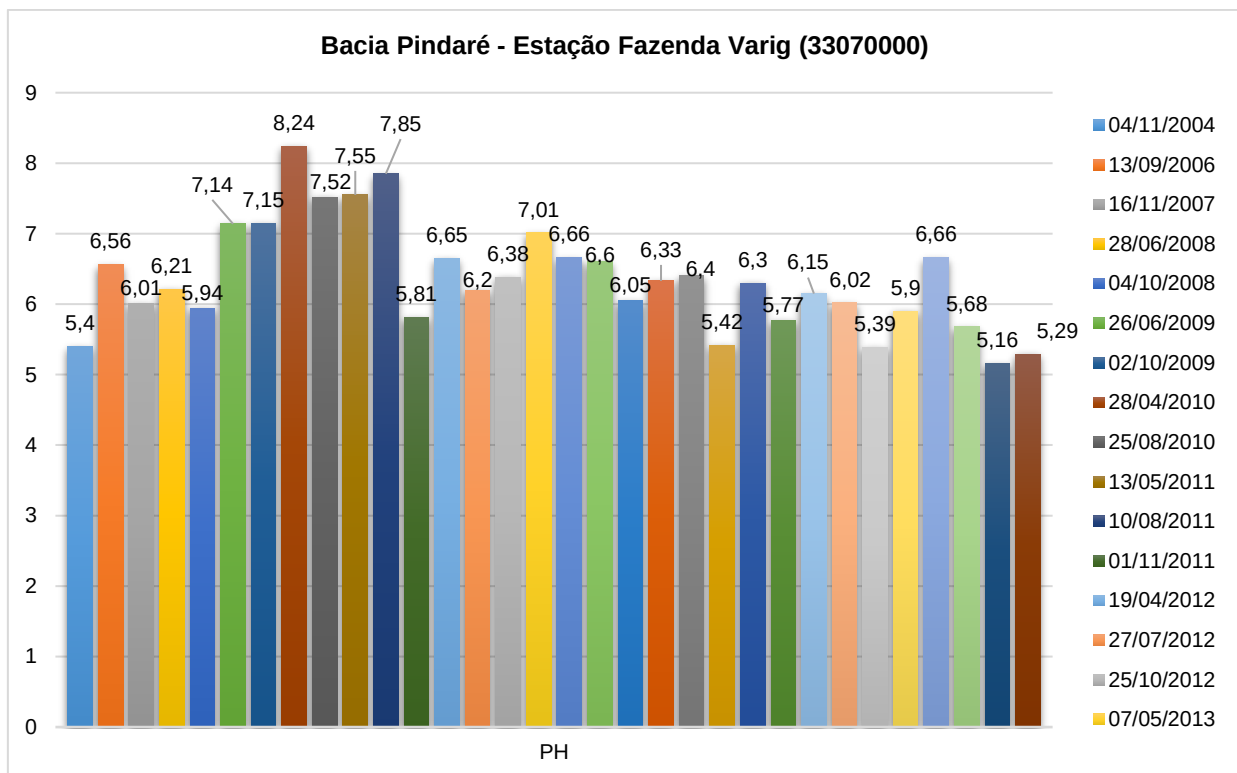


Gráfico 17 - Dados de Oxigênio Dissolvido



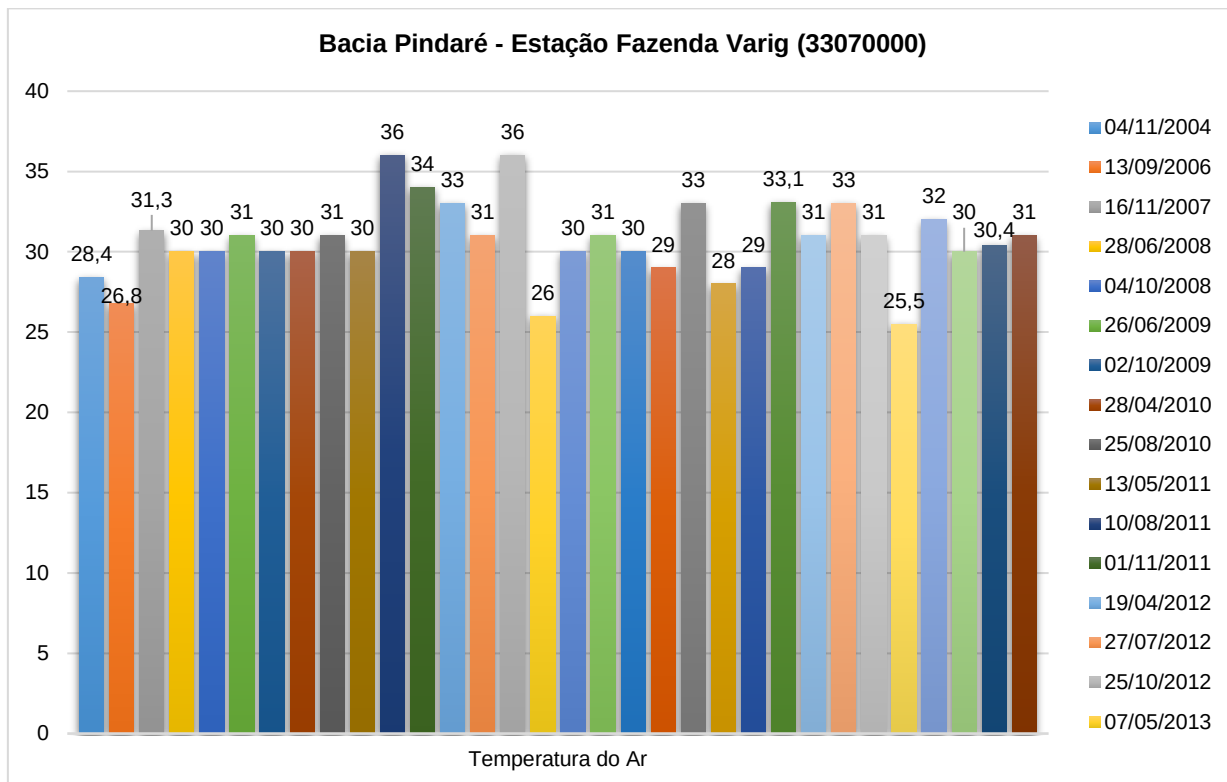
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 18 - Dados de pH



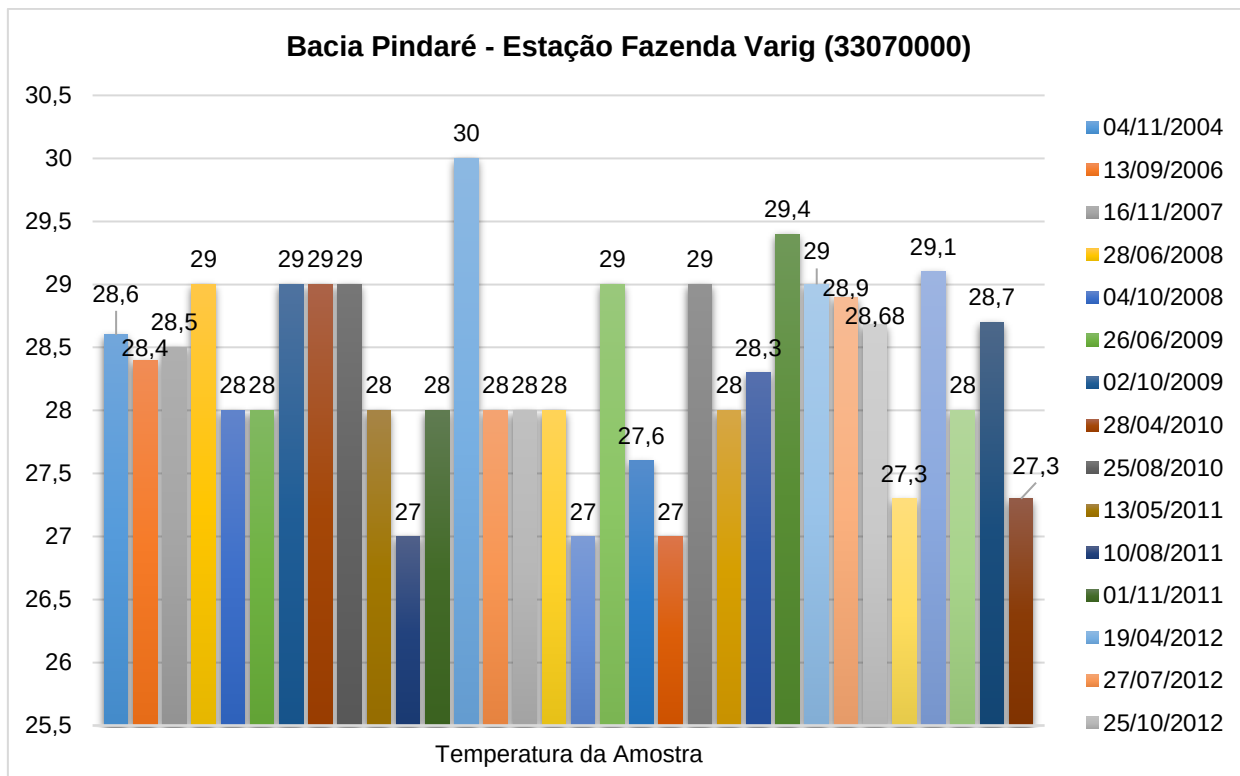
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 19 - Dados de Temperatura do Ar



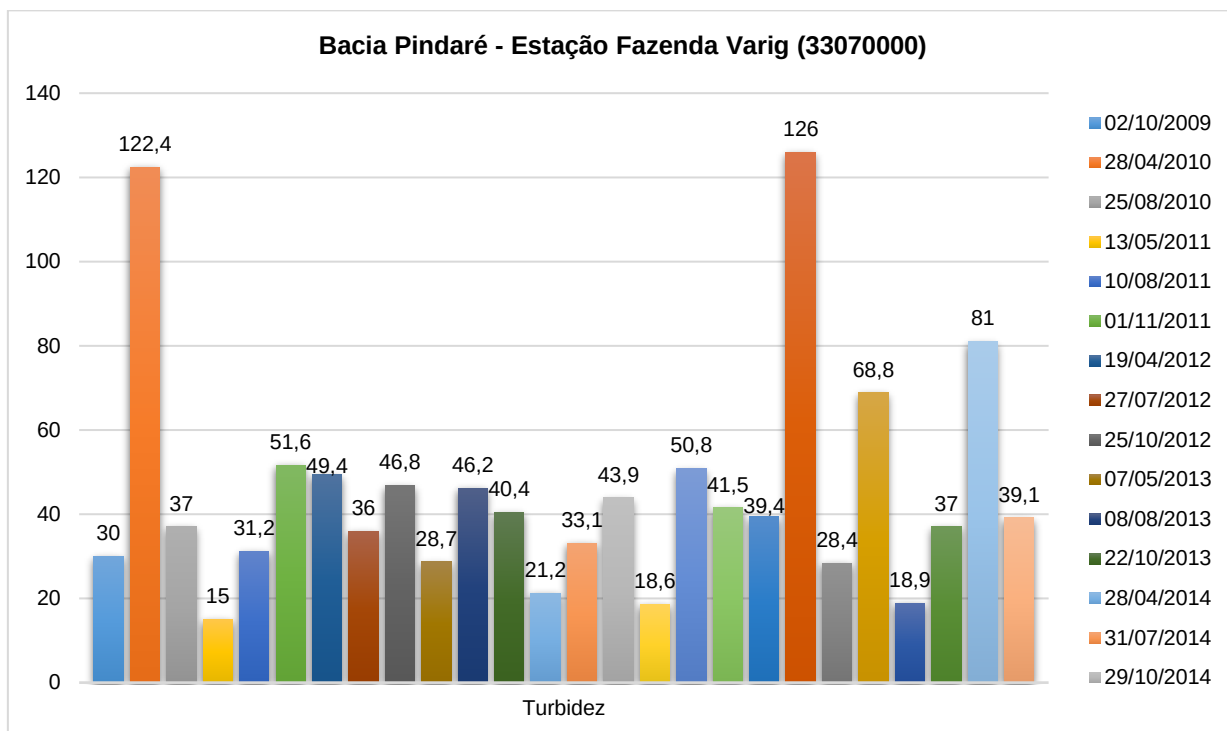
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 20 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

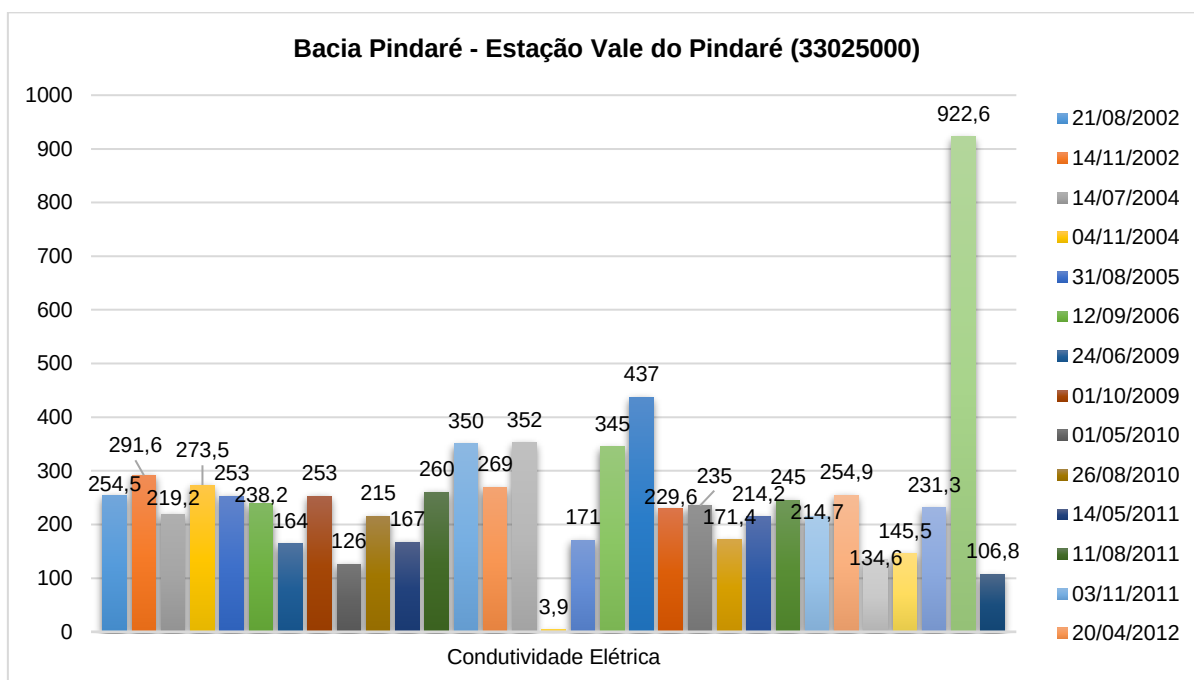
Gráfico 21 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

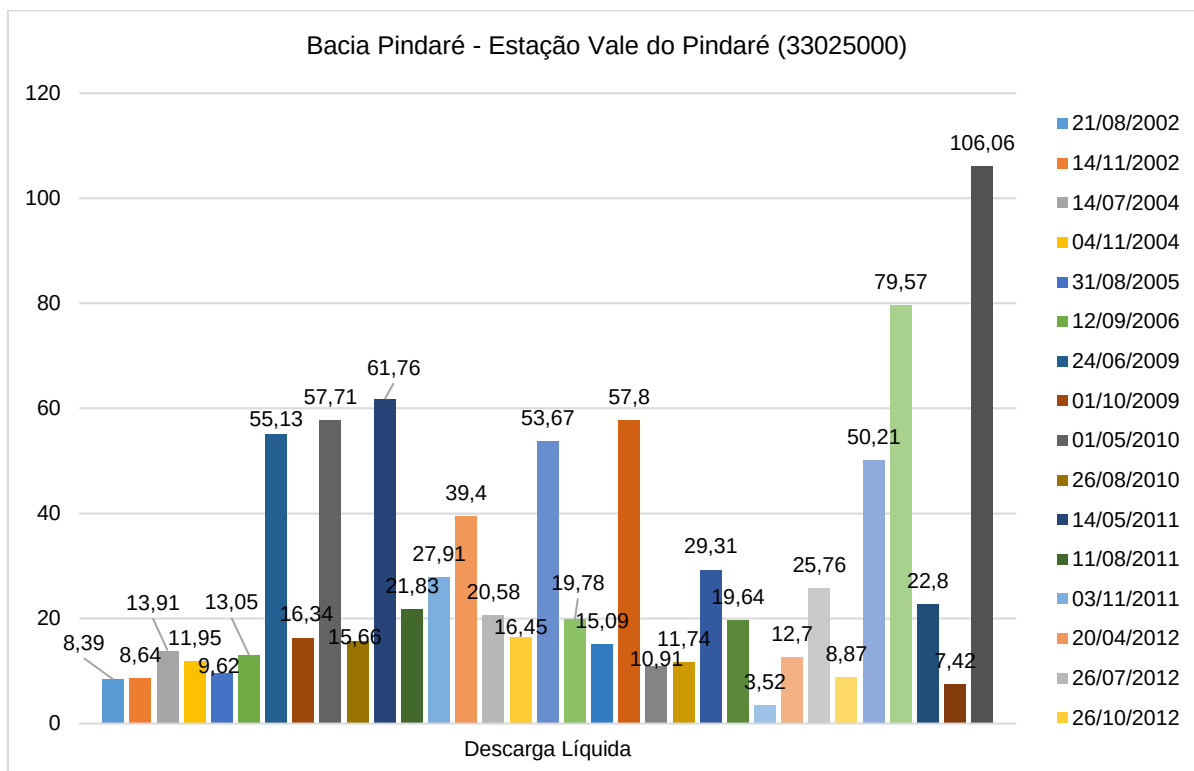
Estação Vale do Pindaré (33025000)

Gráfico 22 - Dados de Condutividade Elétrica



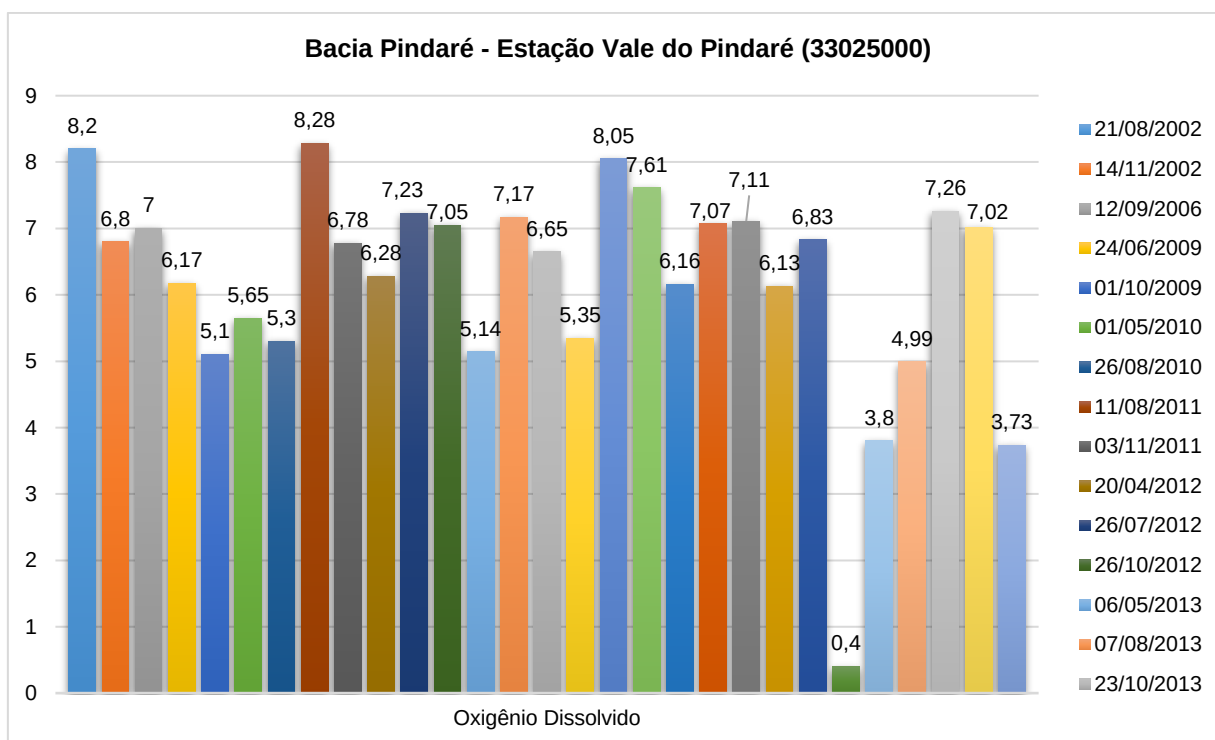
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 23 - Dados de Descara Líquida



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

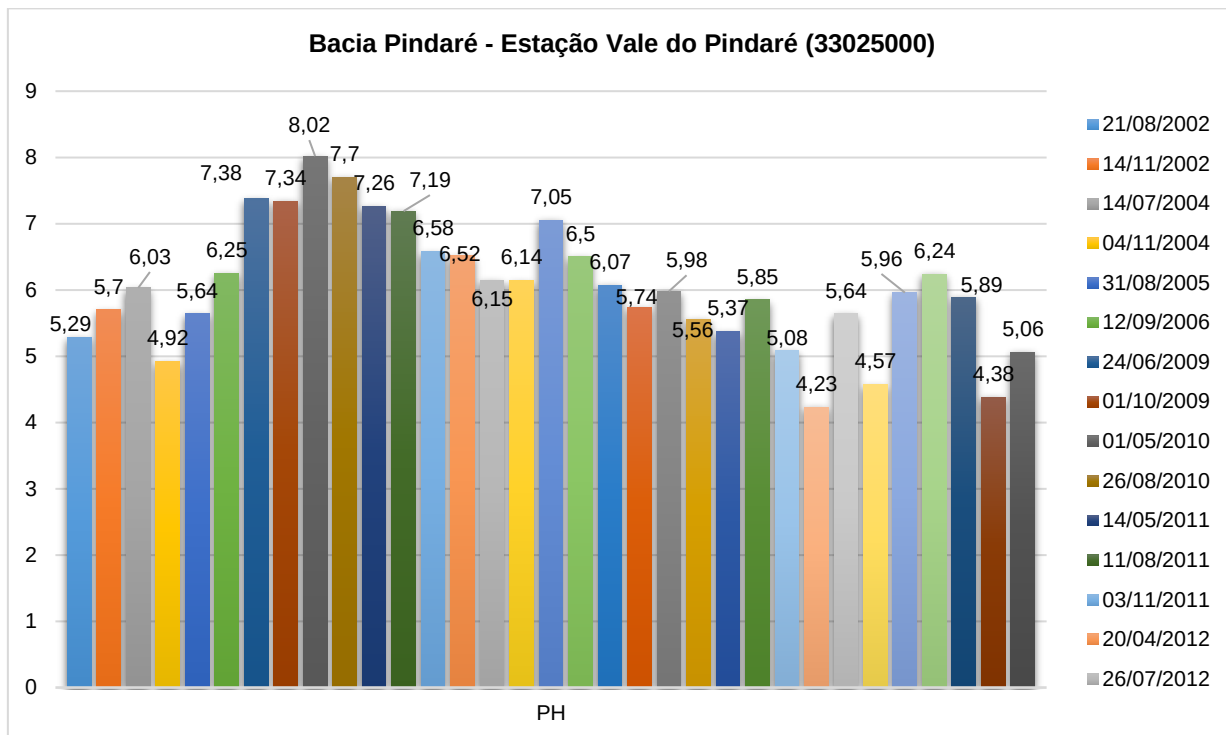
Gráfico 24 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

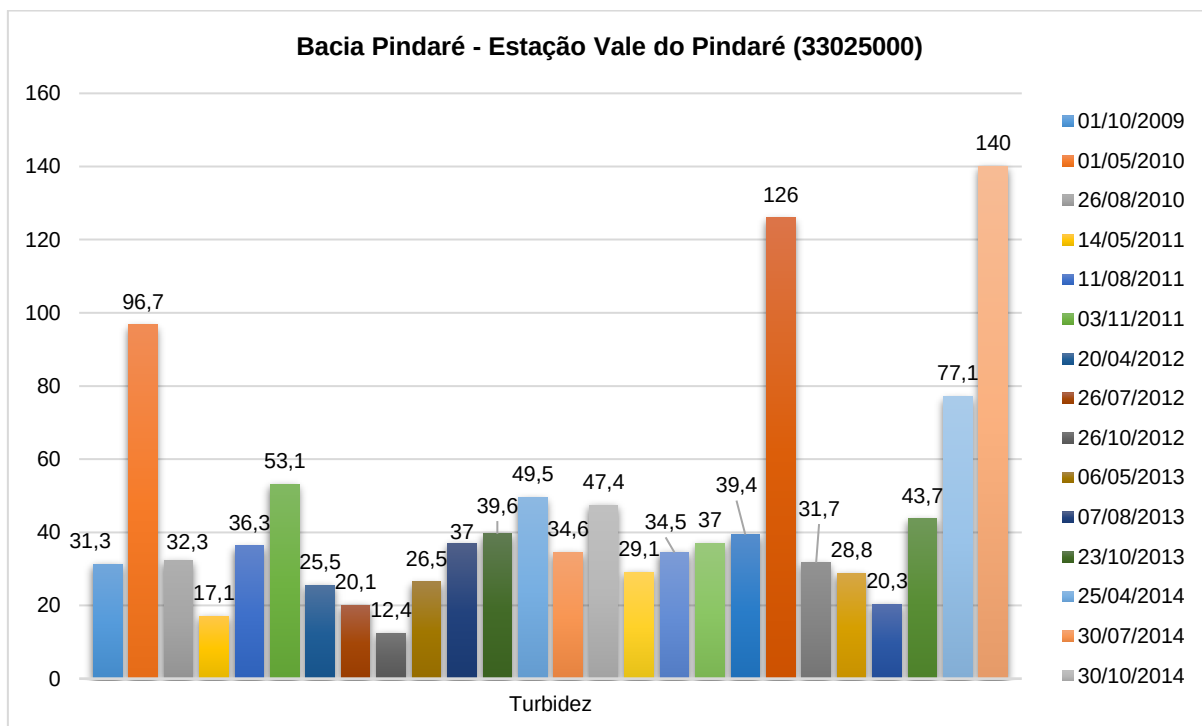
Gráfico 25 - Dados de Temperatura do Ar

Gráfico 27 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 28 - Dados de Turbidez

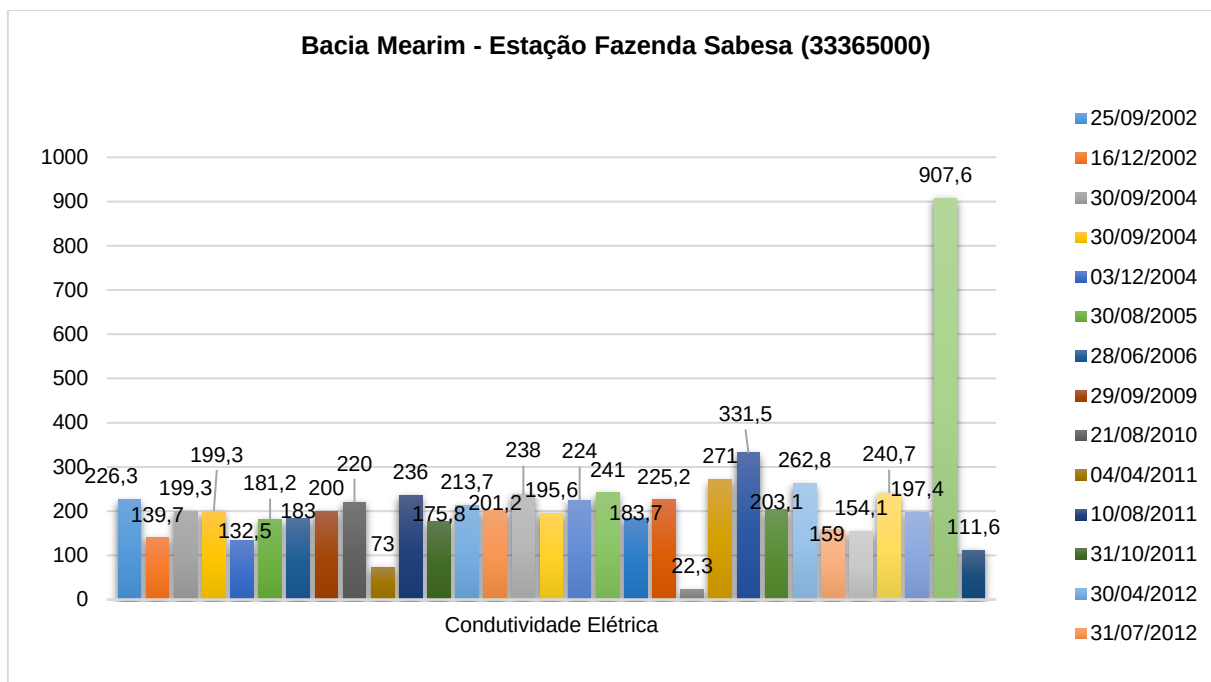


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Mearim

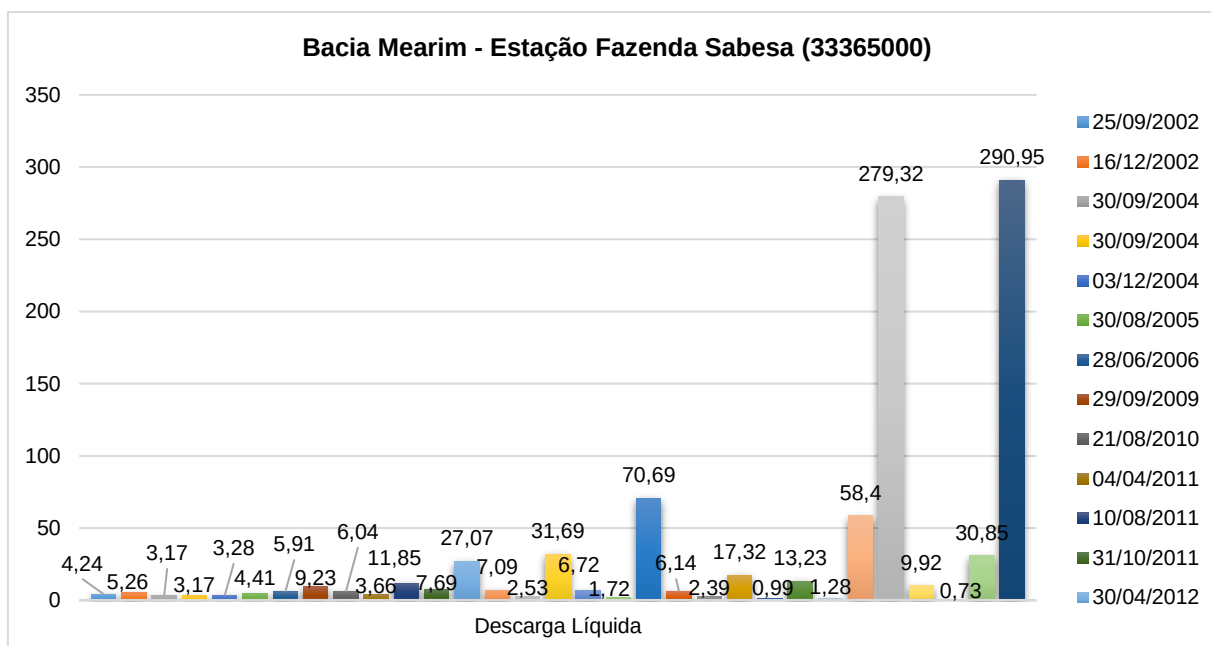
Estação Fazenda Sabesa (33365000).

Gráfico 29 - Dados de Condutividade Elétrica



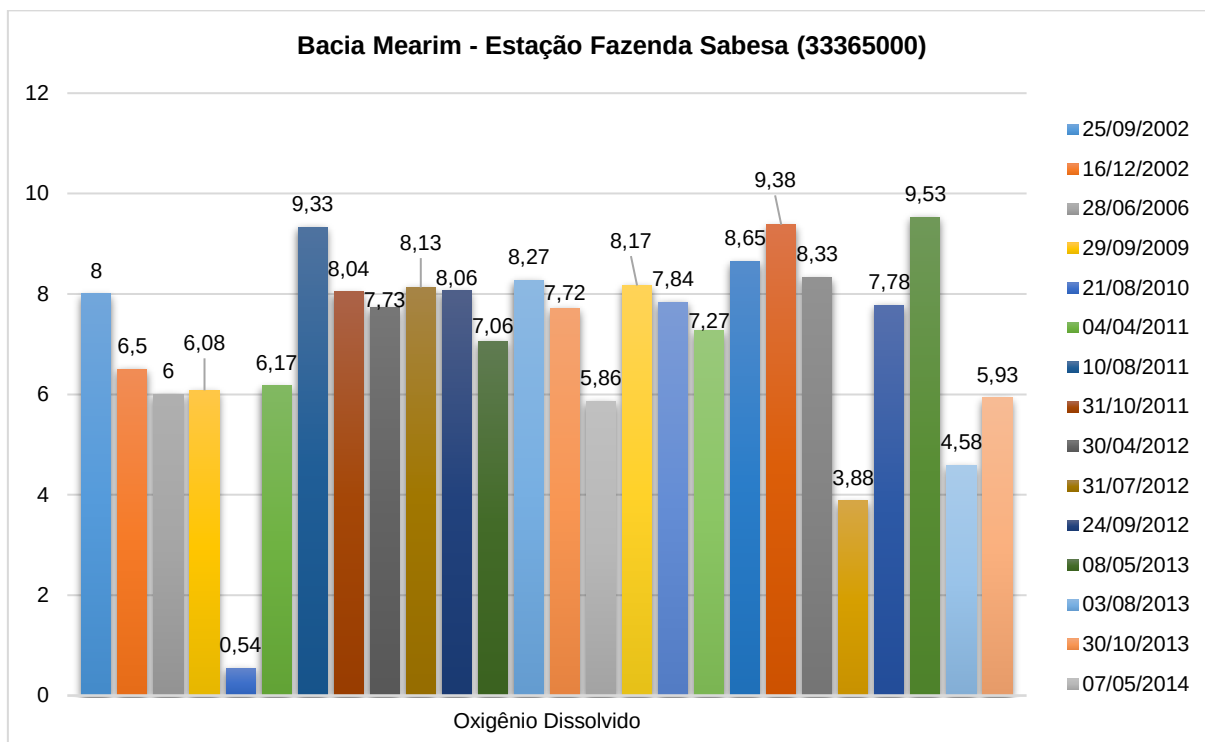
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 30 - Dados de Descarga Líquida



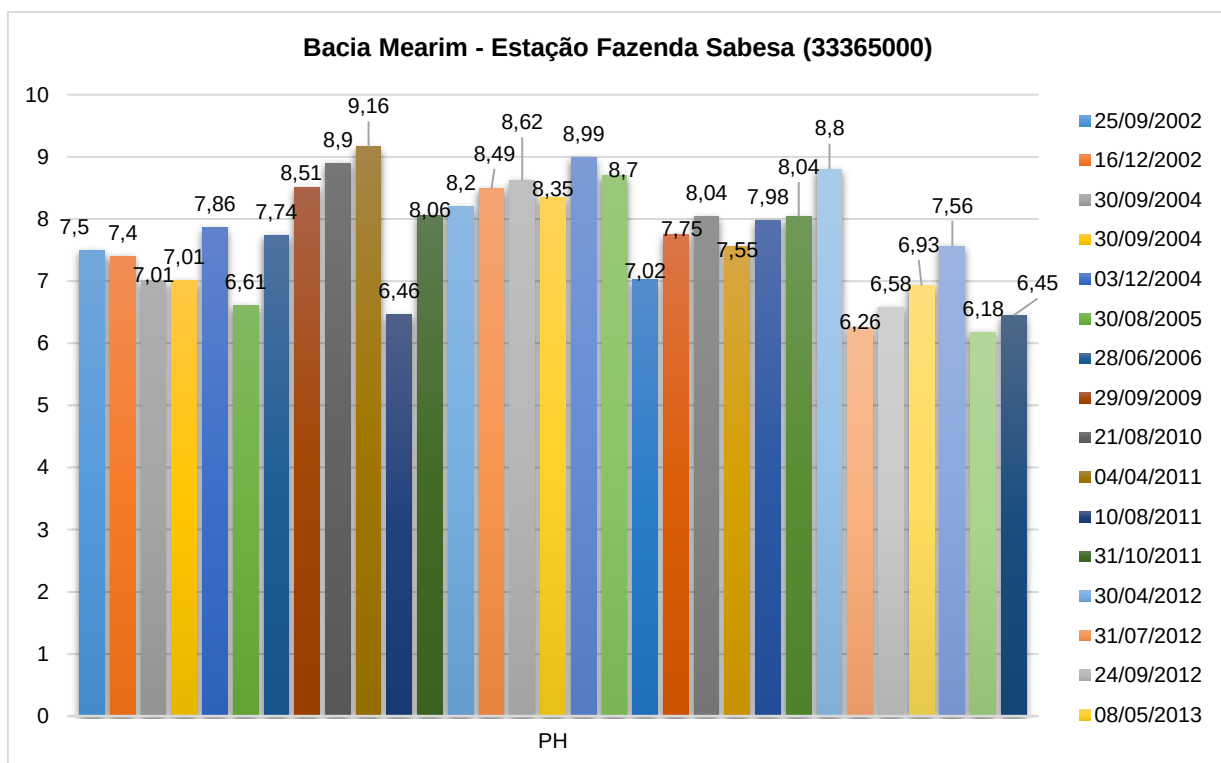
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 31 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

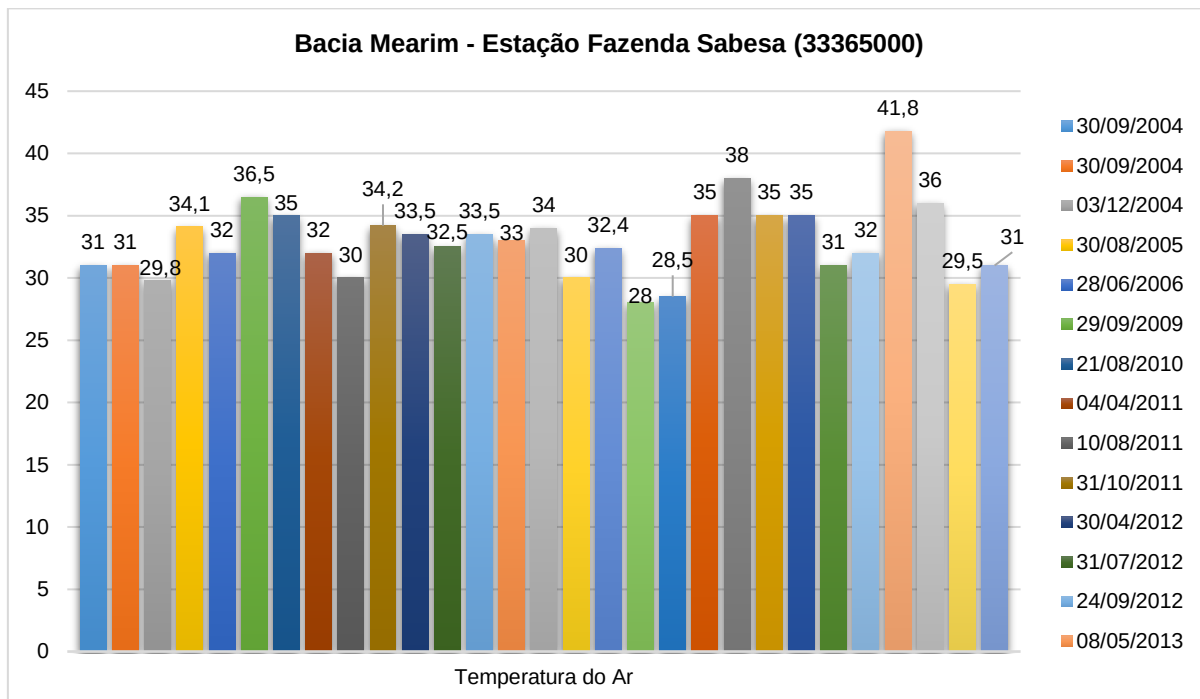
Gráfico 32 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

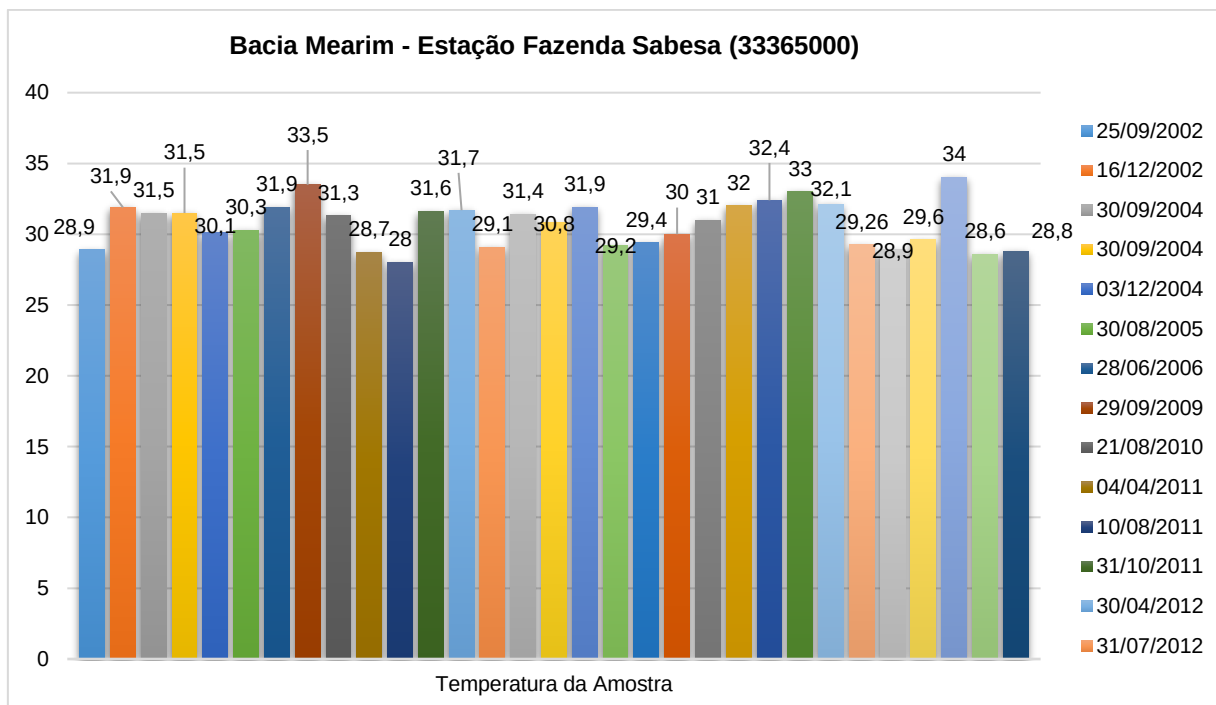


Gráfico 33 - Dados de Temperatura do Ar



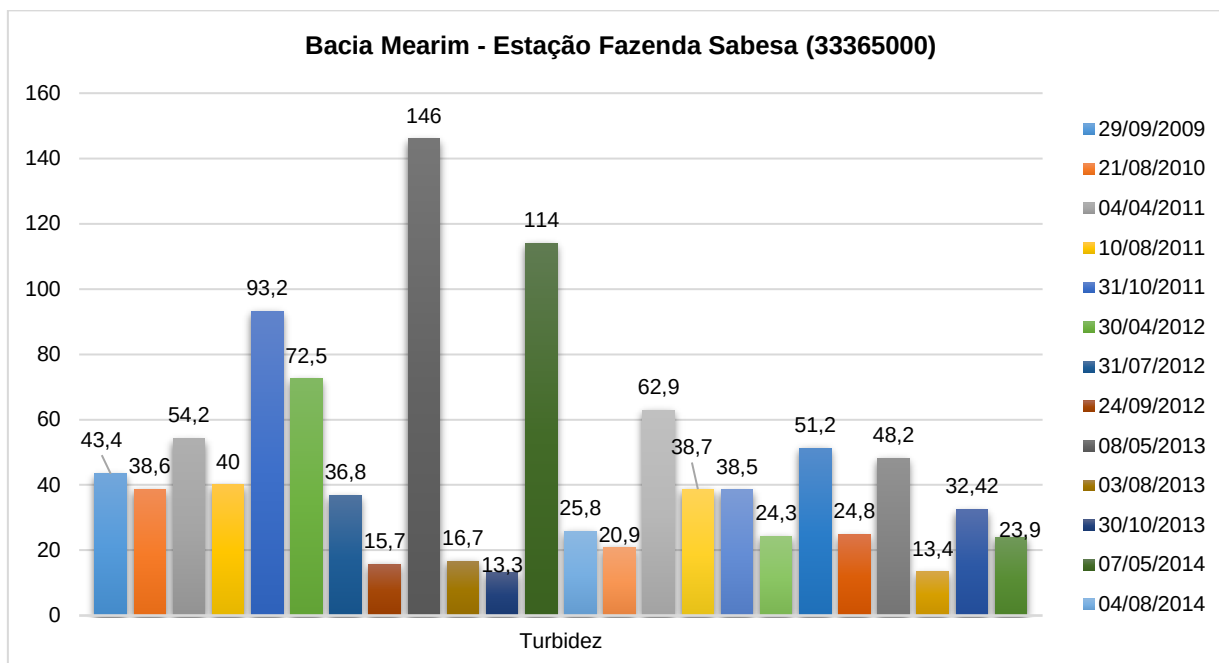
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 34 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

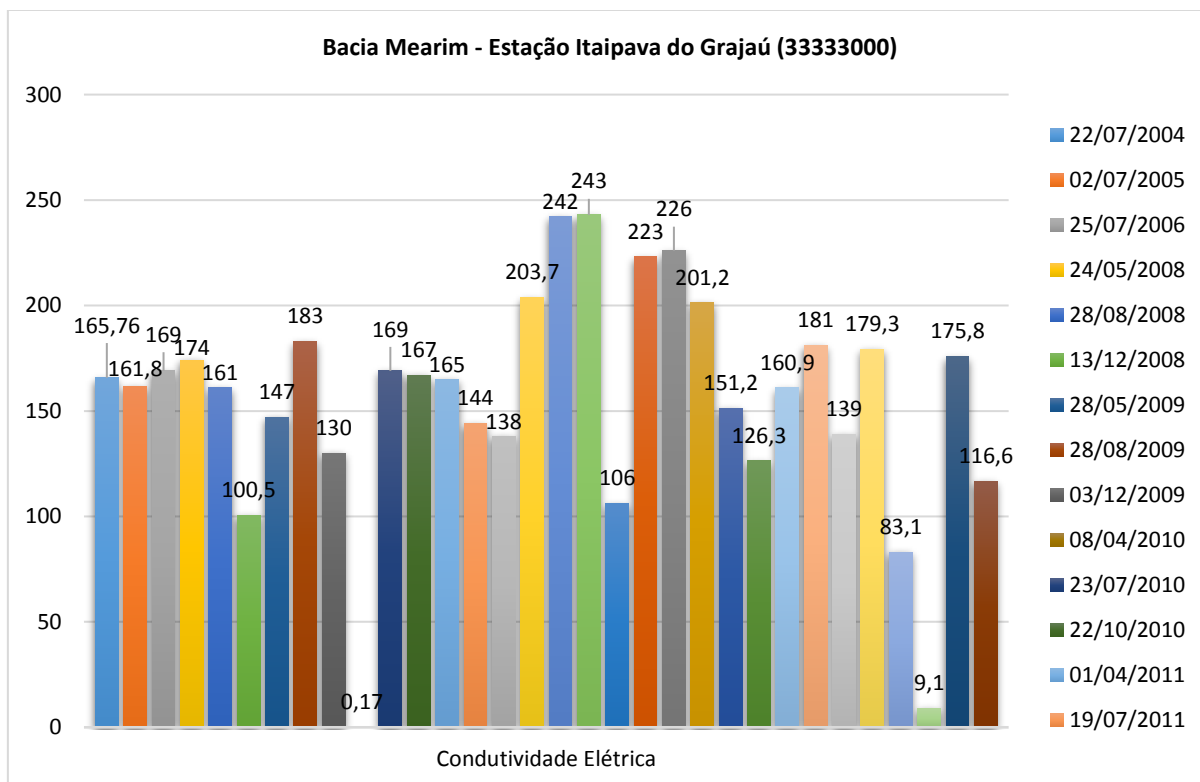
Gráfico 35 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

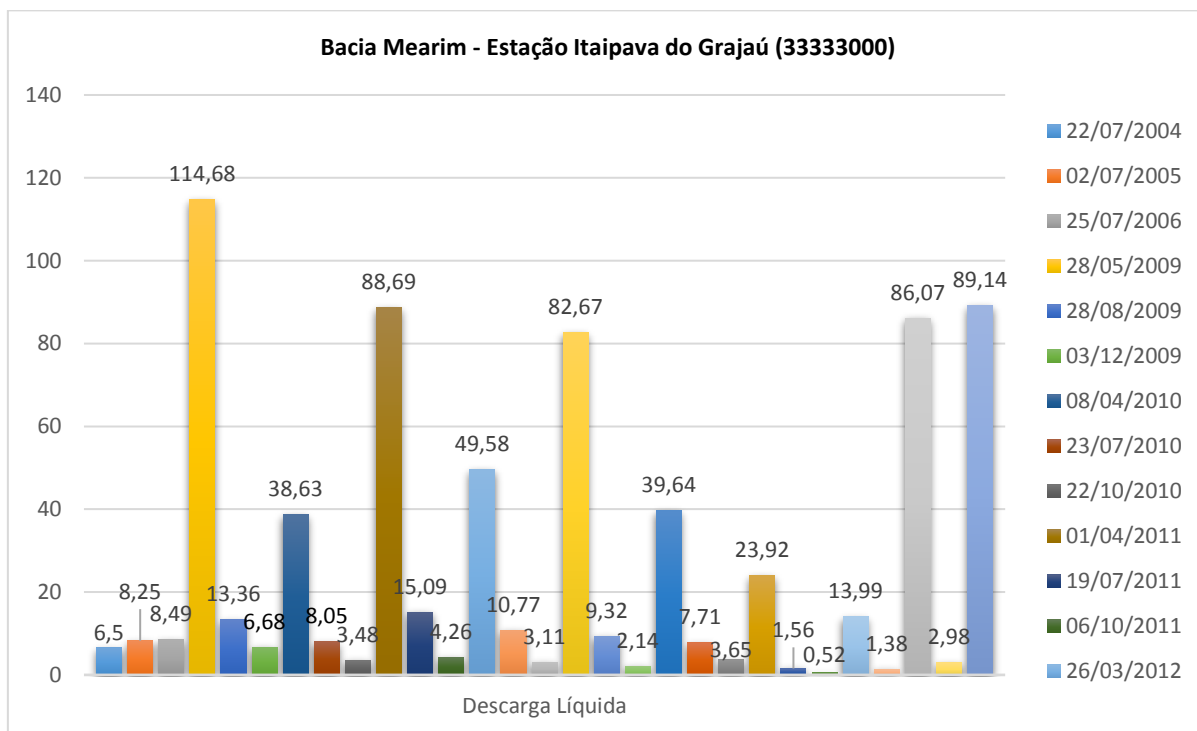
Estação Itaipava do Grajaú (33333000)

Gráfico 36 - Dados de Condutividade Elétrica



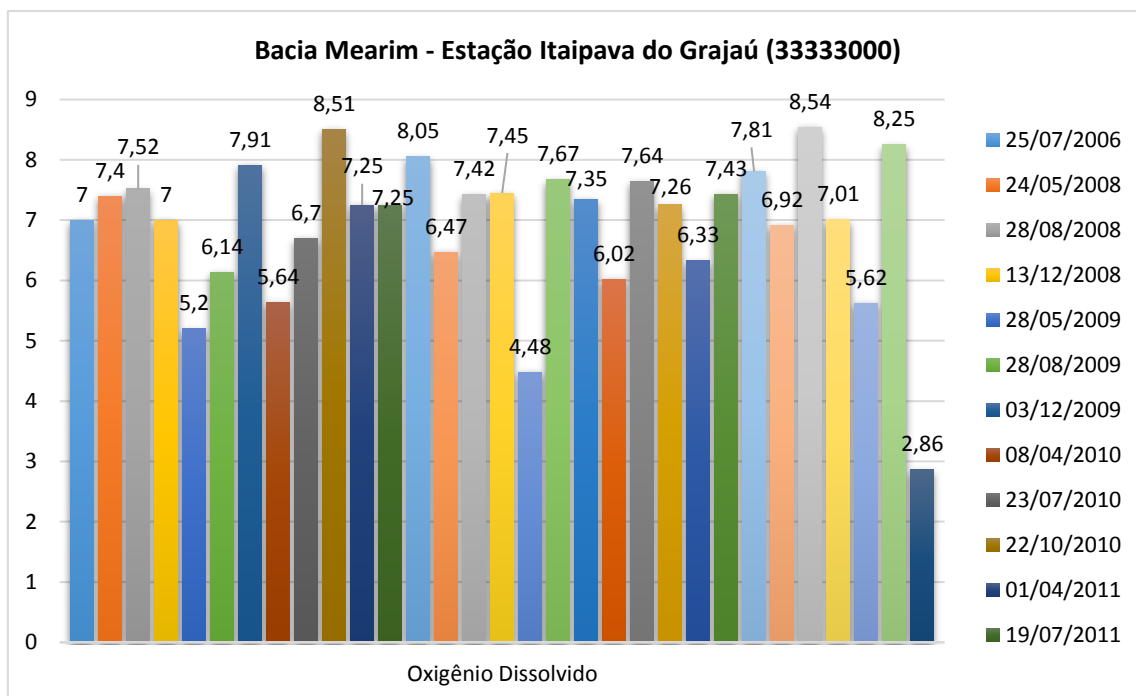
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 37 - Dados de Descarga Líquida



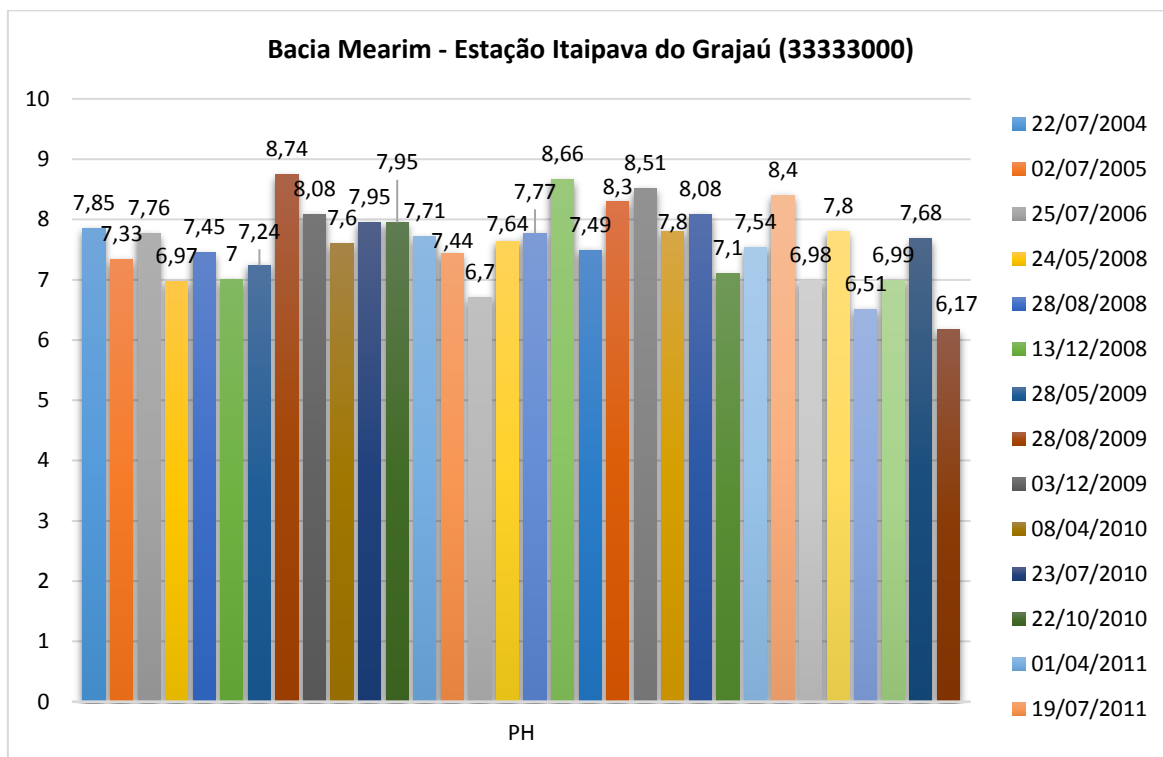
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 38 - Dados de Oxigênio Dissolvido



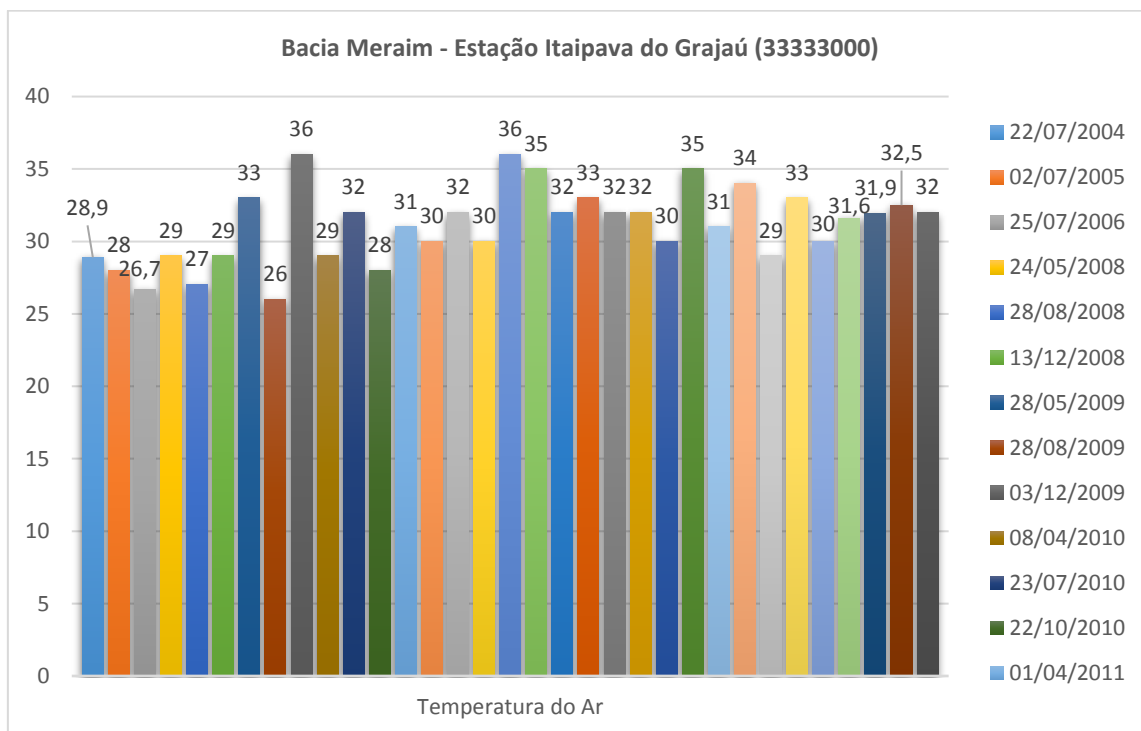
Fonte: Portal HidroWeb/ANA.

Gráfico 39 - Dados de pH



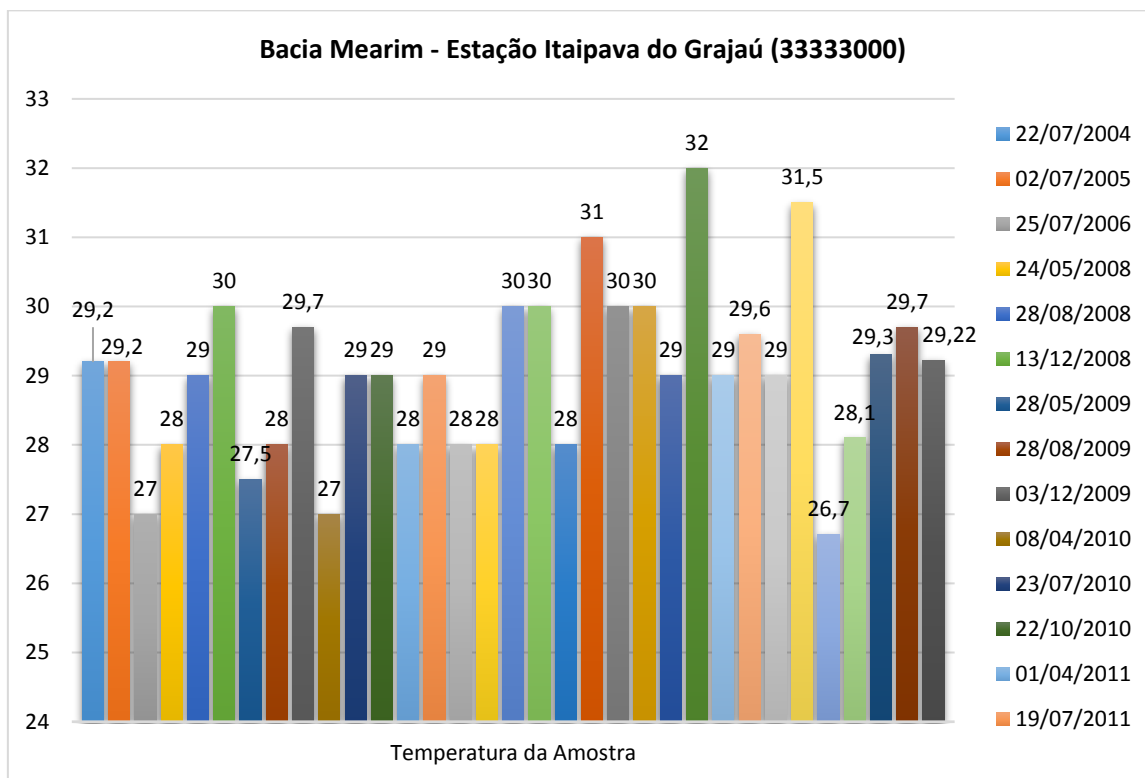
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 40 - Dados de Temperatura do Ar



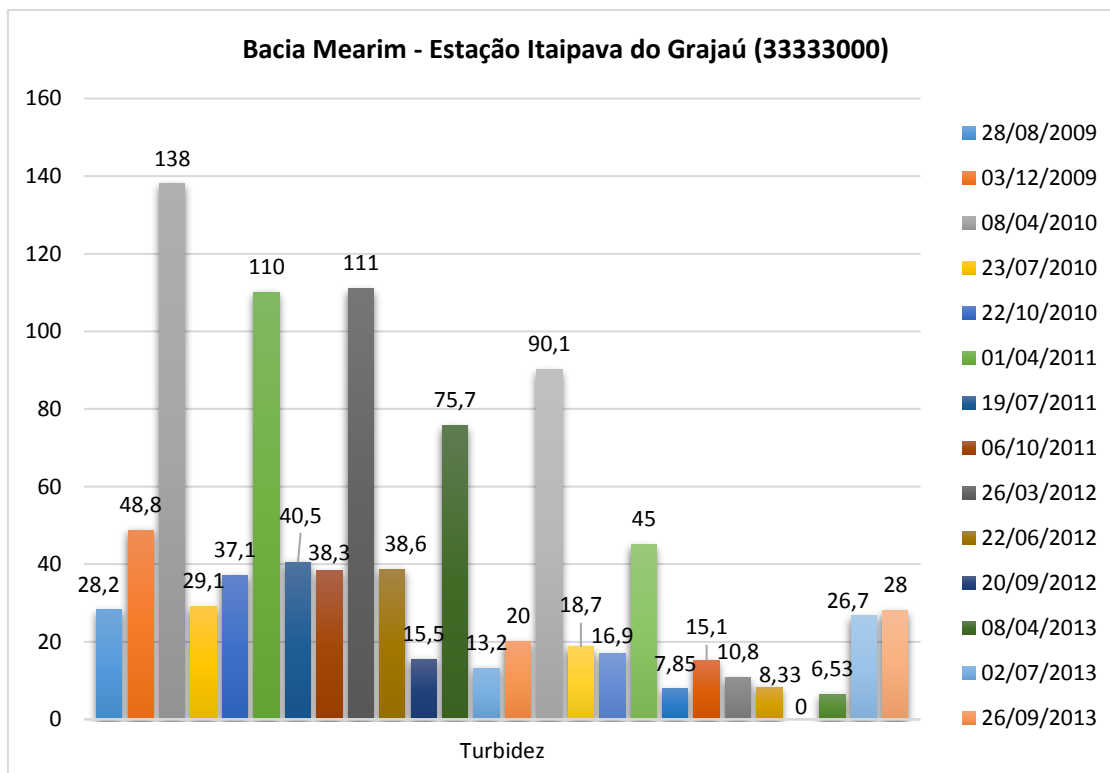
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 41 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

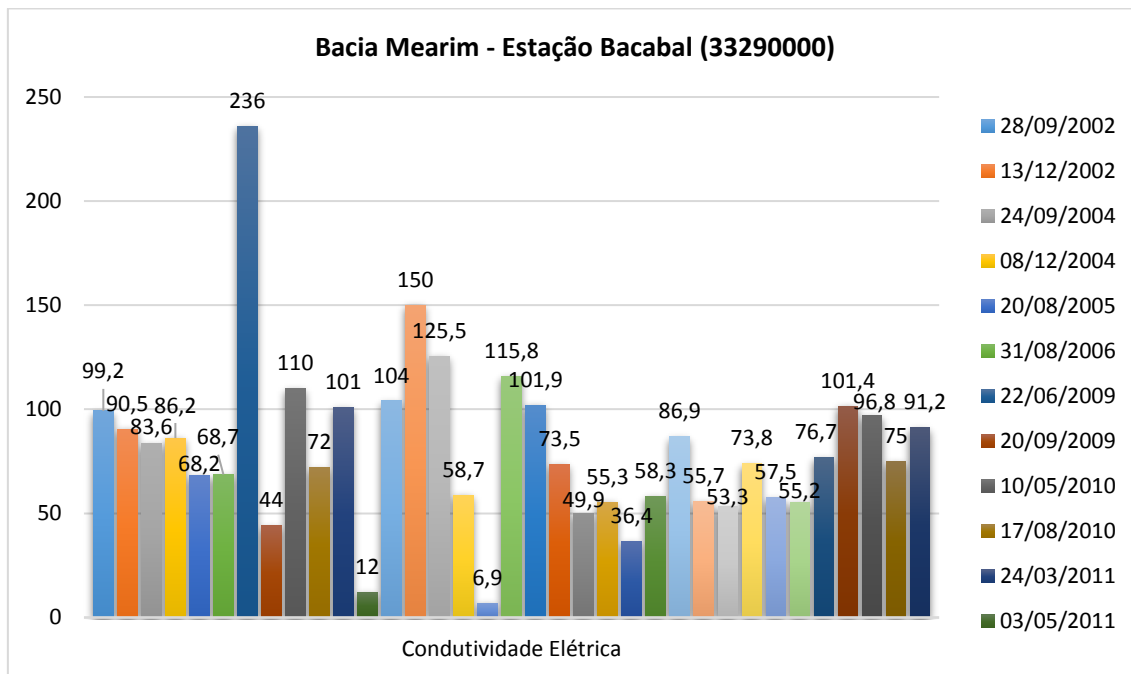
Gráfico 42 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

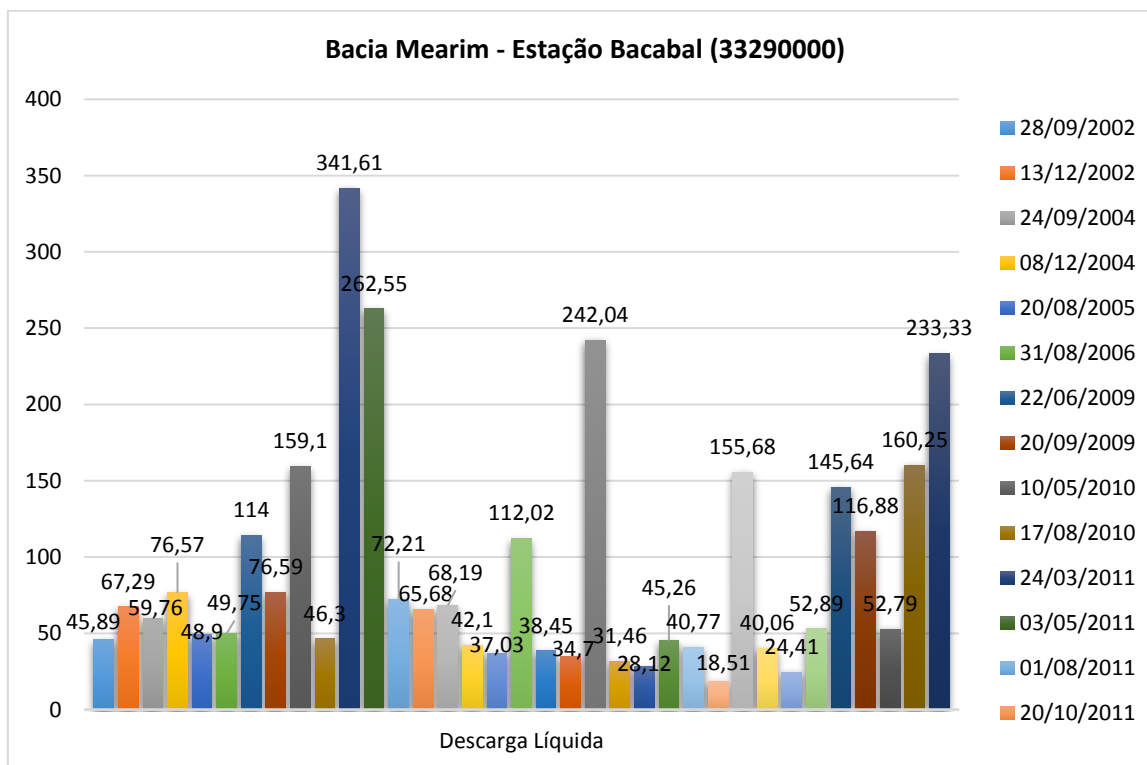
Estação Bacabal (33290000)

Gráfico 43 - Dados de Condutividade Elétrica



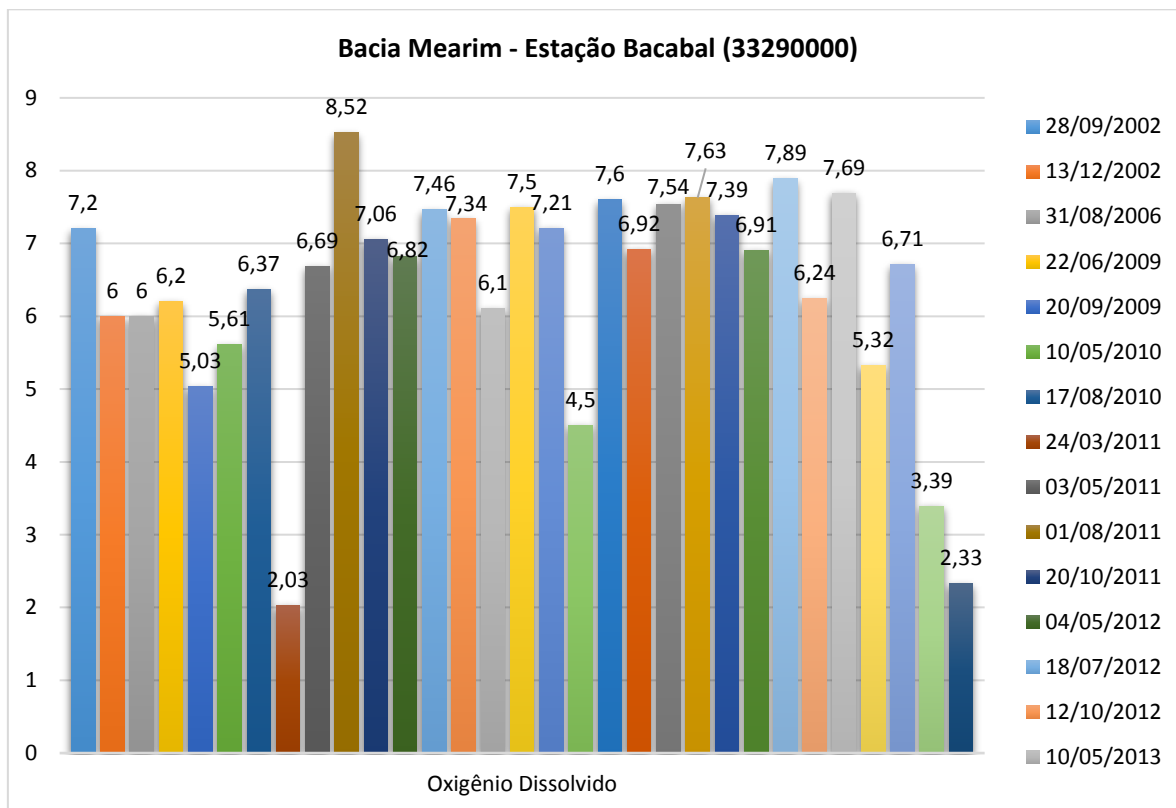
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 44 - Dados de Descarga Líquida



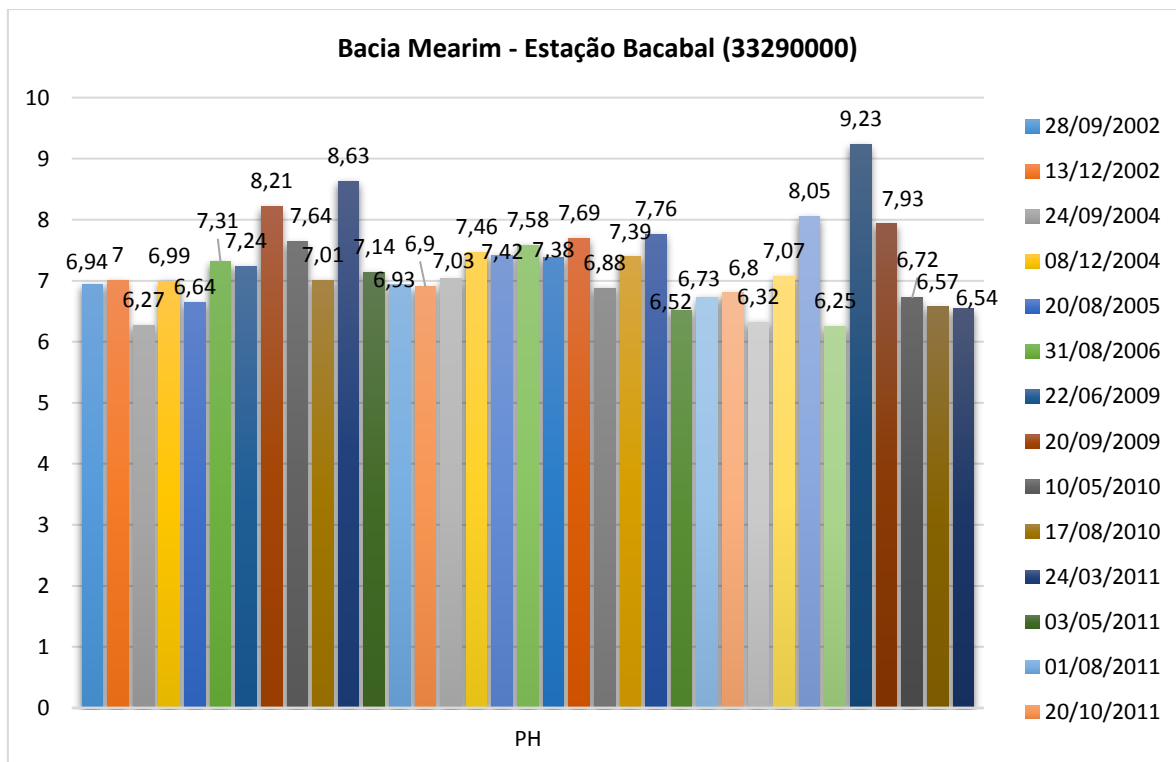
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 45 - Dados de Oxigênio Dissolvido



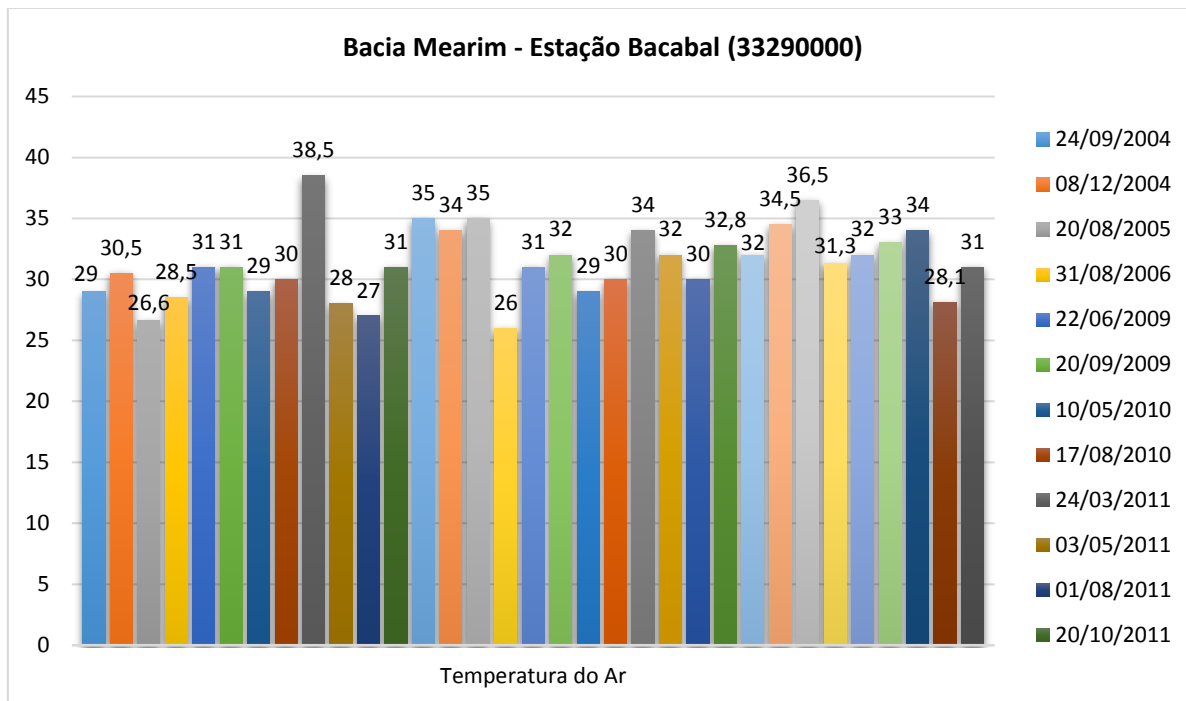
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 46 - Dados de pH



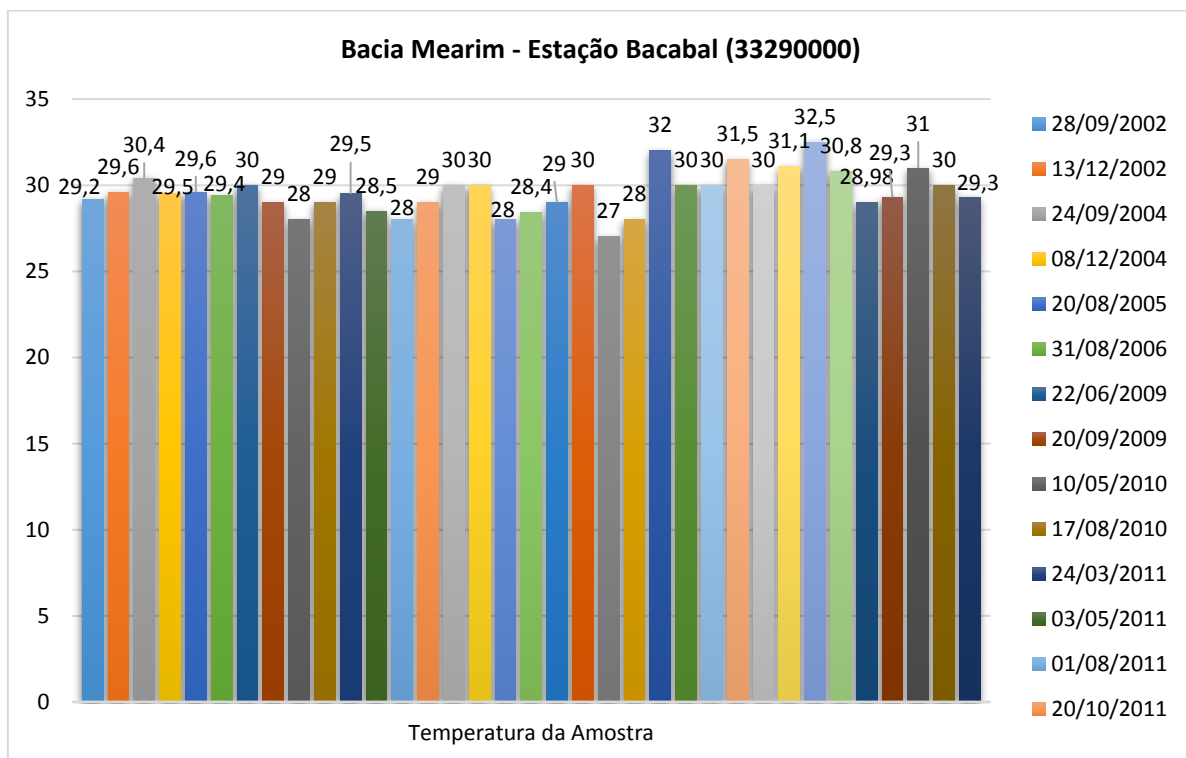
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 47 - Dados de Temperatura do Ar



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

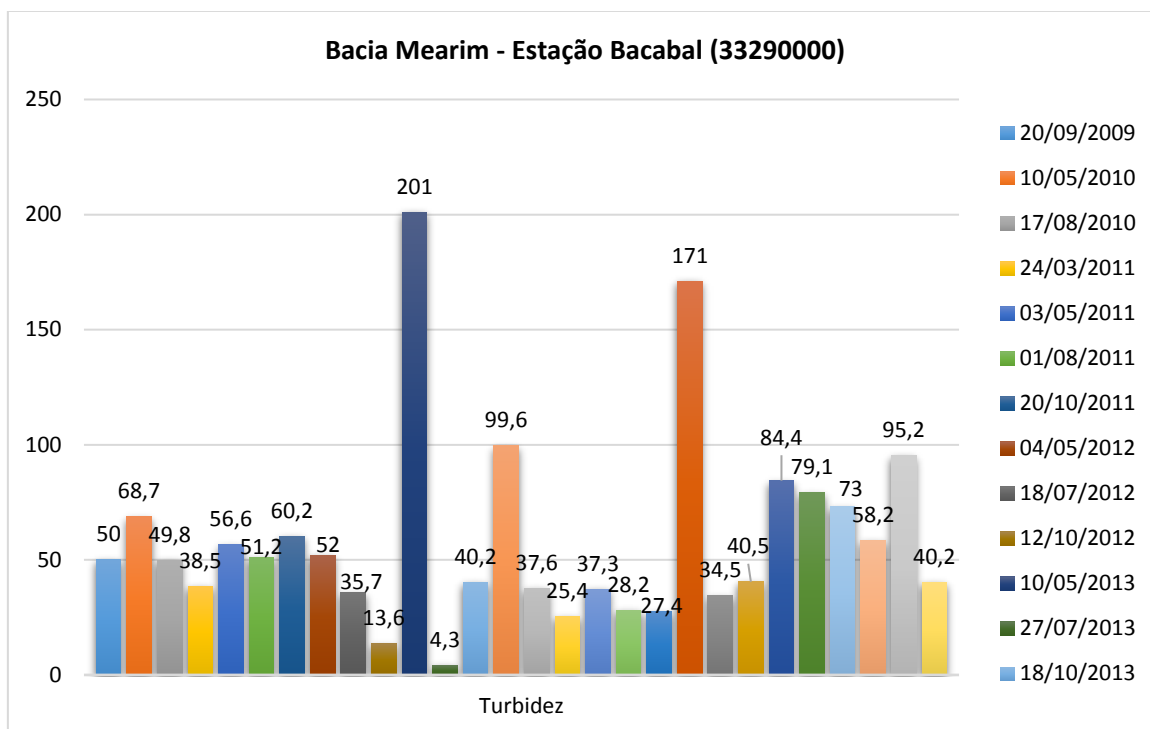
Gráfico 48 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA



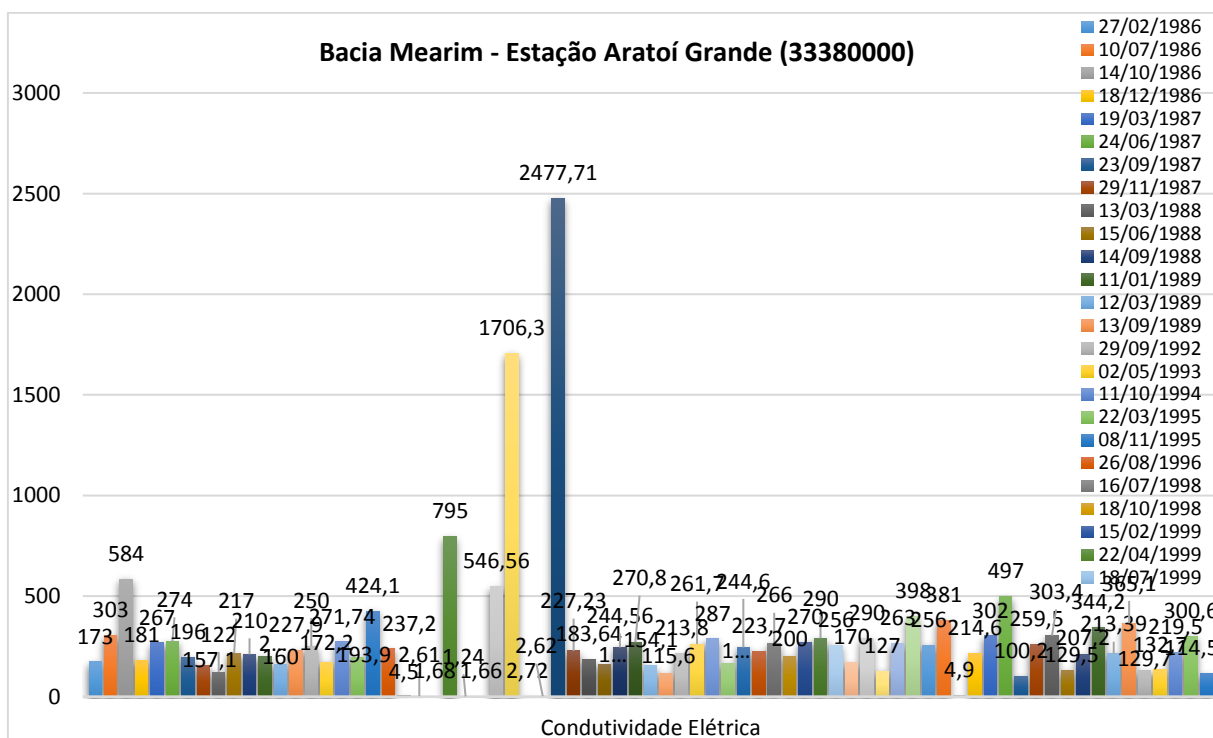
Gráfico 49 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

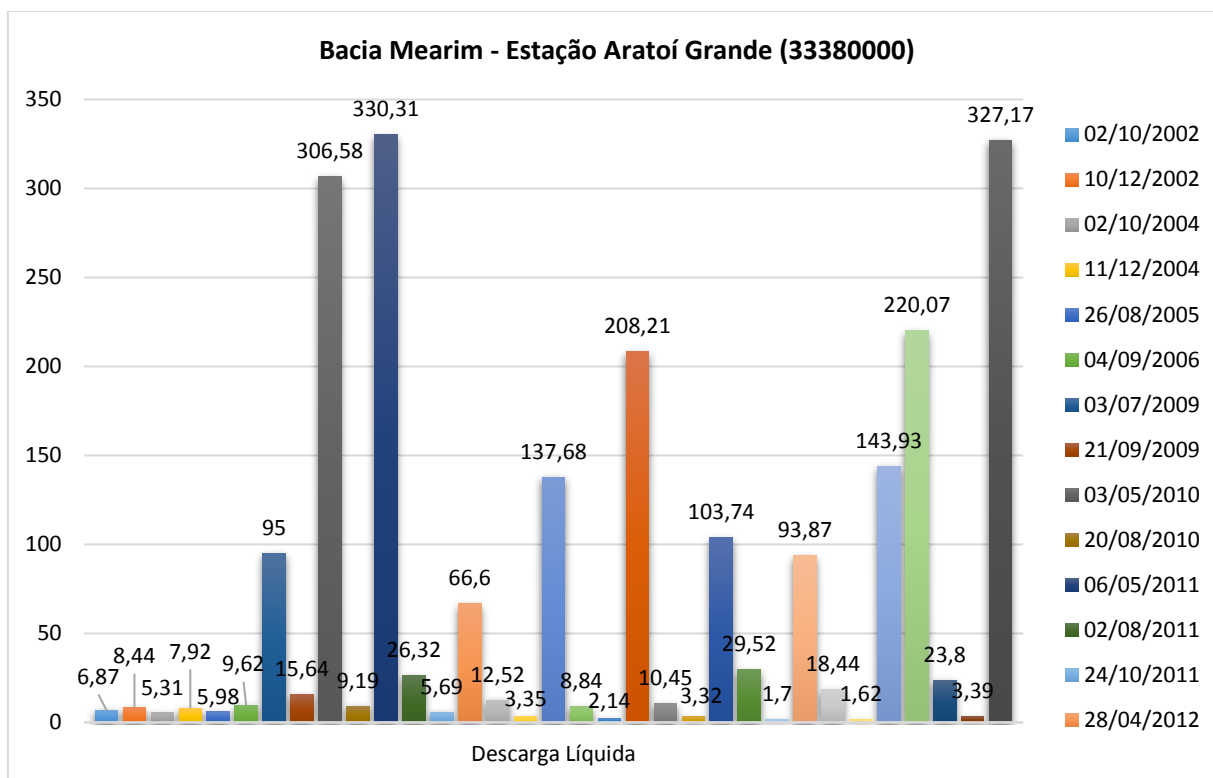
Estação Aratoí Grande (33380000)

Gráfico 50 - Dados de Condutividade Elétrica



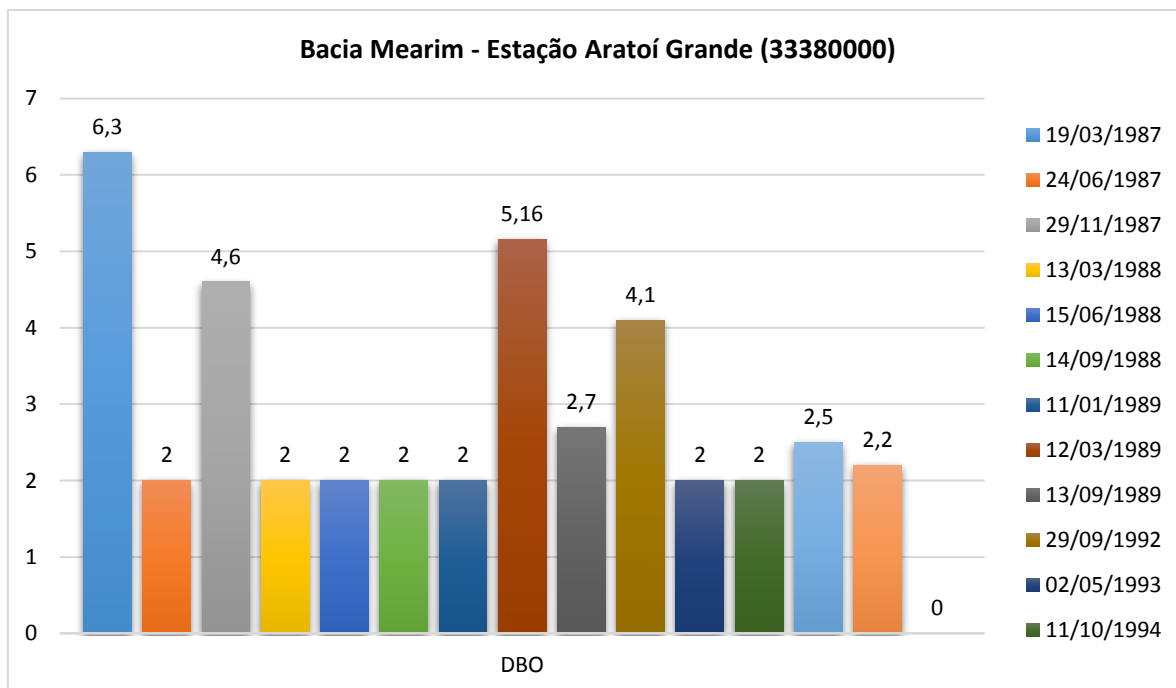
Fonte: Portal HidroWeb/ANA.

Gráfico 51 - Dados de Descarga Líquida



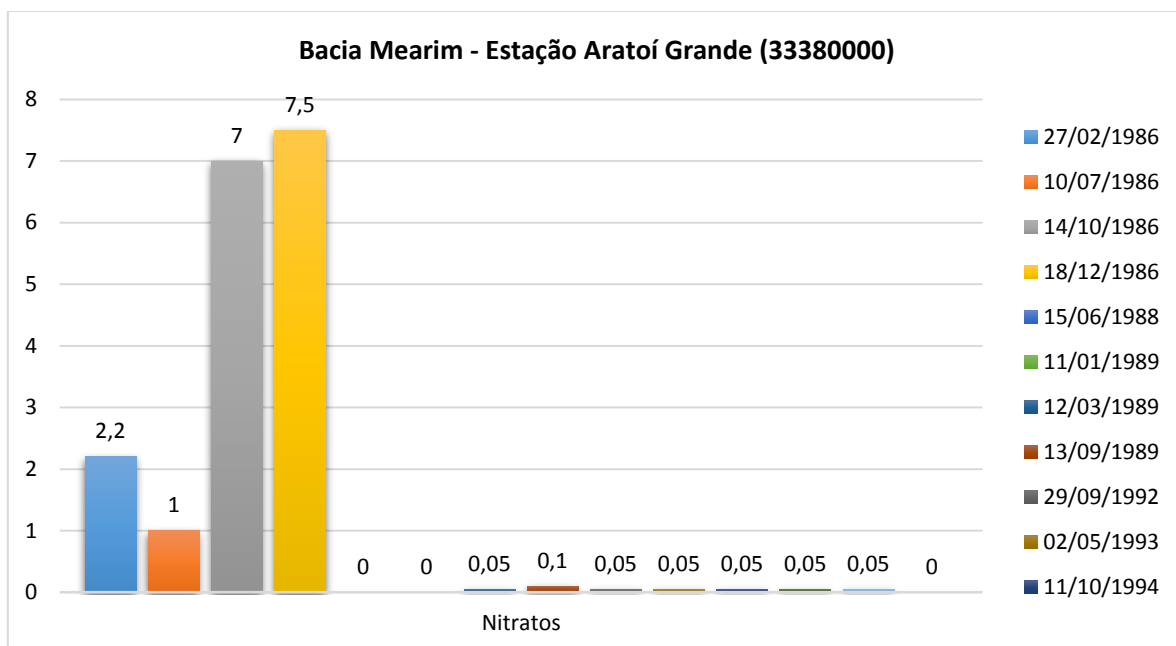
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 52 - Dados de DBO



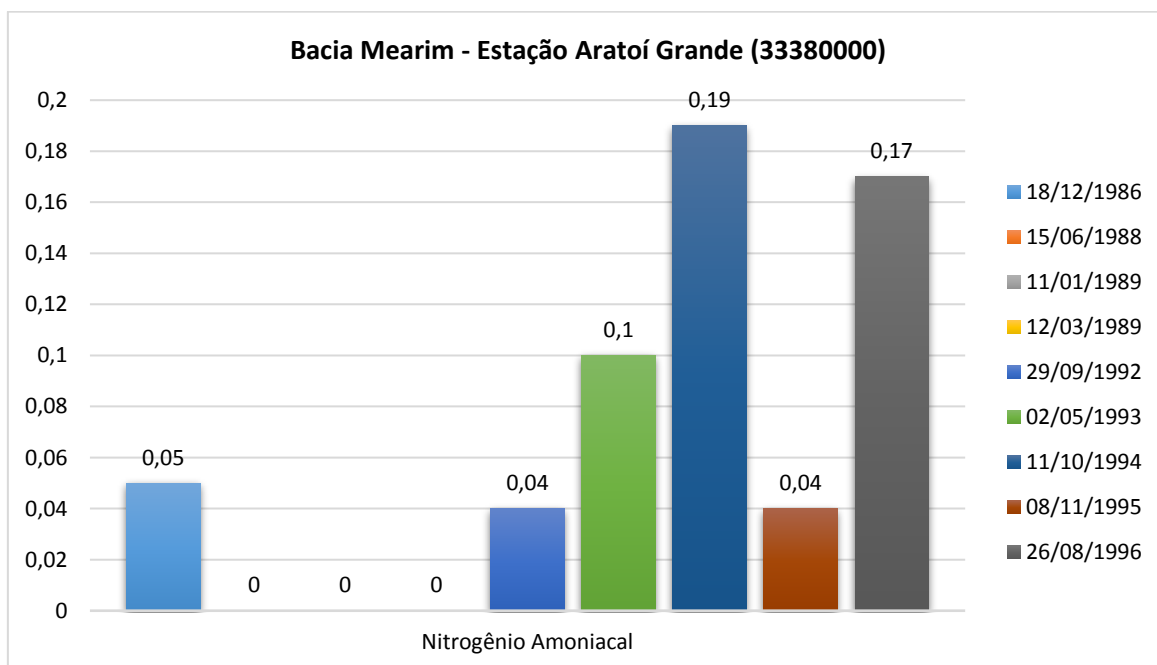
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 53 - Dados de Nitratos



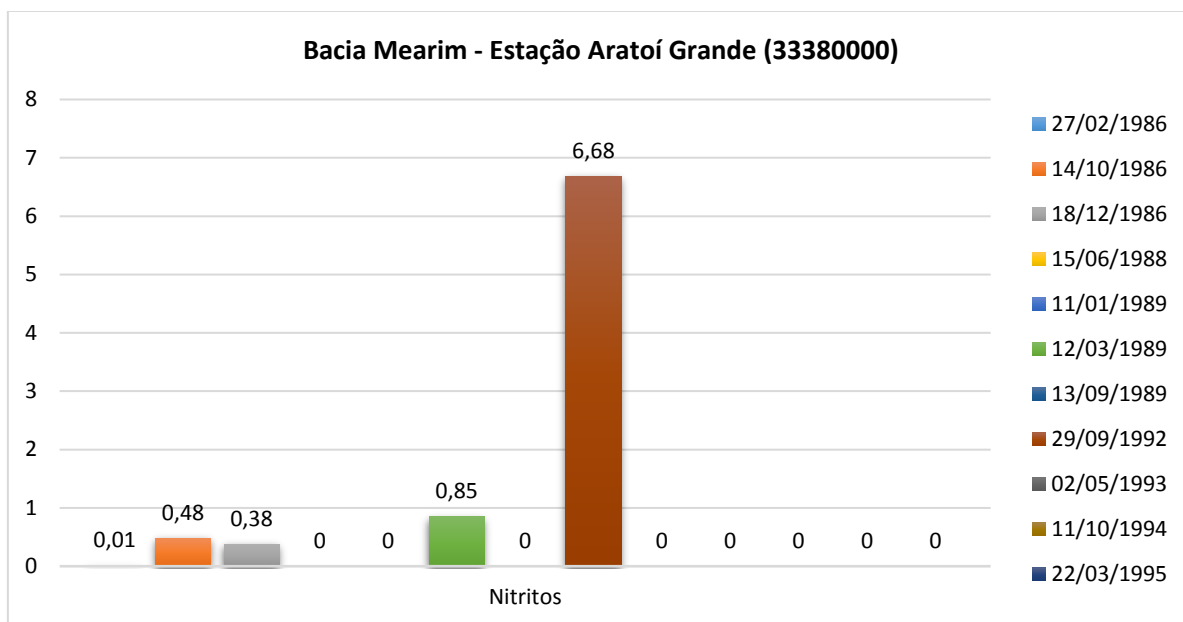
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 54 - Dados de Nitrogênio Amoniacal



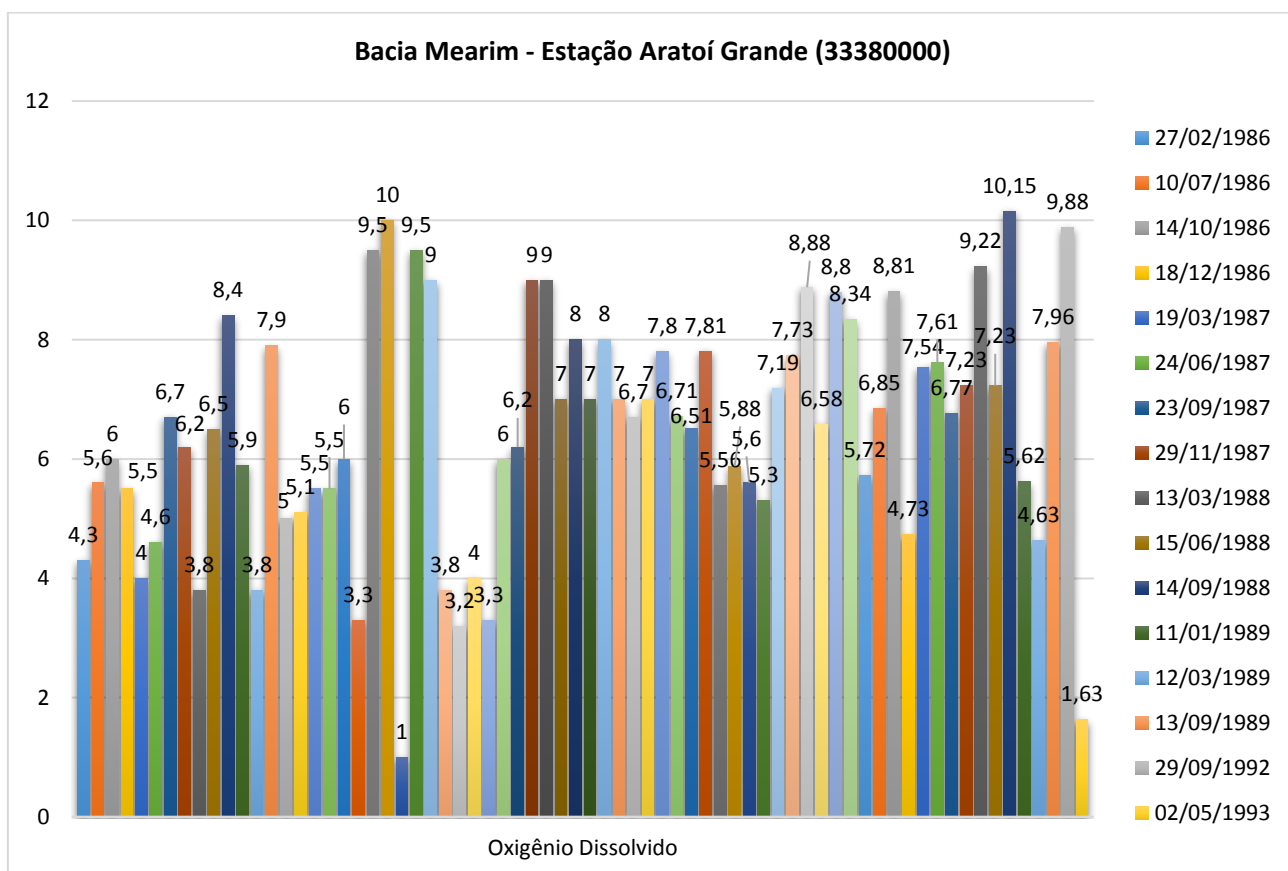
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 55 - Dados de Nitritos



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

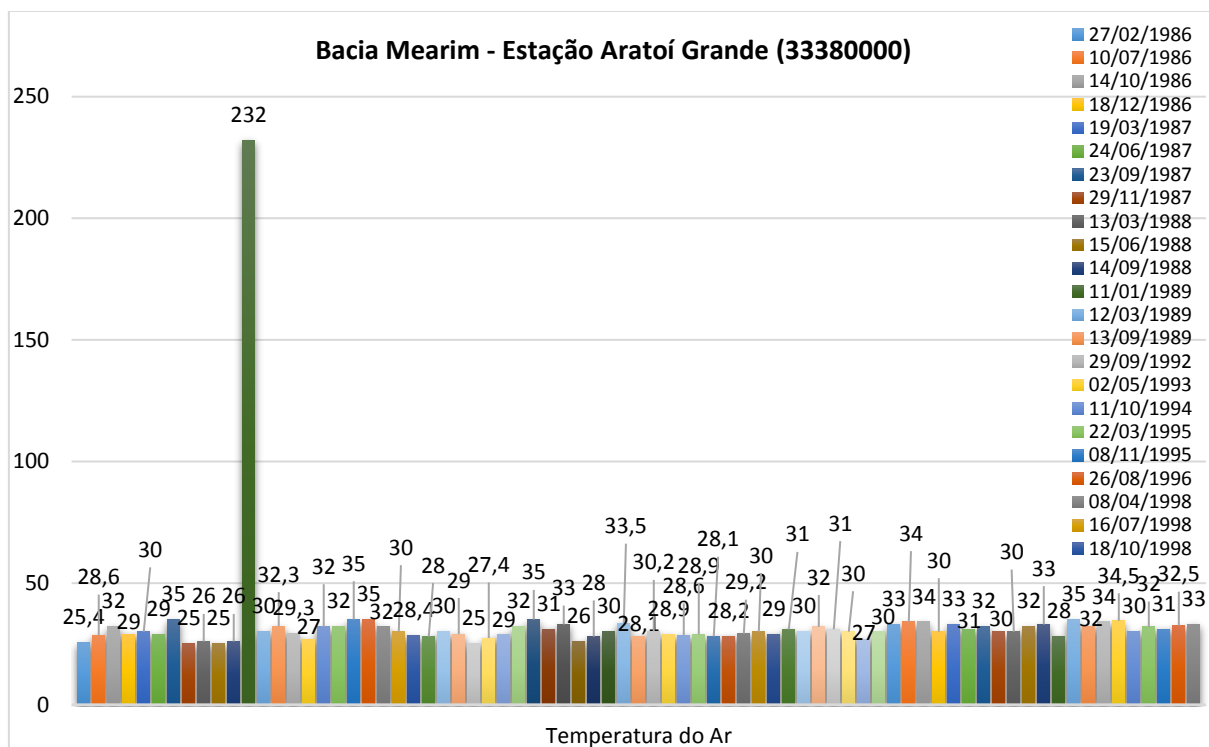
Gráfico 56 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

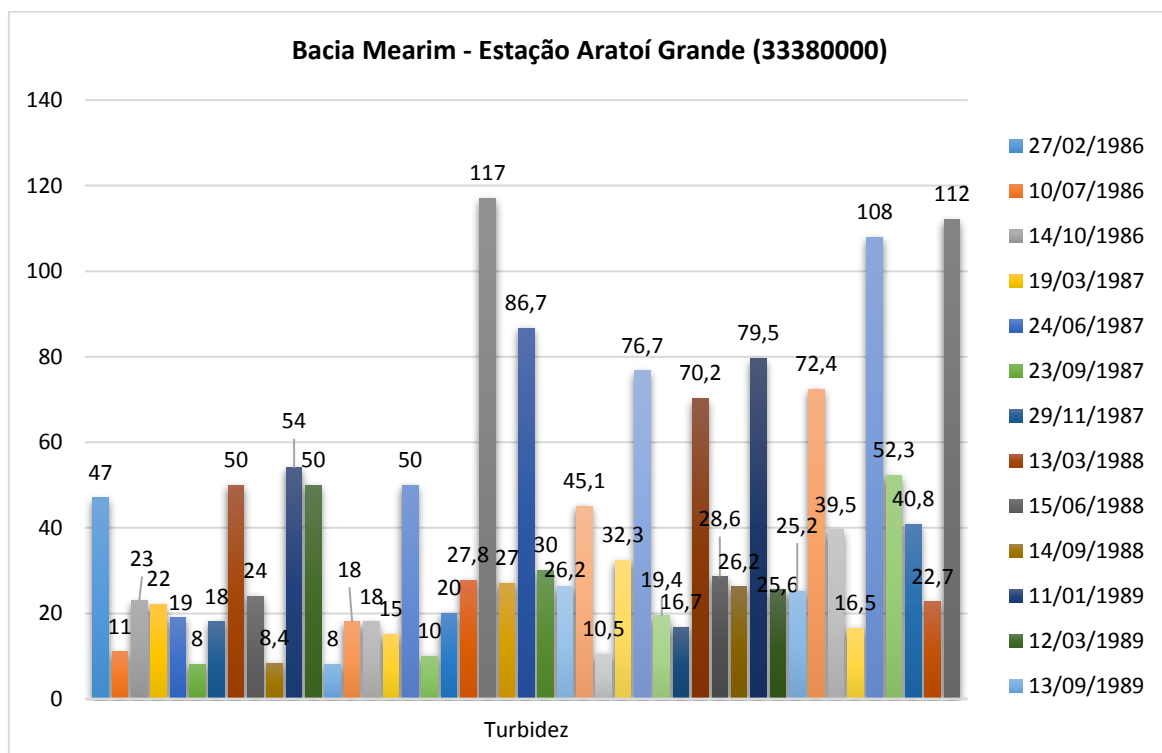


Gráfico 59 - Dados de Temperatura do Ar



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 60 - Dados de Turbidez

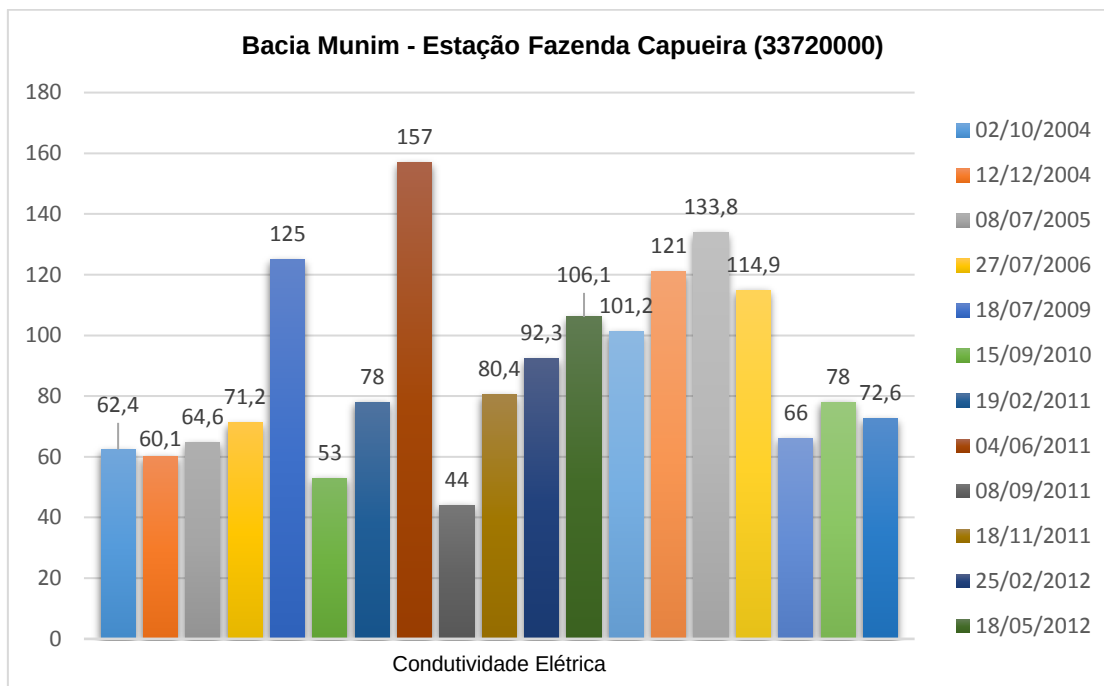


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Munim

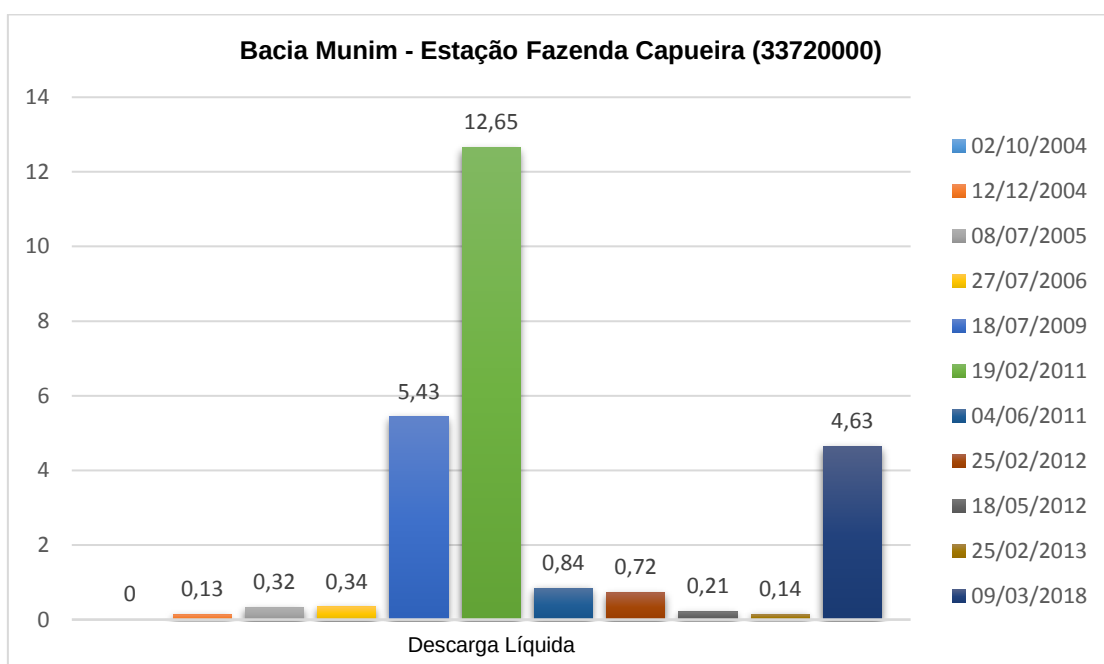
### Estação Fazenda Capueira (33720000)

Gráfico 61 - Dados de Condutividade Elétrica



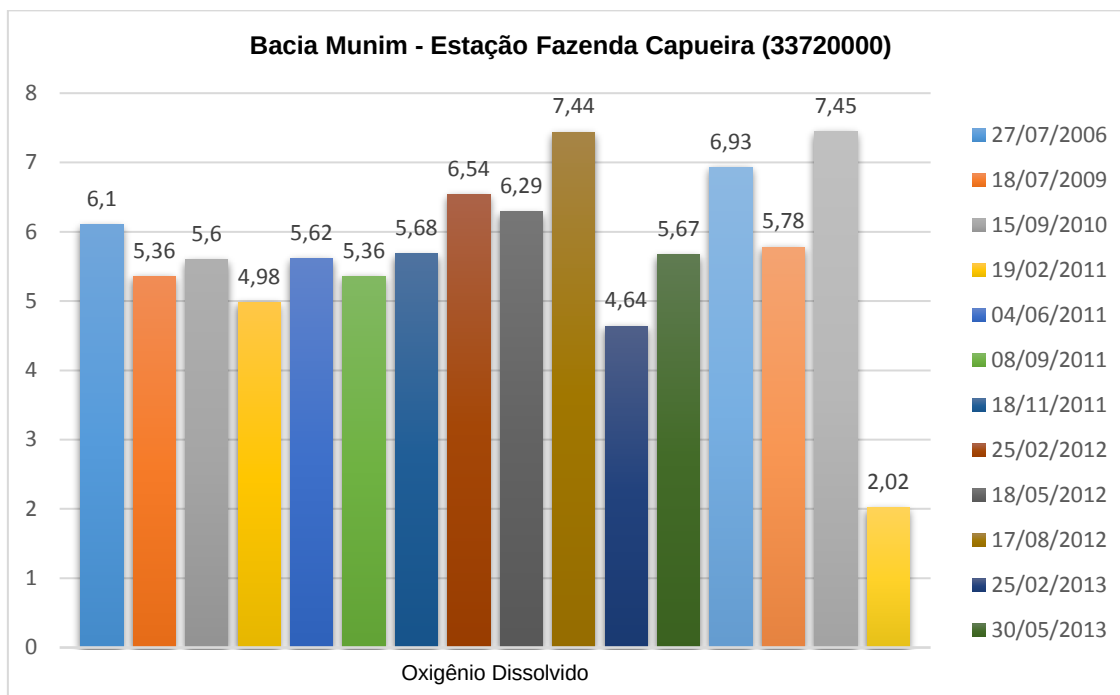
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 62 - Dados de Descarga Líquida



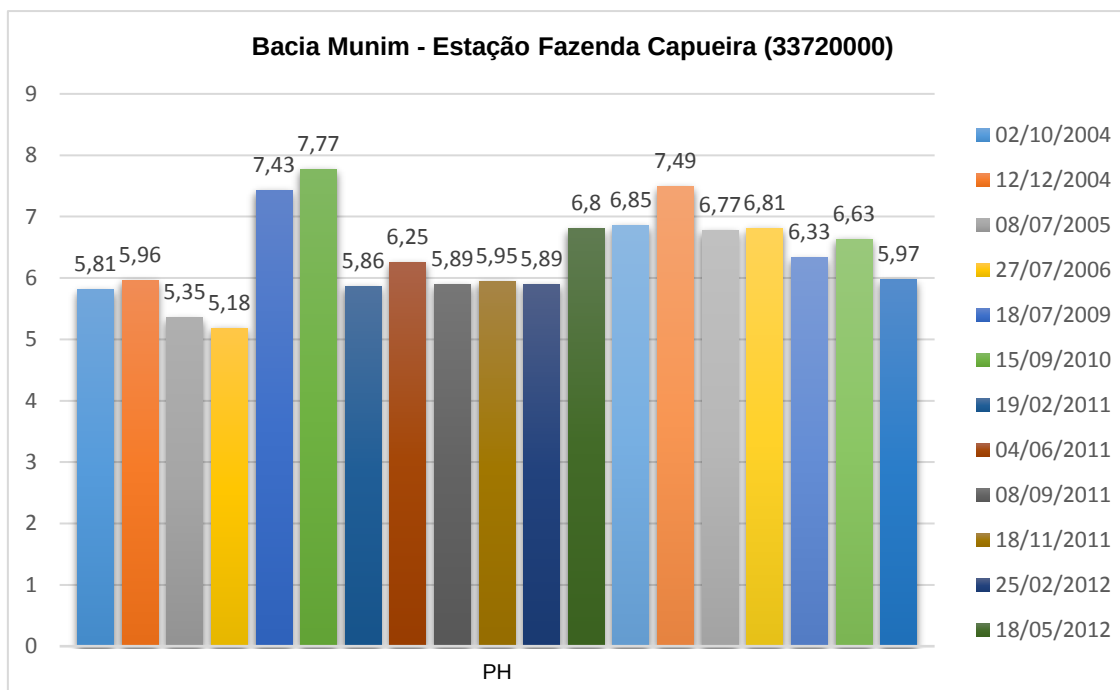
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 63 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

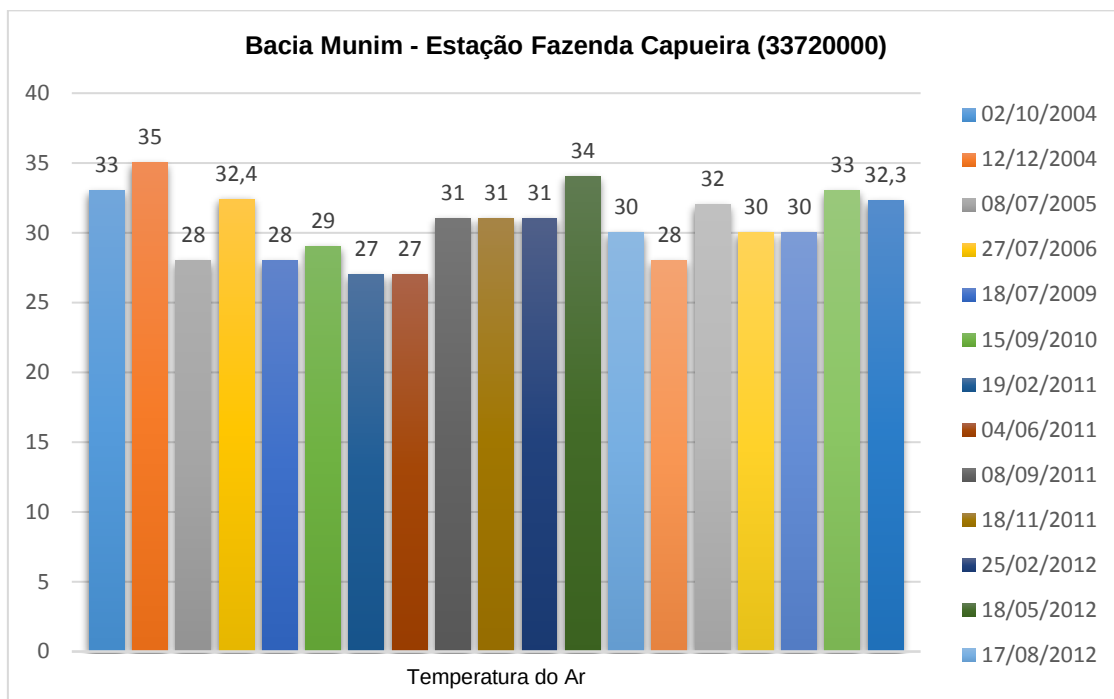
Gráfico 64 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

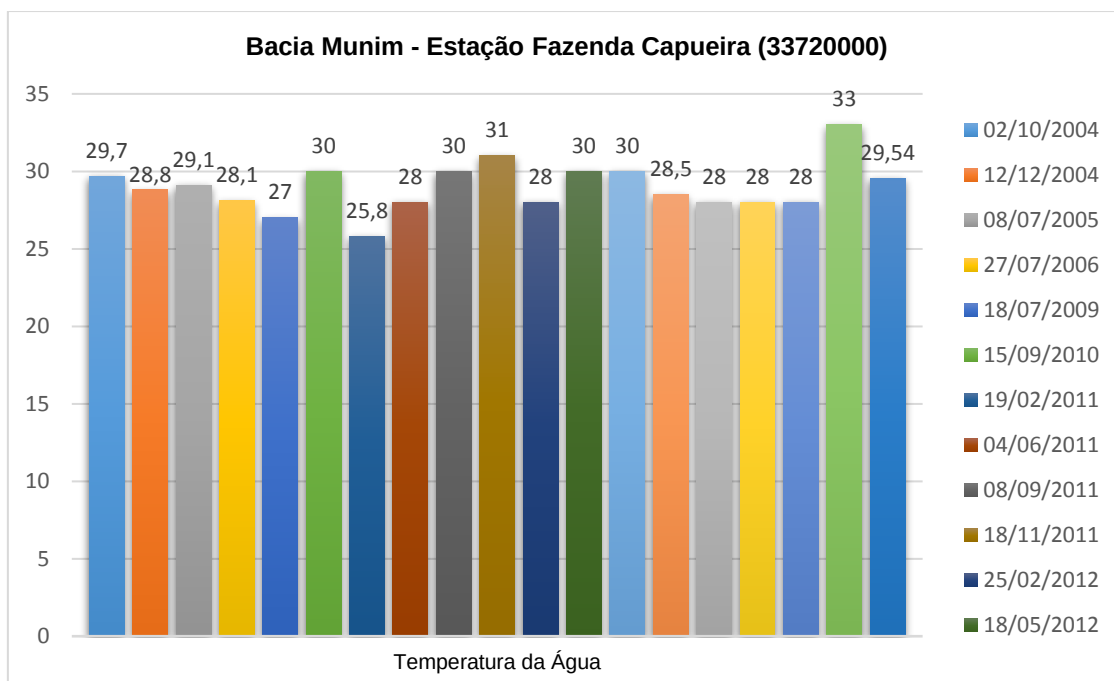


Gráfico 65 - Dados de Temperatura do Ar



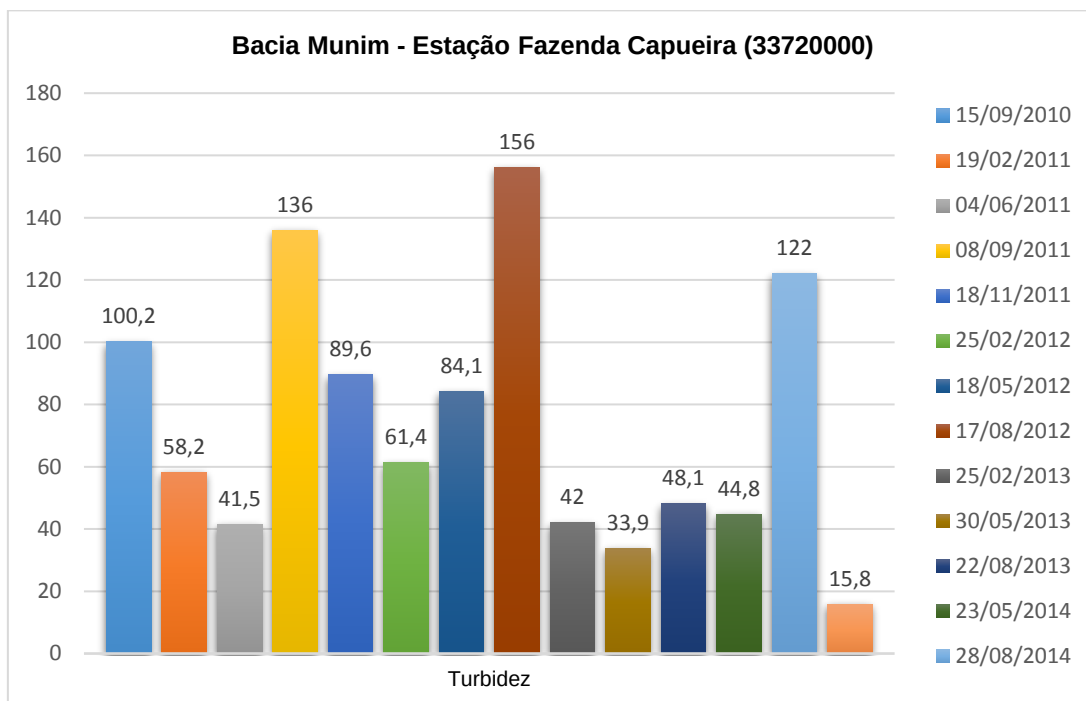
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 66 - Dados de Temperatura da Água



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

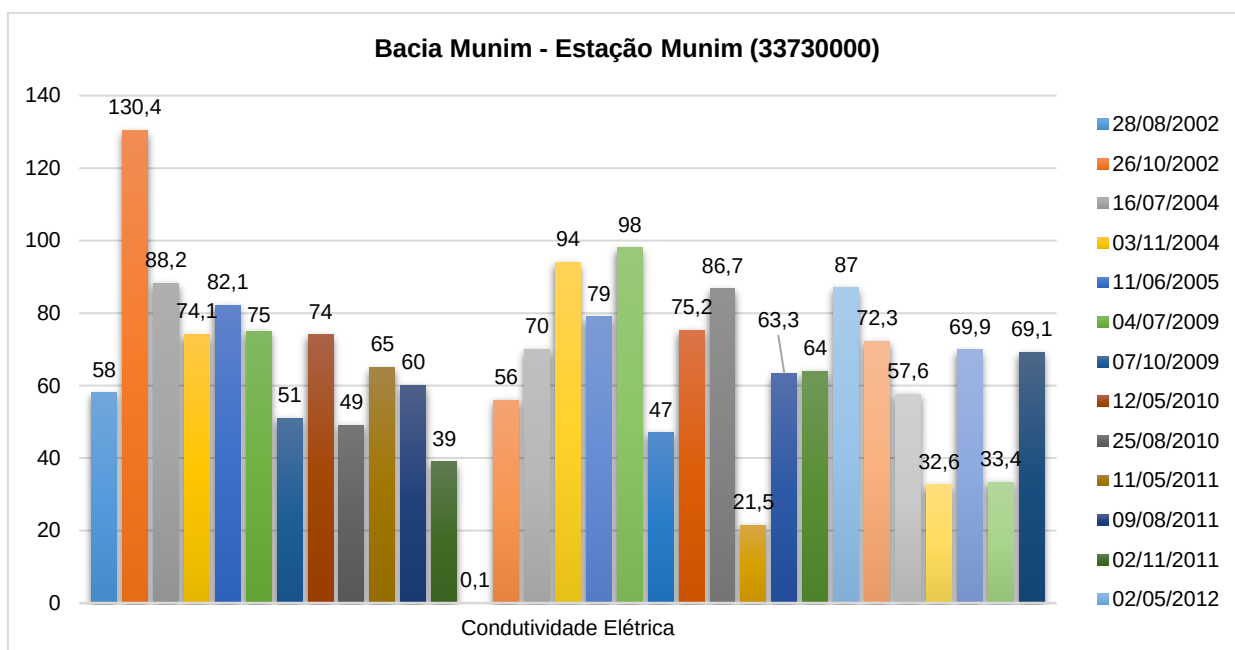
Gráfico 67 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

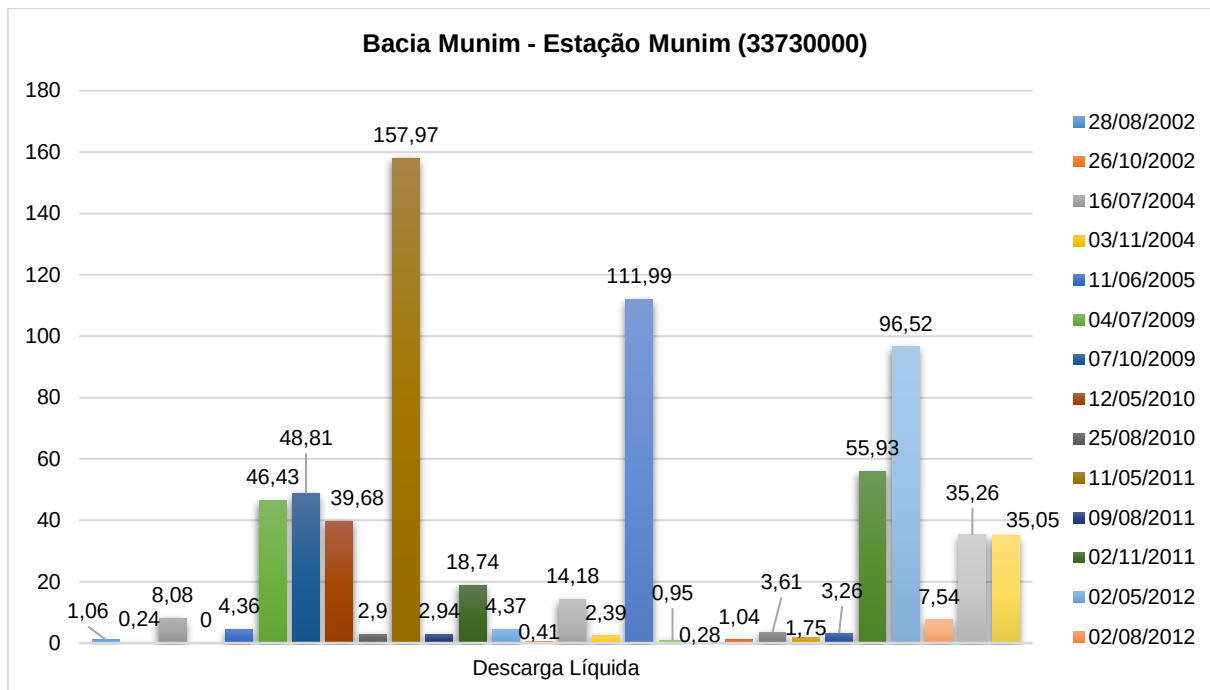
Estação Munim (33730000)

Gráfico 68 – Dados de Condutividade Elétrica



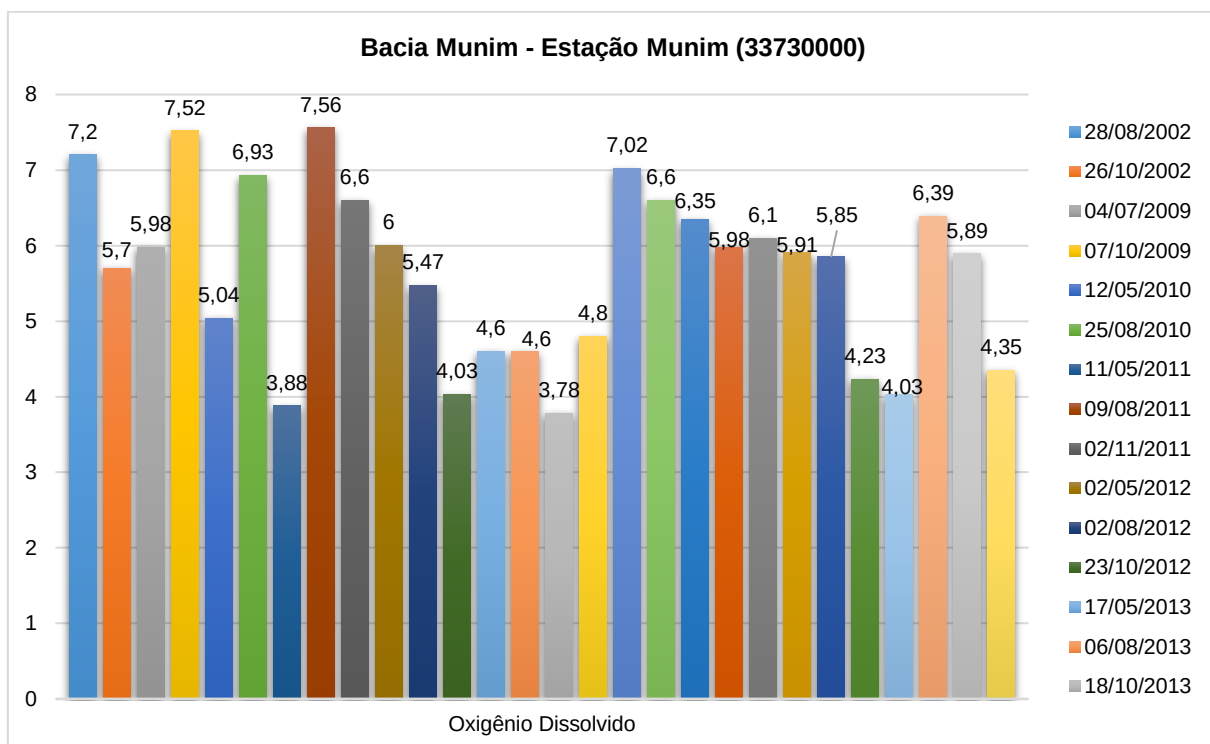
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 69 - Dados de Descarga Líquida



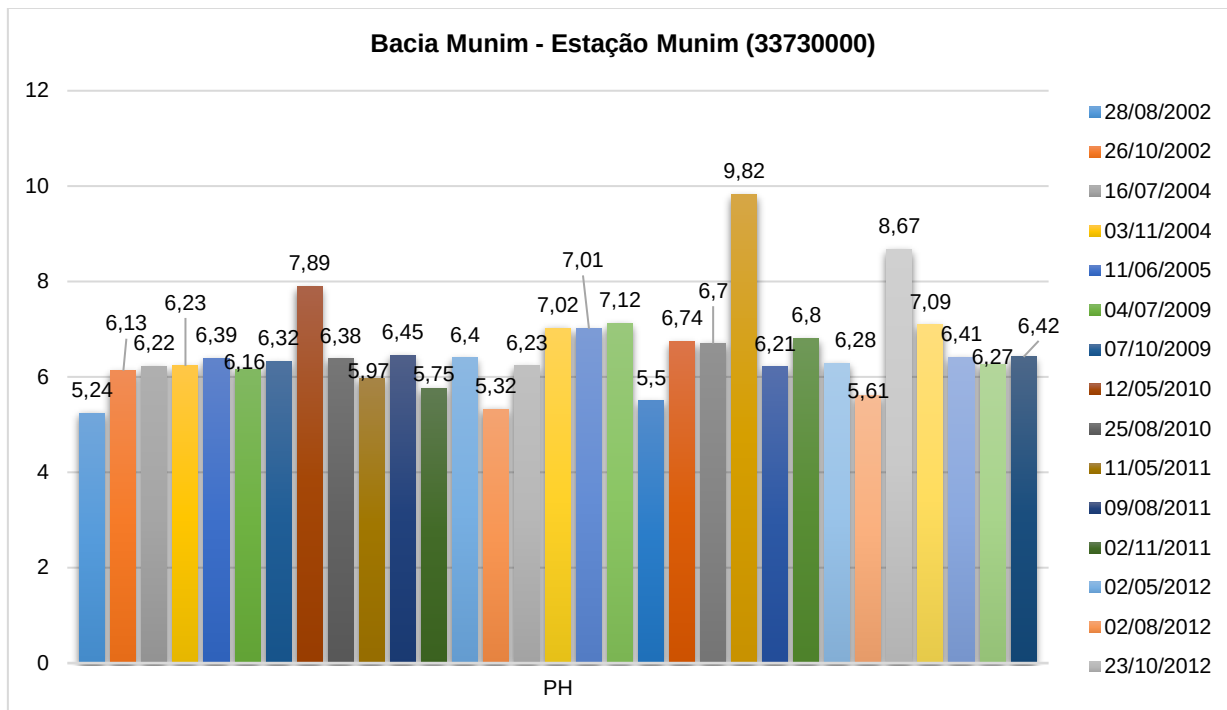
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 70 - Dados de Oxigênio Dissolvido



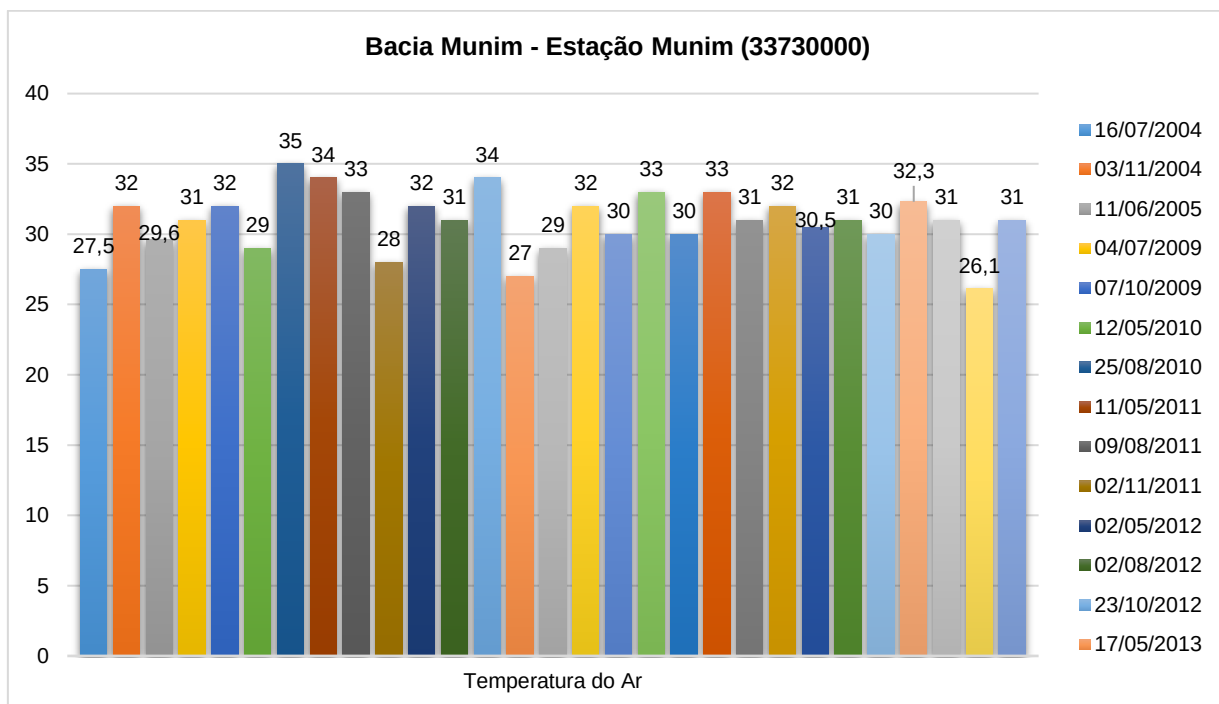
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 71 - Dados de pH



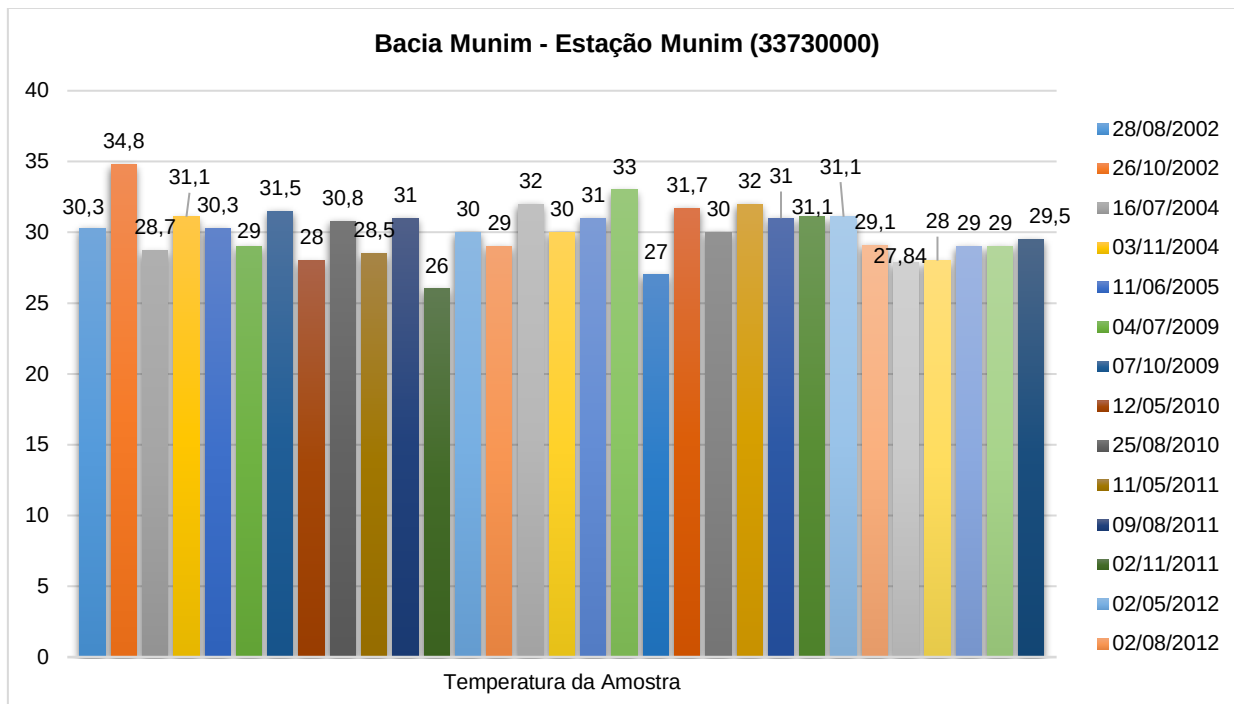
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 72 - Dados de Temperatura do Ar



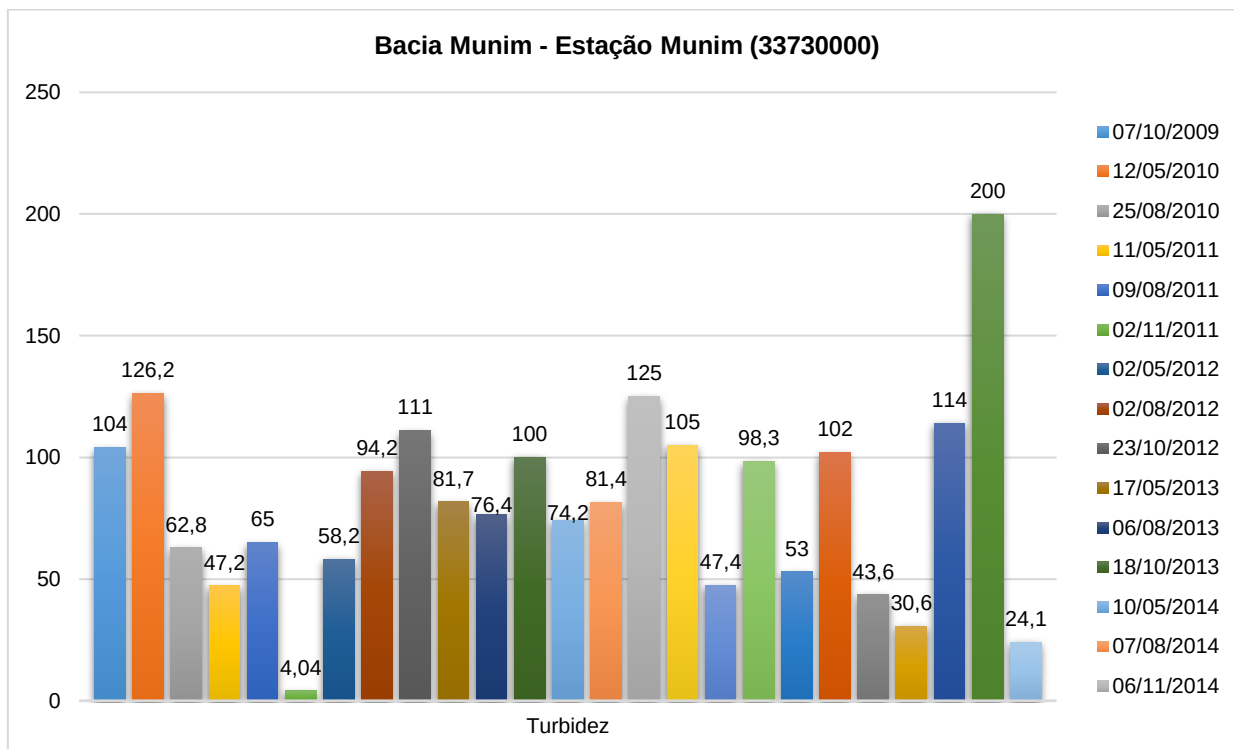
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 73 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 74 - Dados de Turbidez

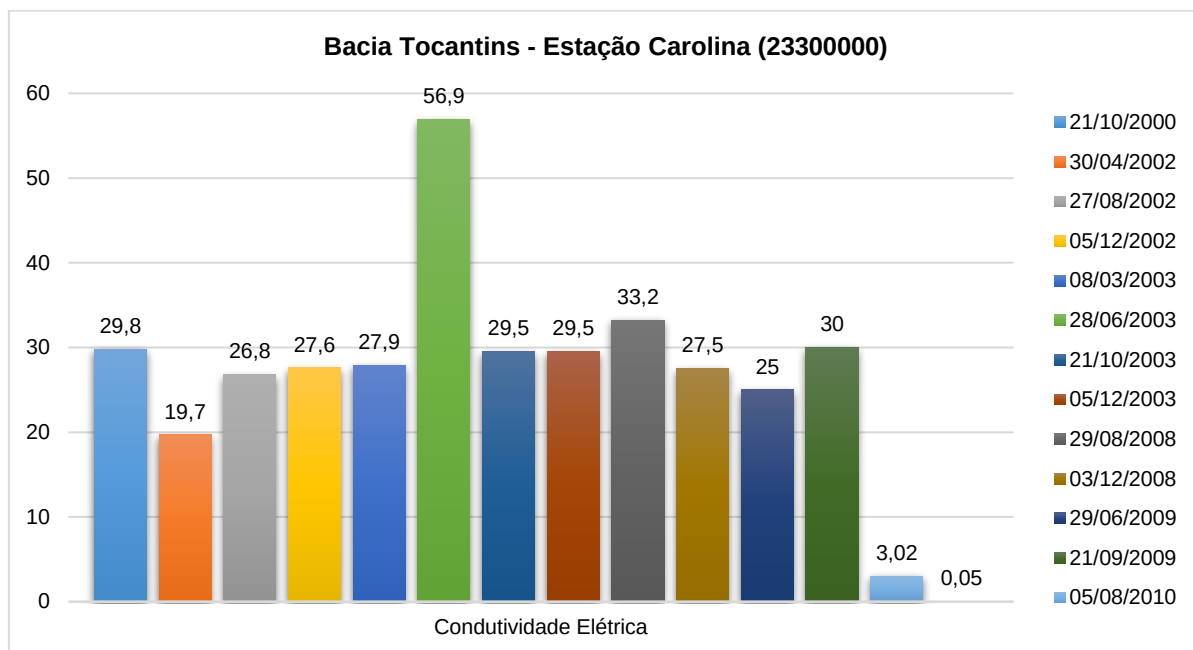


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Tocantins

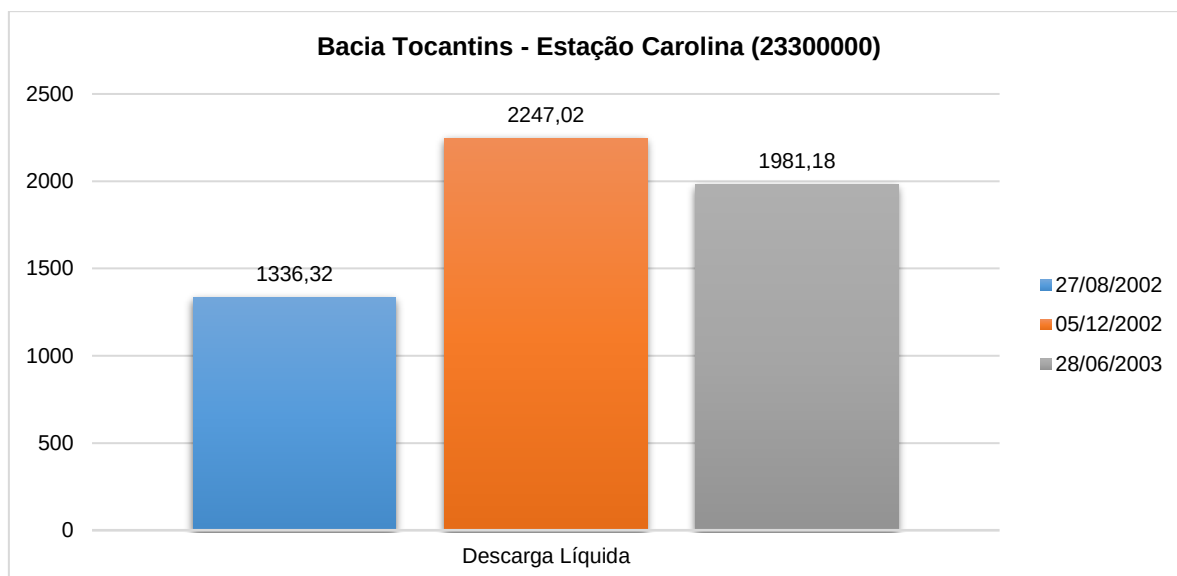
### Estação Carolina (23300000)

Gráfico 75 - Dados de Condutividade Elétrica



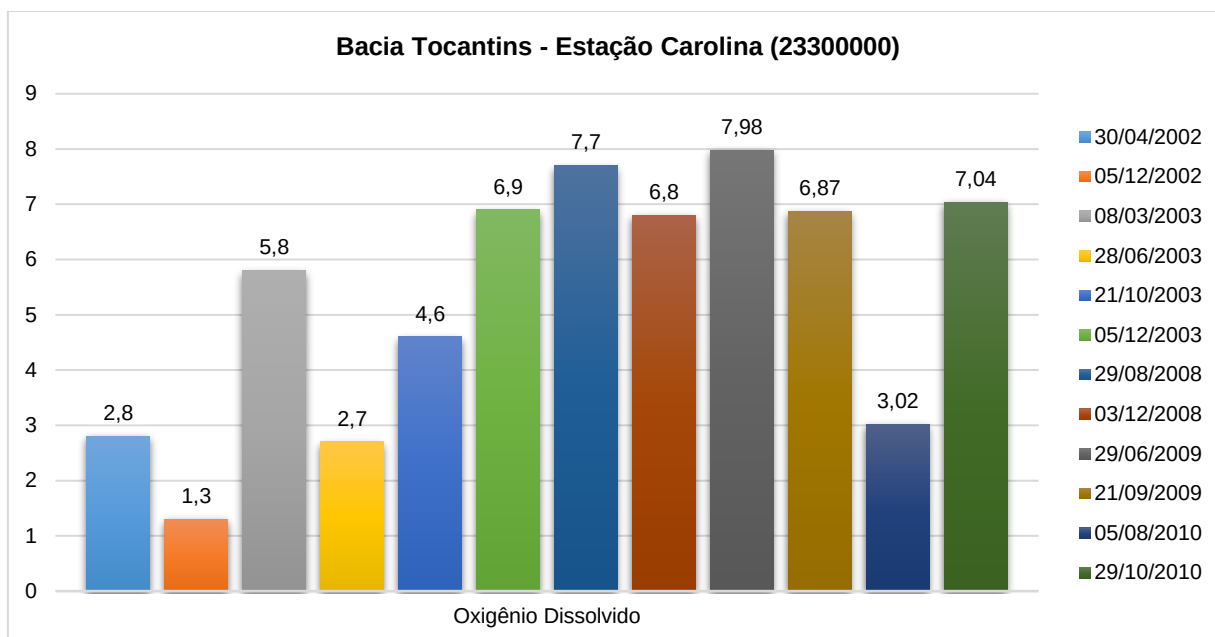
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 76 - Dados de Descarga Líquida



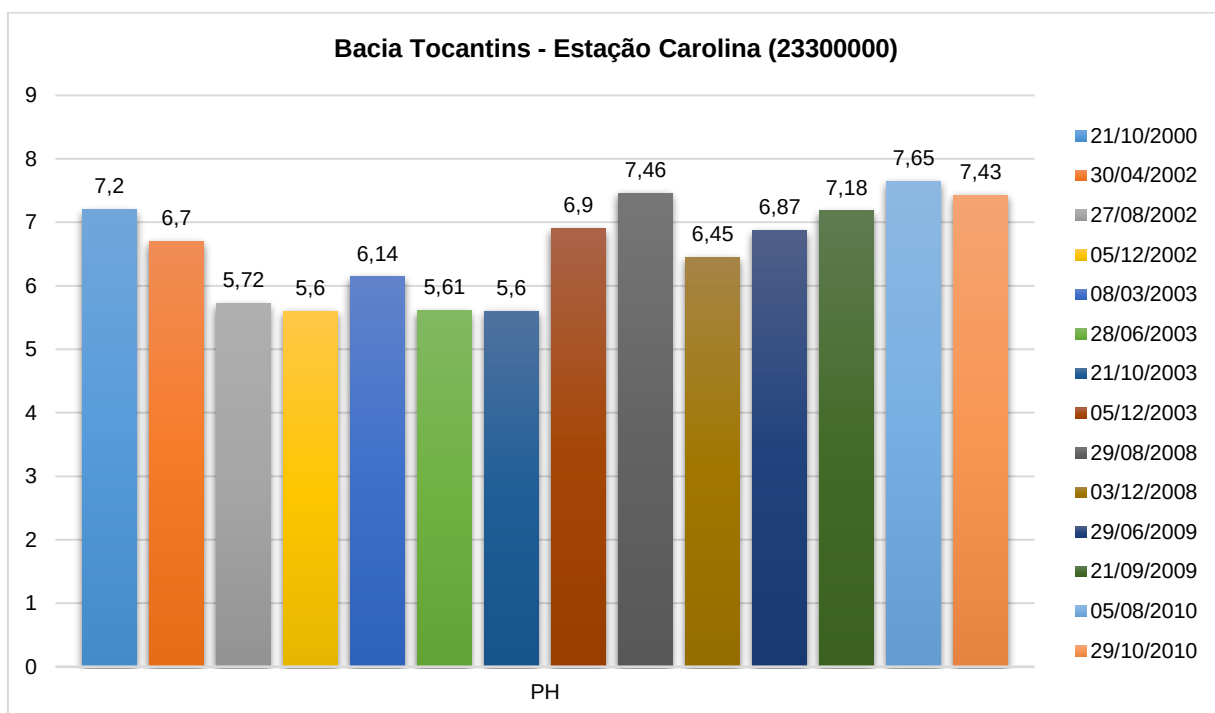
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 77 - Dados de Oxigênio Dissolvido



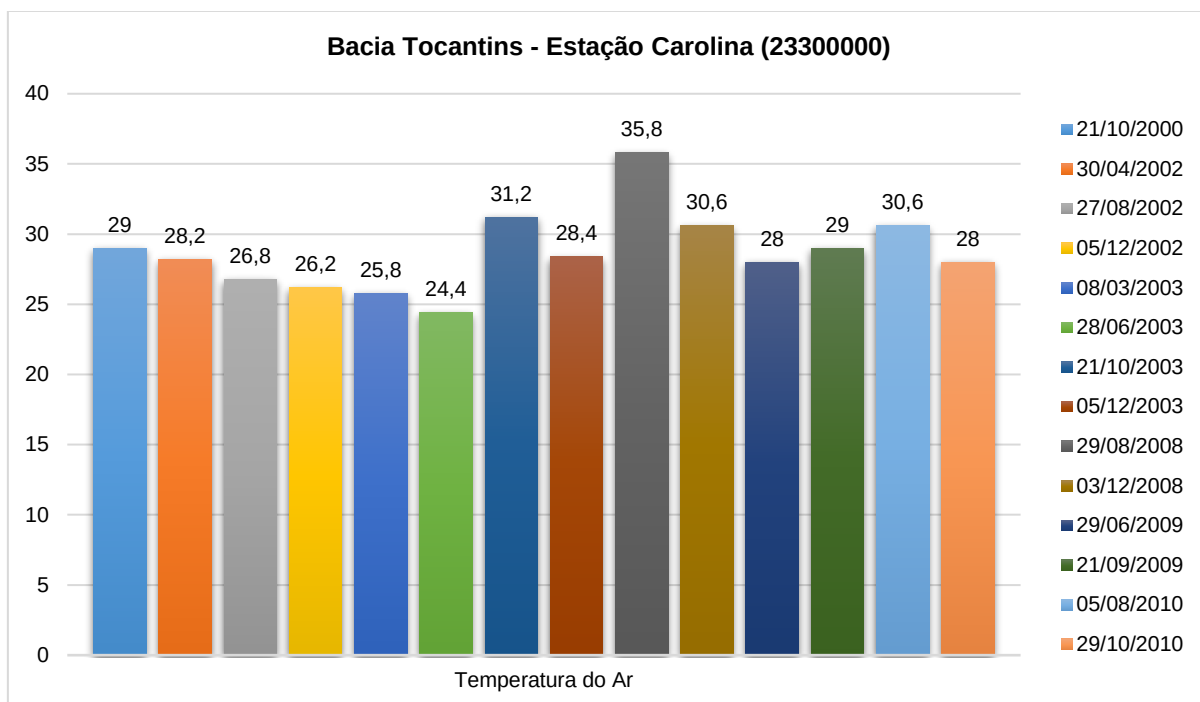
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 78 - Dados de pH



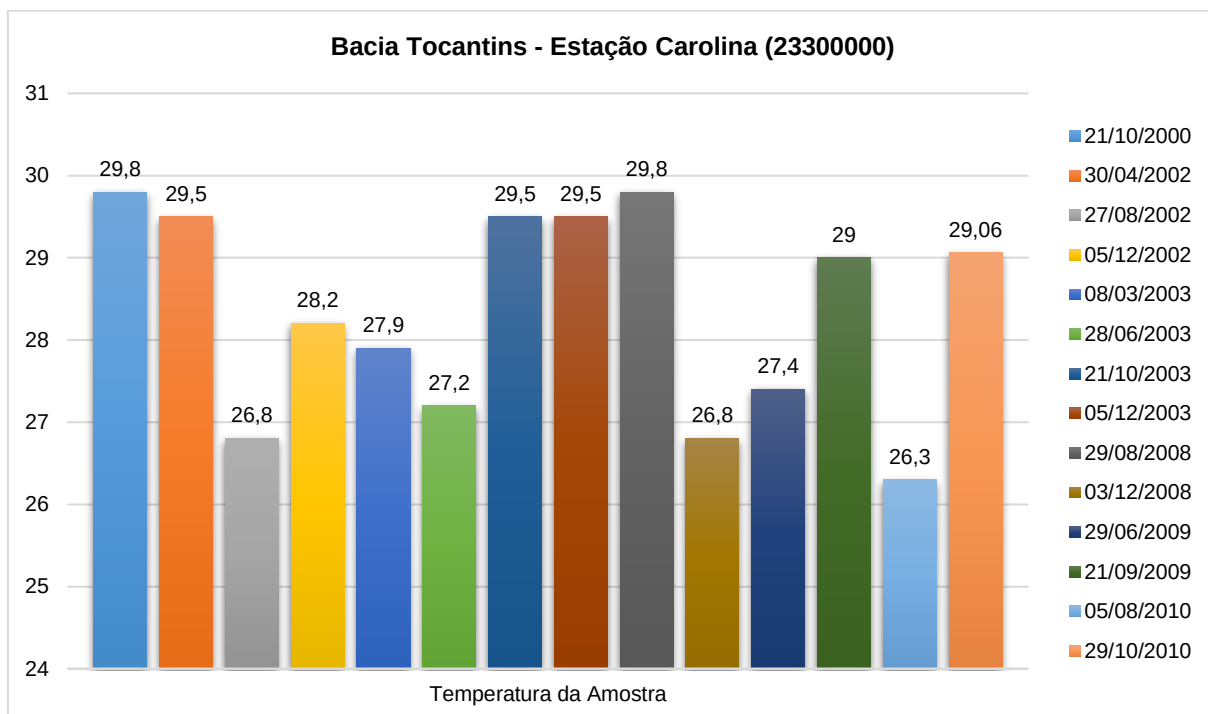
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 79 - Dados de Temperatura do Ar



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

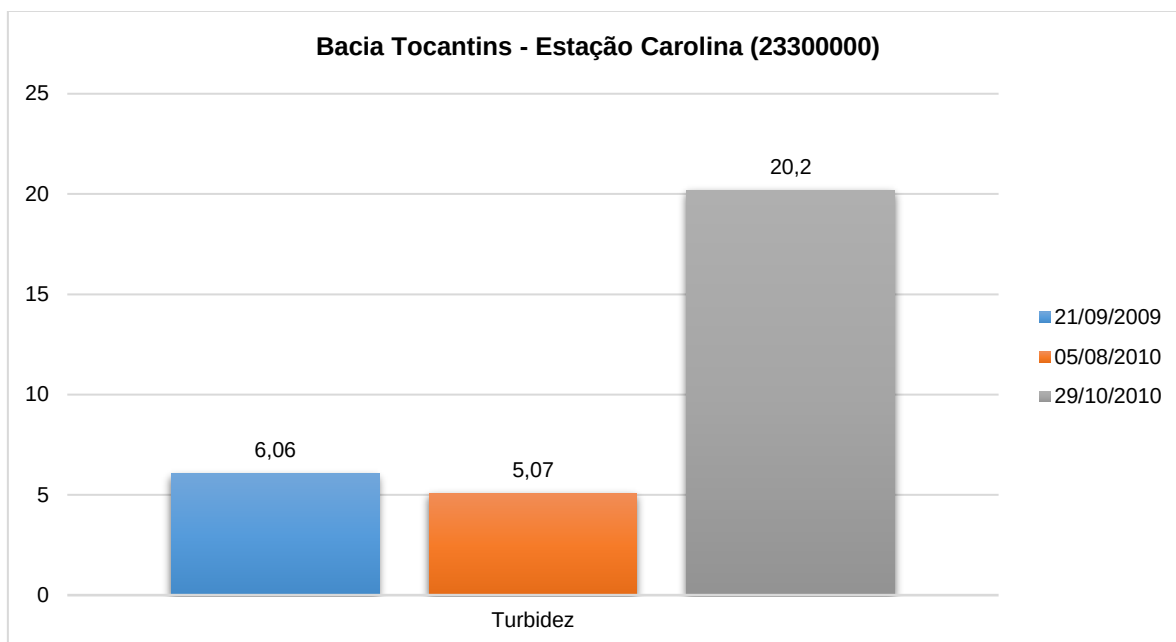
Gráfico 80 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA



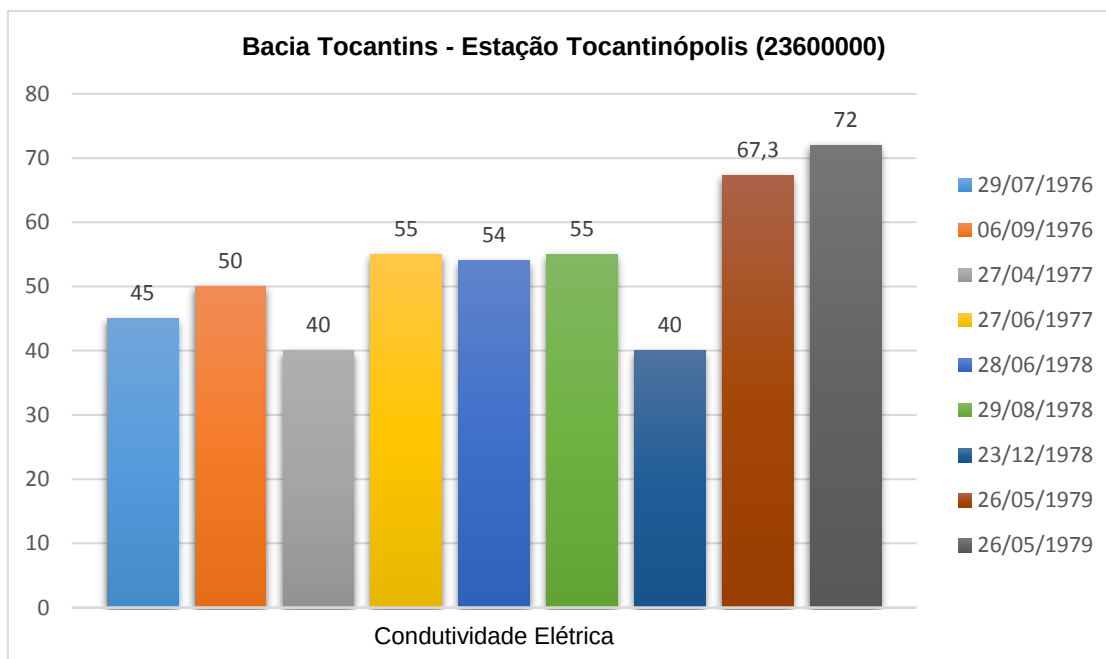
Gráfico 81 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

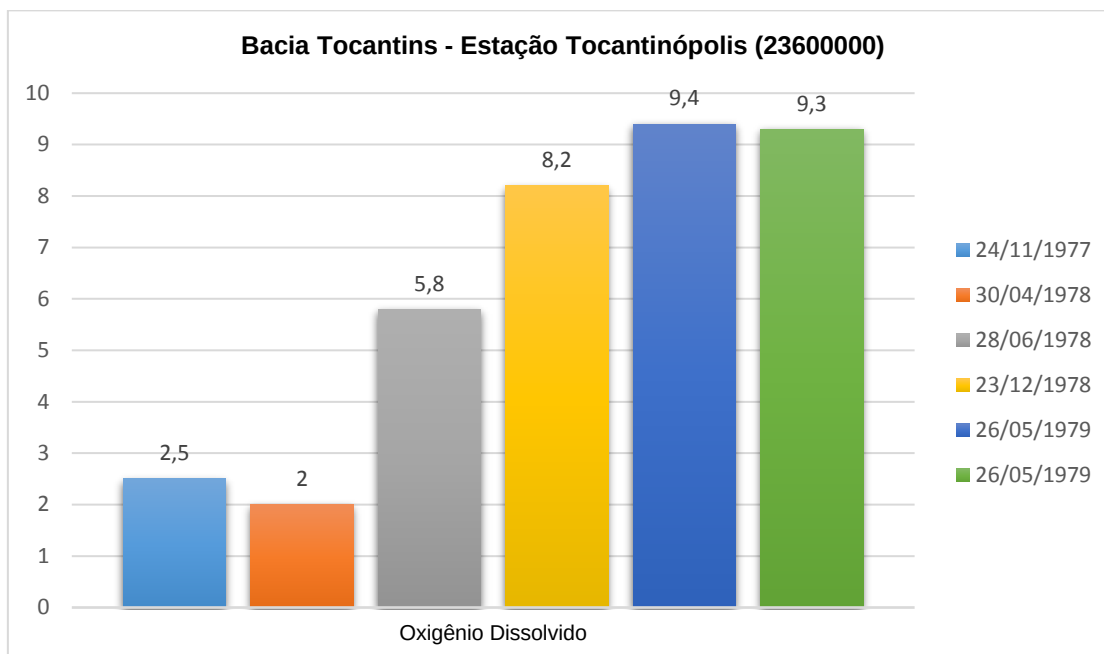
Bacia Tocantins – Estação Tocantinópolis (23600000)

Gráfico 82 - Dados de Condutividade Elétrica



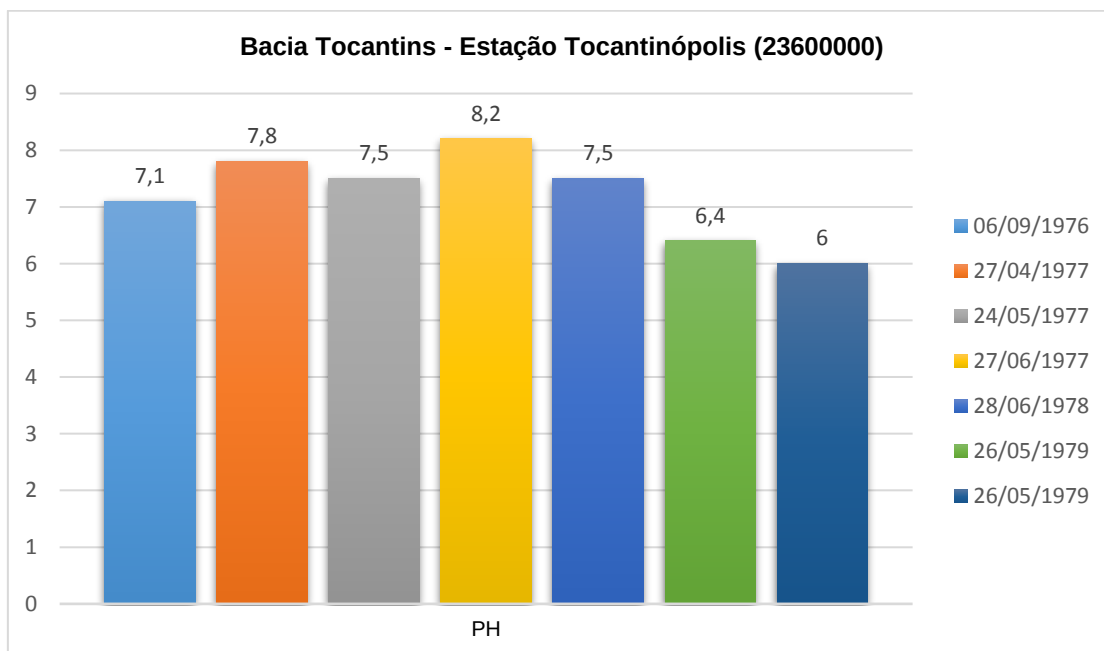
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 83 - Dados de Oxigênio Dissolvido



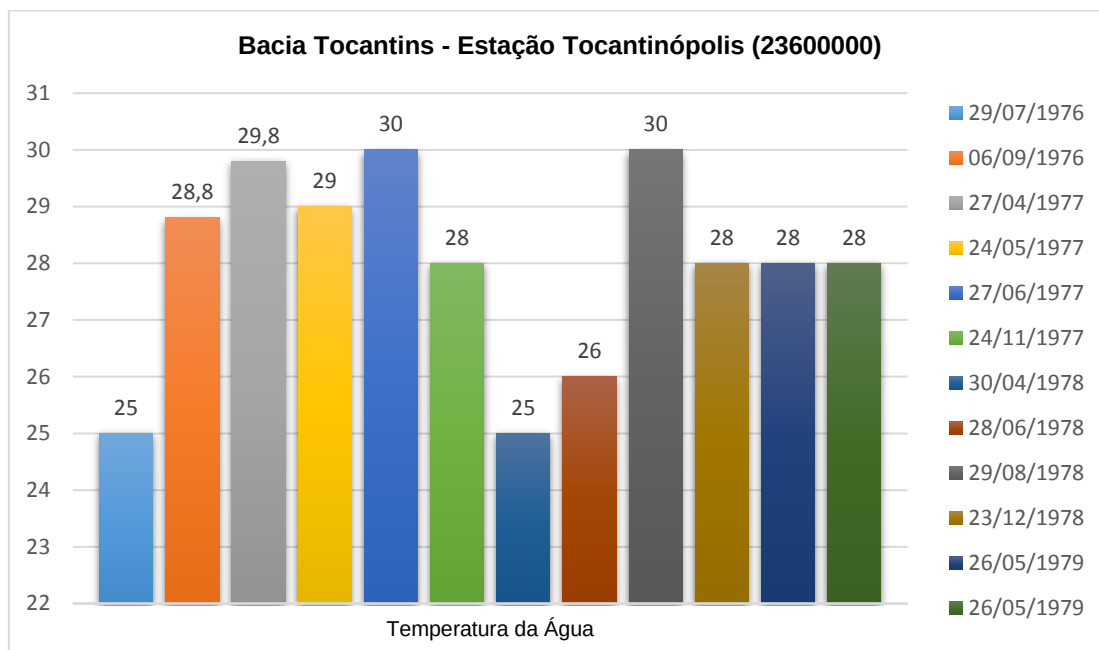
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 84 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 85 - Dados de Temperatura da Água

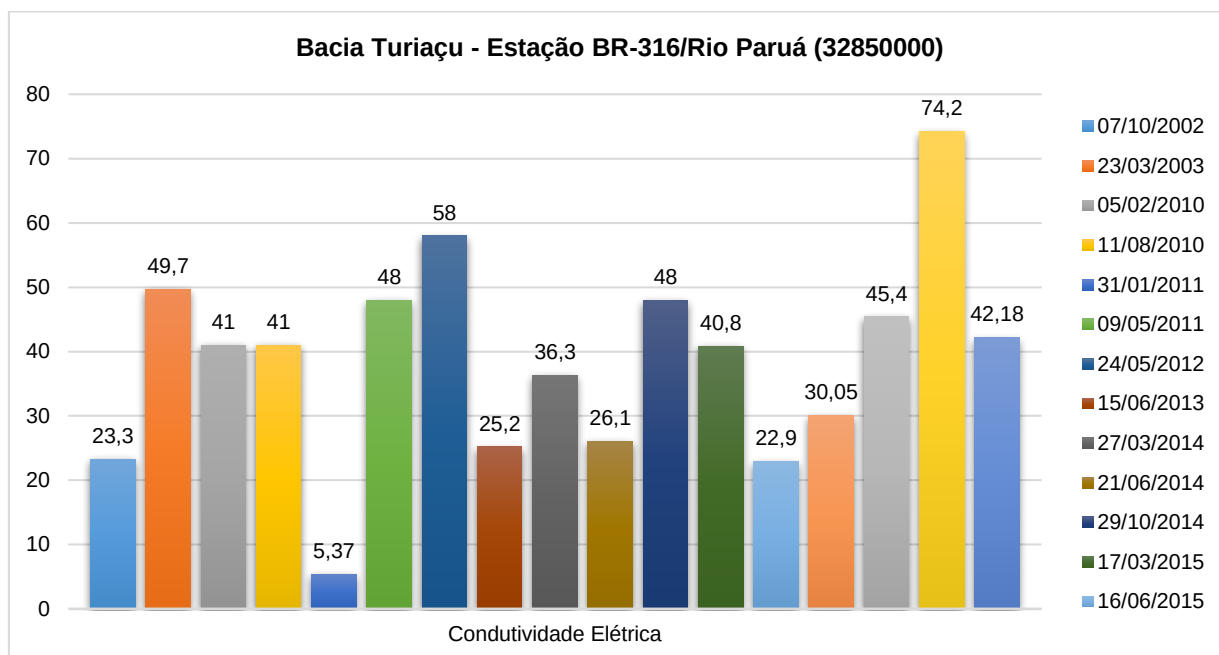


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Bacia do Turiaçu

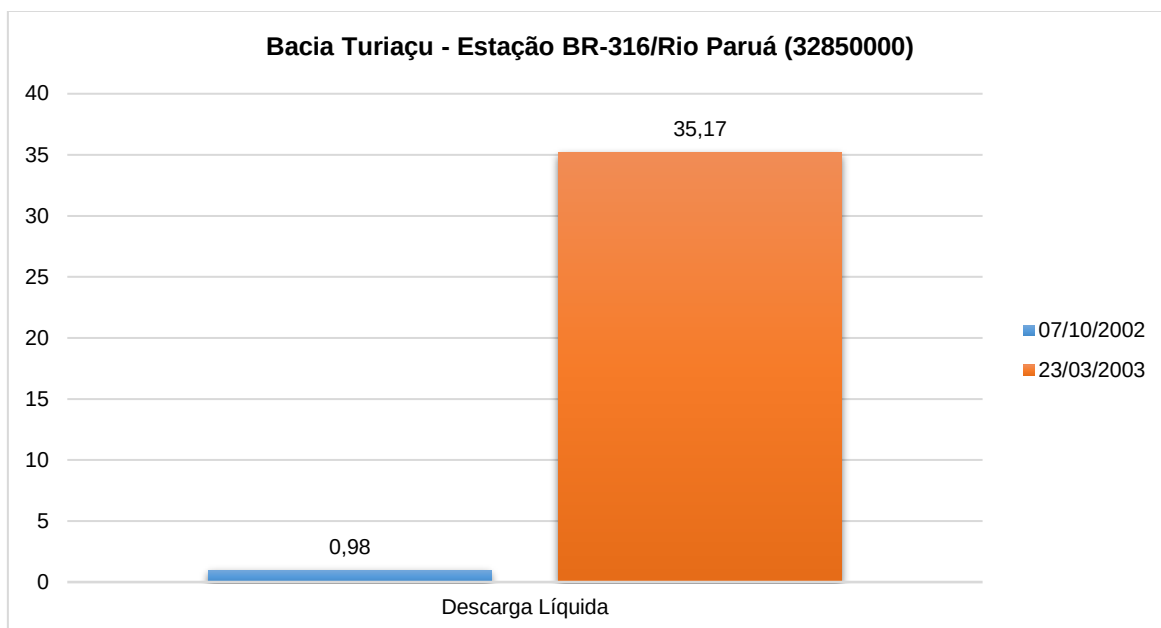
Estação BRA-316/Rio Paruá (32850000)

Gráfico 86 - Dados de Condutividade Elétrica



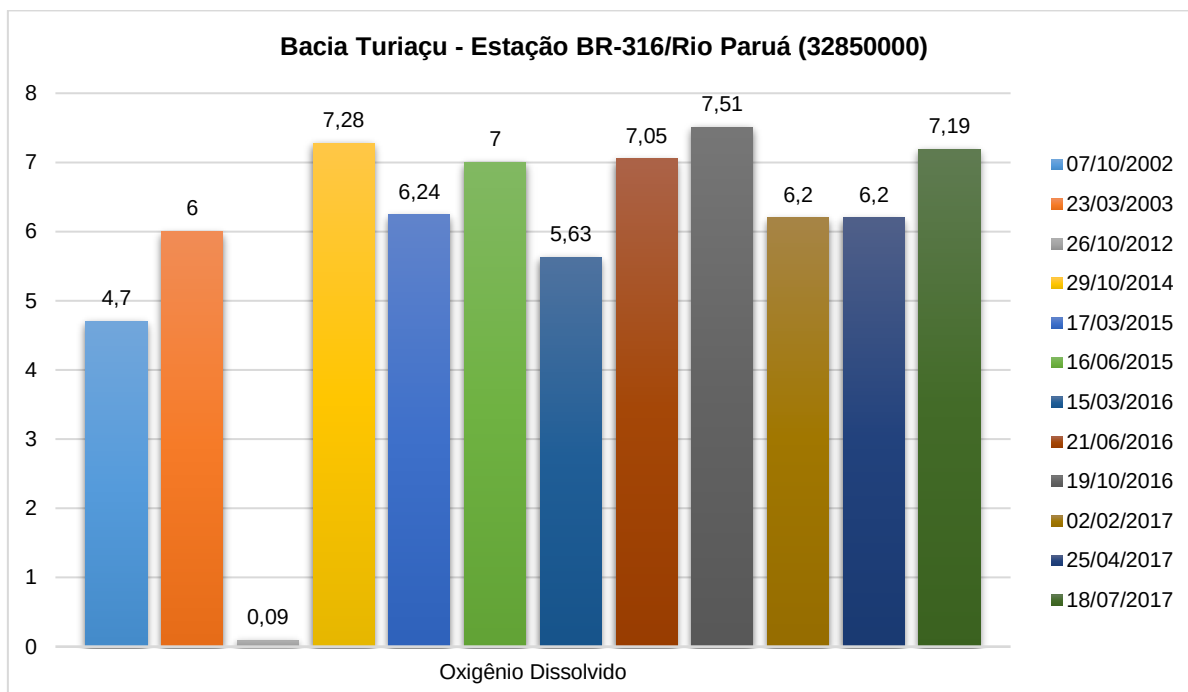
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 87 - Dados de Descarga Líquida



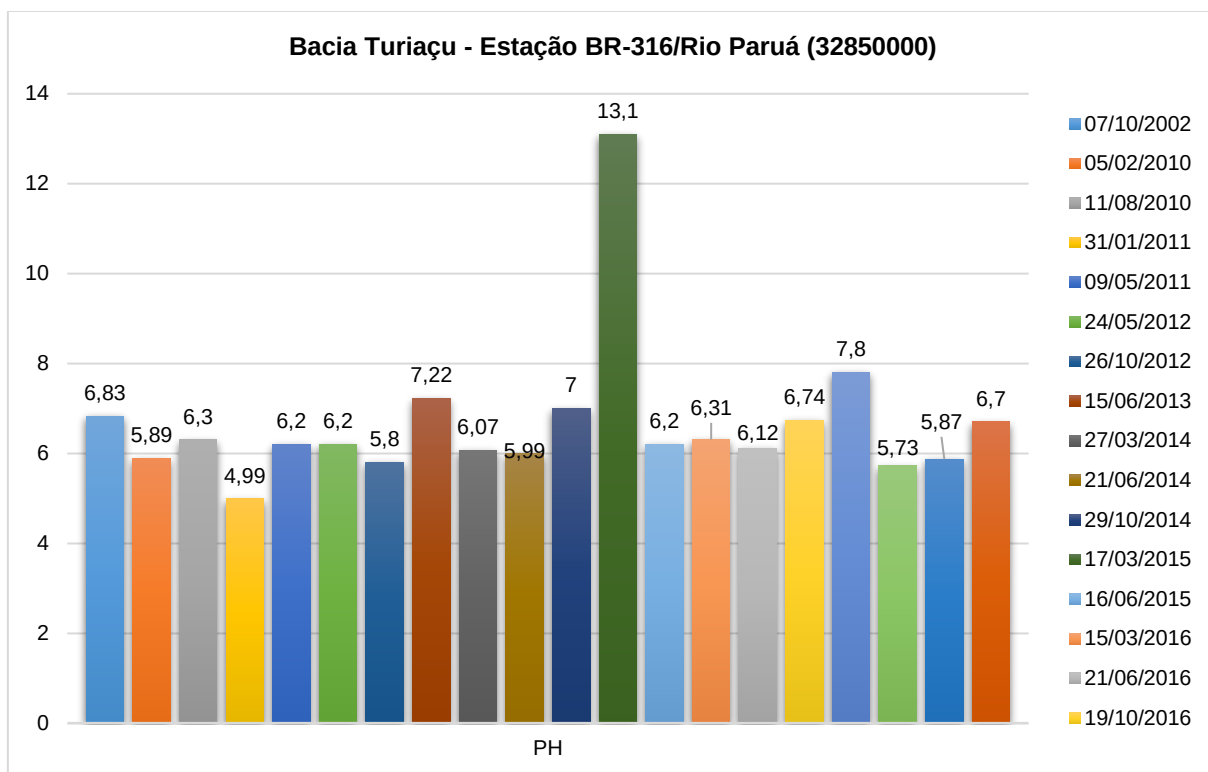
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 88 - Dados de Oxigênio Dissolvido



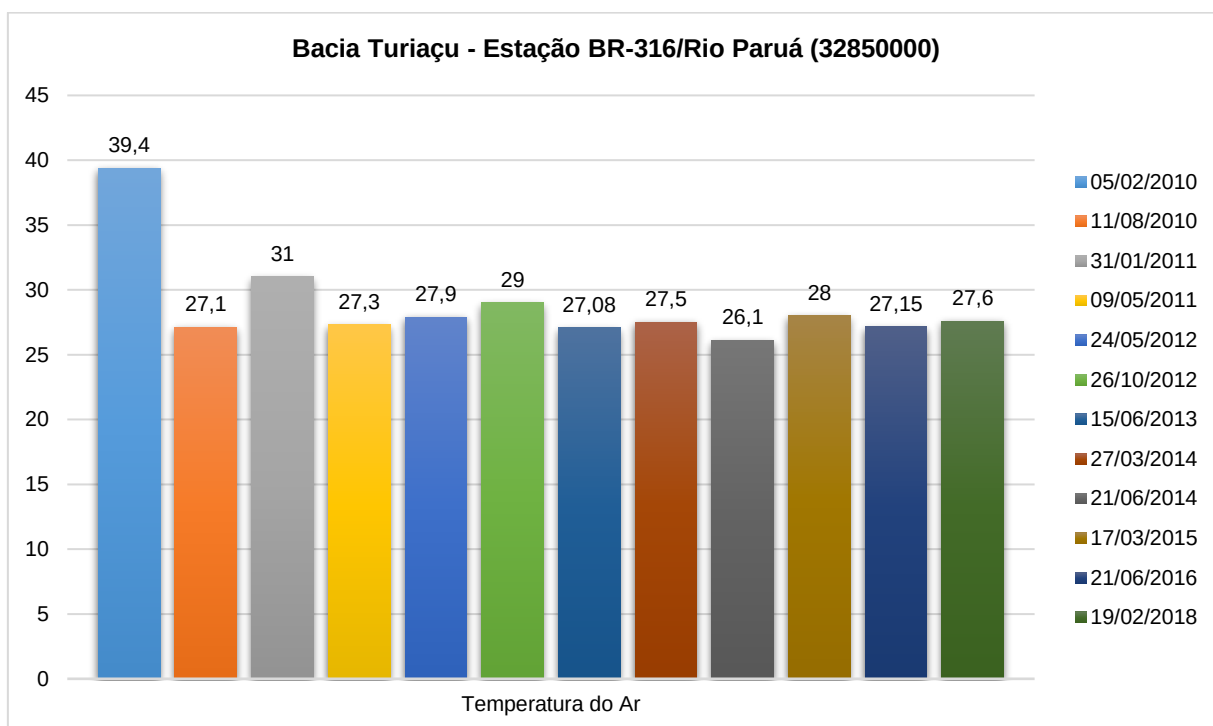
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 89 - Dados de pH



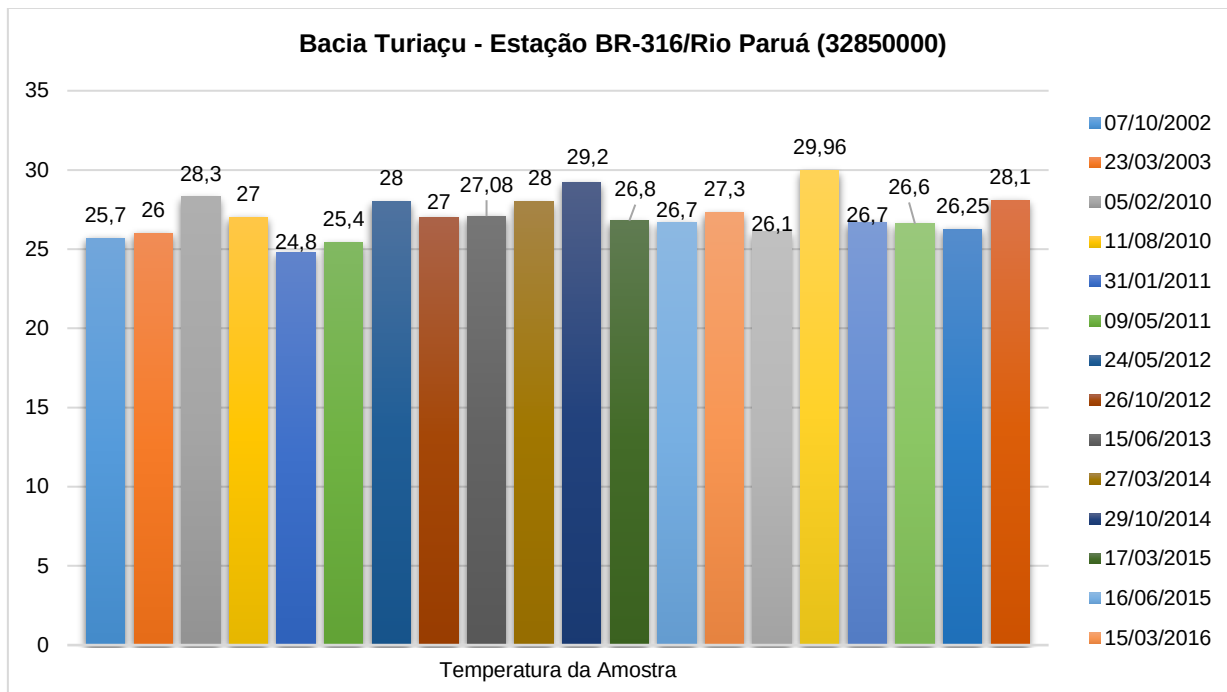
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 90 - Dados de Temperatura do Ar



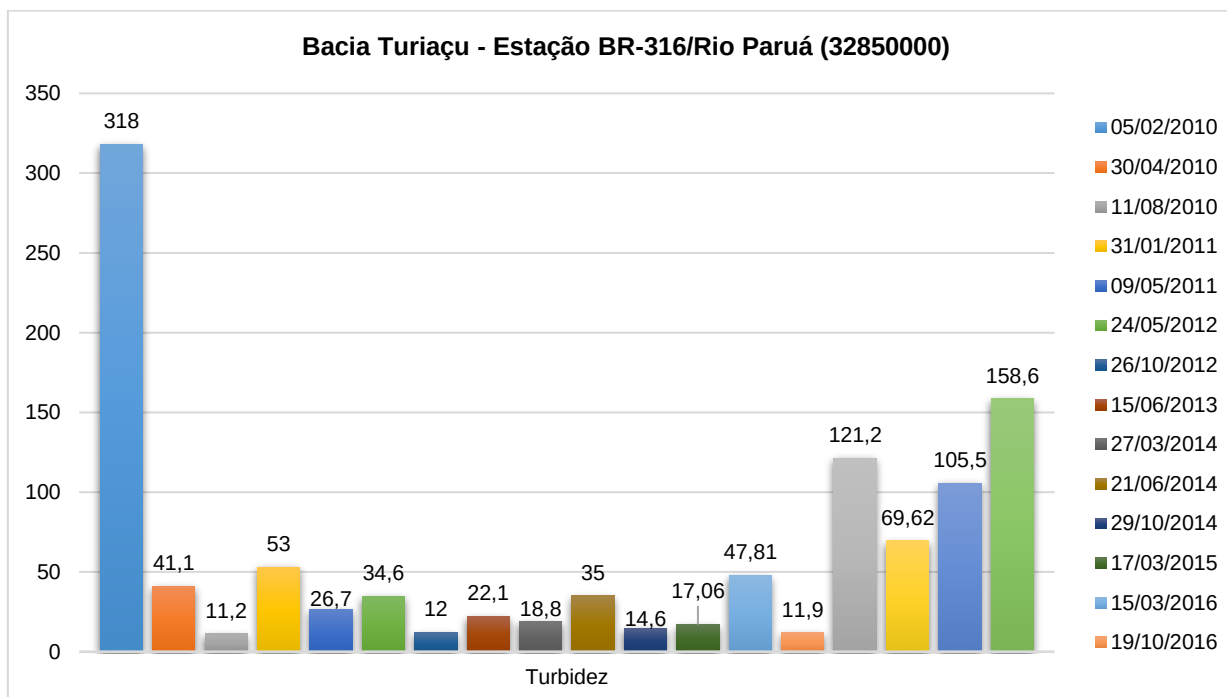
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 91 - Dados de Temperatura da Amostra



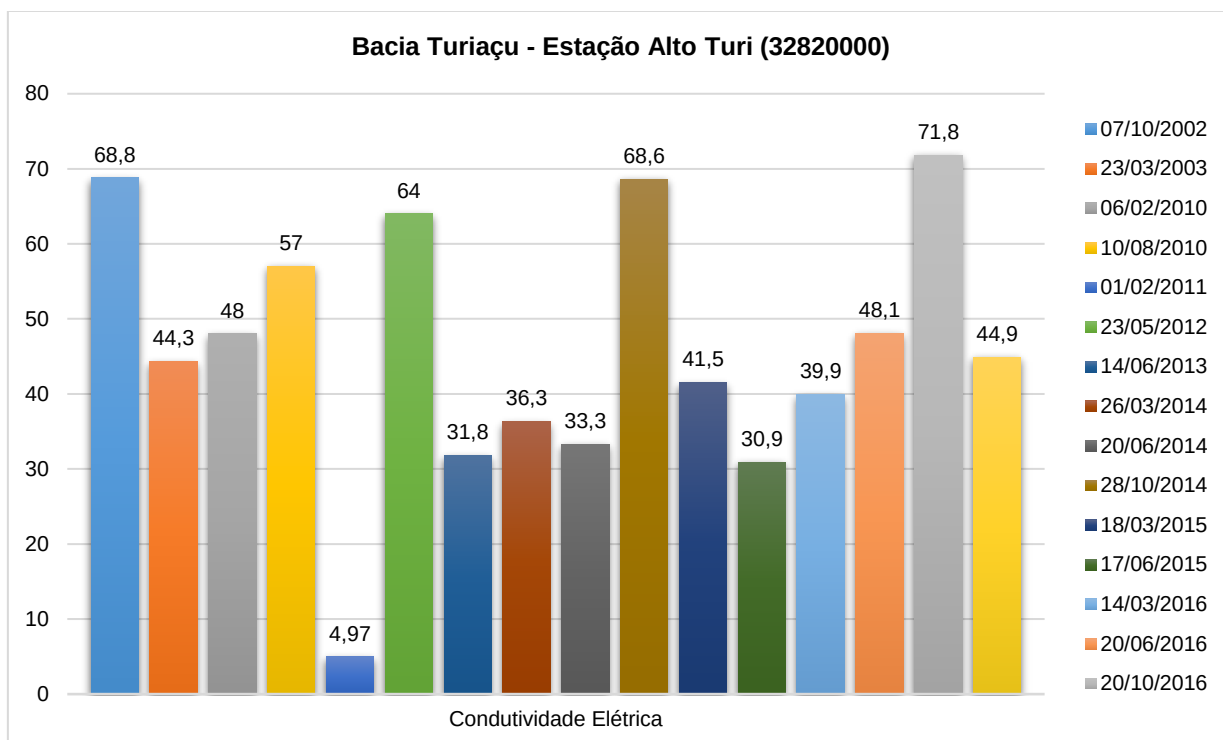
Fonte: Portal HidroWeb/ANA.

Gráfico 92 - Dados de Turbidez



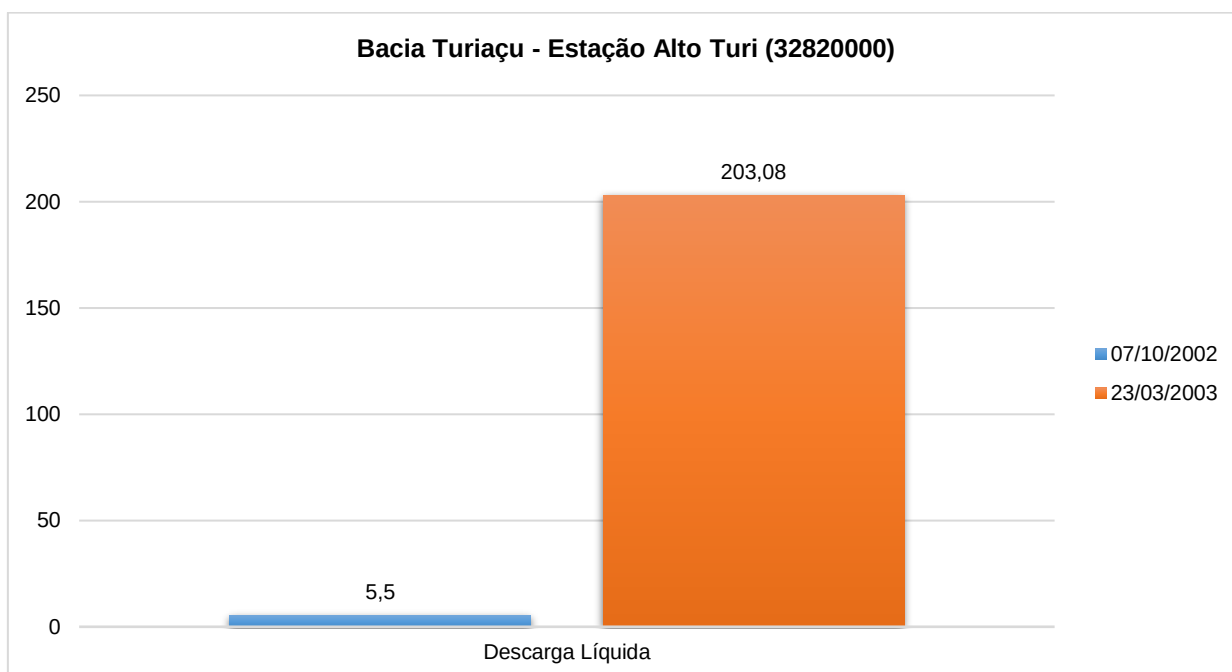
Fonte: Portal HidroWeb/ANA  
Estação Alto Turi (32820000)

Gráfico 93 - Dados de Condutividade Elétrica



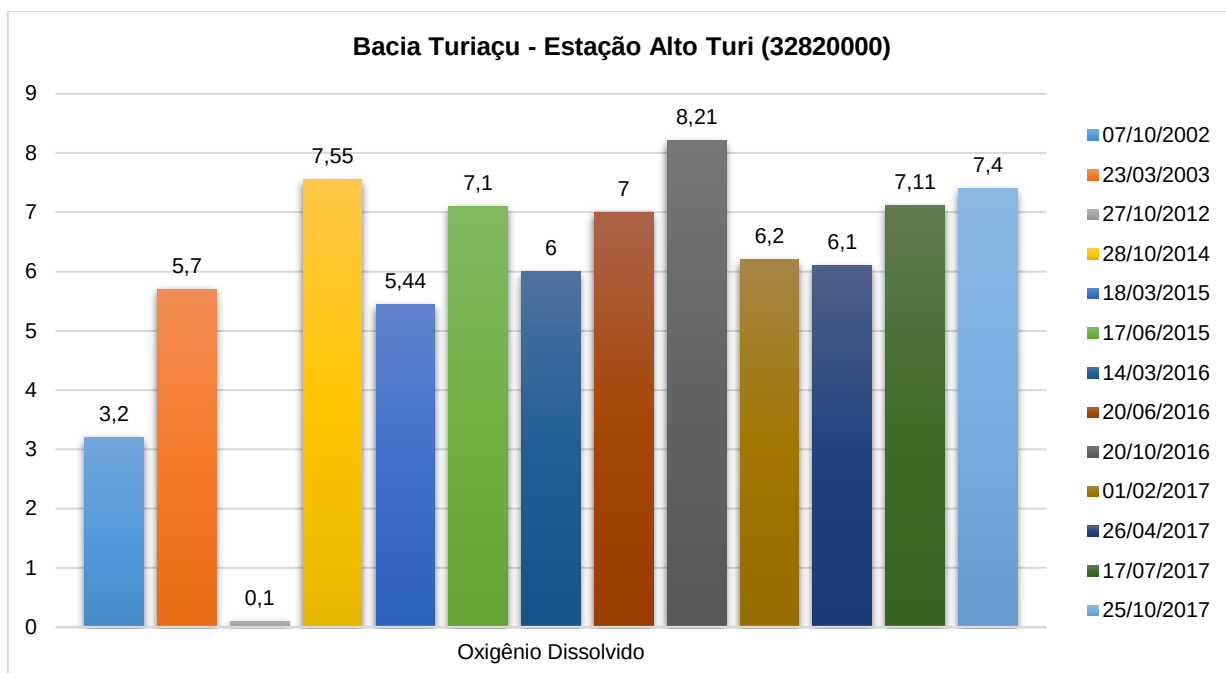
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 94 - Dados de Descarga Líquida



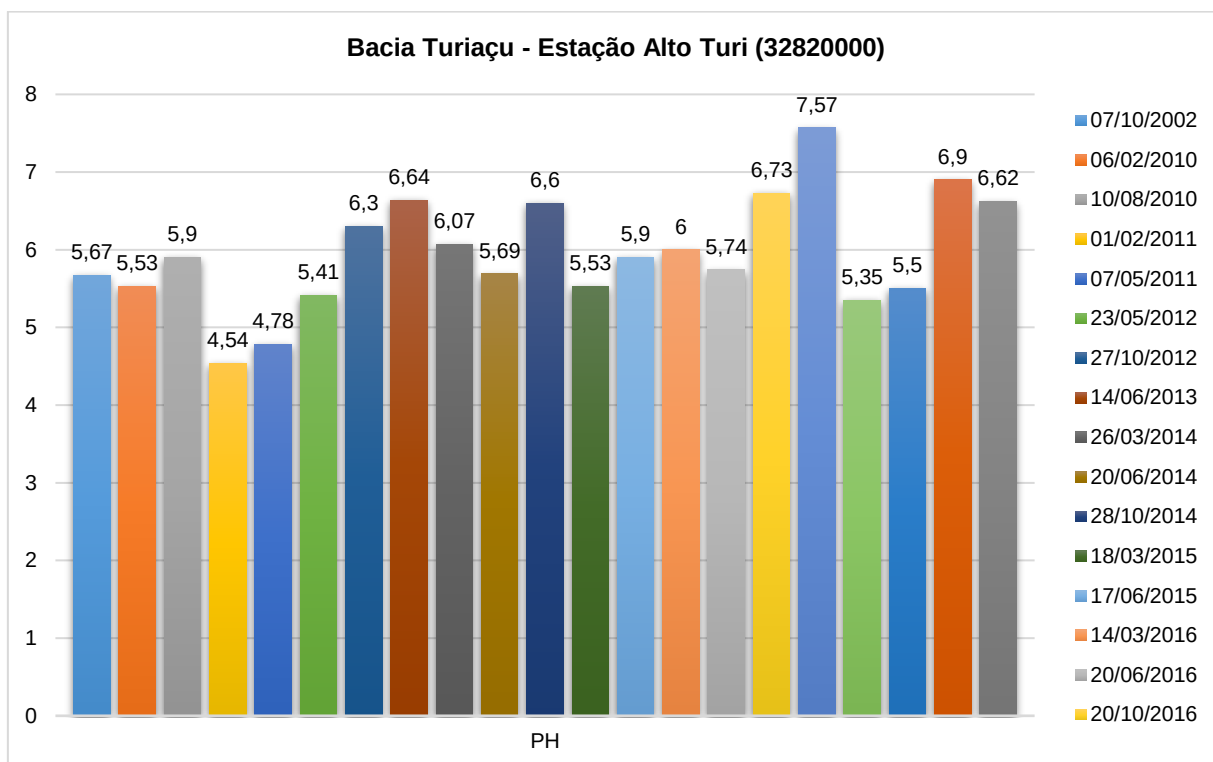
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 95 - Dados de Oxigênio Dissolvido



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

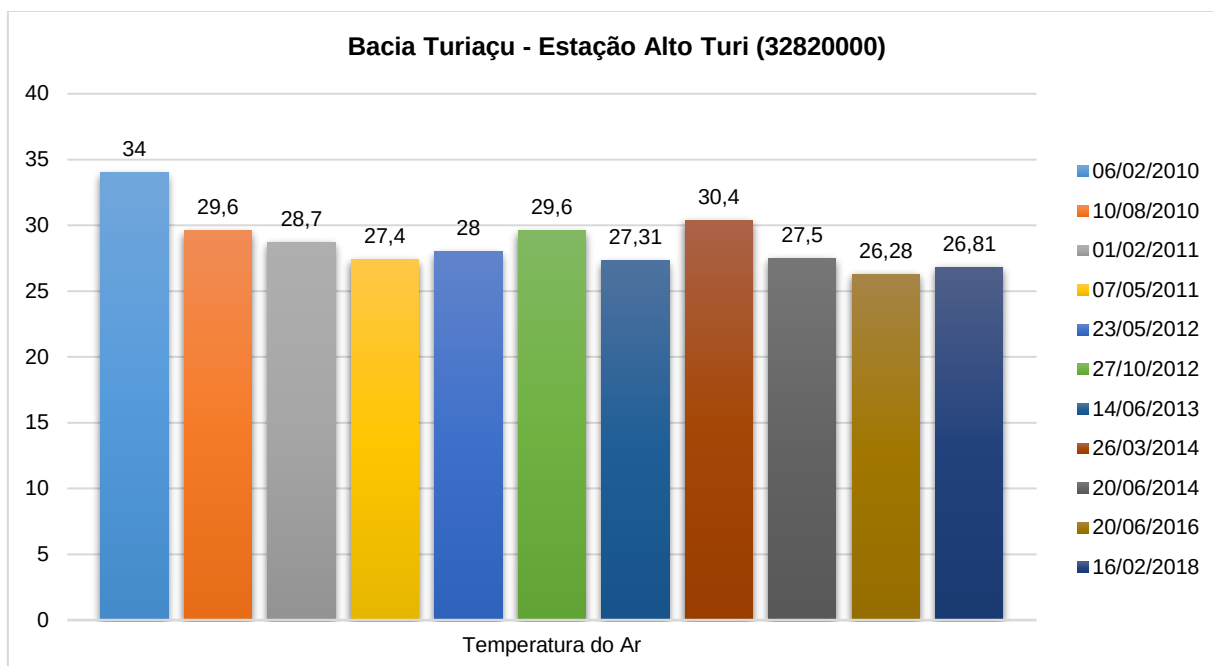
Gráfico 96 - Dados de pH



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

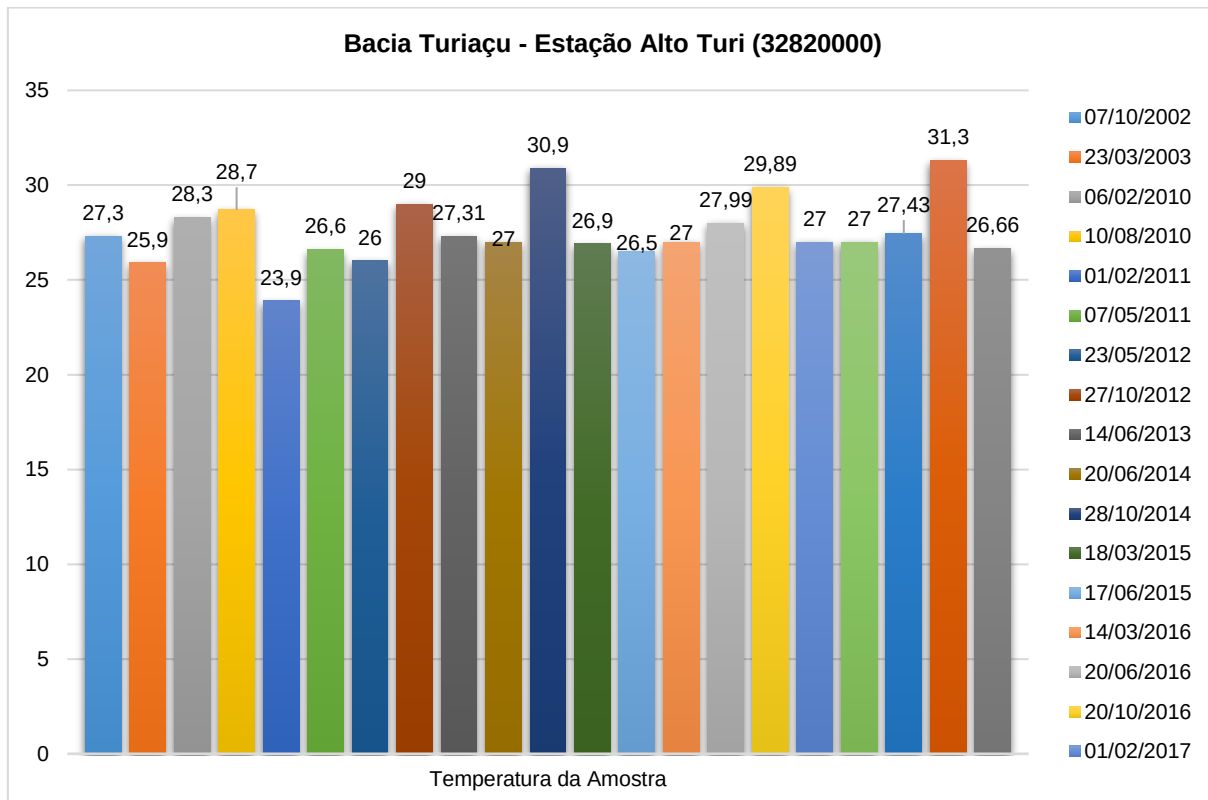


Gráfico 97 - Dados de Temperatura do Ar



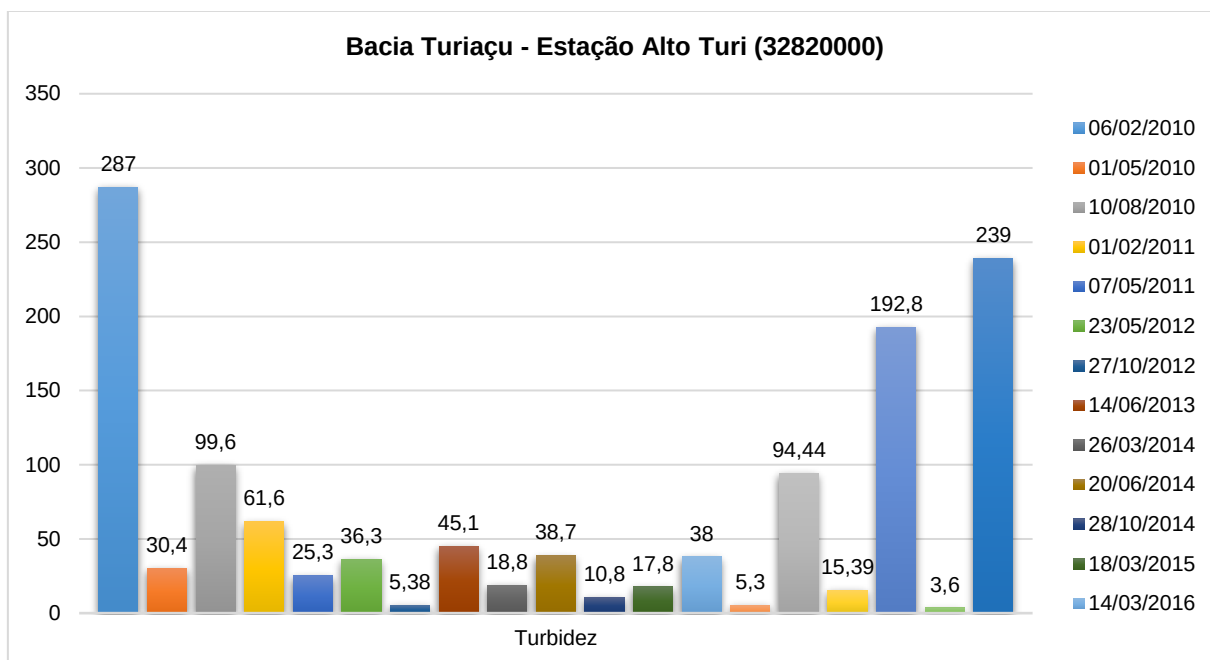
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 98 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 99 - Dados de Turbidez

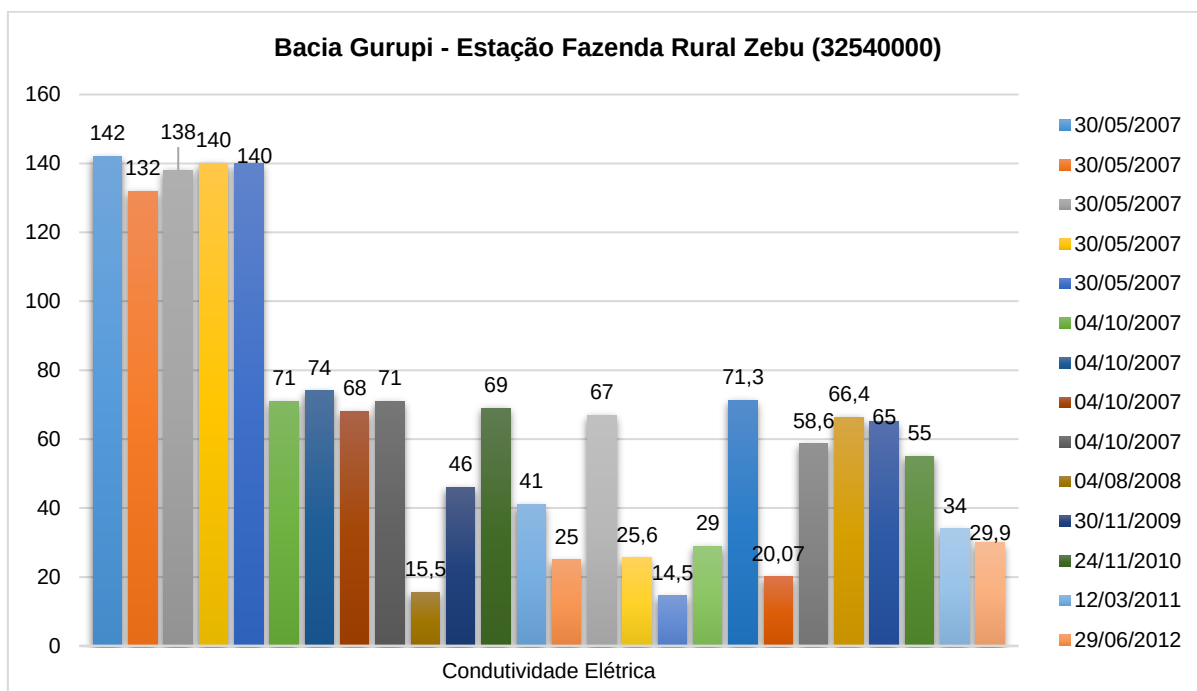


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Gurupi

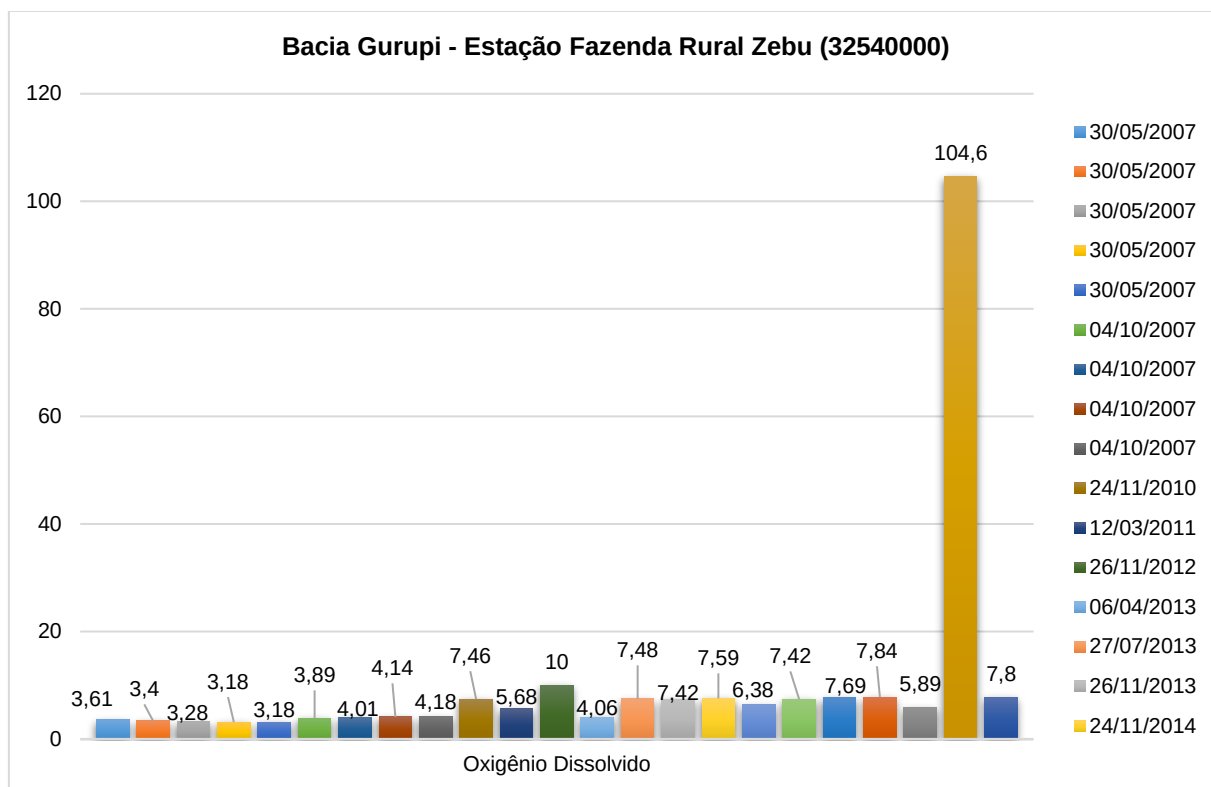
Estação Fazenda Rural Zebu (32540000).

Gráfico 100 - Dados de Condutividade Elétrica



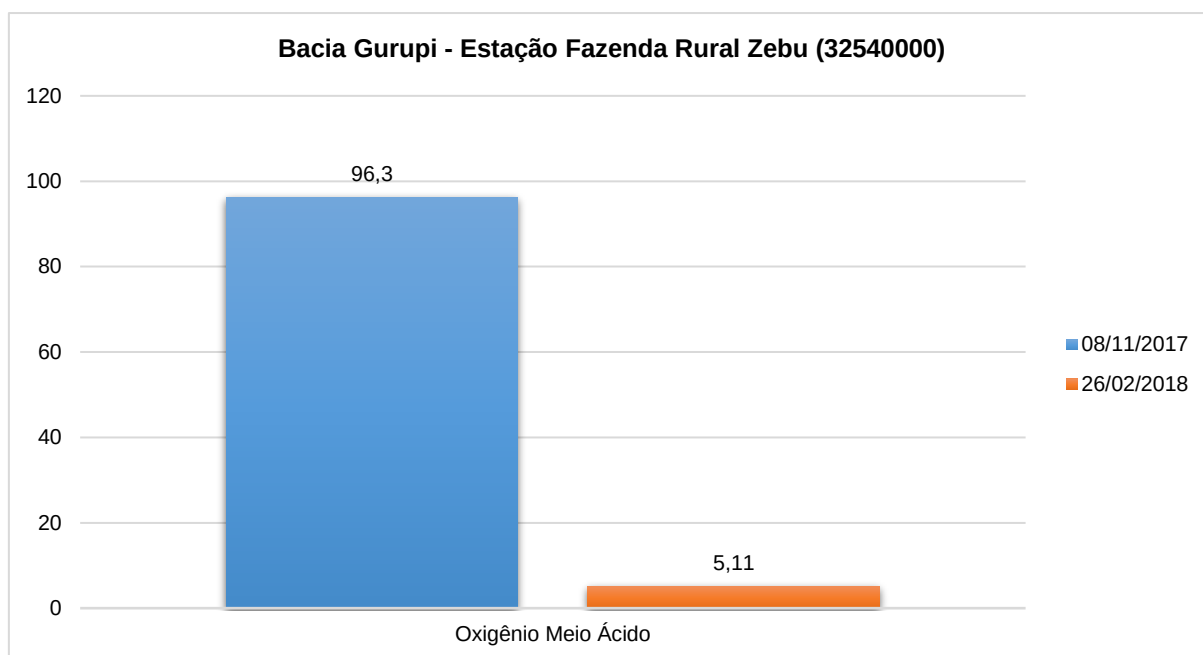
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 101 - Dados de Oxigênio Dissolvido



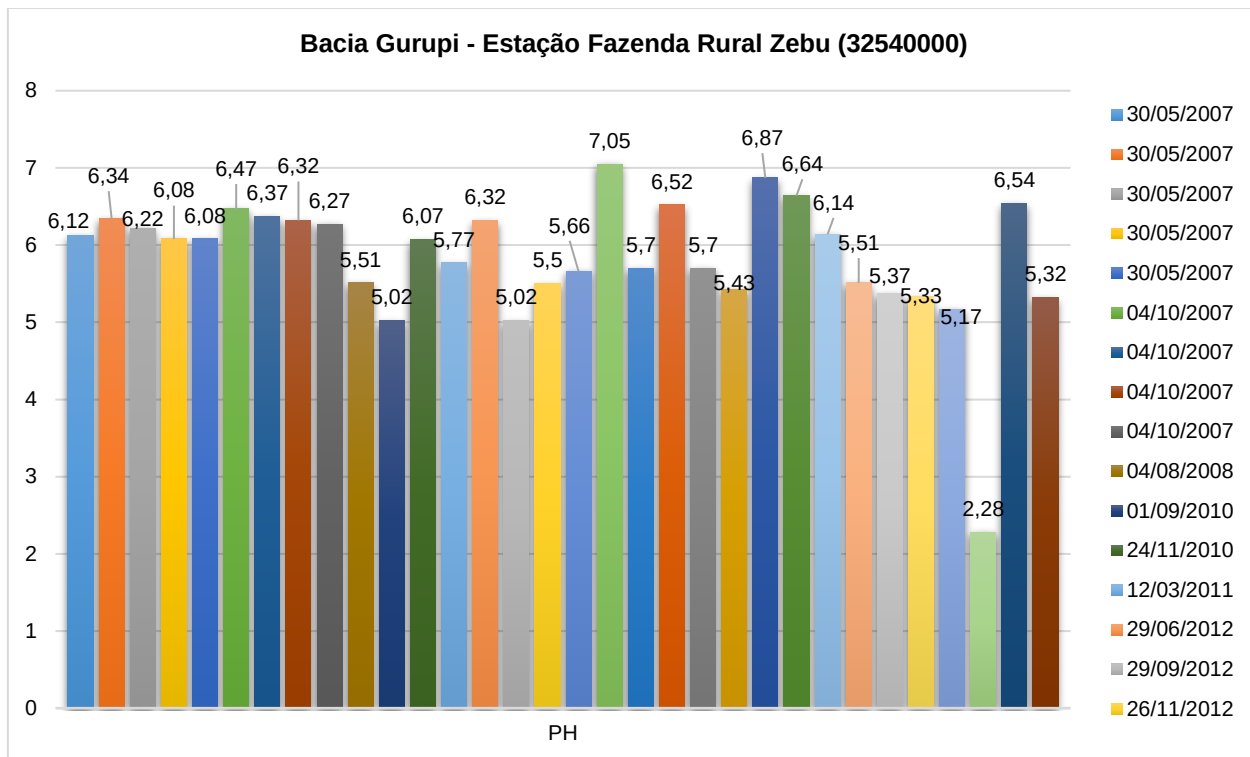
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 102 - Dados de Oxigênio Meio Ácido



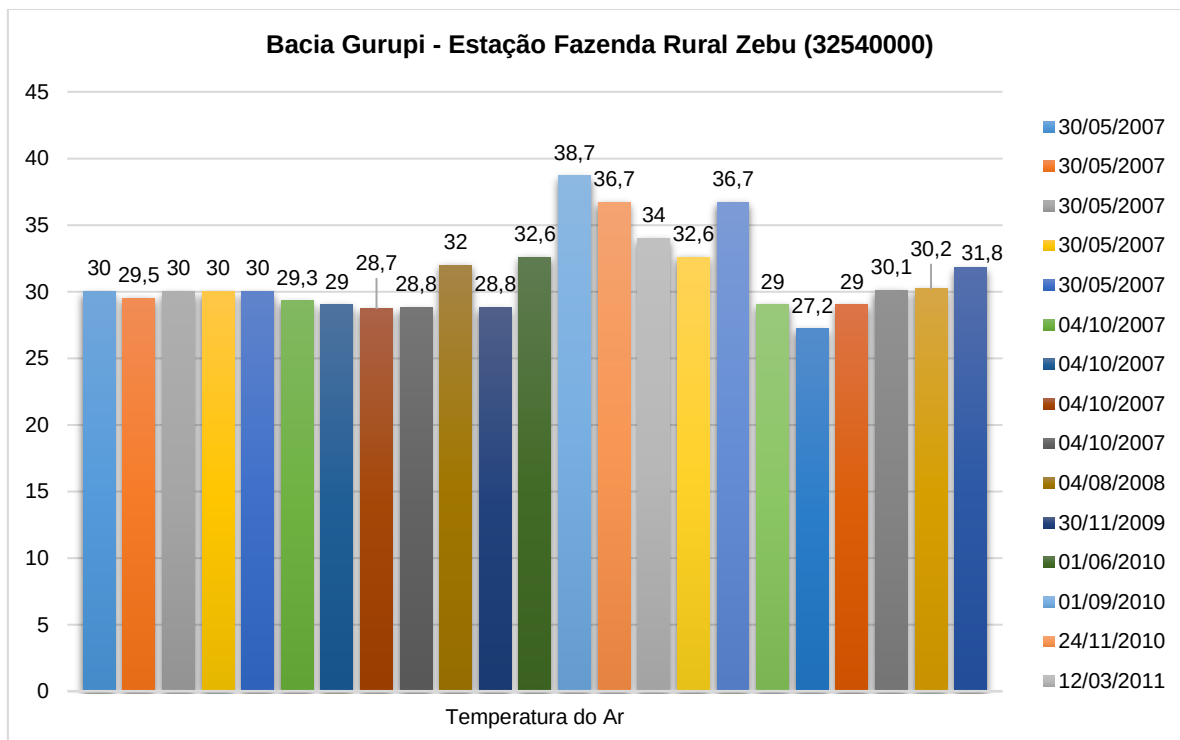
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 103 - Dados de pH



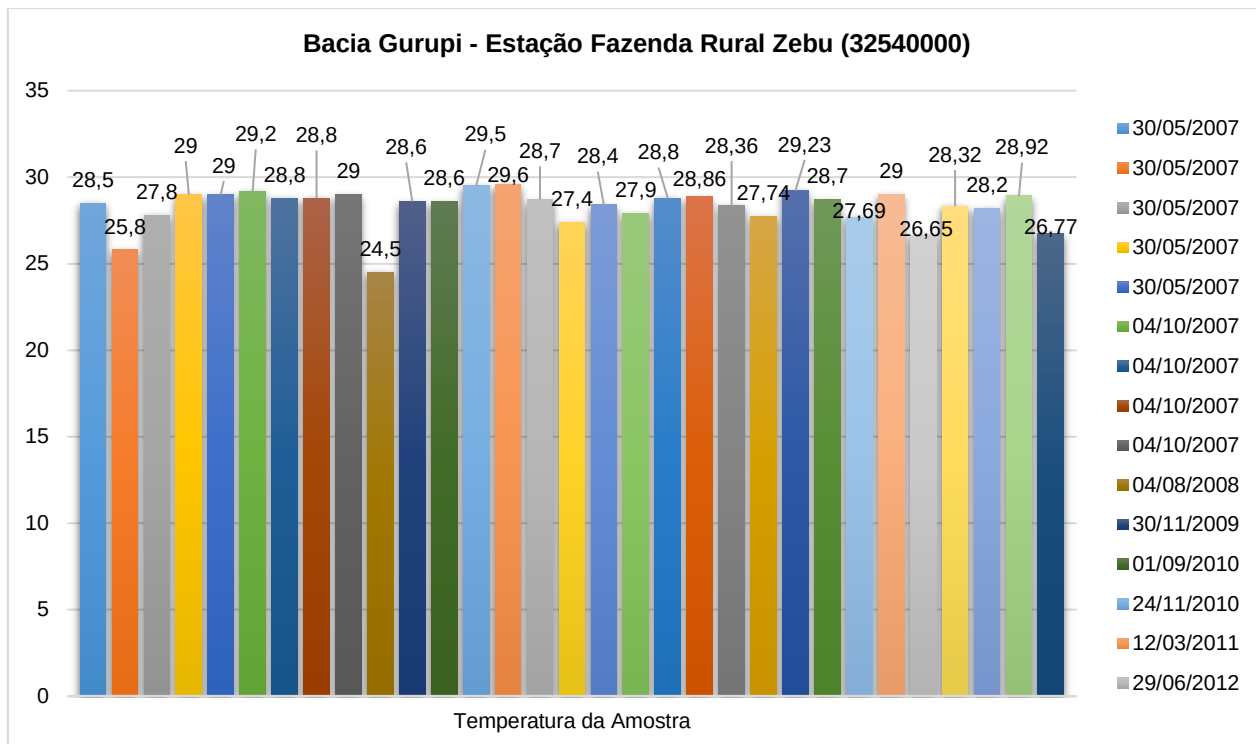
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 104 - Dados de Temperatura do Ar



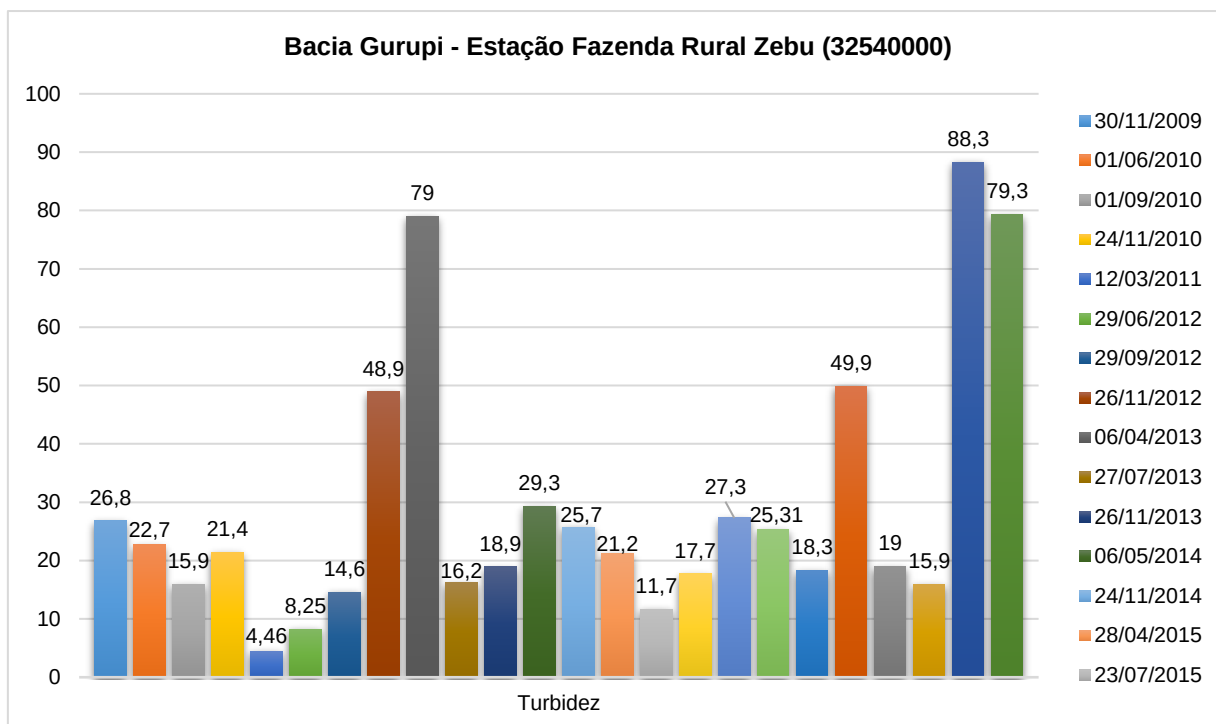
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 105 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 106 - Dados de Turbidez

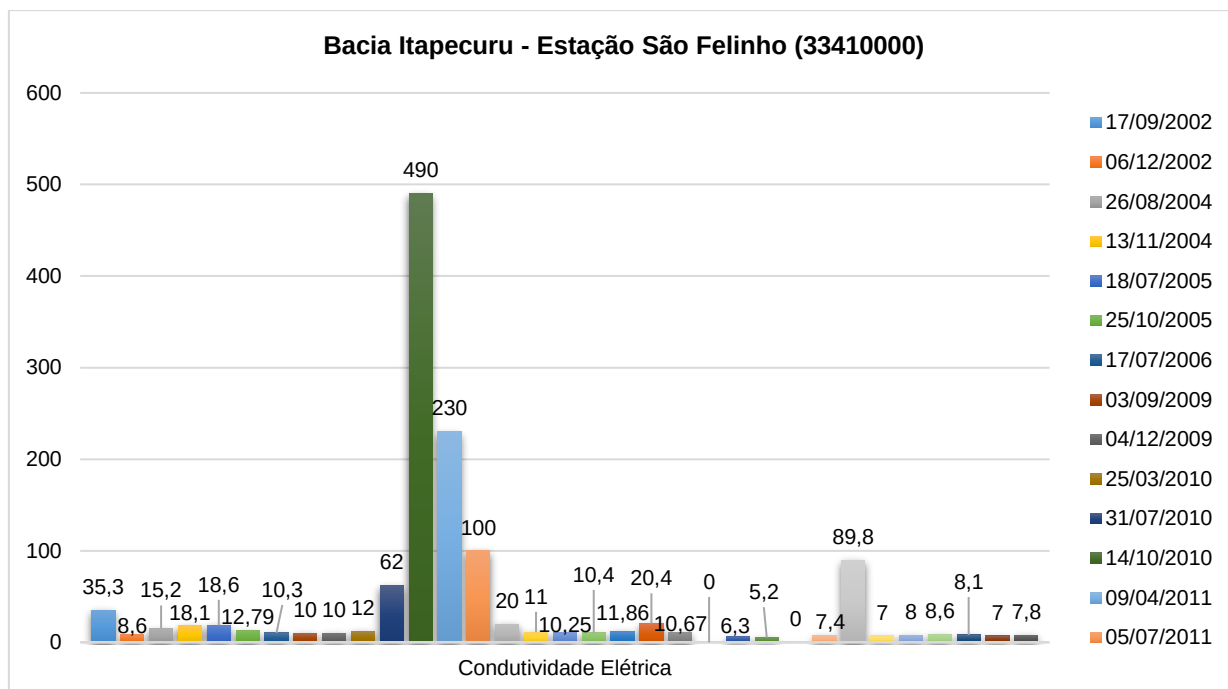


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Itapecuru

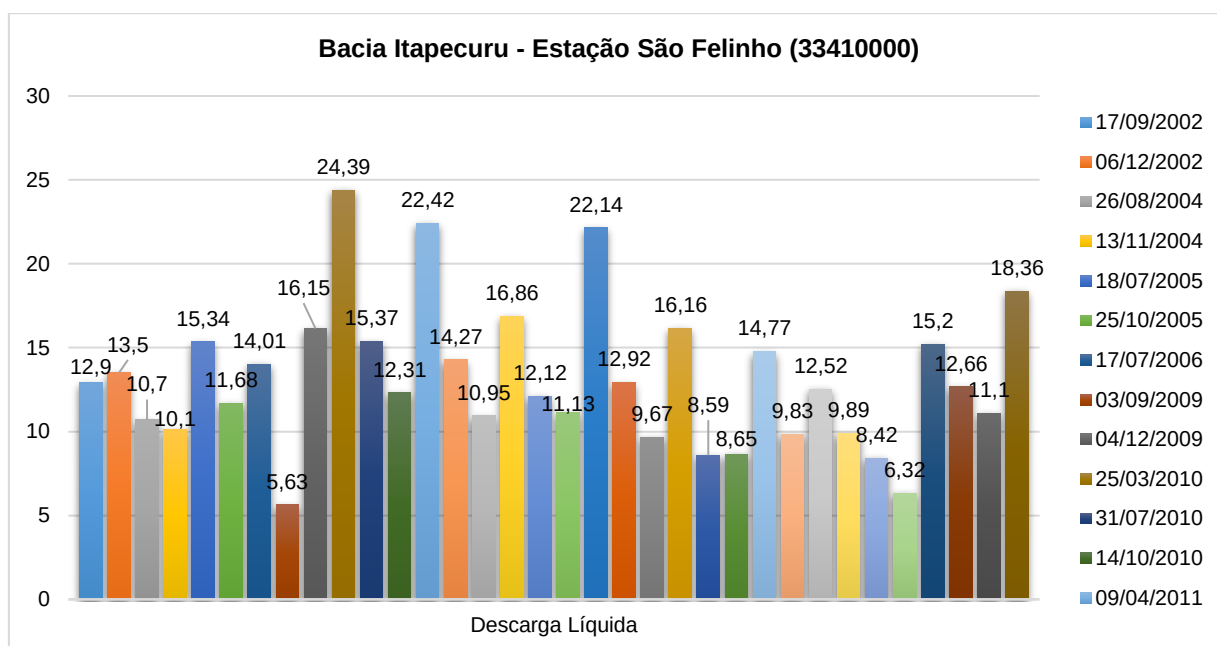
### Estação São Felino (33410000)

Gráfico 107 - Dados de Condutividade Elétrica



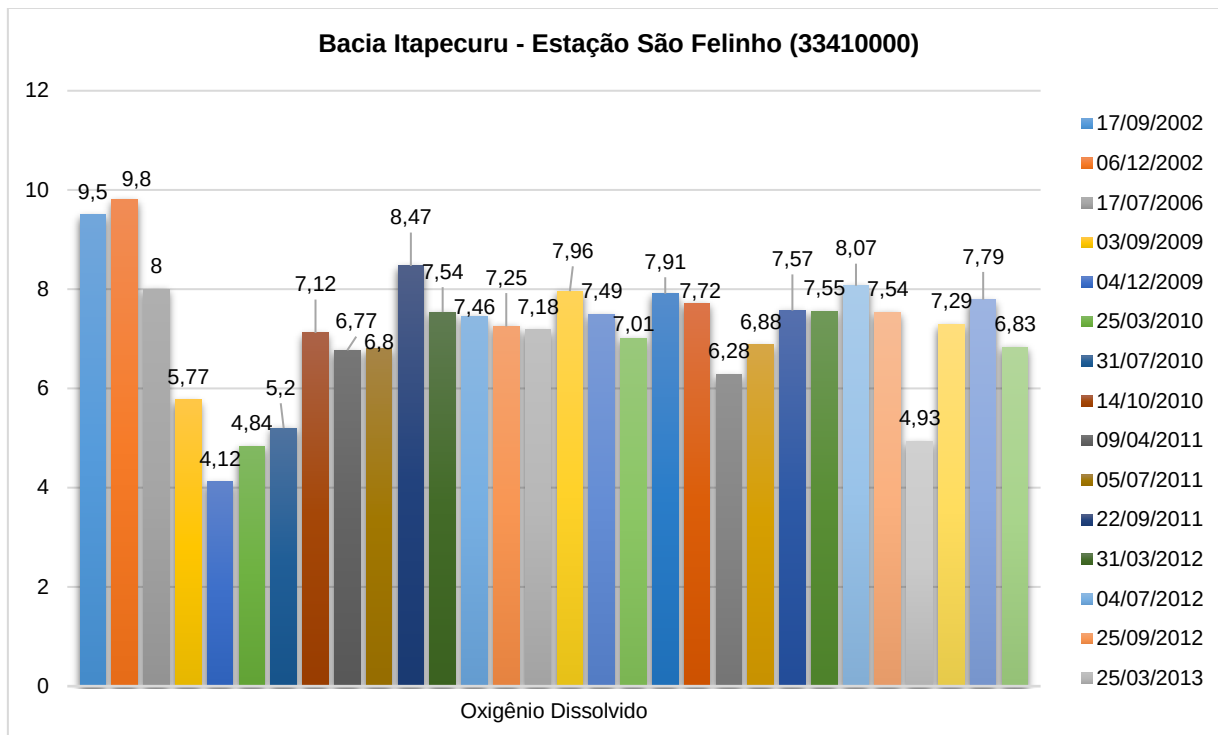
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 108 - Dados de Descarga Líquida



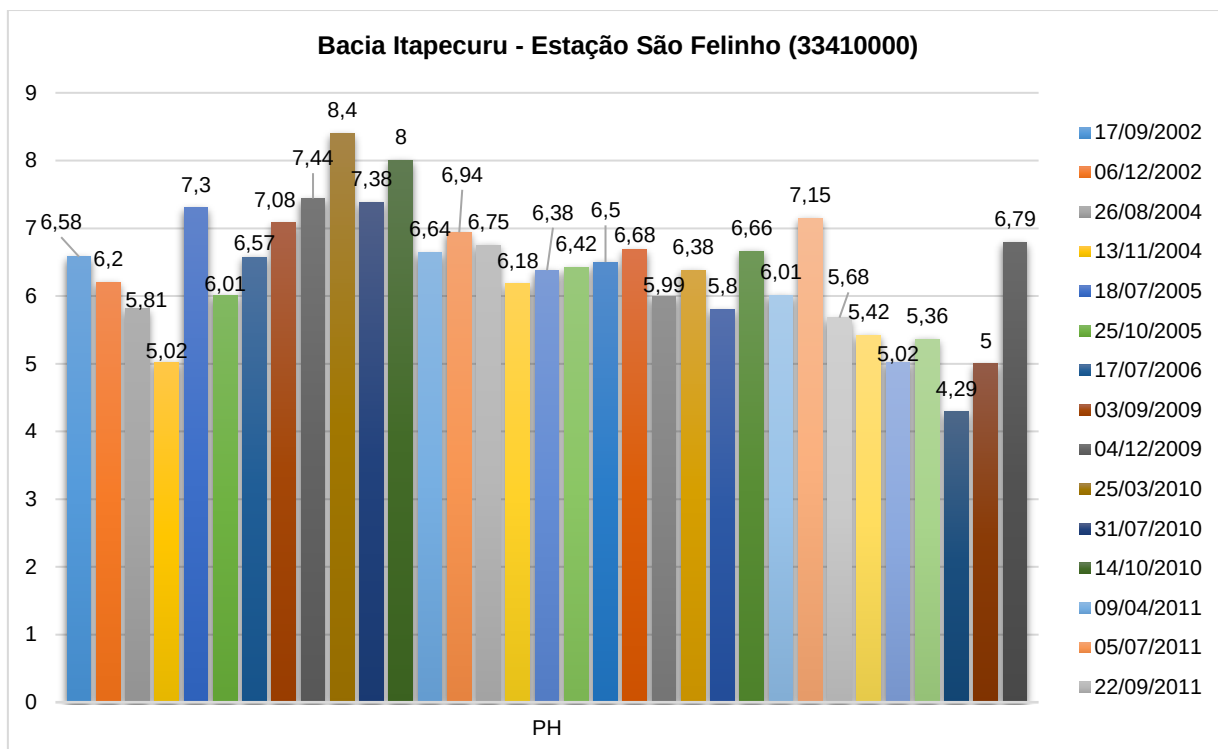
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 109 - Dados de Oxigênio Dissolvido



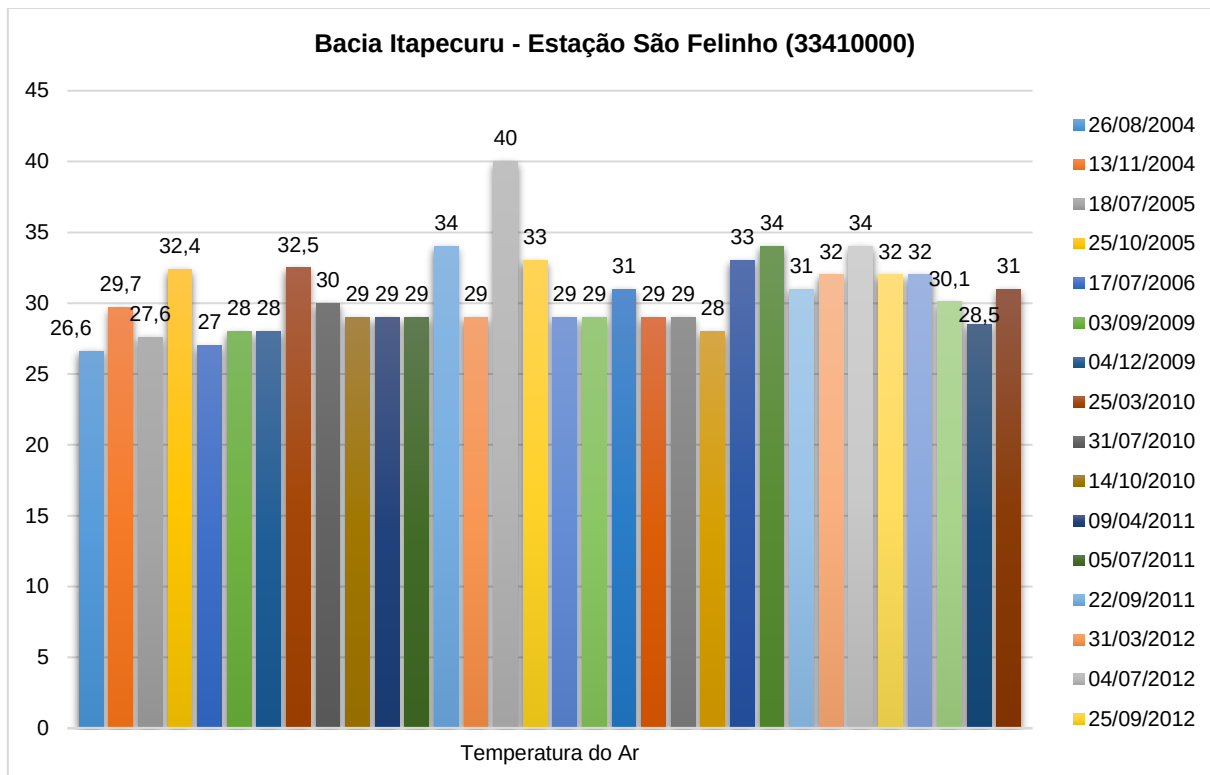
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 110 - Dados de pH



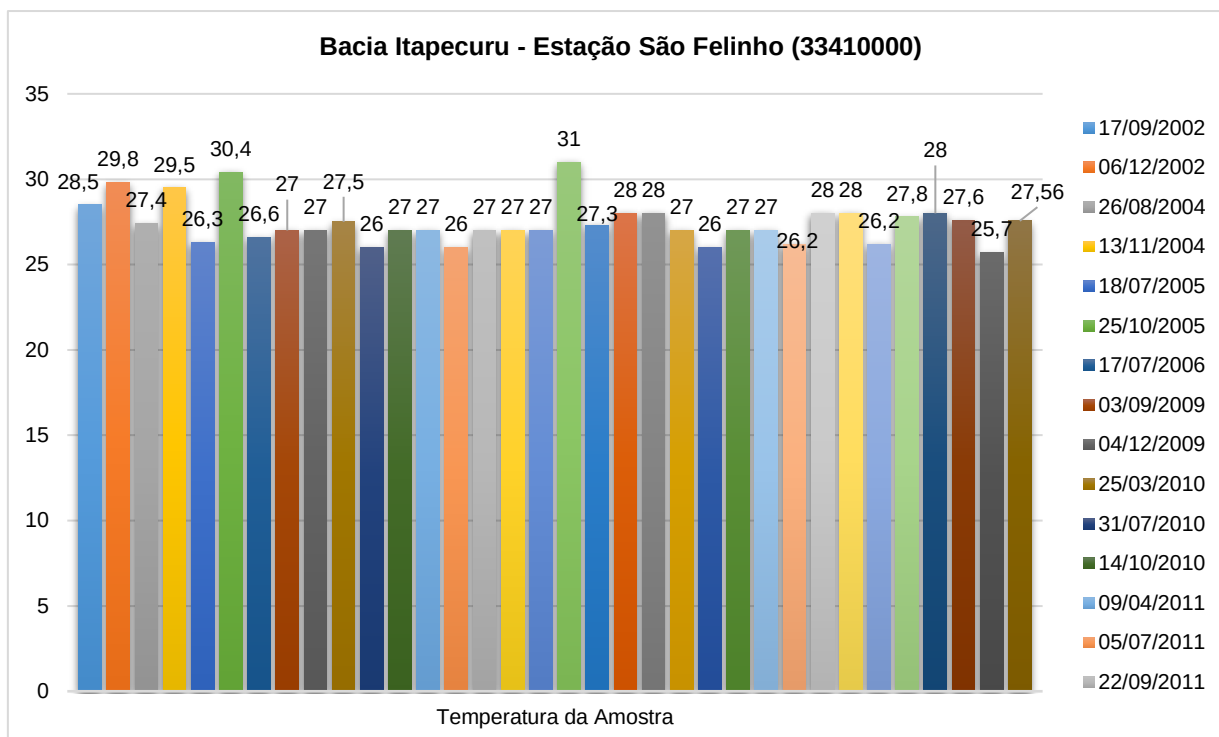
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 111 - Dados de Temperatura do Ar



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

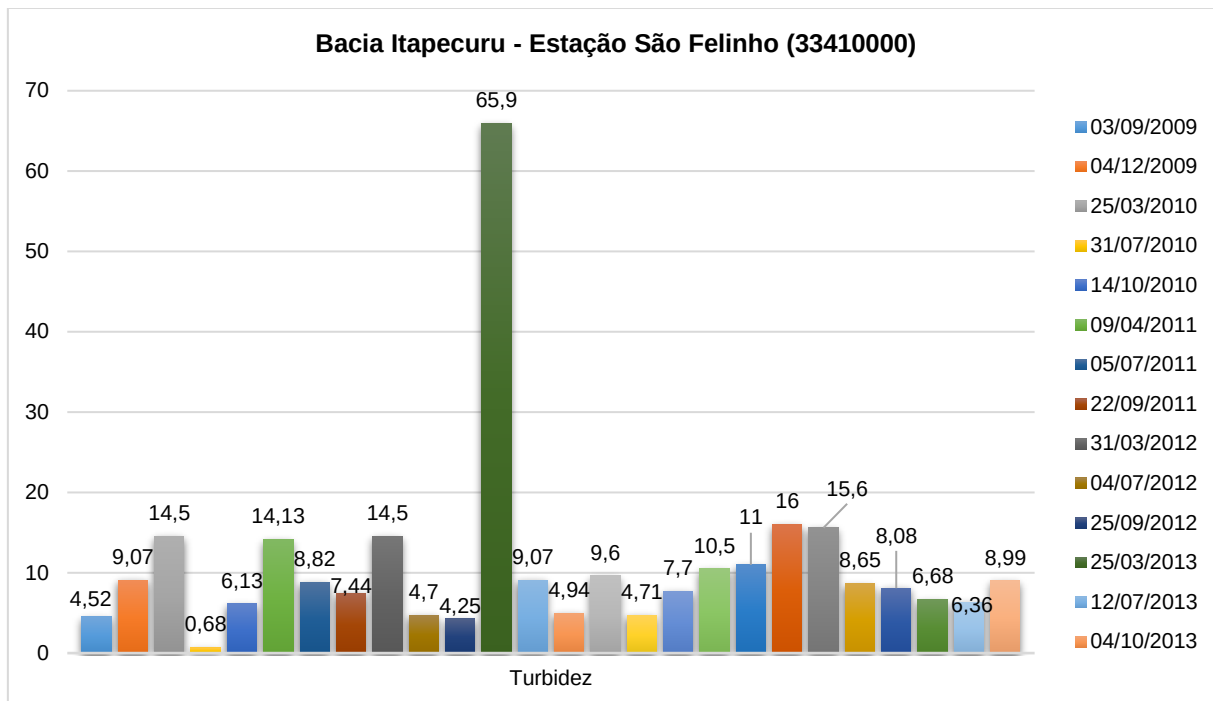
Gráfico 112 - Dados de Temperatura da Amostra.



Fonte: Portal HidroWeb/ANA



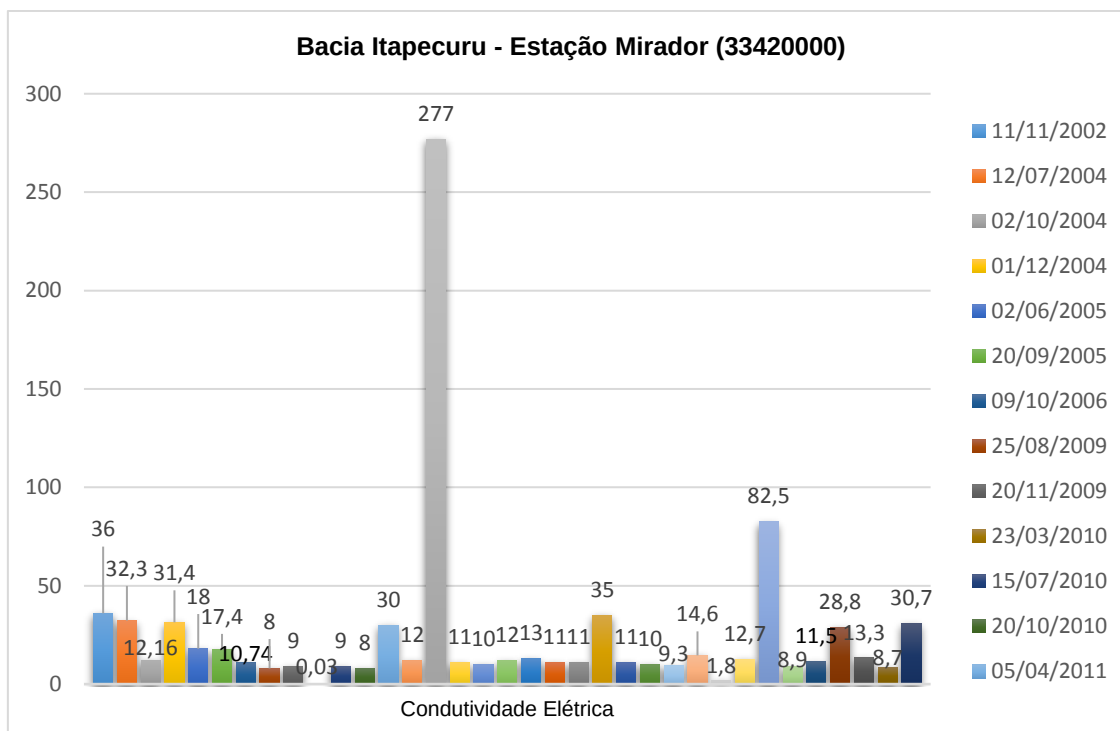
Gráfico 113 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Estação Mirador (33420000)

Gráfico 114 - Dados de Condutividade Elétrica



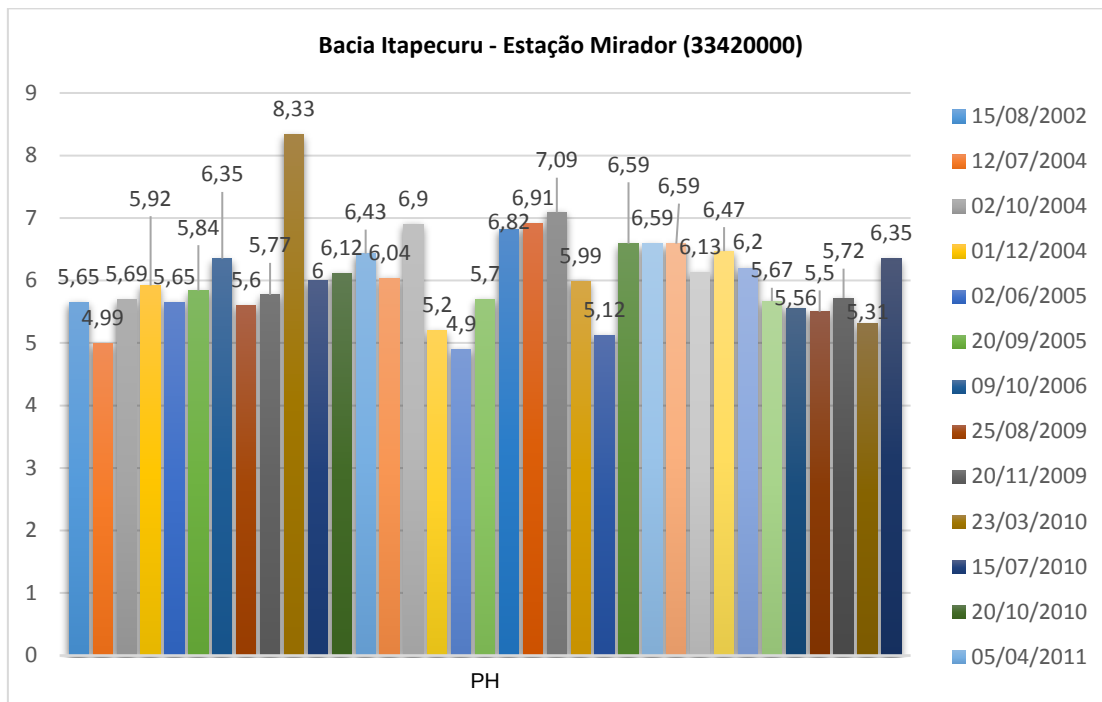
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

**Bacia Itapecuru - Estação Mirador (33420000)**

Descarga Líquida (m³/s)

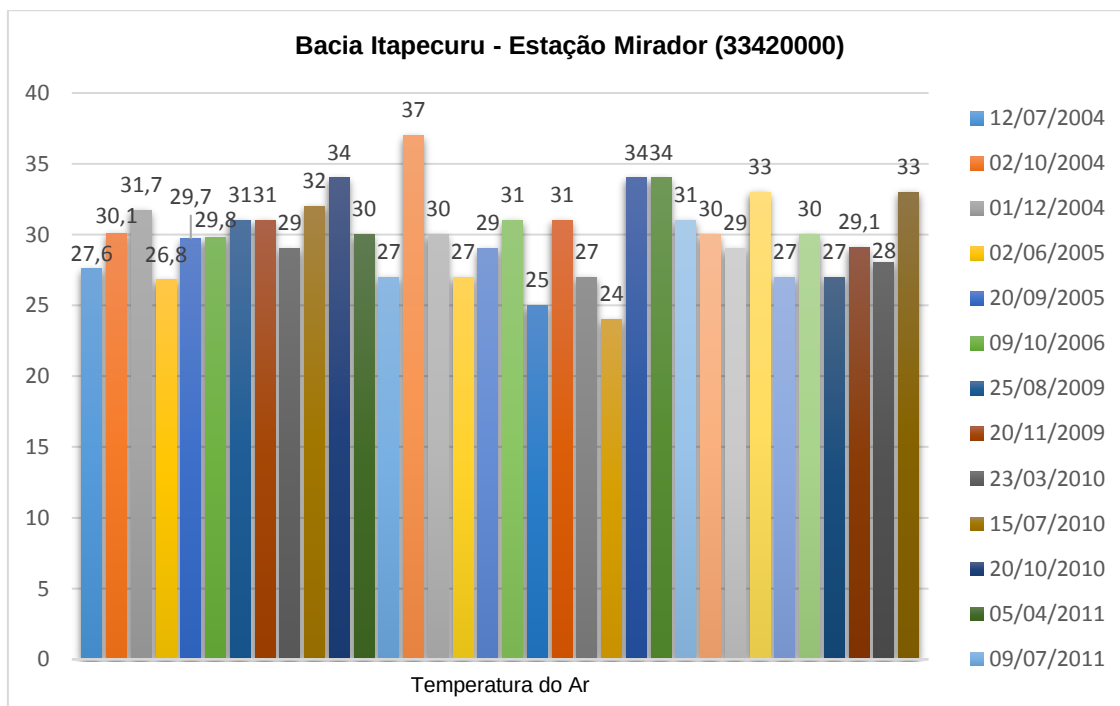
| Data       | Descarga Líquida (m³/s) |
|------------|-------------------------|
| 15/08/2002 | 9,84                    |
| 11/11/2002 | 12,5                    |
| 12/07/2004 | 10,9                    |
| 01/12/2004 | 14,4                    |
| 02/06/2005 | 17,4                    |
| 20/09/2005 | 10,2                    |
| 09/10/2006 | 9,91                    |
| 25/08/2009 | 12,7                    |
| 20/11/2009 | 13,06                   |
| 23/03/2010 | 28,65                   |
| 15/07/2010 | 14,17                   |
| 20/10/2010 | 10,34                   |
| 05/04/2011 | 31,8                    |
|            | 1,04                    |
|            | 9,38                    |
|            | 17,25                   |
|            | 10,6                    |
|            | 8,61                    |
|            | 15,96                   |
|            | 10,88                   |
|            | 8,58                    |
|            | 19,3                    |
|            | 9,7                     |
|            | 8,12                    |
|            | 8,12                    |
|            | 18,37                   |
|            | 8,05                    |
|            | 6,73                    |
|            | 8,74                    |
|            | 6,01                    |
|            | 7,2                     |
|            | 22,09                   |
|            | 13,25                   |
|            | 11,3                    |
|            | 23,71                   |

Gráfico 117 - Dados de pH



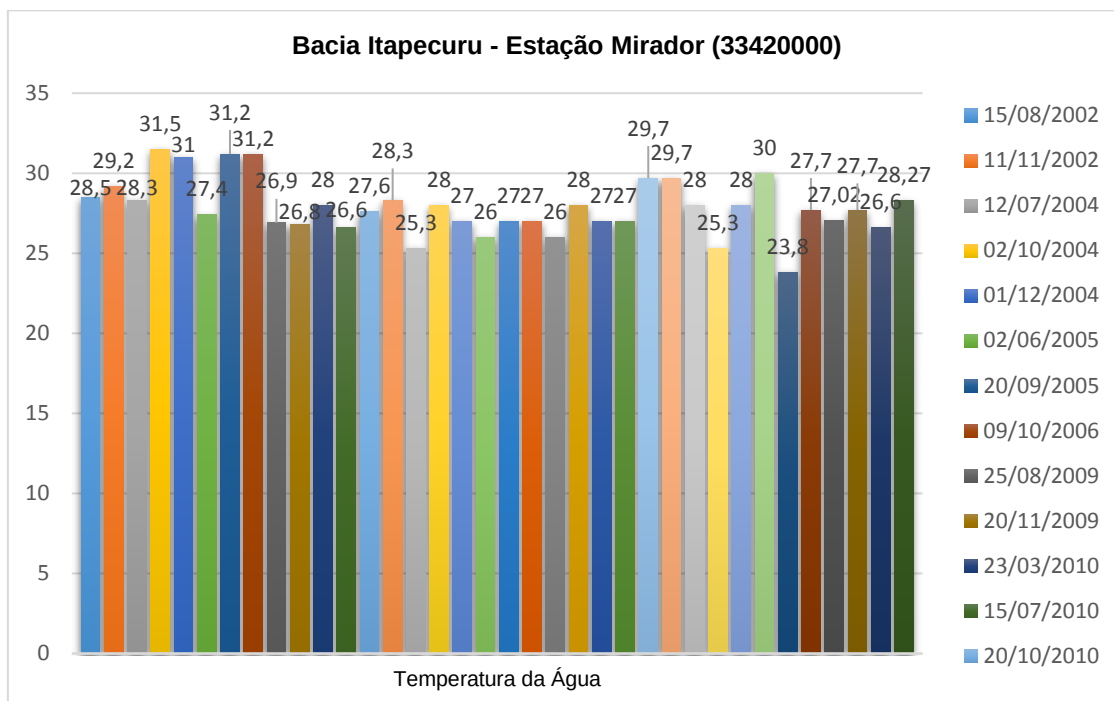
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 118 - Dados de Temperatura do Ar



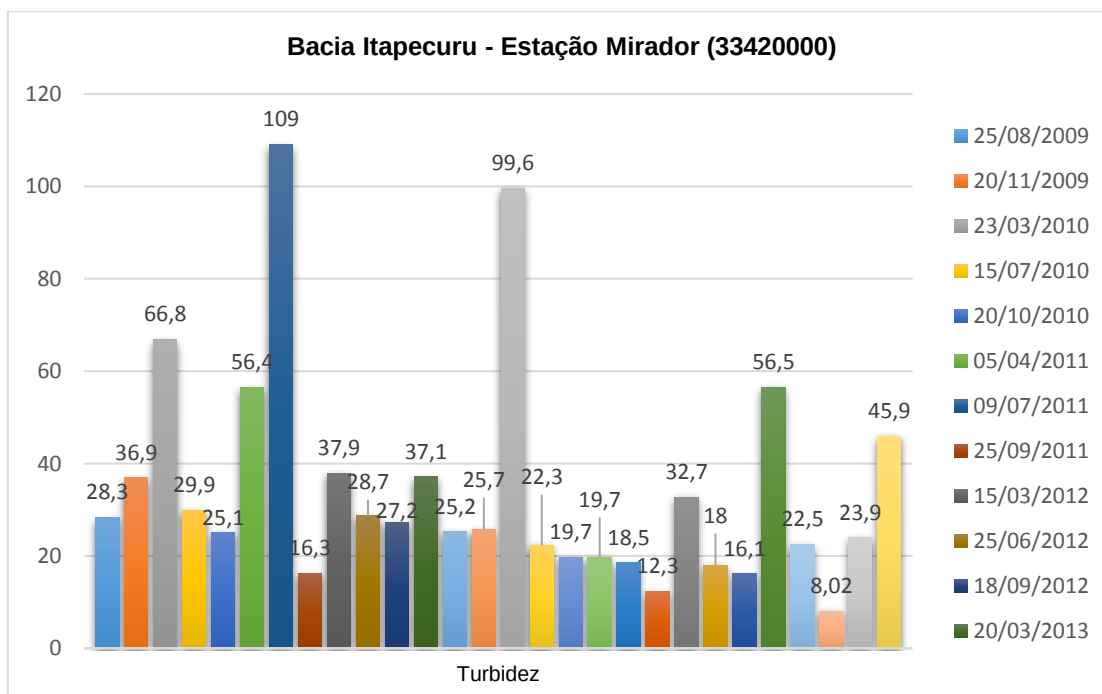
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 119 - Dados de Temperatura da Água



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 120 - Dados de Turbidez

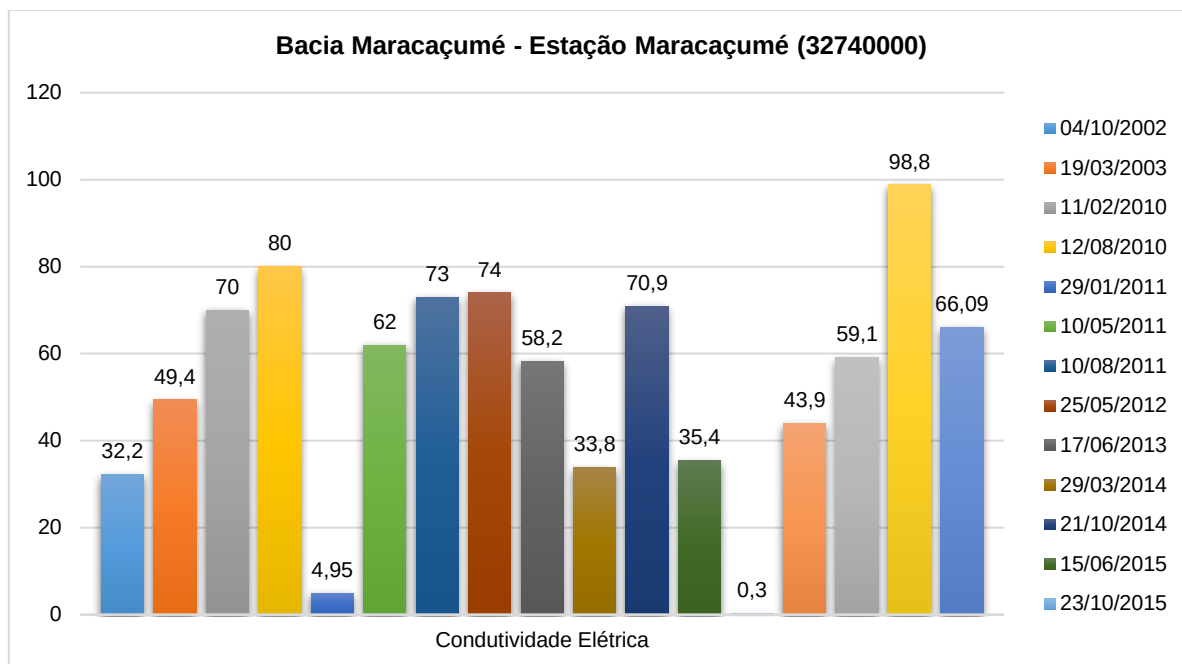


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Maracaçumé

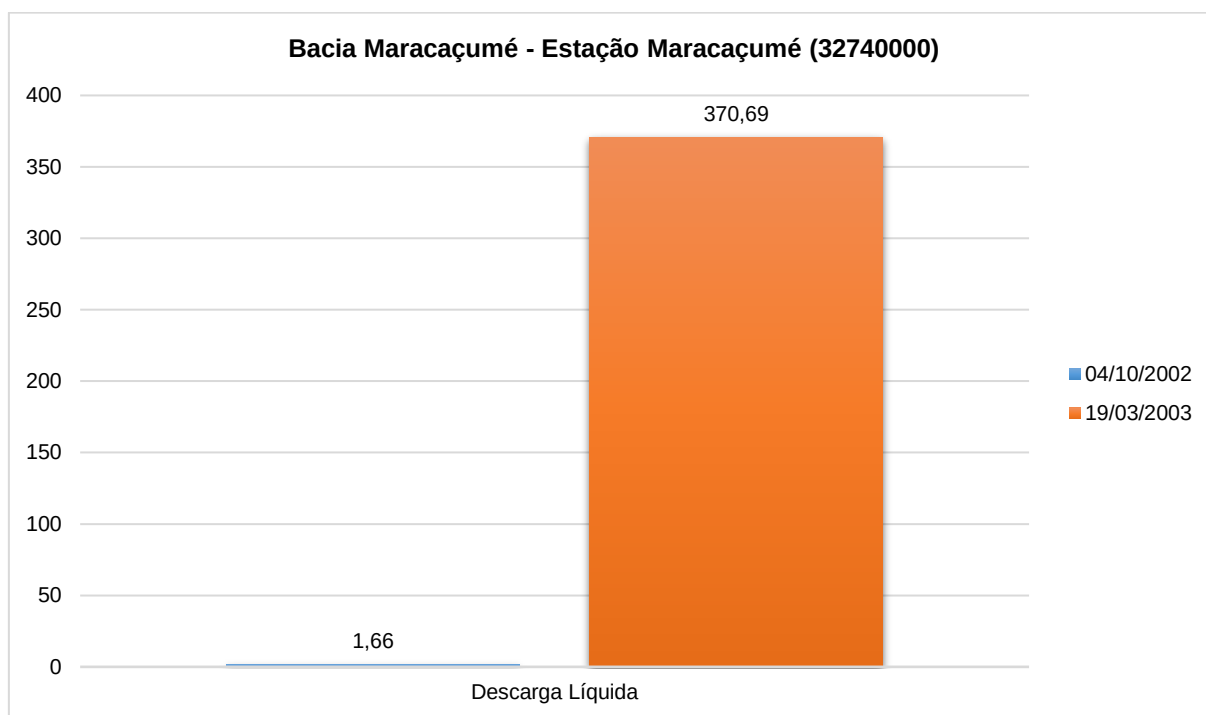
### Estação Maracaçumé (32740000)

Gráfico 121 - Dados de Condutividade Elétrica



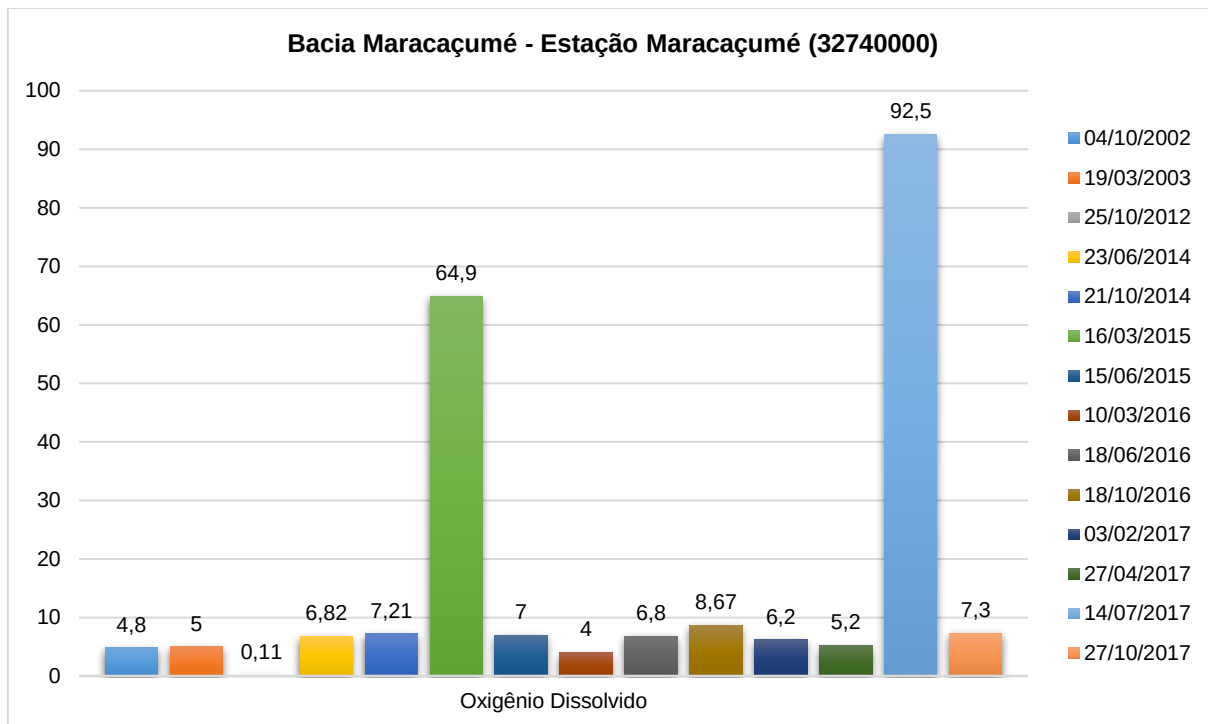
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 122 - Dados de Descarga Líquida



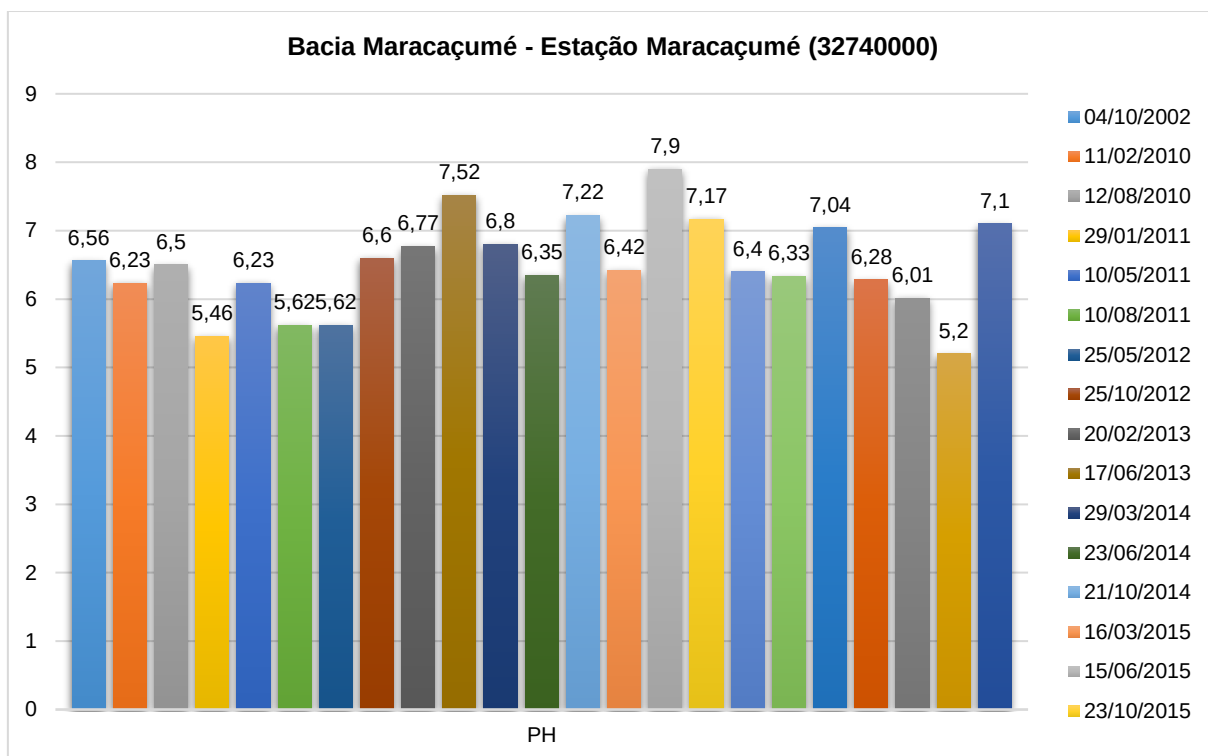
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 123 - Dados de Oxigênio Dissolvido



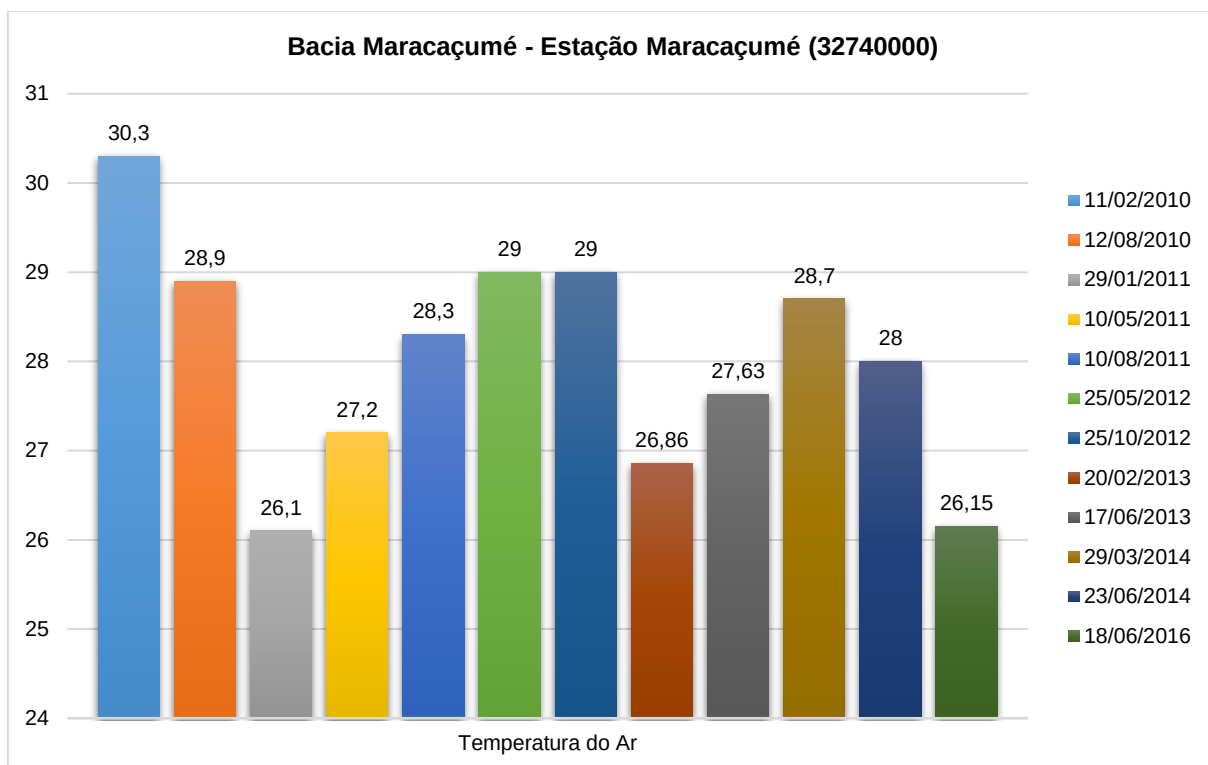
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 124 - Dados de pH



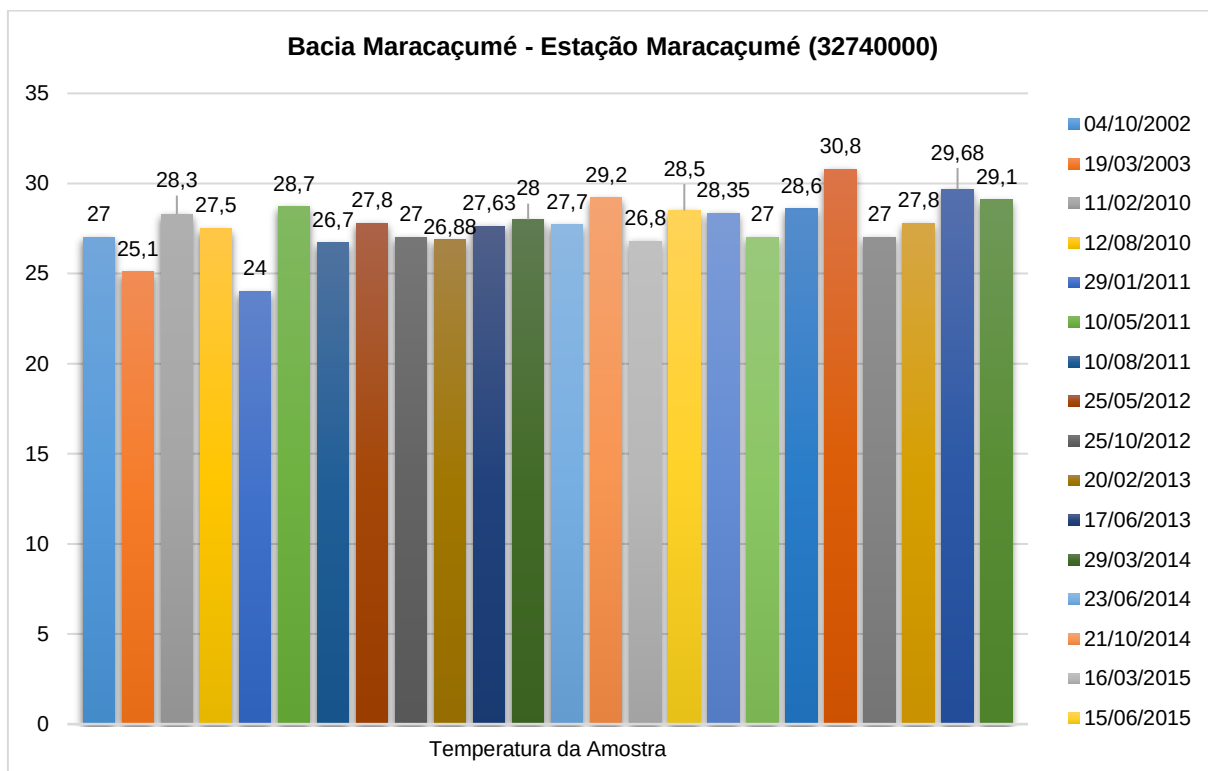
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 125 - Dados de Temperatura do Ar



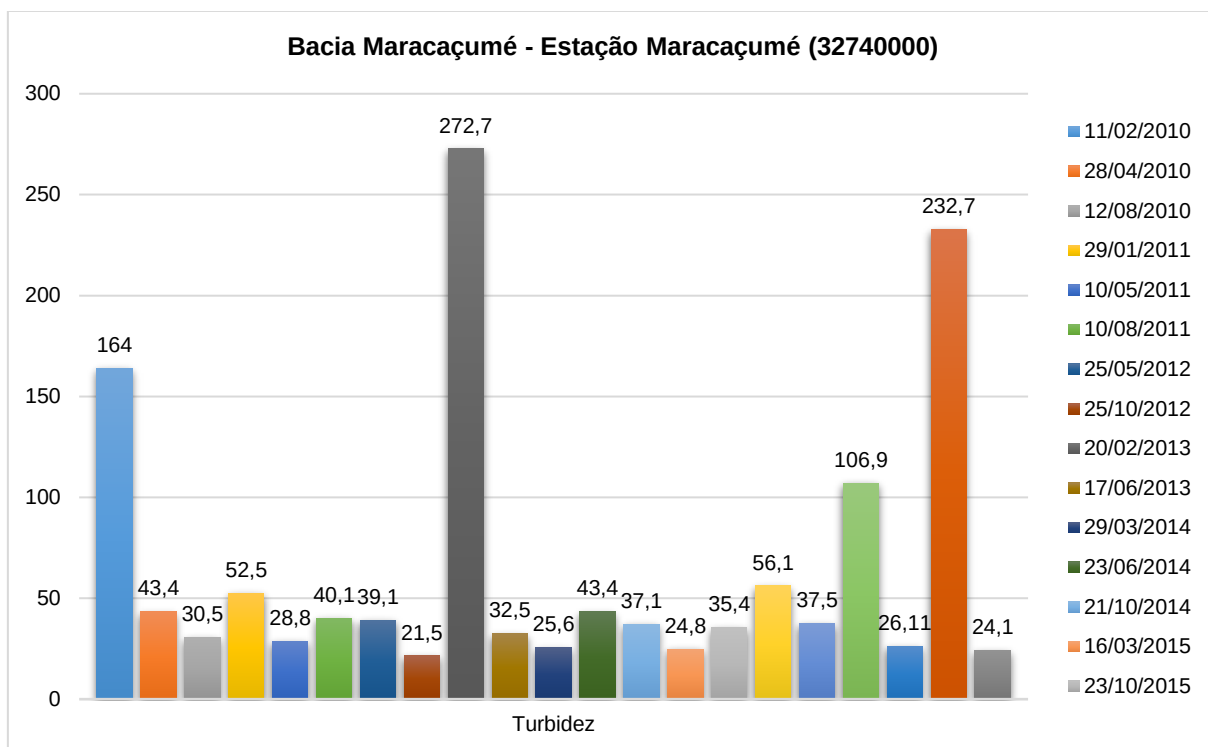
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 126 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 127 - Dados de Turbidez

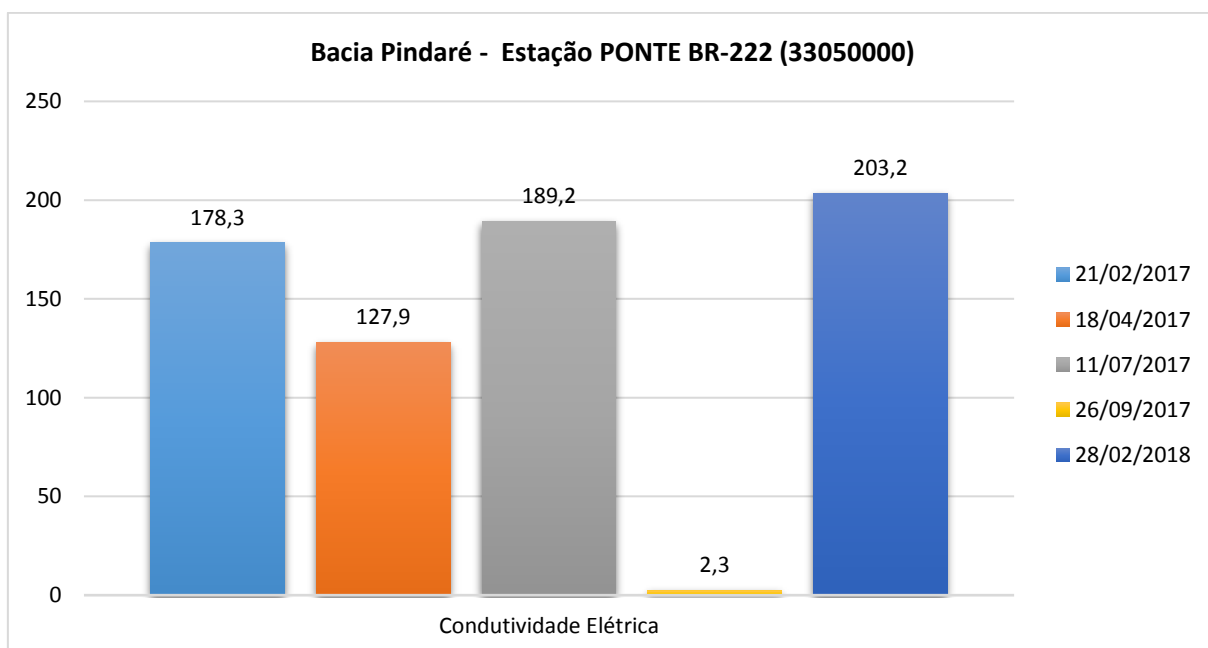


Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## Bacia do Pindaré

### Estação Ponte BR-222

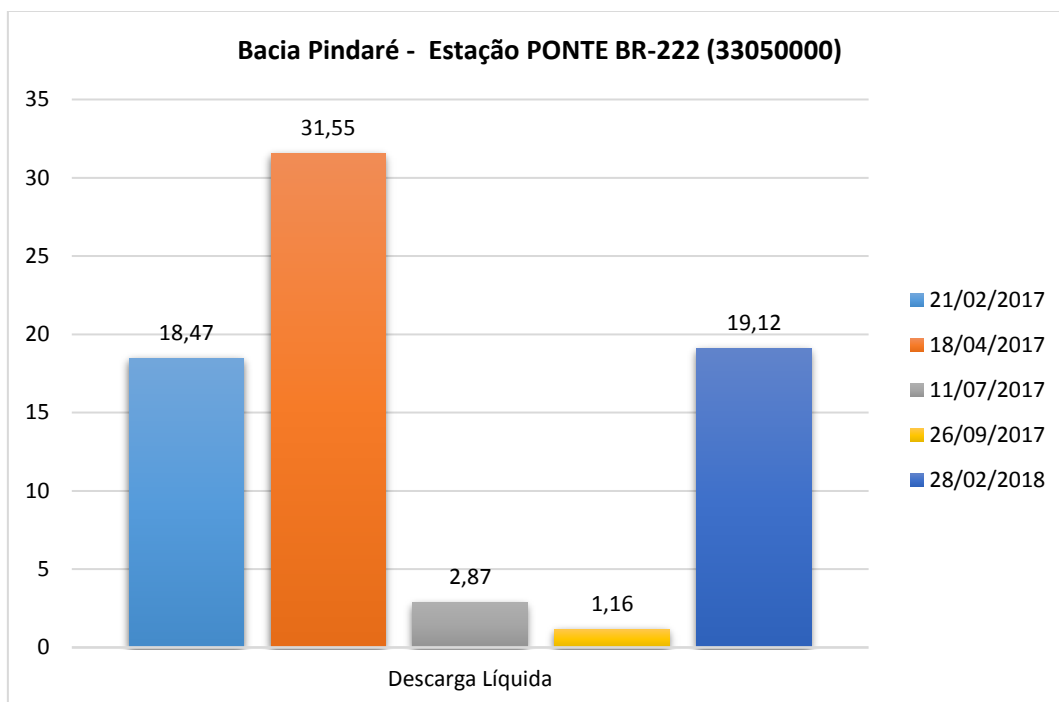
Gráfico 128 - Dados de Condutividade Elétrica



Fonte: Portal HidroWeb/ANA.

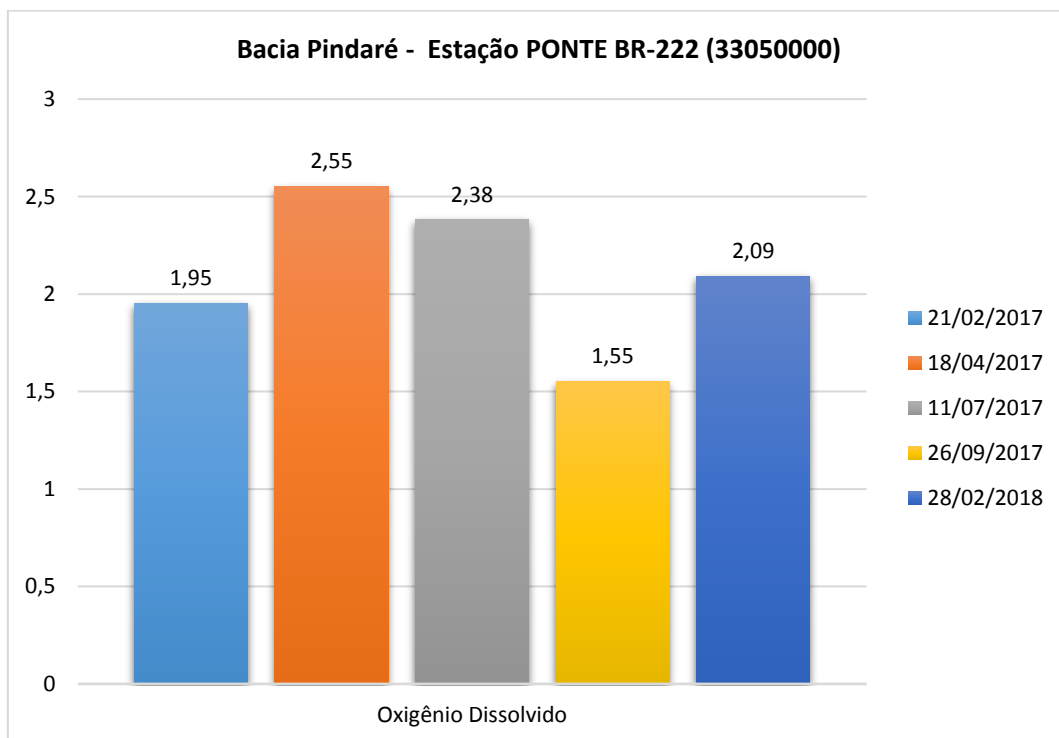


Gráfico 129 - Dados de Descarga Líquida



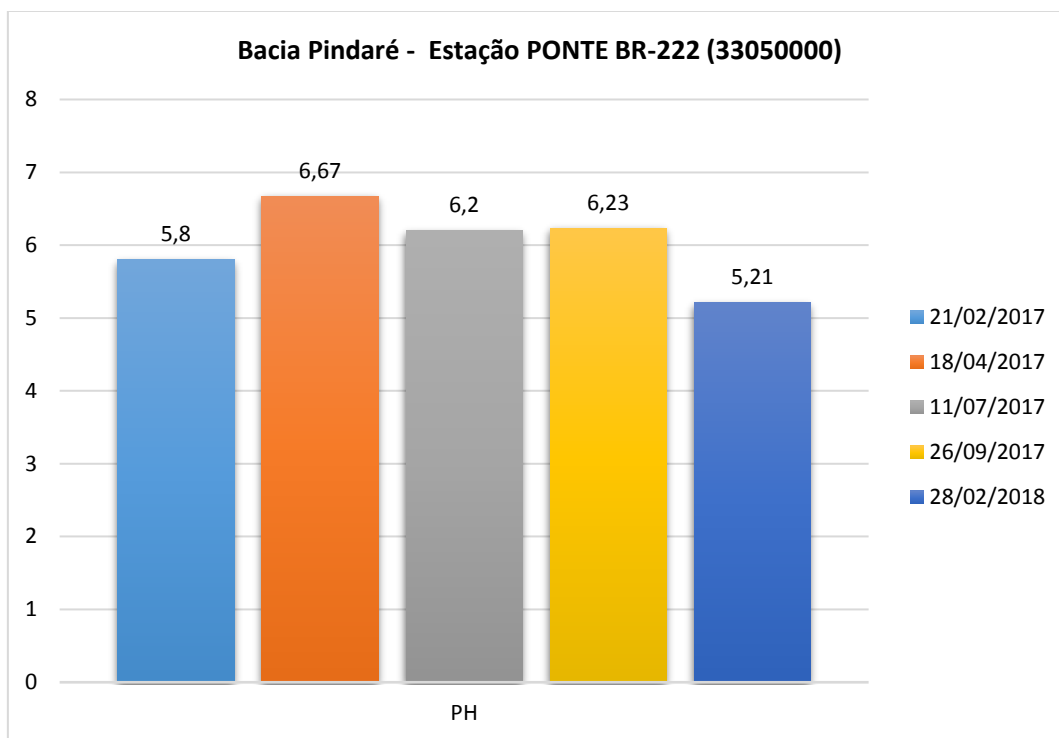
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 130 - Dados de Turbidez



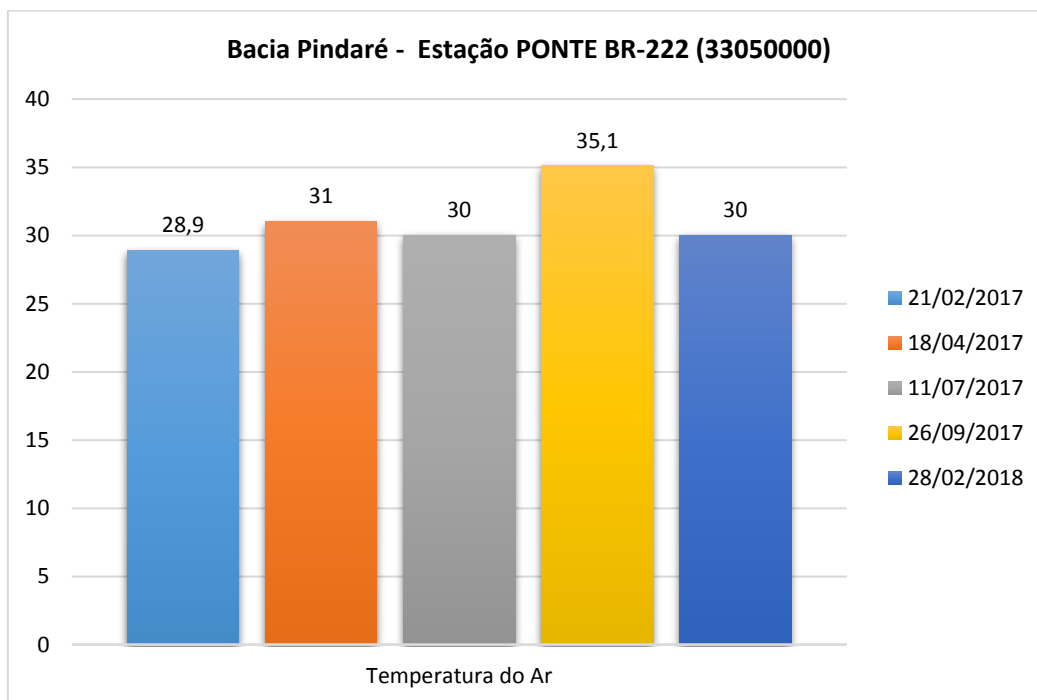
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 131 - Dados de pH



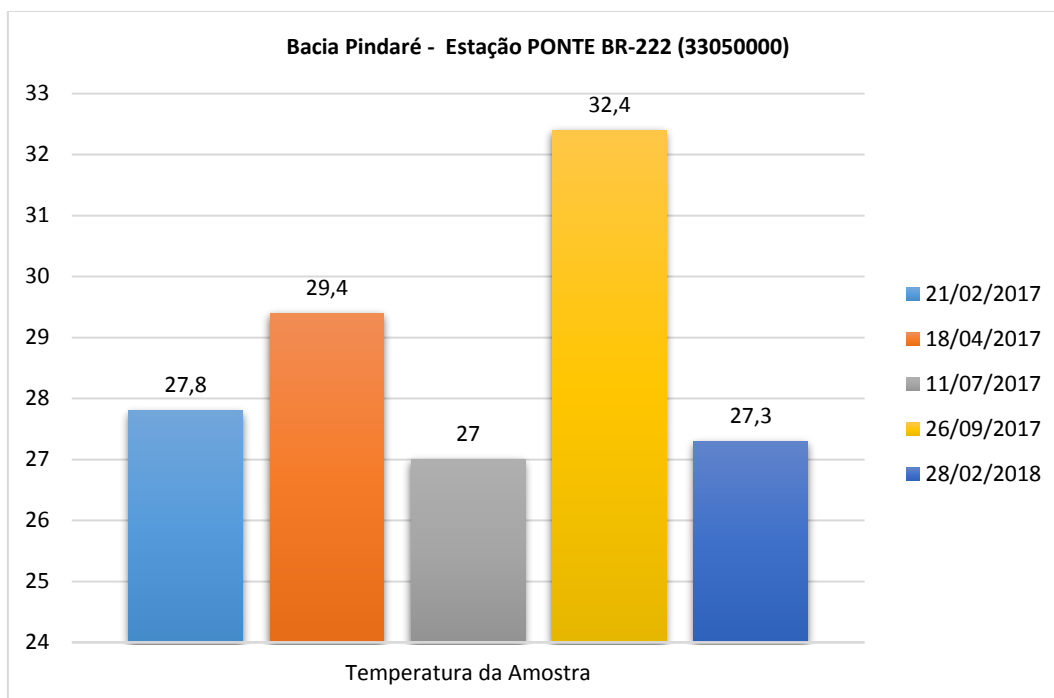
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 132 - Dados de Temperatura do Ar



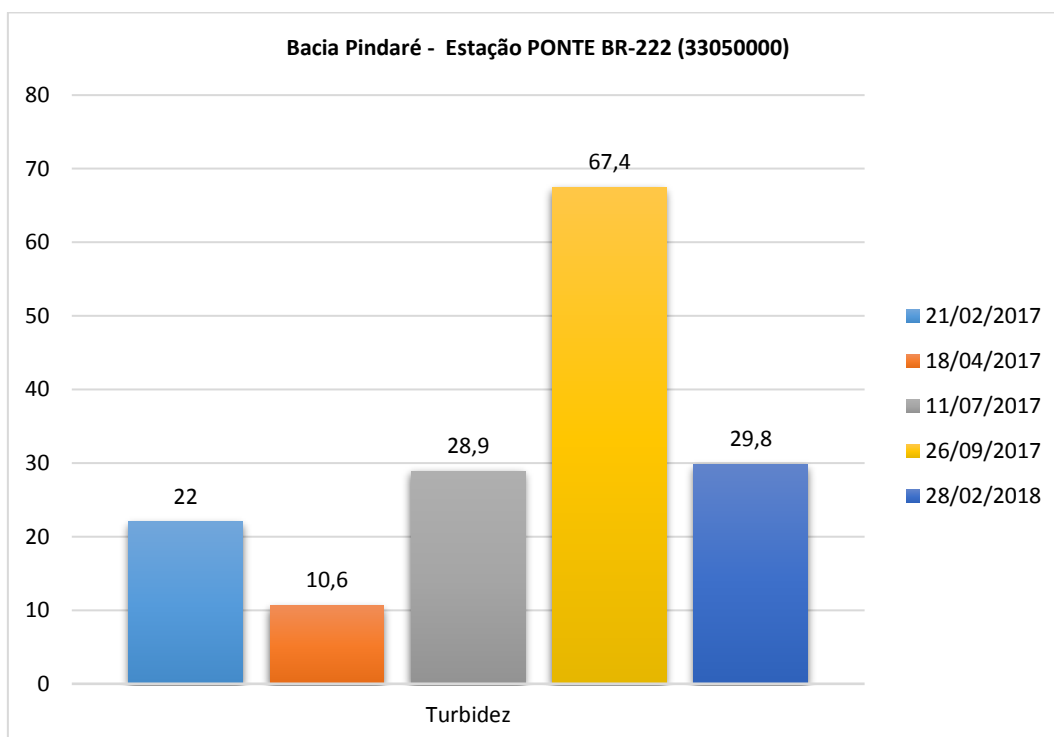
Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 133 - Dados de Temperatura da Amostra



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

Gráfico 134 - Dados de Turbidez



Fonte: Portal HidroWeb/ANA

## **6 SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS:** comportamento das vazões nas bacias maranhenses

Para Carvalho (2008)

por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m<sup>3</sup>/s.

De acordo com Pereira (2013), é importante estudar as vazões, pois essas são de grande importância para o homem devido à interação que existe entre o ser humano e a natureza e a necessidade de se consumir os recursos naturais, então é necessário conhecer o comportamento natural dos recursos hídricos.

Para Pinto-Coelho e Havens (2015), as atividades humanas causam uma série de impactos ambientais nos rios, destacando-se alterações significantes de vazão, muitos rios estão com vazões reduzidas, resultado do excesso de captações para uso agrícola, urbano e industrial.

Segundo Branco (2006), a questão técnica fundamental que se apresenta, para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, é o perfeito conhecimento da disponibilidade hídrica de uma determinada região ou bacia hidrográfica. A avaliação da disponibilidade hídrica é fundamental para definir se os recursos hídricos disponíveis suportam as demandas desejadas, sejam elas pontuais ou objeto de políticas públicas.

O Portal HidroWeb é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que permite ter acesso às informações coletadas com dados de vazão pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). Por isso, o portal torna-se uma ferramenta importante para a sociedade e instituições, visto que os dados auxiliam na gestão dos recursos hídricos (ANA, 2005).

Para análise e conhecimento, existem 12 rios que se encontram nas bacias hidrográficas estudadas e nesses estão localizadas as estações fluviométricas, que segundo a Eletrobrás (2000), é um posto de observação permanente do regime fluvial do rio, onde são feitas, regularmente, observações de altura do nível da água e são realizadas as medições de descarga líquida.

## 6.1 Estações Fluviométricas do HIDROWEB: vazão

Essas informações foram adquiridas do banco de dados fluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA).

### 6.1.1 Bacia do Mearim

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Aratoí Grande, Fazenda Sabespa, Grajaú II, Fazenda Remanso, Barra do Corda, Flores, Santa Vitória, Joselândia, Pedreiras II, São Luiz Gonzaga, Bacabal e Itaipava do Grajaú (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Mearim

| Ordem | Código   | Estação            | Rio    | Período     |
|-------|----------|--------------------|--------|-------------|
| 1     | 33380000 | Aratoí Grande      | Grajaú | 1970 - 2014 |
| 2     | 33365000 | Fazenda Sabespa    | Grajaú | 1999 - 2014 |
| 3     | 33321000 | Grajaú II          | Grajaú | 1978 - 2014 |
| 4     | 33205000 | Fazenda Remanso    | Mearim | 1979 - 2014 |
| 5     | 33250000 | Barra do Corda     | Mearim | 1964 - 2014 |
| 6     | 33270000 | Flores             | Mearim | 1971 - 2014 |
| 7     | 33260000 | Santa Vitória      | Mearim | 1972 - 2014 |
| 8     | 33273000 | Joselândia         | Flores | 2000 - 2014 |
| 9     | 33281000 | Pedreiras II       | Mearim | 1978 - 2014 |
| 10    | 33286000 | São Luiz Gonzaga   | Mearim | 1989 - 2014 |
| 11    | 33290000 | Bacabal            | Mearim | 1975 - 2014 |
| 12    | 33333000 | Itaipava do Grajaú | Grajaú | 2003 - 2014 |

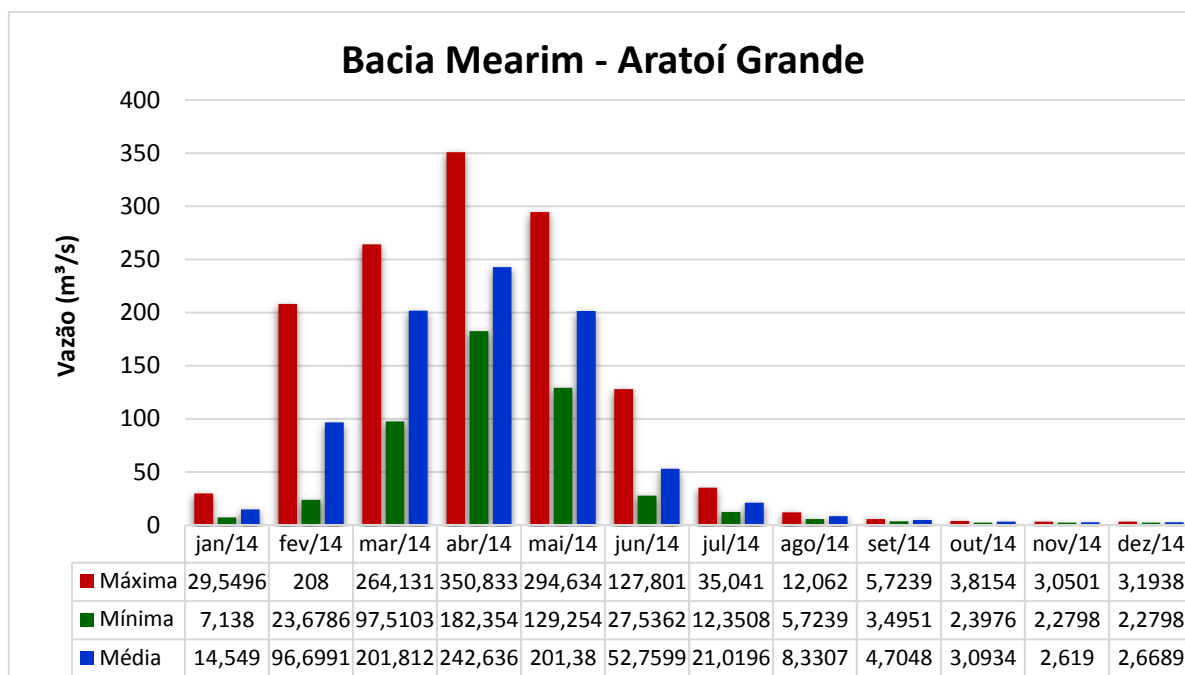
Fonte: Banco de Dados da ANA.

Segundo o MMA (2006), as variações fluviais sazonais do rio Mearim e seus afluentes ocorrem em ritmo mais ou menos frequente. As cheias acontecem, geralmente, nos mesmos períodos do ano. O Mearim possui um regime hidrológico simples, com duas estações bem definidas: a das águas máximas – cheias – de fevereiro a maio; e as mínimas – estiagens ou vazantes – que se prolongam de agosto a novembro. Por meio da análise das estações fluviométricas, observou-se que este comportamento continua ocorrendo na Bacia.

Observa-se que nos Gráficos de 117 a 128, que os níveis de cheia (março a maio) e seca (outubro a dezembro) são perceptíveis na maioria das Estações, com variados níveis de vazão entre as máximas e mínimas, no entanto, destaca-se a Estação Flores (Gráfico 122) com as médias mais baixas em período seco, nos meses

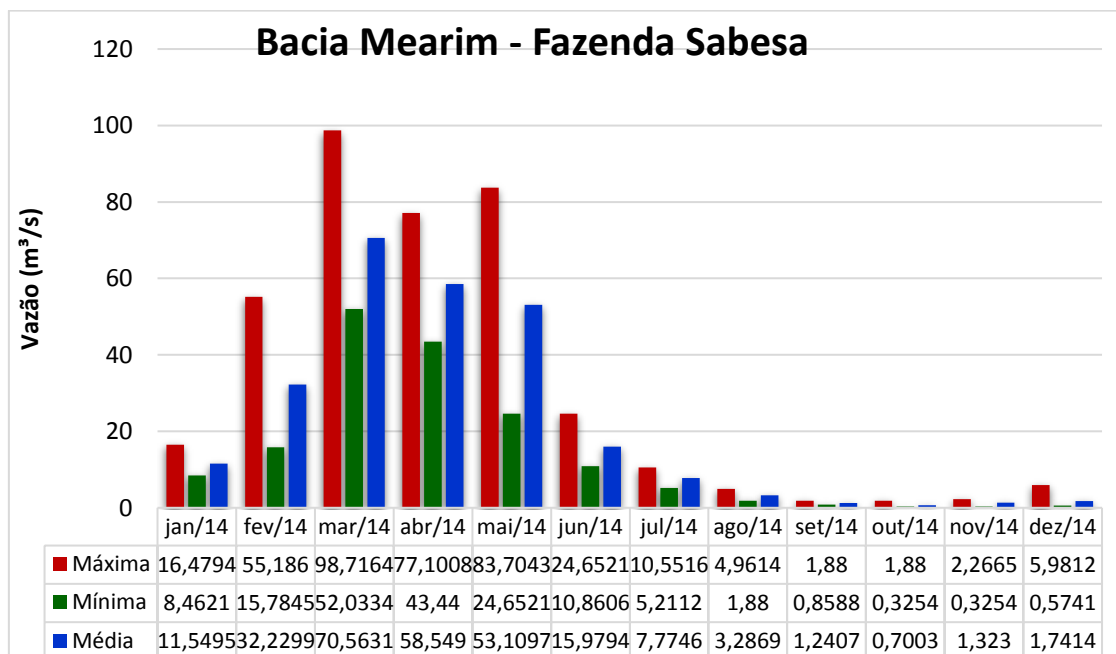
de setembro (0,1705m<sup>3</sup>/s) e outubro (0,1709m<sup>3</sup>/s), e a elevação no período cheio no mês de maio, com máxima de 31,0557m<sup>3</sup>/s e média de 4,6241m<sup>3</sup>/s.

Gráfico 135 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Aratoí Grande, do ano de 2014



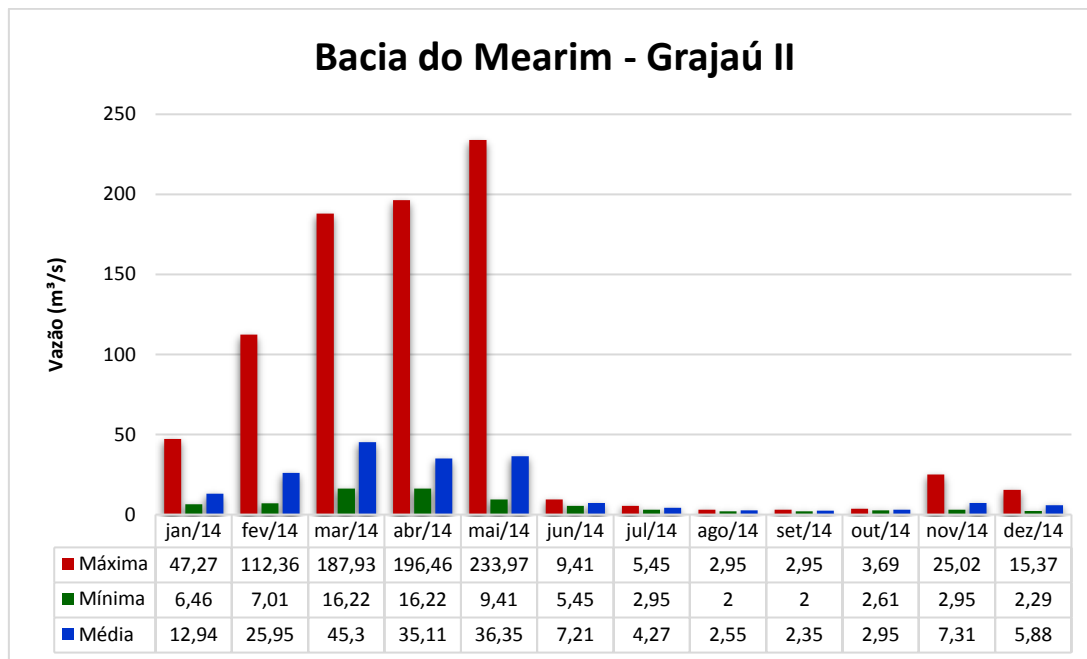
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 136 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Fazenda Sabesa, do ano de 2014



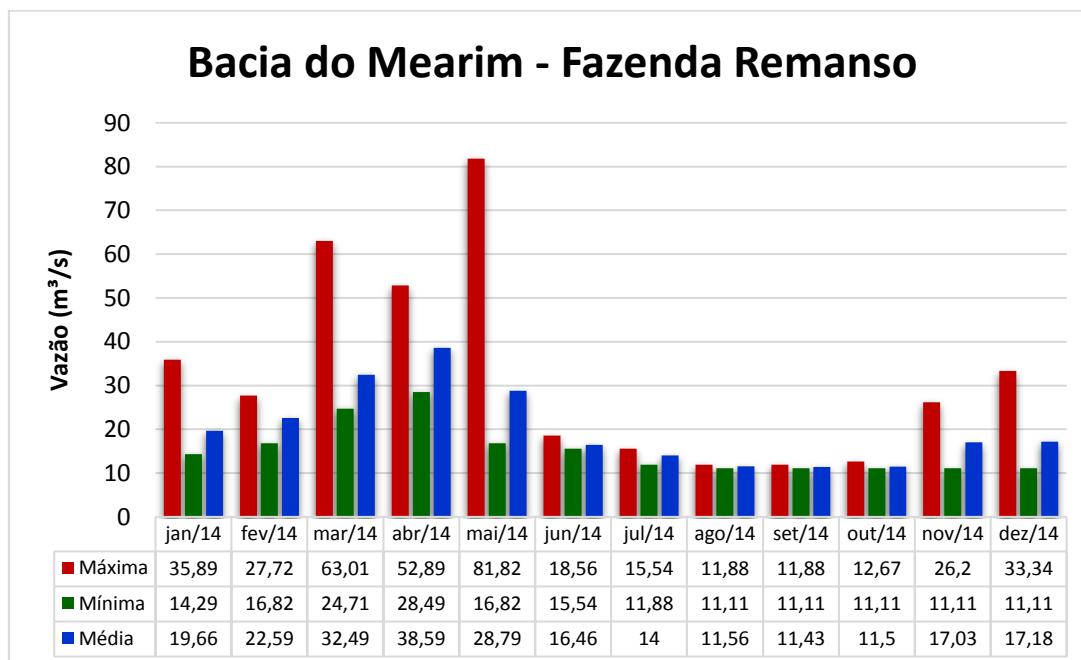
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 137 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Grajaú II, do ano de 2014



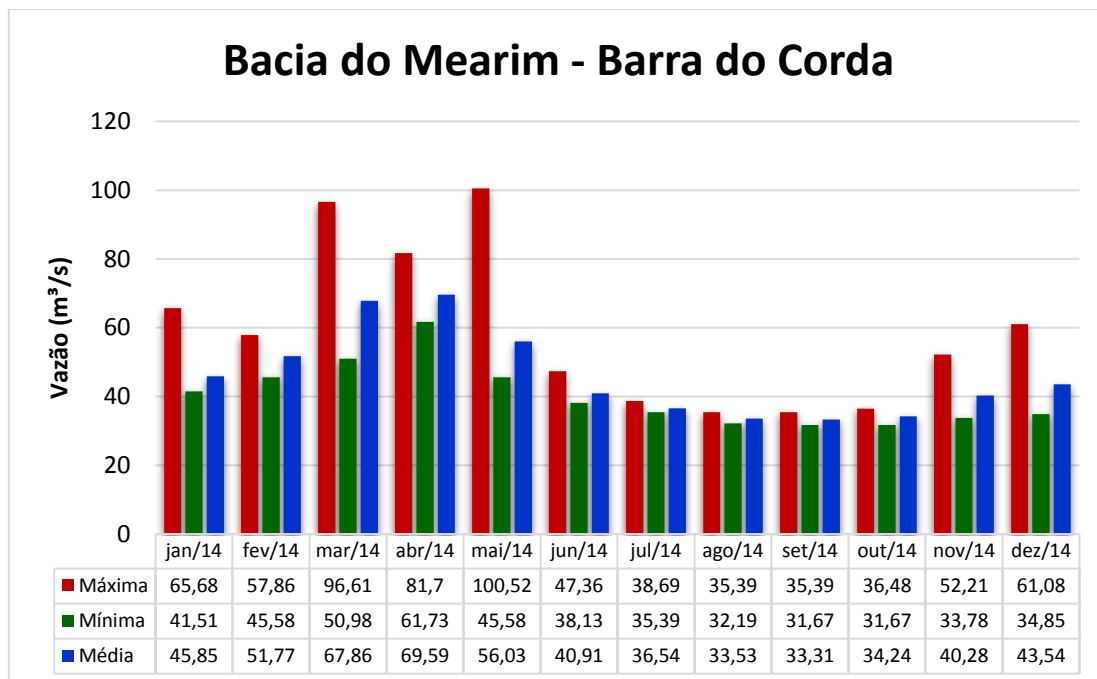
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 138 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Fazenda Remanso, do ano de 2014



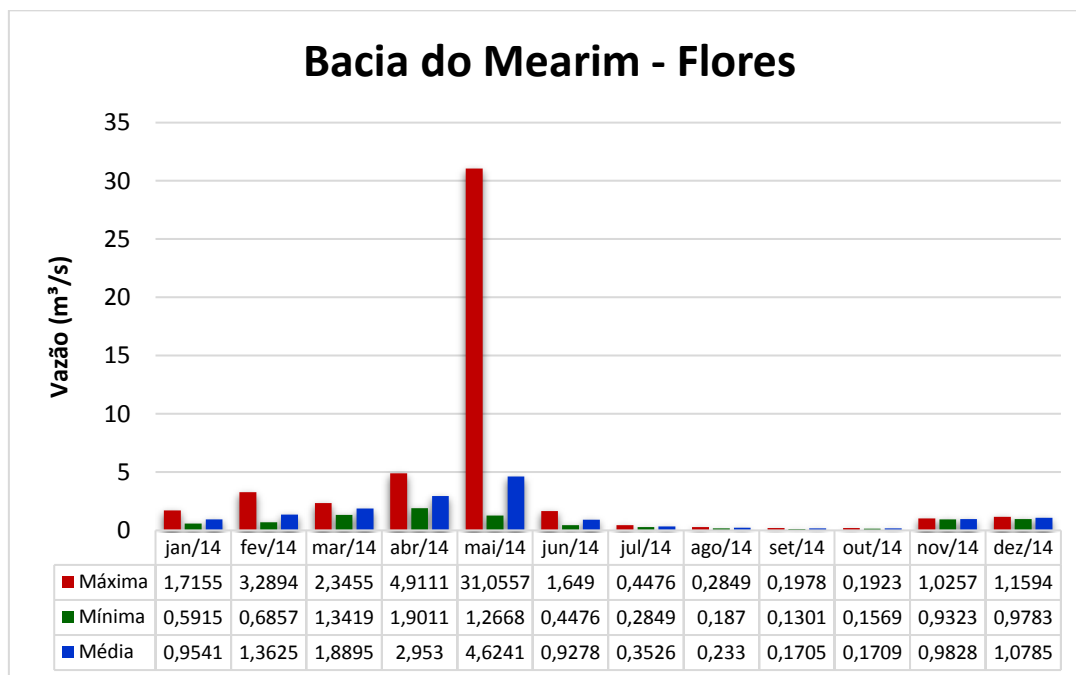
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 139 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Barra do Corda, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

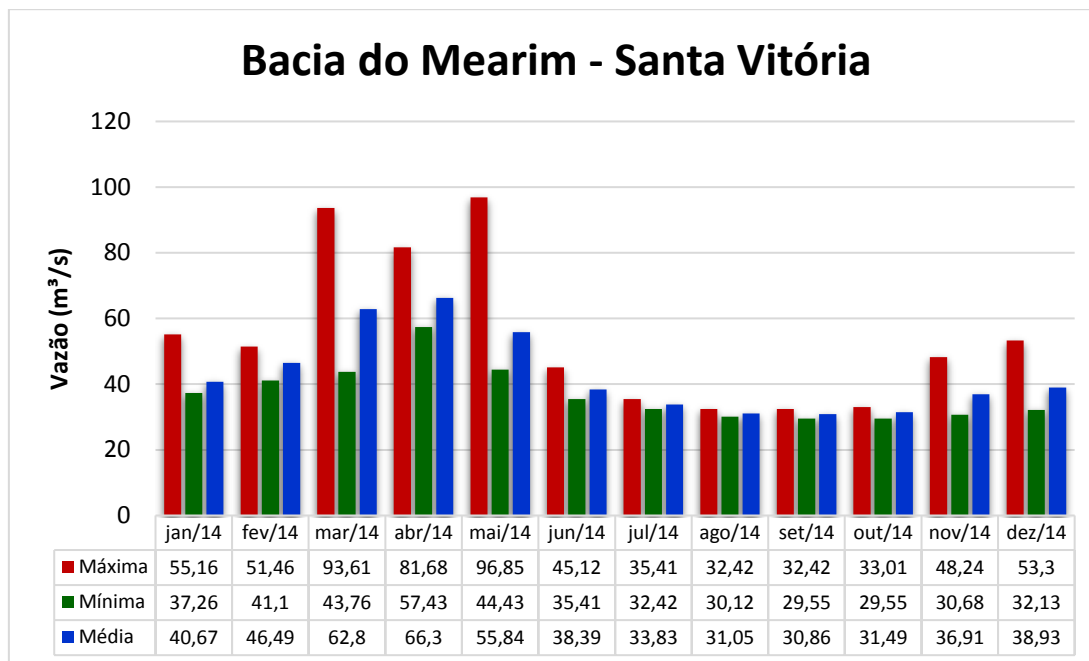
Gráfico 140 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Flores, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

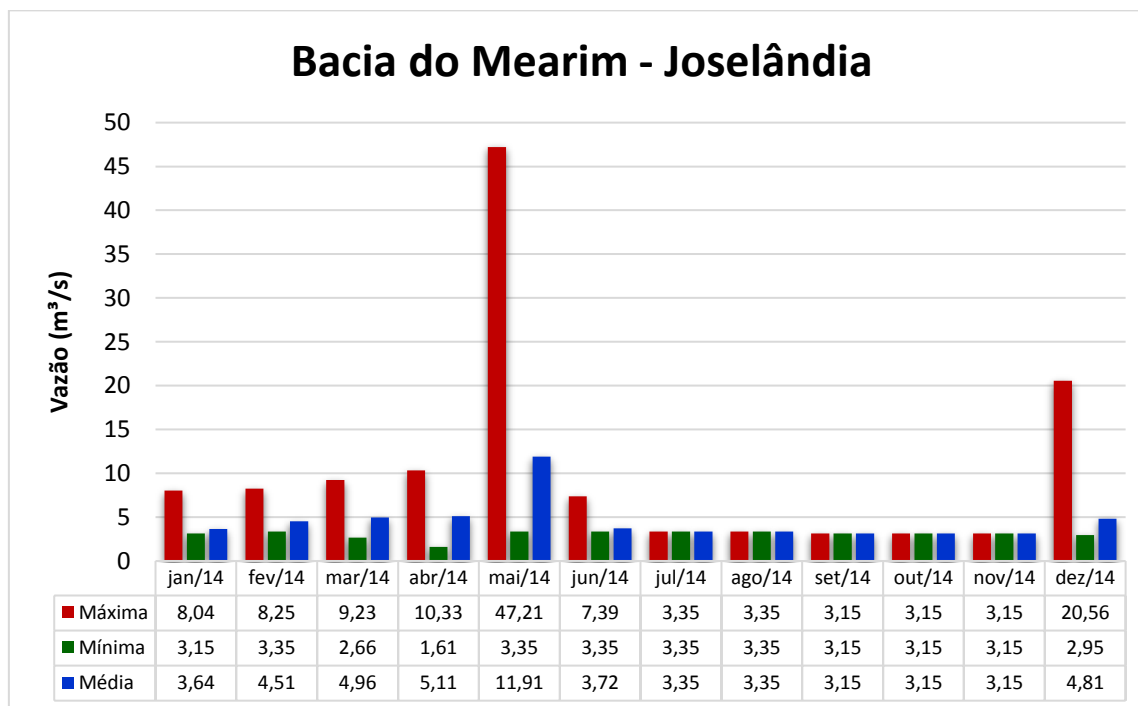


Gráfico 141 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Santa Vitória, do ano de 2014



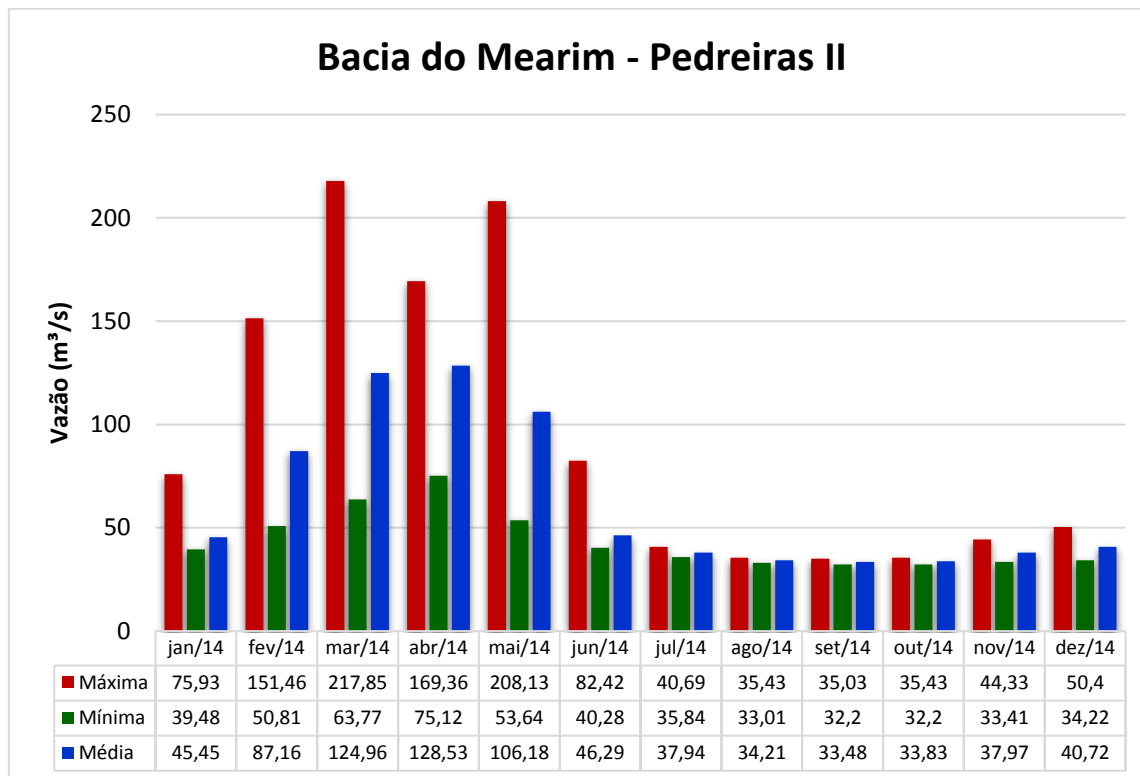
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 142 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Joselândia, do ano de 2014



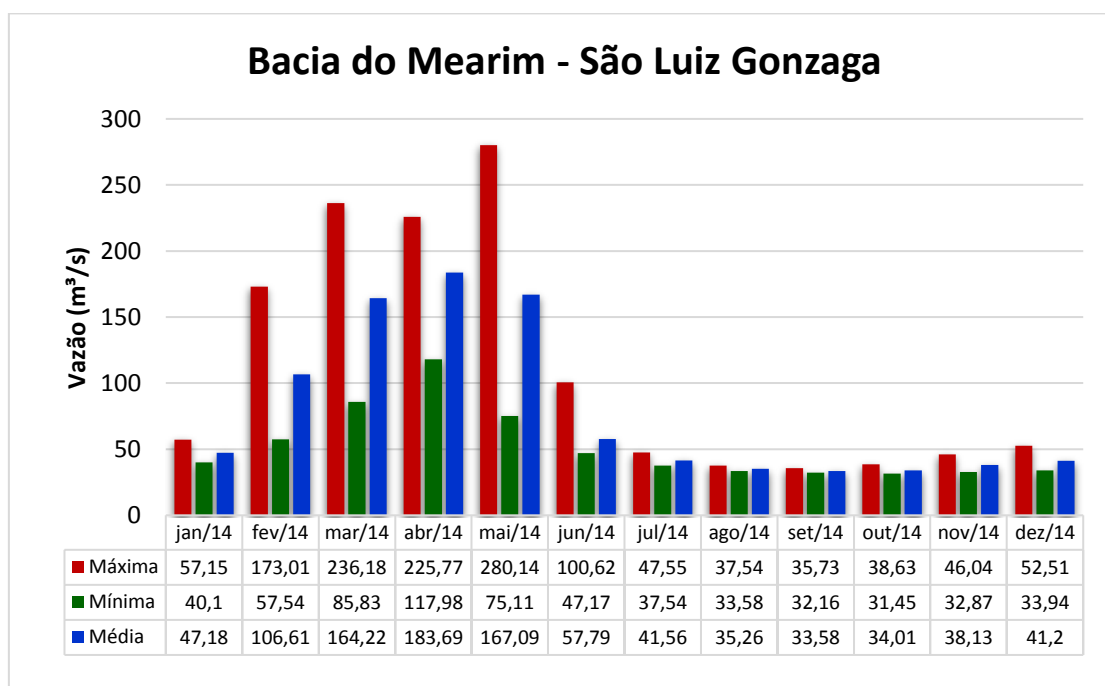
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 143 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Pedreiras II, do ano de 2014



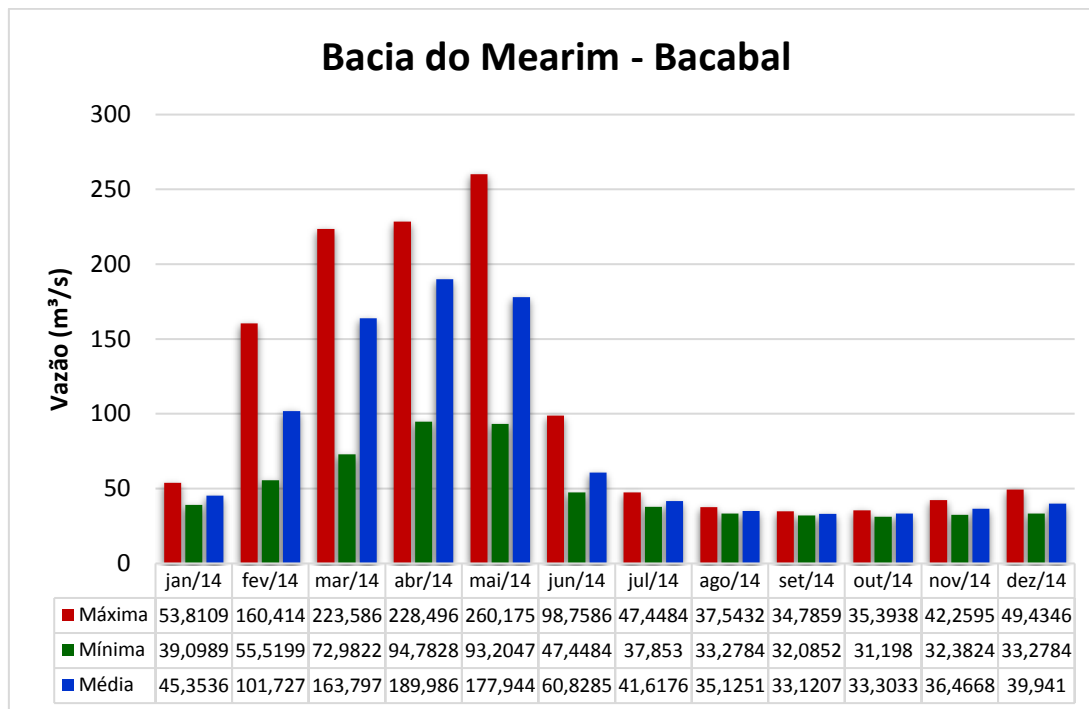
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 144 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica São Luiz Gonzaga, do ano de 2014



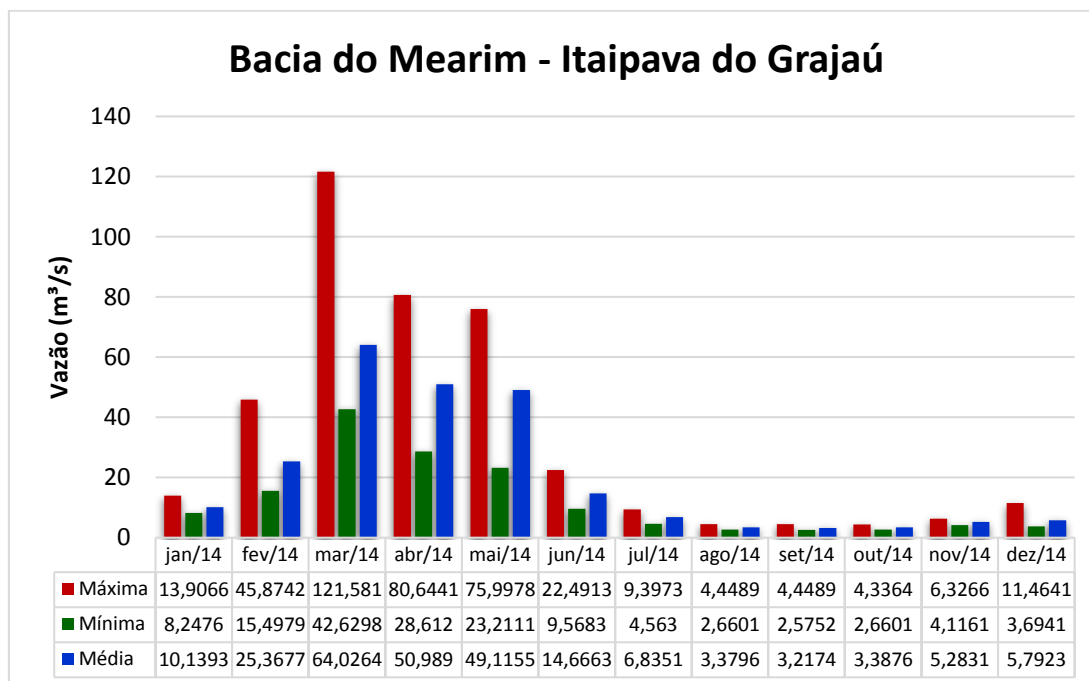
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 145 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Bacabal, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 146 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Mearim, Estação Fluviométrica Itaipava do Grajaú, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

### 6.1.2 Bacia do Munim

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Fazenda Capueira, Munim, Nina Rodrigues, Bonsucesso, São Benedito, Iguará e Urbano Santos (Tabela 2)

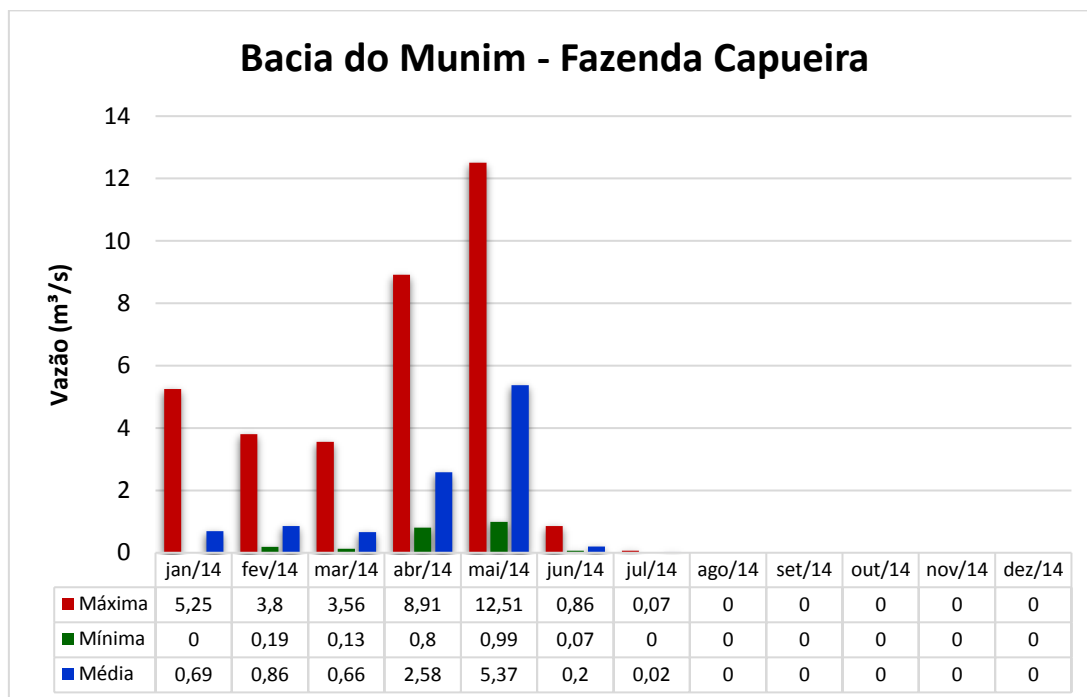
Tabela 2 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Munim

| Ordem | Código   | Estação          | Rio     | Período     |
|-------|----------|------------------|---------|-------------|
| 1     | 33720000 | Fazenda Capueira | Munim   | 2002 - 2014 |
| 2     | 33730000 | Munim            | Munim   | 1971 - 2014 |
| 3     | 33780000 | Nina Rodrigues   | Munim   | 1963 - 2014 |
| 4     | 33750000 | Bonsucesso       | Preto   | 1999 - 2014 |
| 5     | 33760000 | São Benedito     | Preto   | 1975 - 2014 |
| 6     | 33770000 | Iguará           | Iguará  | 1971 - 2014 |
| 7     | 33790000 | Urbano Santos    | Mocambo | 2004 - 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

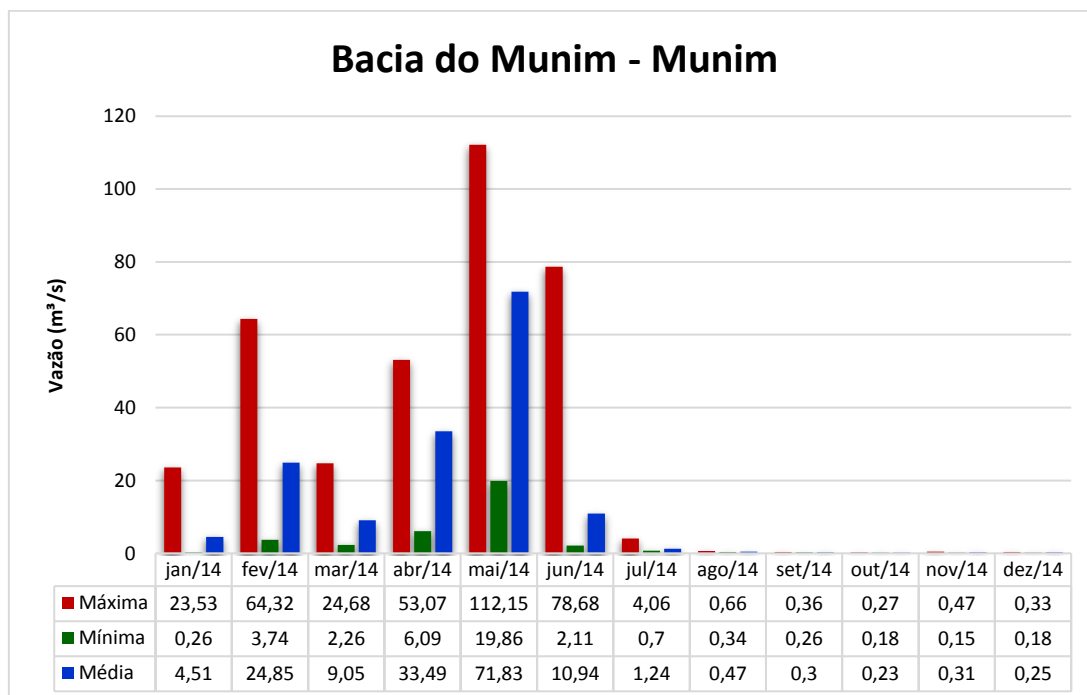
Observa-se nos Gráficos 147, 148 e 151 valores nos níveis de vazão muito baixos, chegando a 0 nas máximas e mínimas em períodos mais secos, na Estação Capueira (Gráfico 147) entre os meses de agosto e dezembro, e na Estação Iguará (Gráfico 151) entre os meses de outubro e dezembro. Nas outras estações também há um nível mais baixo das vazões entre os meses de junho e dezembro, tendo seu pico de elevação no mês de maio.

Gráfico 147 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Fazenda Capueira, do ano de 2014



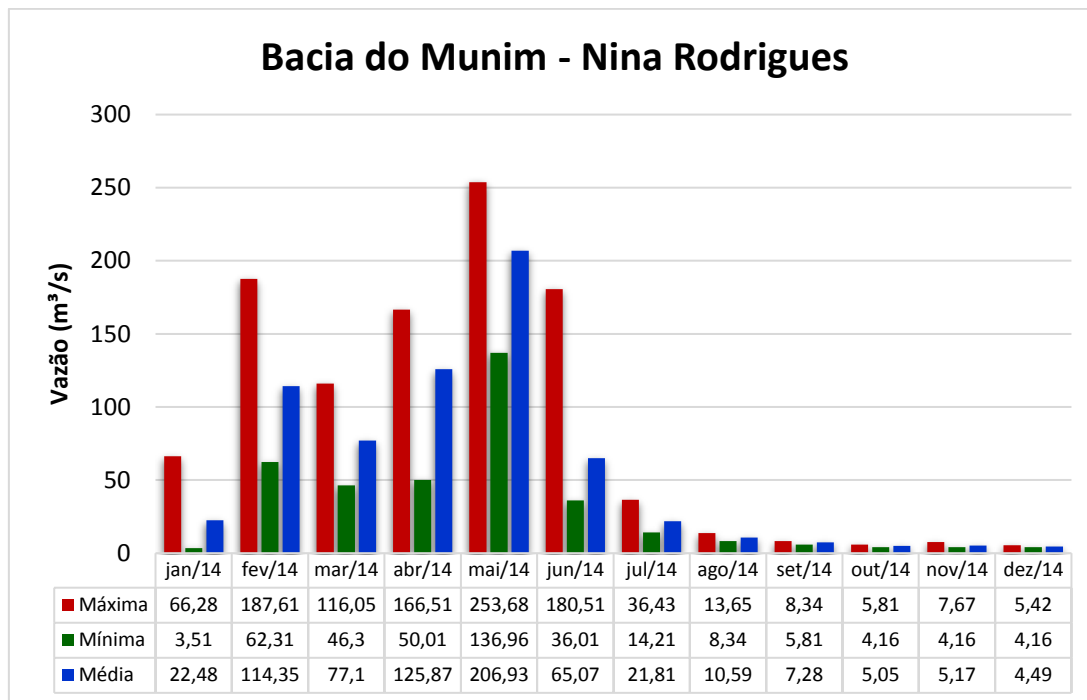
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 148 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Munim, do ano de 2014



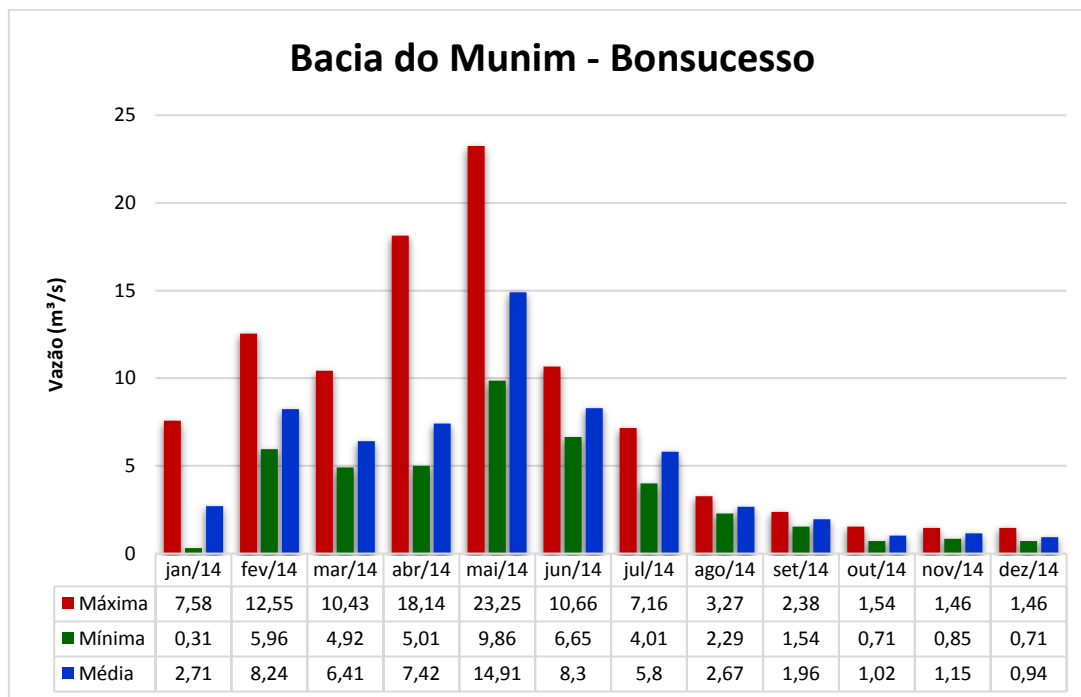
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 149 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Nina Rodrigues, do ano de 2014



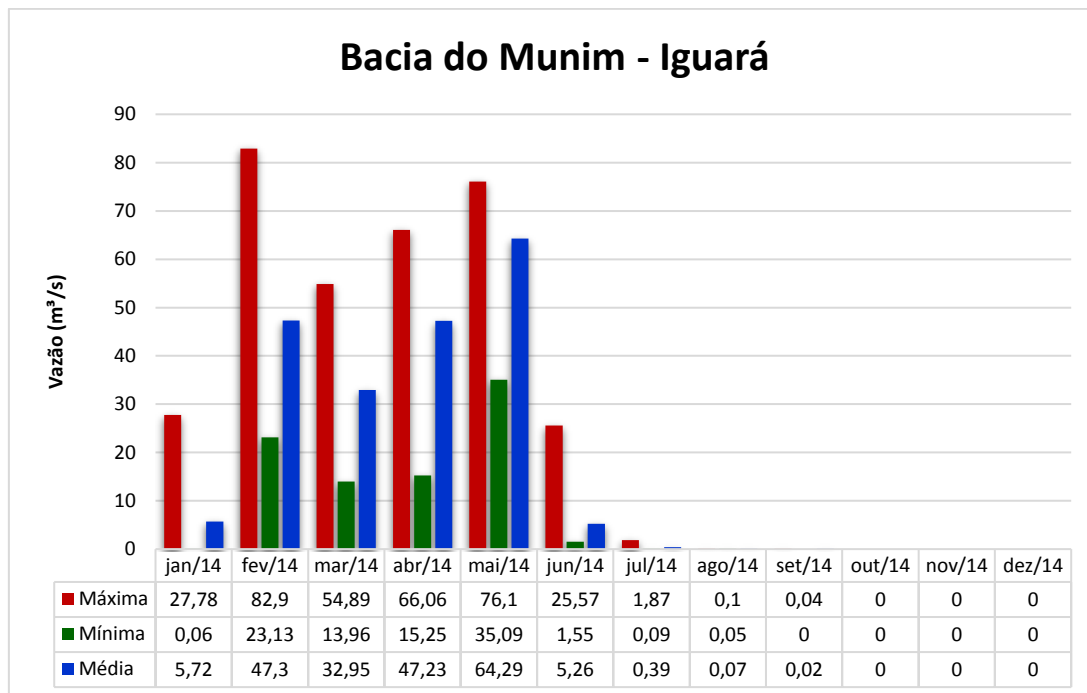
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 150 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Bonsucesso, do ano de 2014



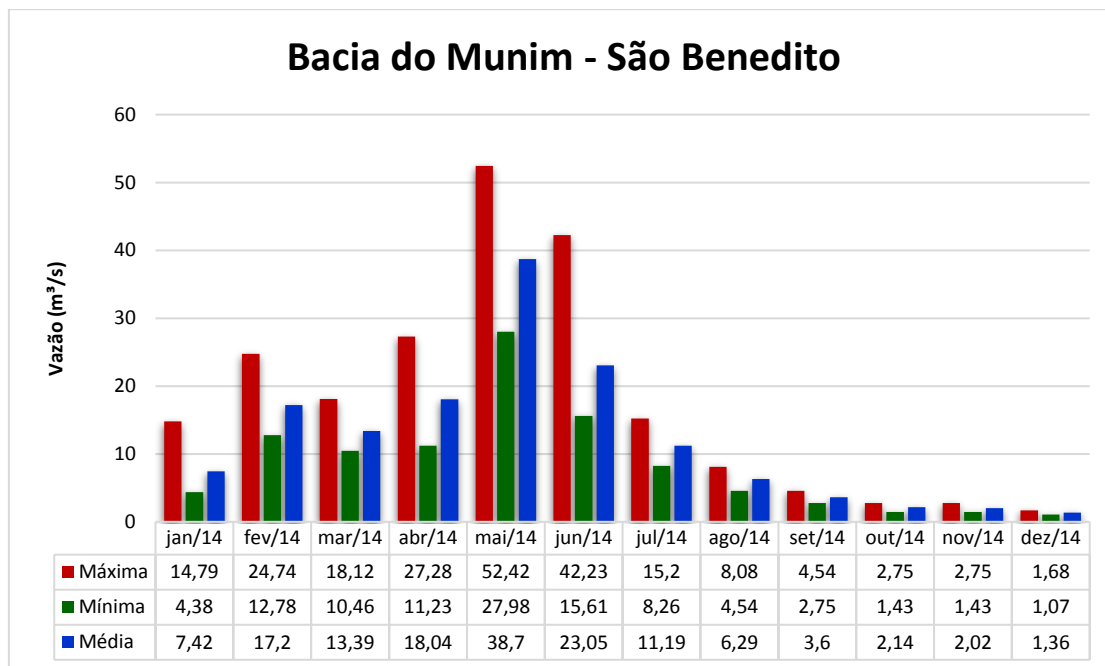
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 151 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Iguará, do ano de 2014



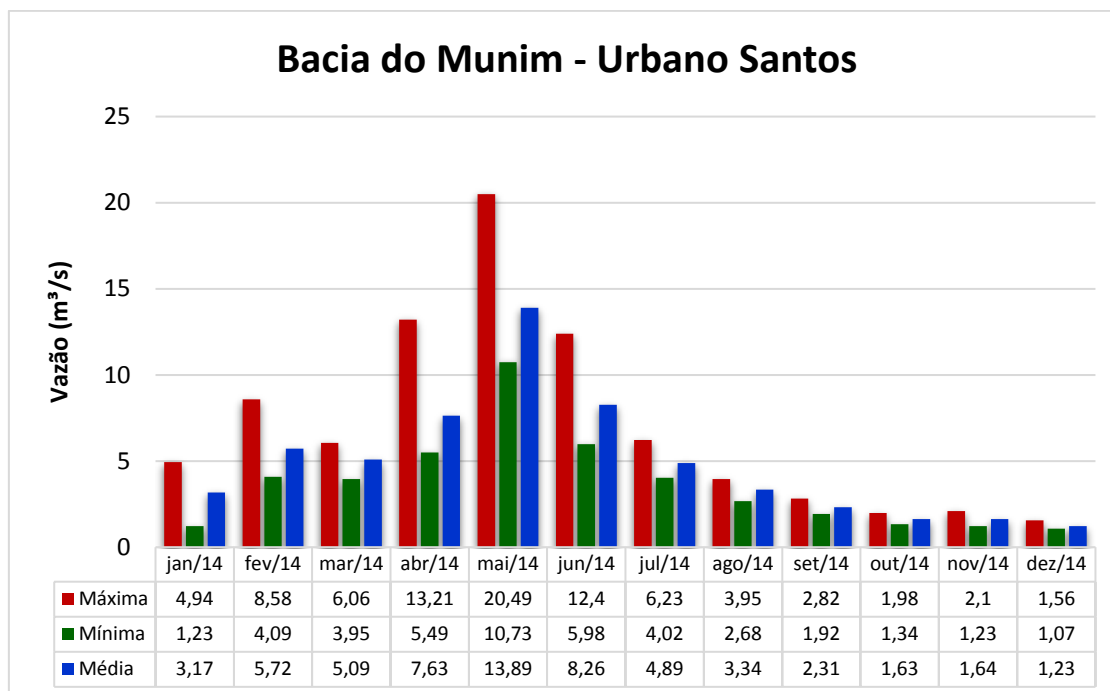
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 152 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica São Benedito, do ano de 2014.



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 153 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Munim, Estação Fluviométrica Urbano Santos, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

### 6.1.3 Bacia do Turiaçu

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Alto Turi e BR 316 Rio Paruá (Tabela 3).

Tabela 3 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Turiaçu.

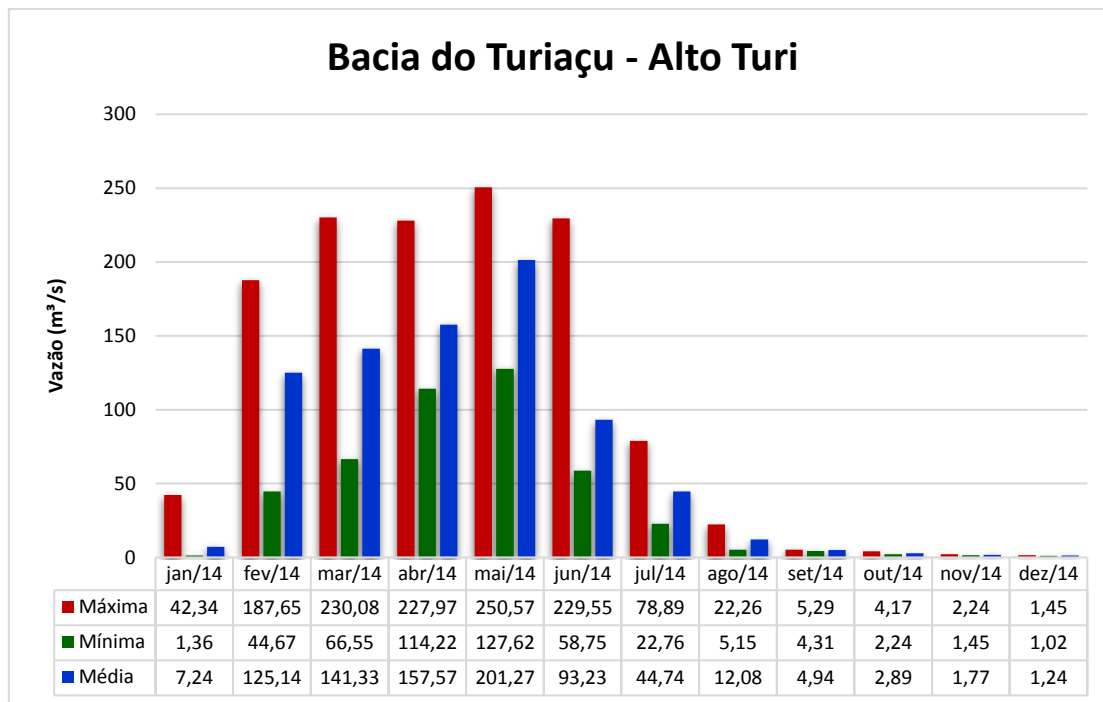
| Ordem | Código   | Estação          | Rio     | Período     |
|-------|----------|------------------|---------|-------------|
| 1     | 32830000 | Alto Turi        | Turiaçu | 1971 - 2014 |
| 2     | 32850000 | BR 316 Rio Paruá | Paruá   | 1981 - 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Verifica-se, por meio dos Gráficos 154 e 155, que as vazões mínimas se concentram no período aproximadamente de outubro a dezembro, estando, portanto, coincidentes com o início do período seco na região centro oeste do estado. O mês de maio se destaca com vazões superiores a 200m³/s. A elevação das vazões inicia-se no mês de janeiro, 42,34m³/s (Alto Turi), e 6,34m³/s (BR 316 Rio Paruá) e é finalizada no mês de julho 44,74m³/s (Alto Turi) e 8,73m³/s (BR 316 Rio Paruá).

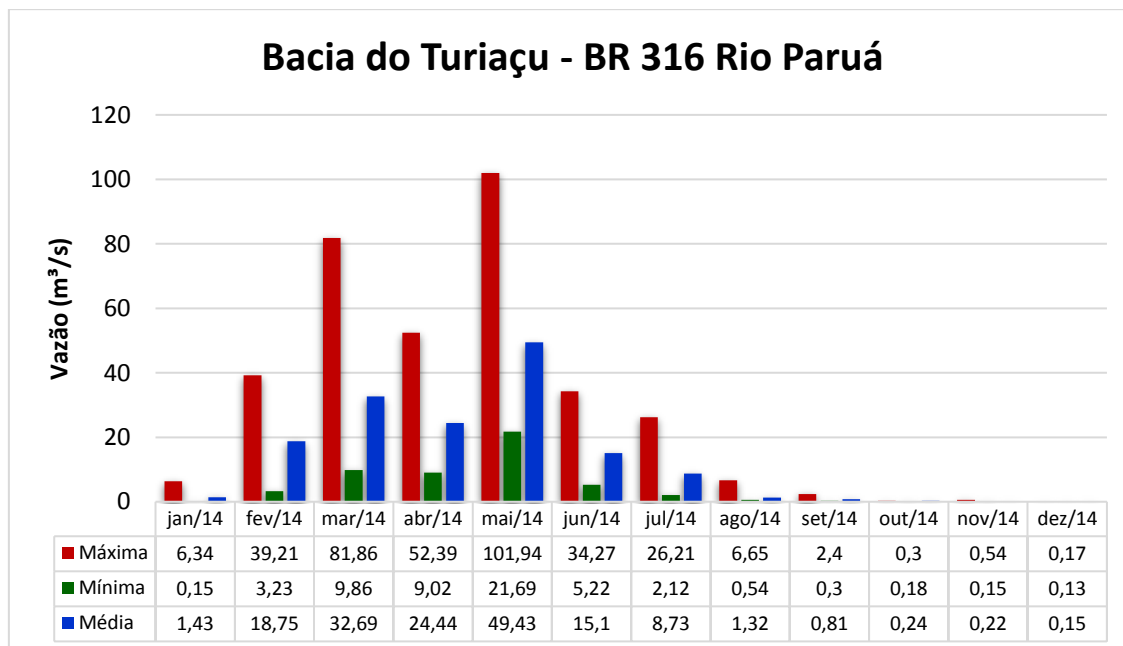


Gráfico 154 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Turiaçu, Estação Fluviométrica Alto Turi, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 155 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Turiaçu, Estação Fluviométrica BR 316 Rio Paruá, do ano de 2014.



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

#### 6.1.4 Bacia do Maracaçumé

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) da estação de Maracaçumé (Tabela 4).

Tabela 4 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Maracaçumé

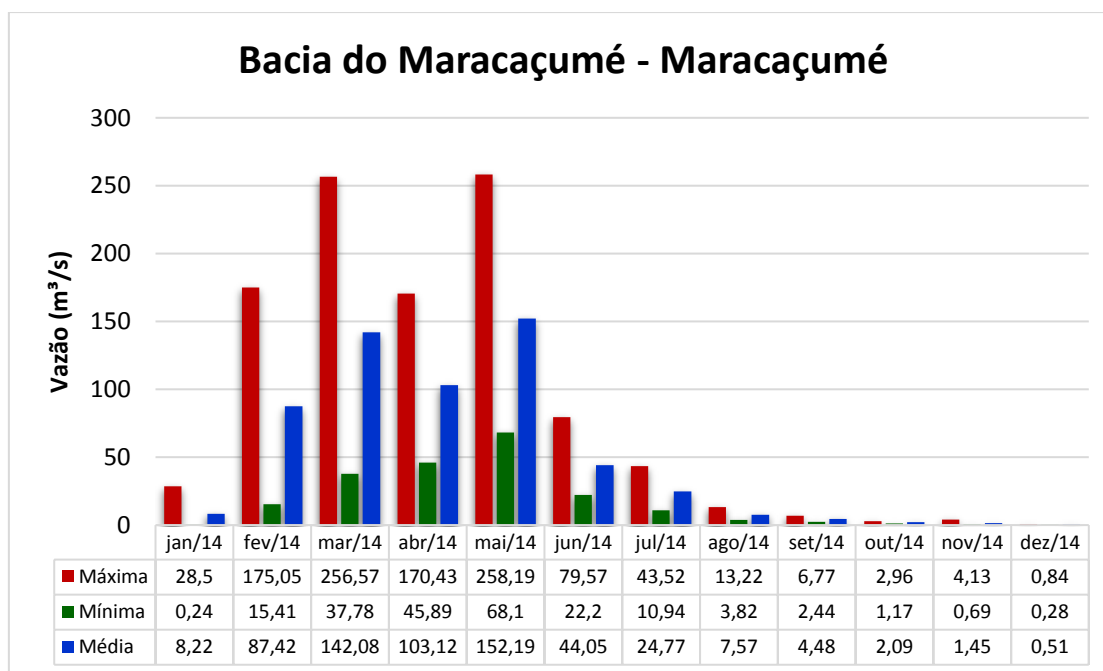
| Ordem | Código   | Estação    | Rio        | Período     |
|-------|----------|------------|------------|-------------|
| 1     | 32740000 | Maracaçumé | Maracaçumé | 1971 - 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Verifica-se, através do Gráfico 156, um comportamento regular da vazão, pertinente ao comportamento das chuvas na região norte do estado. A elevação das vazões inicia-se no mês de janeiro ( $8,22\text{m}^3/\text{s}$ ), finalizando no mês de maio ( $152,19\text{m}^3/\text{s}$ ). Os meses de março e maio destacam-se com vazões superiores a  $200\text{m}^3/\text{s}$ .

As vazões mínimas se concentram no período de setembro a dezembro. Comportamento semelhante para a região foi descrito por Costa et al. (2011), porém, tendo como início do período chuvoso o mês de dezembro ( $6,53\text{m}^3/\text{s}$ ) e coincidindo com a época mais chuvosa da região, de dezembro a maio, descrita neste estudo.

Gráfico 156 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Maracaçumé, Estação Fluviométrica Maracaçumé, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

### 6.1.5 Bacia do Gurupi

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Alto Bonito e Fazenda Rural Zebu (Tabela 5).

Tabela 5 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Gurupi

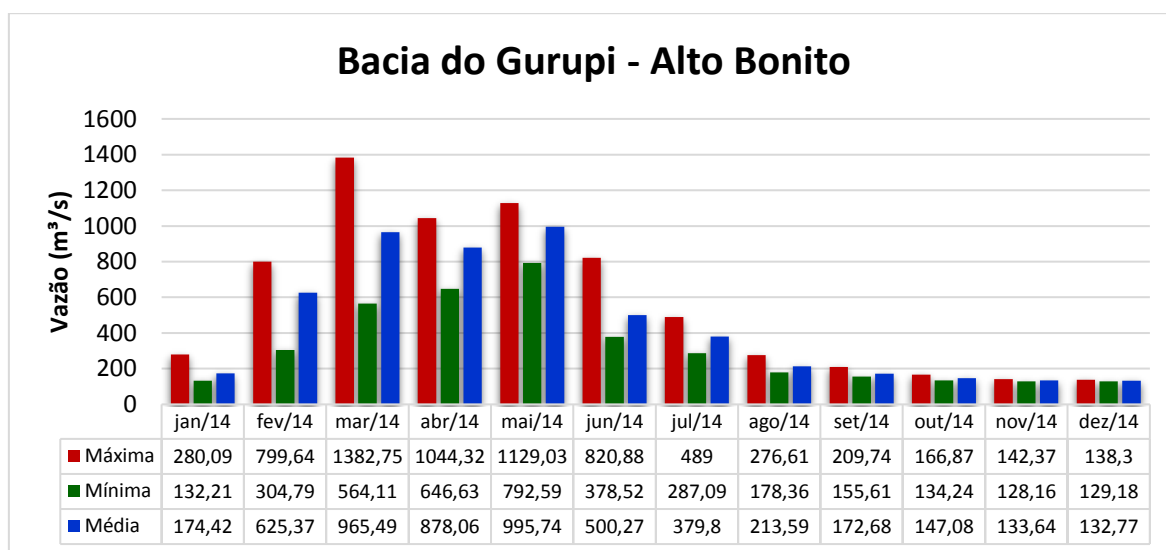
| Ordem | Código   | Estação            | Rio    | Período     |
|-------|----------|--------------------|--------|-------------|
| 1     | 32620000 | Alto Bonito        | Gurupi | 1972 – 2014 |
| 2     | 32540000 | Fazenda Rural Zebu | Gurupi | 1980 – 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Observa-se nos gráficos 157 e 158 uma regularidade no comportamento de vazão, principalmente na Estação Fazenda Rural Zebu (Gráfico 158), que mostra um nível de elevação entre os meses de janeiro ( $101,15\text{m}^3/\text{s}$ ) e maio ( $180,79\text{m}^3/\text{s}$ ), e uma diminuição regular e contínua entre os meses de junho e novembro, voltando à sua elevação no mês de dezembro.

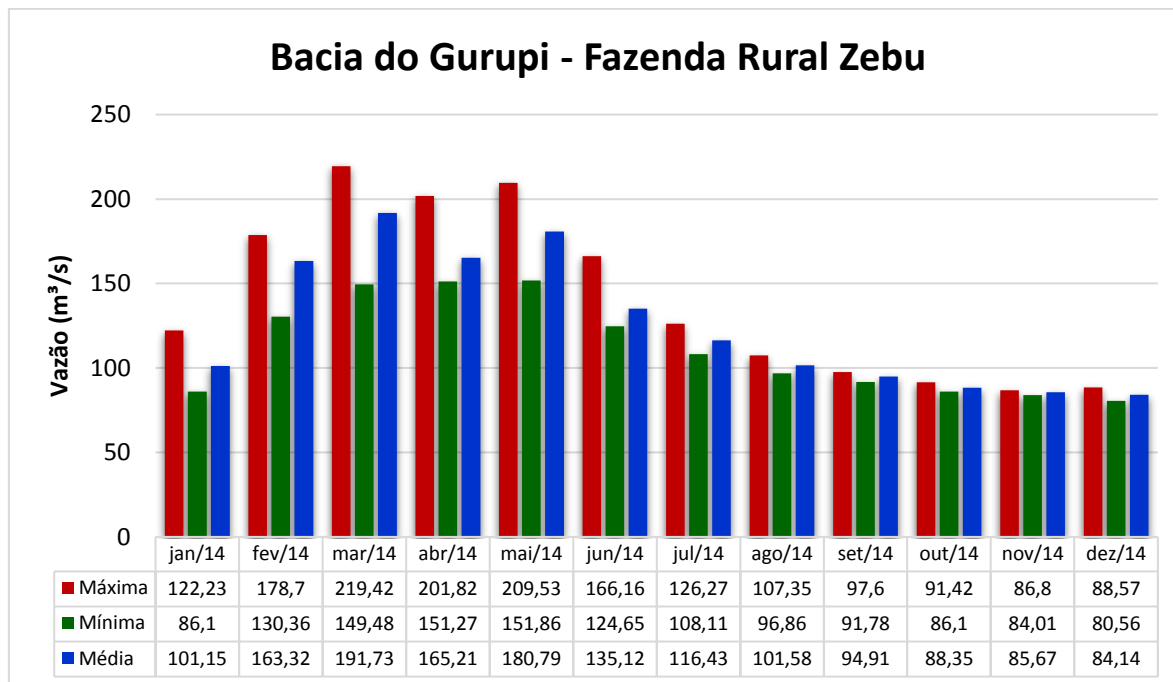
Comportamento semelhante foi analisado por Martins e Oliveira (2011), onde há elevação regular entre os meses de janeiro e maio, e diminui entre junho e novembro, voltando a aumentar no mês de dezembro, as médias das vazões também são semelhantes.

Gráfico 157 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Gurupi, Estação Fluviométrica Alto Bonito, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 158 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Gurupi, Estação Fluviométrica Fazenda Rural Zebu, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

#### 6.1.6 Bacia do Pindaré

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Alto Alegre, Pindaré Mirim, Vale do Pindaré, Esperantina e Fazenda Varig (Tabela 6).

Tabela 6 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Pindaré

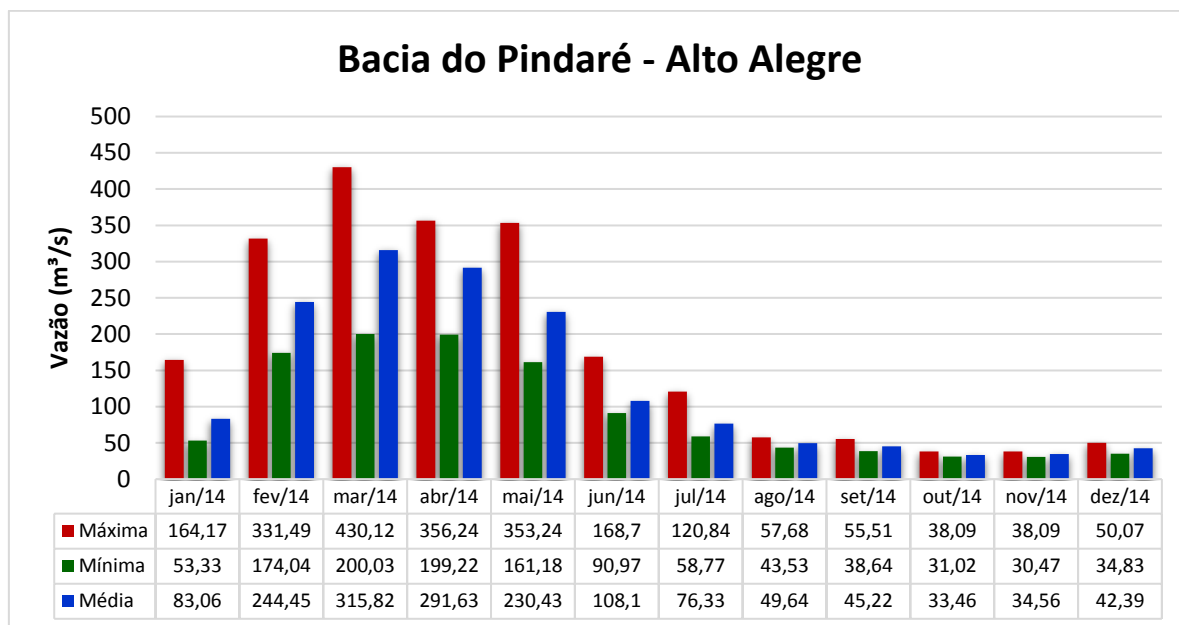
| Ordem | Código   | Estação         | Rio     | Período     |
|-------|----------|-----------------|---------|-------------|
| 1     | 33080000 | Alto Alegre     | Pindaré | 1999 - 2014 |
| 2     | 33190000 | Pindaré-Mirim   | Pindaré | 1971 - 2014 |
| 3     | 33025000 | Vale do Pindaré | Pindaré | 1979 - 2014 |
| 4     | 33170000 | Esperantina     | Zutiua  | 1972 - 2014 |
| 5     | 33070000 | Fazenda Varig   | Pindaré | 2004 - 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Verifica-se, através dos Gráficos 159 a 163, que a elevação das vazões nesta bacia principia no mês de dezembro e finaliza no mês de maio, e as vazões mínimas se concentram no período de junho a novembro, traduzindo o comportamento das chuvas na região norte do estado, como anteriormente citado. Por meio desse comportamento definem-se dois períodos: o de cheia, de dezembro a

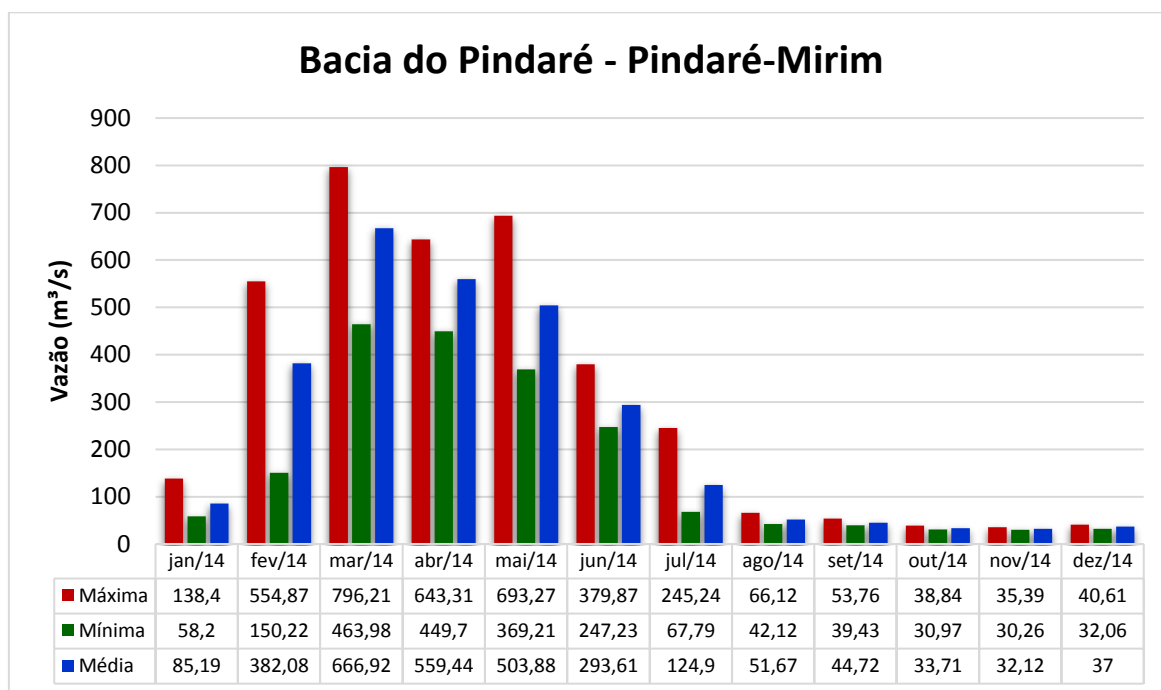
maio; e o repressivo, de junho a novembro. Os meses de março, abril e maio destacam-se com vazões superiores a 400m<sup>3</sup>/s, em todas as estações.

Gráfico 159 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Alto Alegre, do ano de 2014



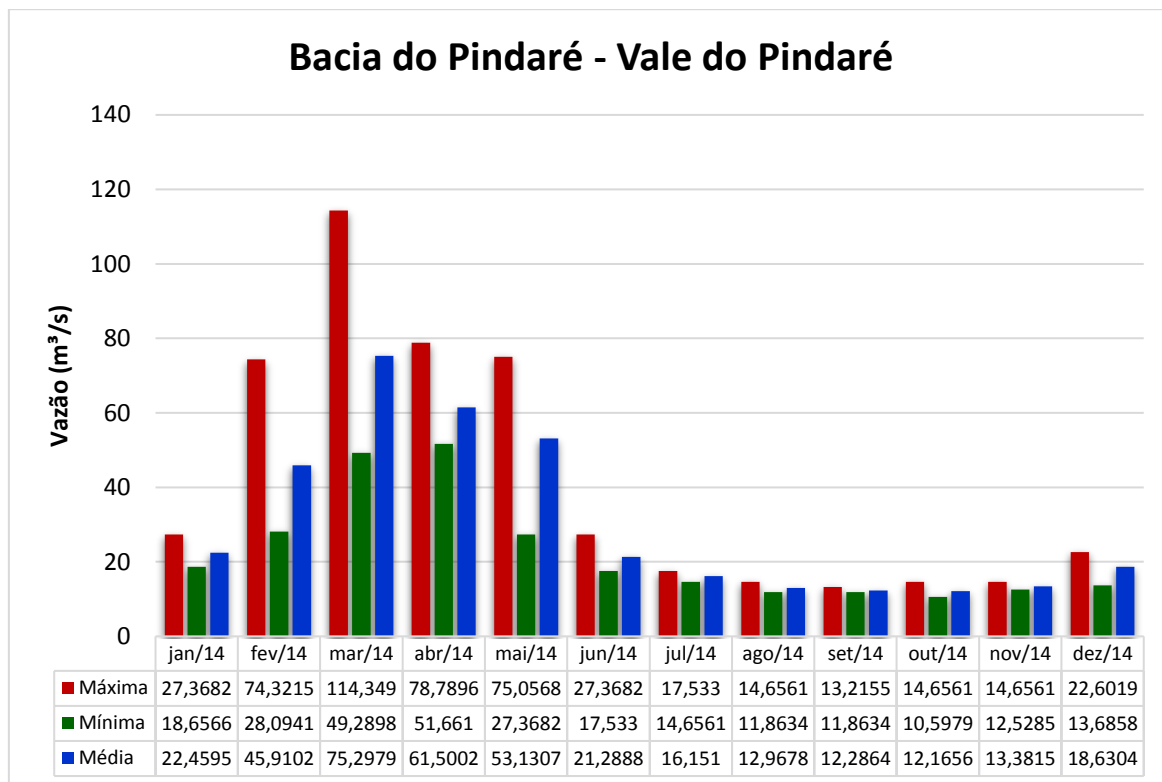
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 160 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Pindaré-Mirim, do ano de 2014



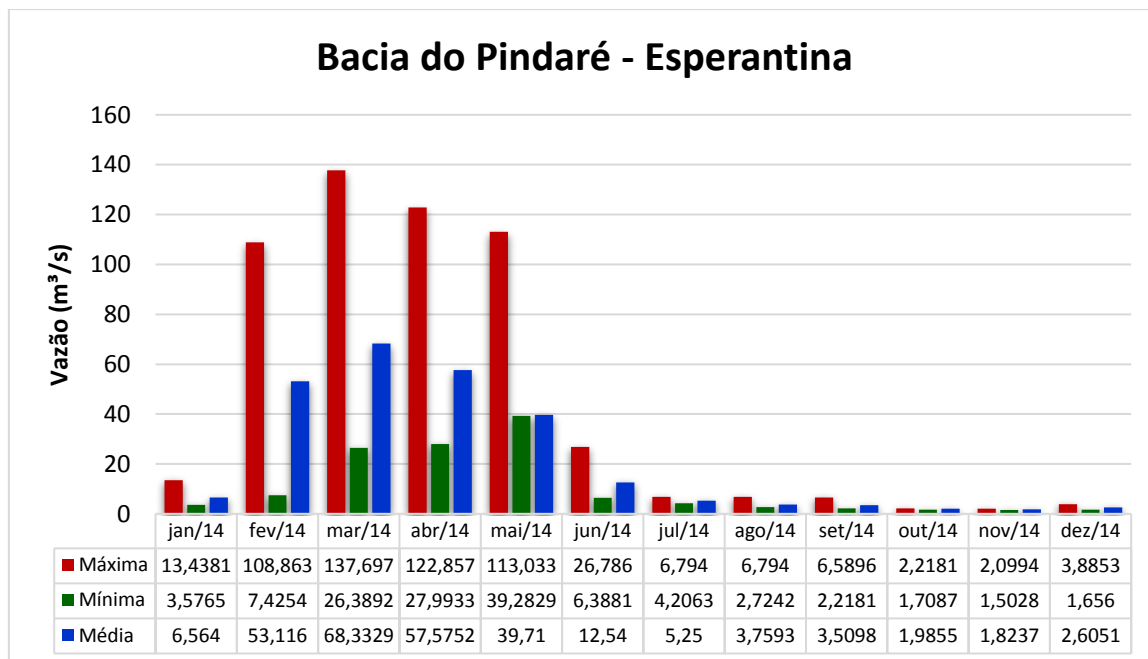
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 161 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Vale do Pindaré, do ano de 2014



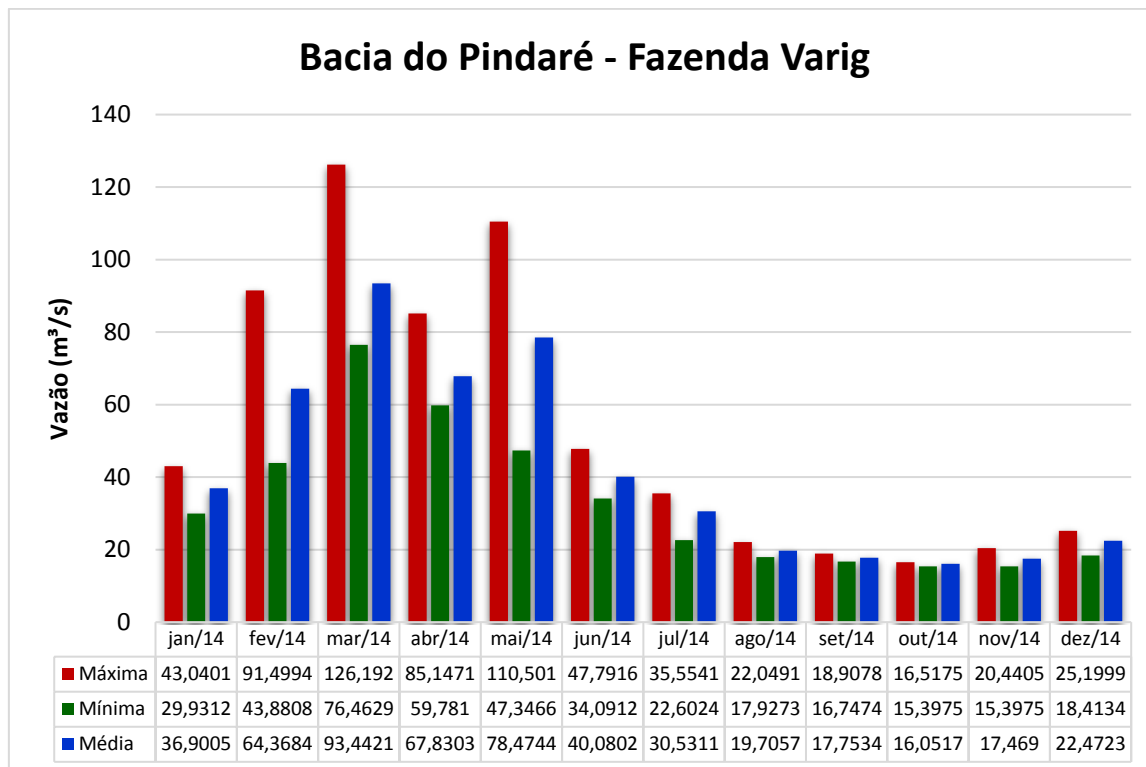
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 162 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Esperantina, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 163 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Pindaré, Estação Fluviométrica Fazenda Varig, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

#### 6.1.7 Bacia do Itapecuru

Segundo o MMA (2006), na região do alto Itapecuru, onde os índices pluviométricos são maiores que na área central, as características dos solos e da vegetação ajudam na retenção de água, resultando em vazões específicas maiores, que permanecem durante um período de tempo maior, ocorrendo, eventualmente, intermitências no escoamento em intervalos de tempos mais curtos.

As variações fluviais sazonais na Bacia do Itapecuru apresentam ritmo mais ou menos constante. Geralmente, as cheias e estiagens ocorrem nos mesmos períodos. Mesmo havendo em um ano ou outro atraso ou antecipação de um dos períodos, o regime hidrológico é simples, com apenas duas variações definidas: as das águas máximas (cheias) e das mínimas (vazantes ou estiagens) (MMA, 2006).

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de São Felinho, Mirador, Colinas, Montevideu, Caxias, Codó, Coroatá, Cantanhede e Picos (Tabela 7).

Tabela 7 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Itapecuru

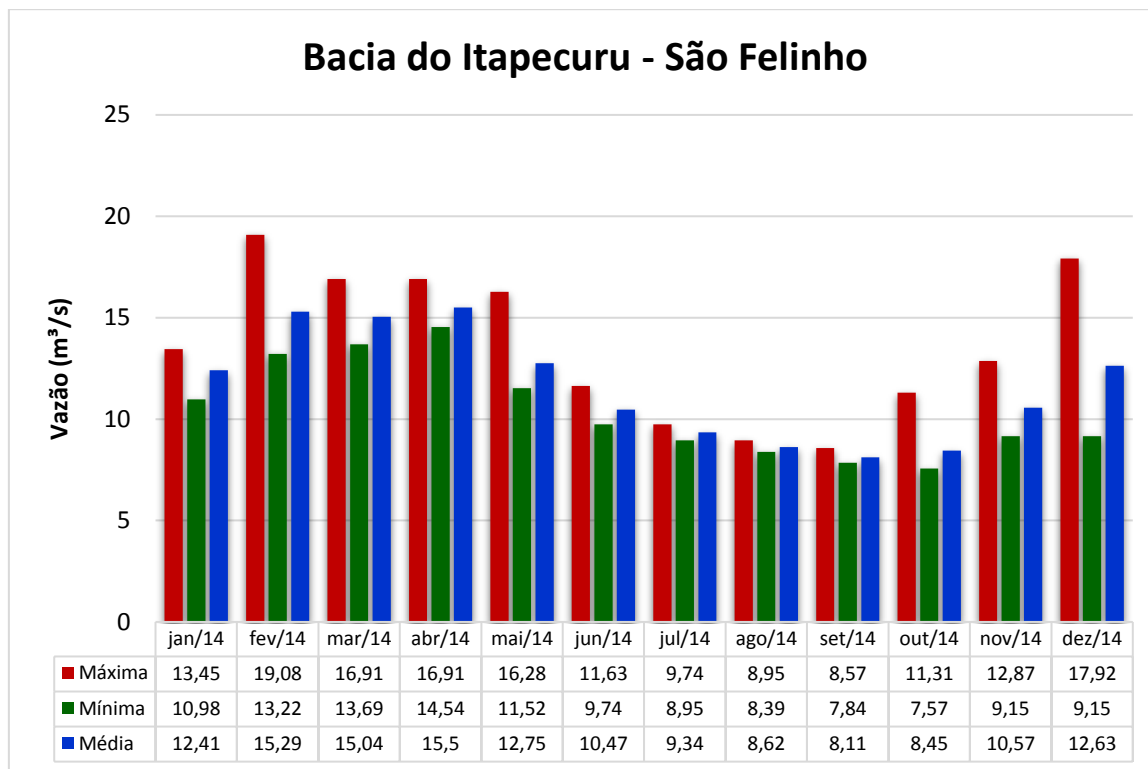
| Ordem | Código   | Estação     | Rio       | Período     |
|-------|----------|-------------|-----------|-------------|
| 1     | 33410000 | São Felinho | Itapecuru | 1999 - 2014 |
| 2     | 33420000 | Mirador     | Itapecuru | 1968 - 2014 |
| 3     | 33480000 | Colinas     | Itapecuru | 1968 - 2014 |
| 4     | 33530000 | Montevidéu  | Itapecuru | 1975 - 2014 |
| 5     | 33550000 | Caxias      | Itapecuru | 1963 - 2014 |
| 6     | 33590000 | Codó        | Itapecuru | 1968 - 2014 |
| 7     | 33630000 | Coroatá     | Itapecuru | 1975 - 2014 |
| 8     | 33680000 | Cantanhede  | Itapecuru | 1968 - 2014 |
| 9     | 33482000 | Picos       | Itapecuru | 1999 - 2014 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Os gráficos das estações da Bacia do Itapecuru são diversos entre si, primeiro destacam-se níveis regulares entre os períodos de cheia e seca nas Estações de São Felinho (Gráfico 164), Mirador (Gráfico 165), Colinas (Gráfico 166), Montevidéu (Gráfico 167) e Caxias (Gráfico 168), no entanto, os níveis máximos não são tão altos se comparados a outras Estações, como a de Codó (Gráfico 169), com máxima de 411,21m<sup>3</sup>/s no mês de maio, Coroatá (Gráfico 170), com máxima de 625m<sup>3</sup>/s também no mês de maio e Cantanhede (Gráfico 171) no mês de abril com máxima de 794,75m<sup>3</sup>/s, já na Estação Picos (Gráfico 172), tem-se valores muito baixos, chegando a 0 entre os meses de julho e dezembro, e tendo a média mais alta no mês de fevereiro (1,54m<sup>3</sup>/s).

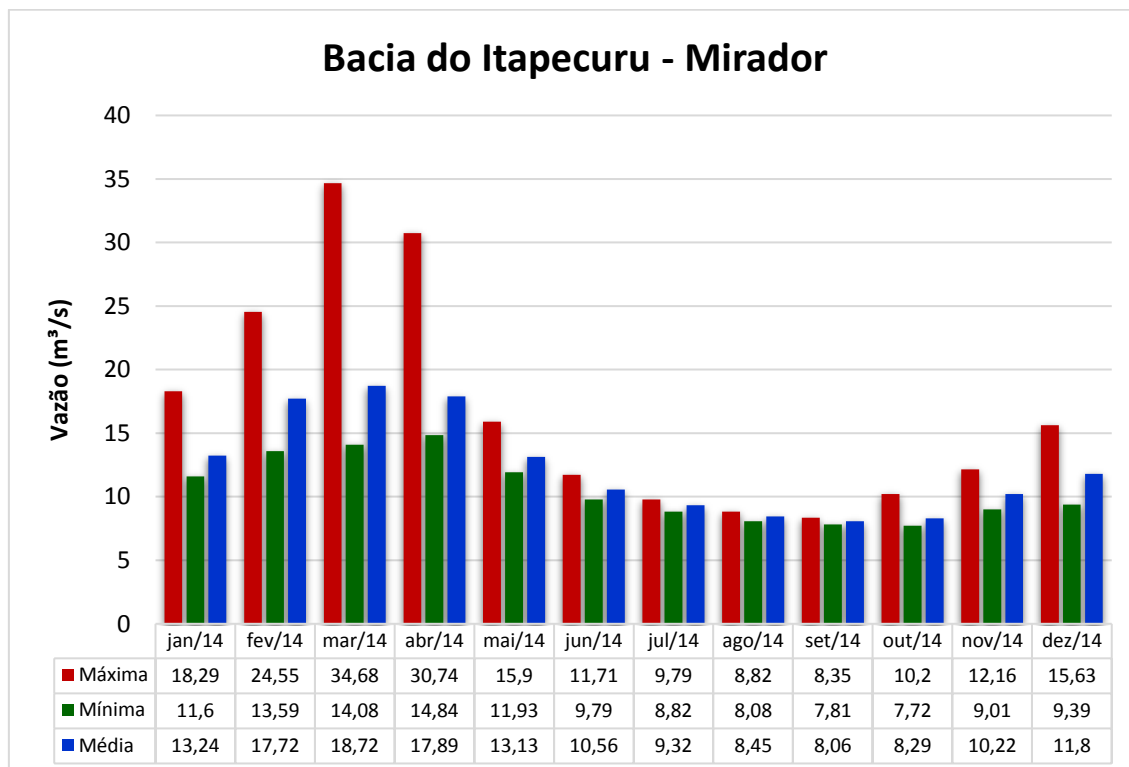


Gráfico 164 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica São Felinho, do ano de 2014



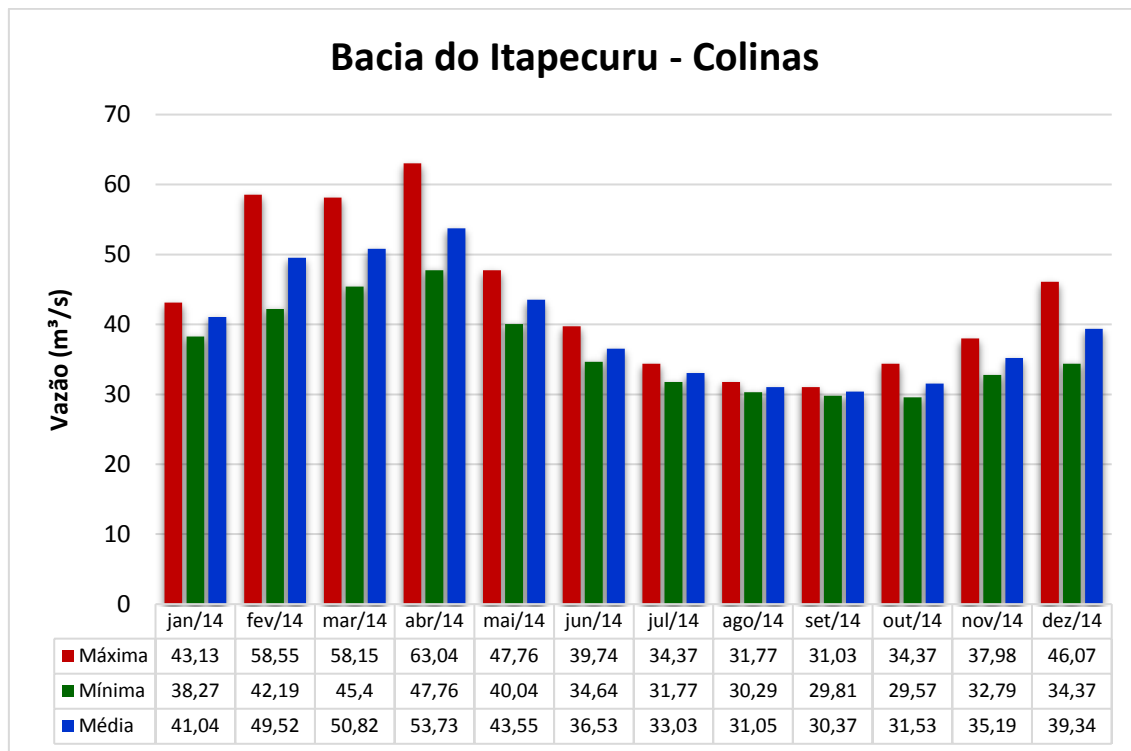
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 165 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Mirador, do ano de 2014



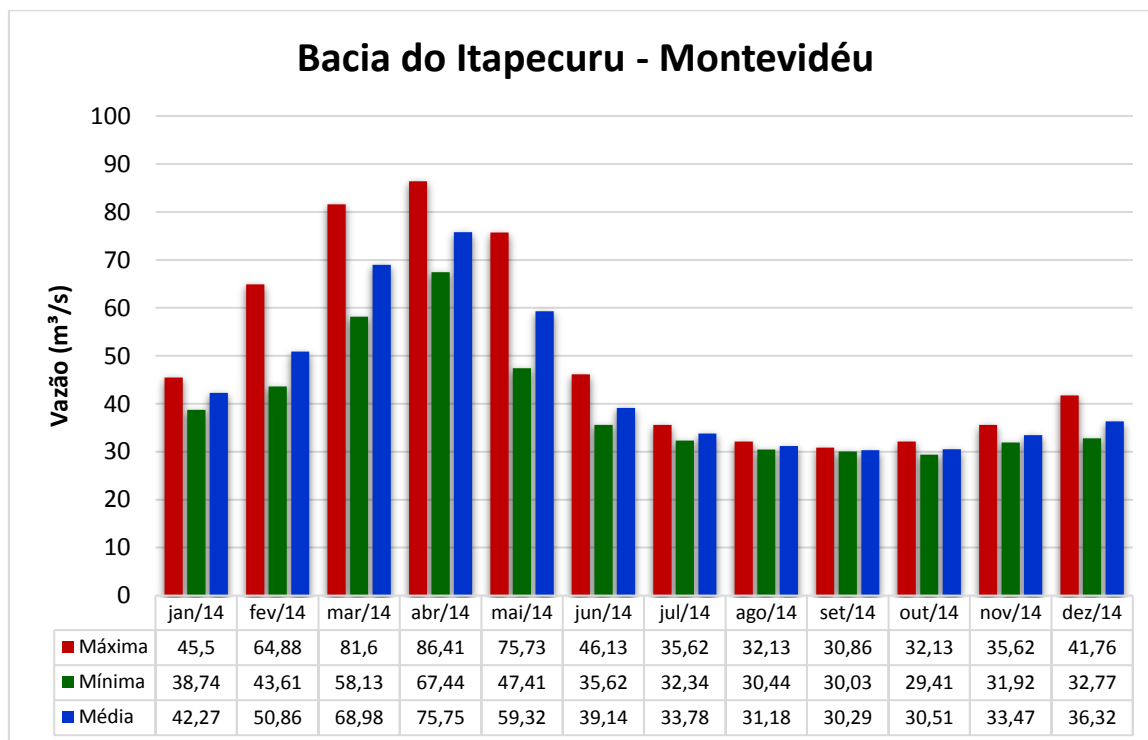
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 166 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Colinas, do ano de 2014



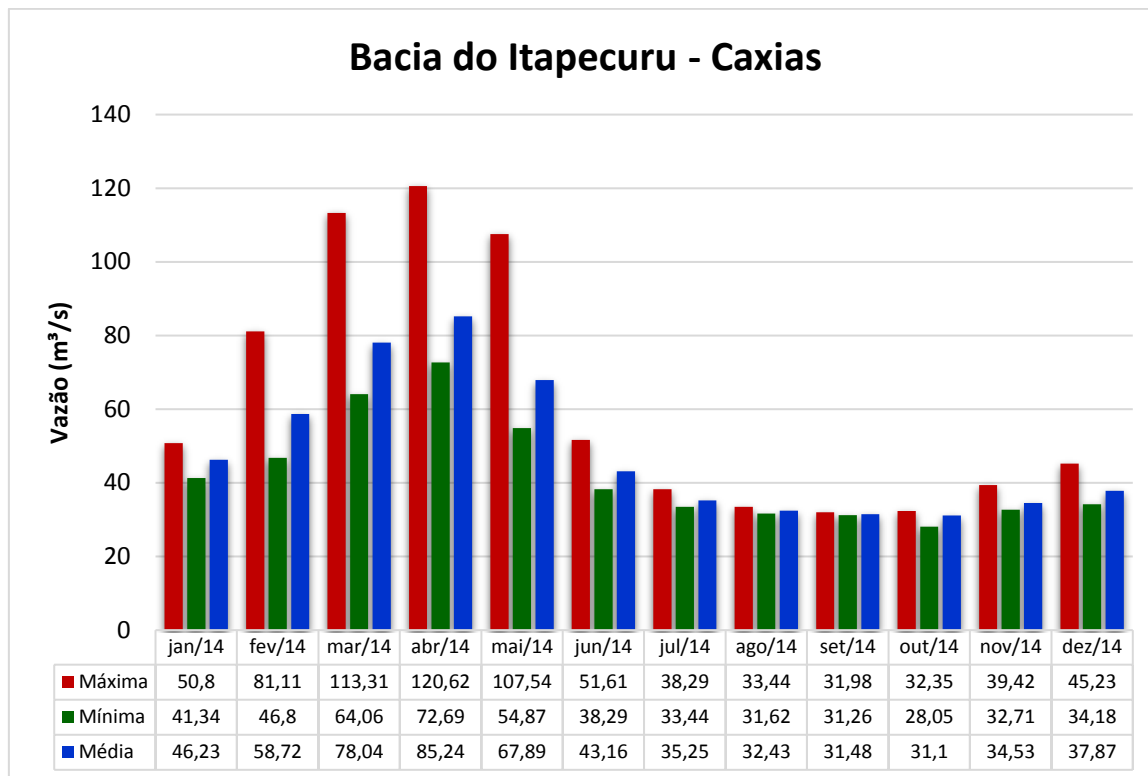
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 167 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Montevidéu, do ano de 2014



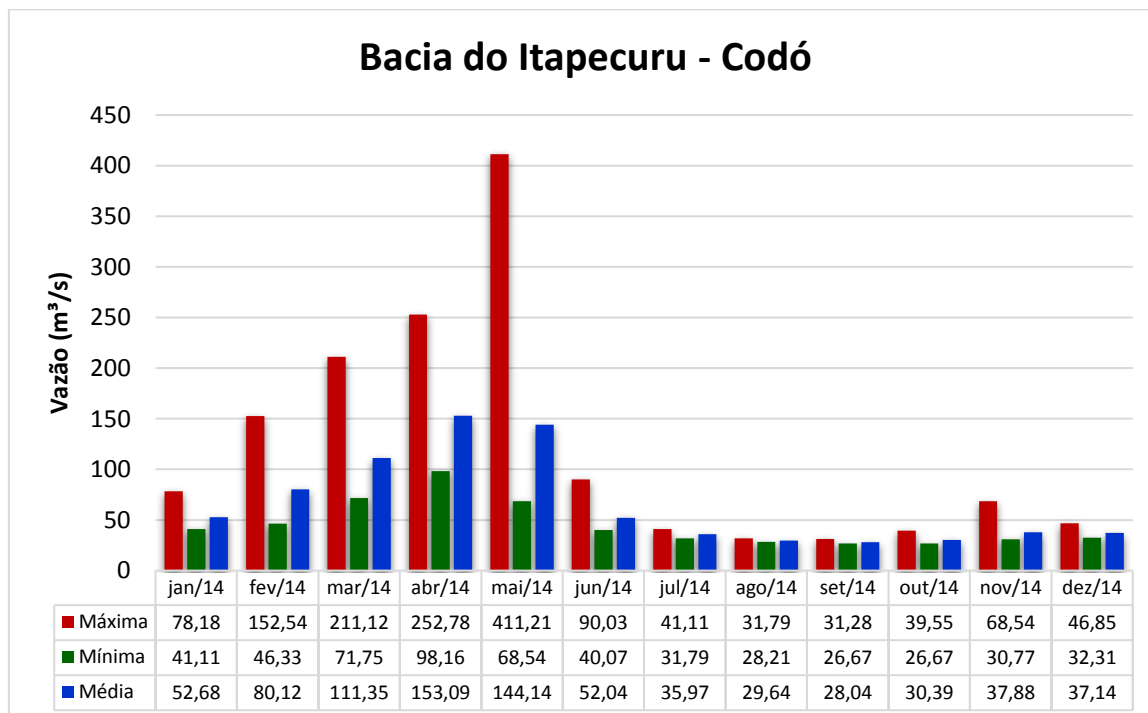
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 168 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Caxias, do ano de 2014



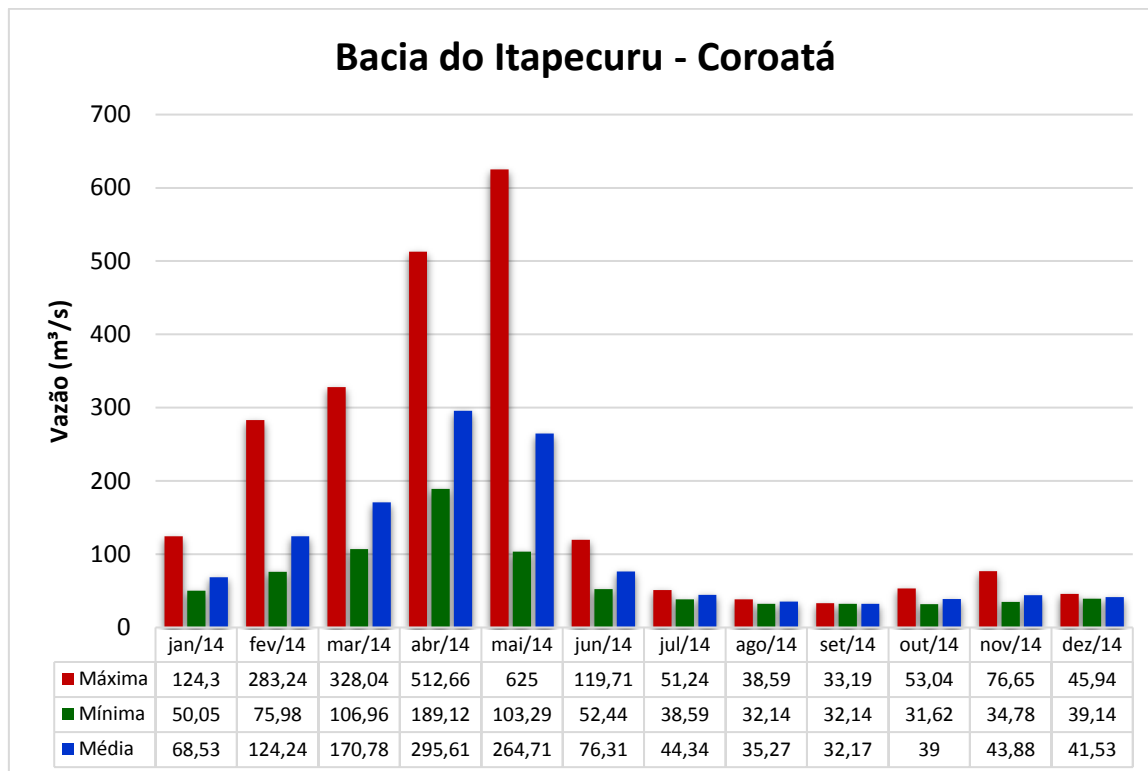
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 169 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Codó, do ano de 2014



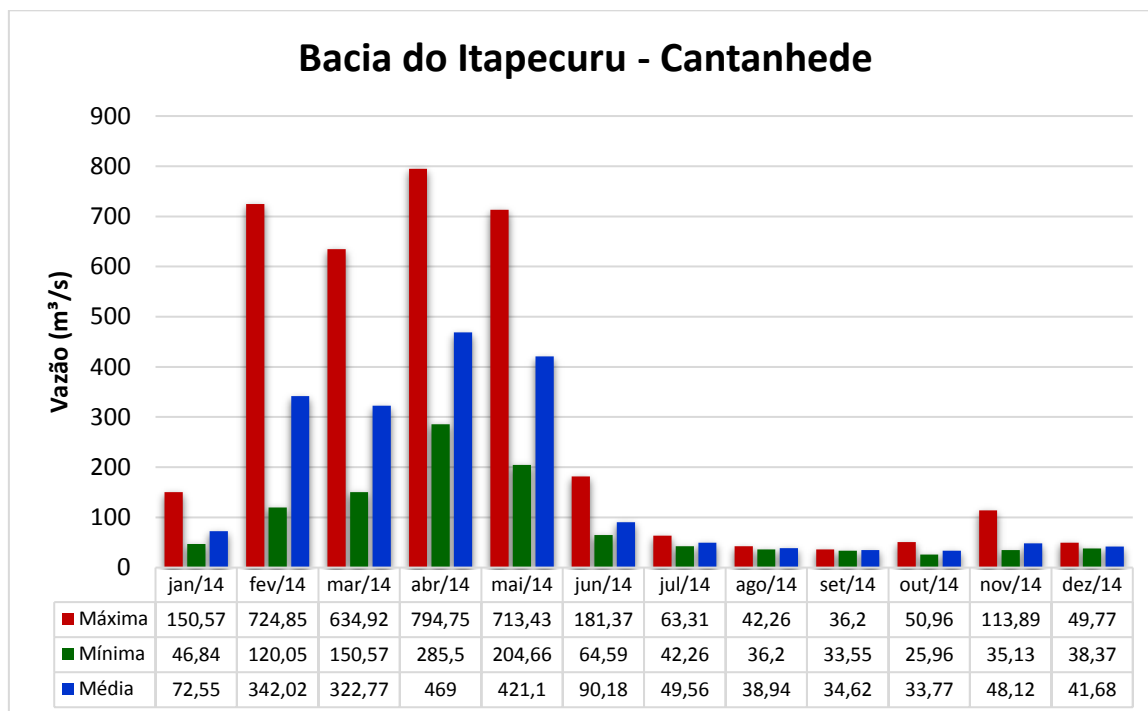
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 170 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Coroatá, do ano de 2014



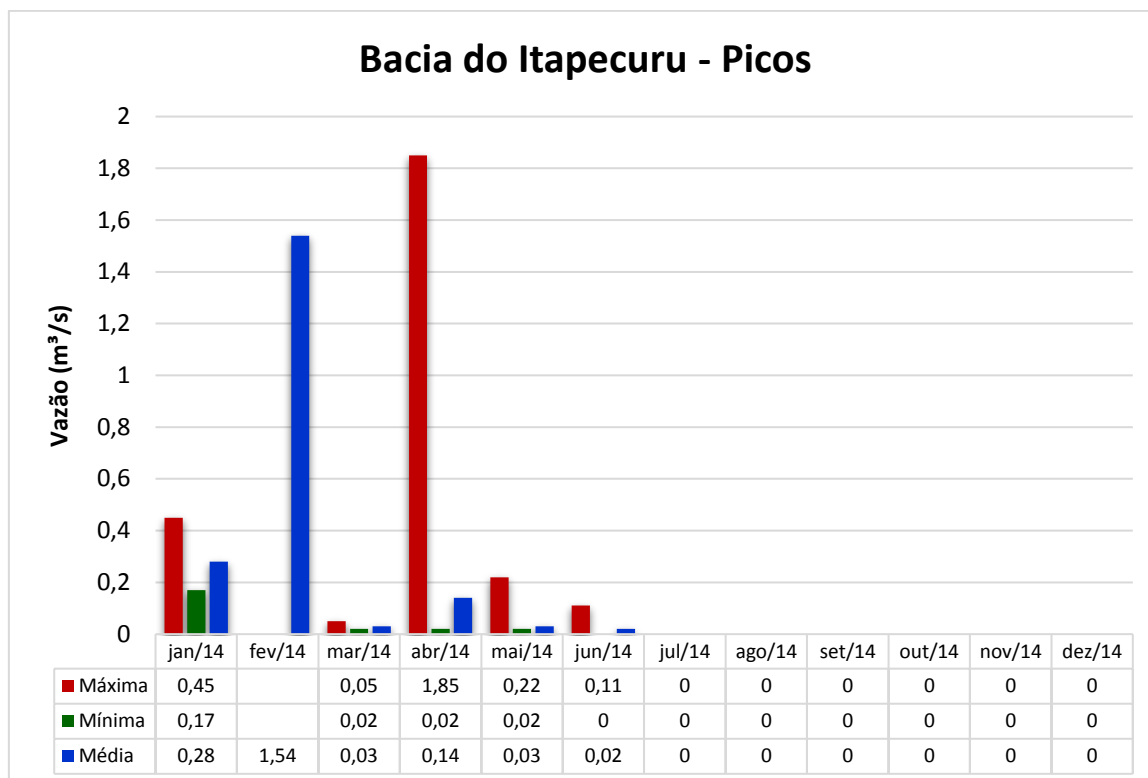
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 171 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Cantanhede, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb- Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 172 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Itapecuru, Estação Fluviométrica Picos, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

#### 6.1.8 Bacia do Tocantins

Para análise dos eventos de vazão nesta bacia, foram utilizados os dados mensais de vazão (Q) das estações de Carolina, Descarreto e Tocantinópolis (Tabela 8).

Tabela 8 - Tabela de Estações Fluviométricas da bacia do Tocantins.

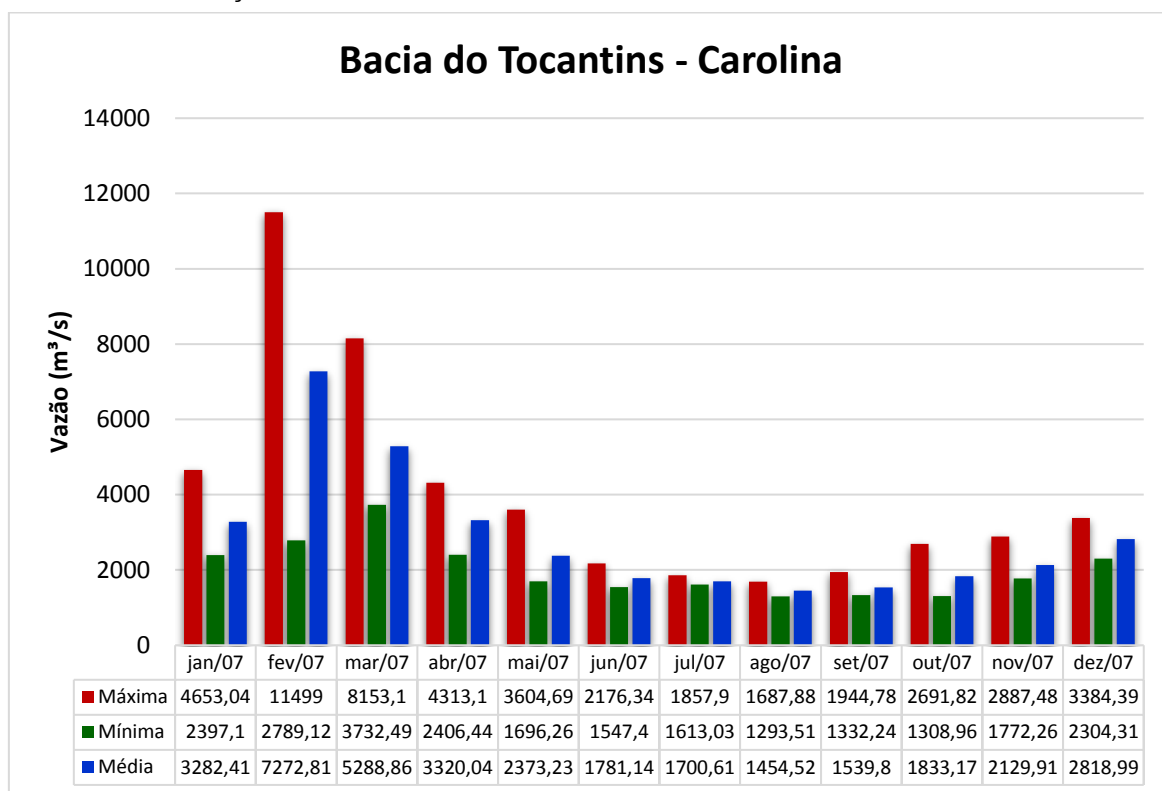
| Ordem | Código   | Estação        | Rio       | Período     |
|-------|----------|----------------|-----------|-------------|
| 1     | 23300000 | Carolina       | Tocantins | 1962 - 2007 |
| 2     | 23700000 | Descarreto     | Tocantins | 1973 - 2007 |
| 3     | 23600000 | Tocantinópolis | Tocantins | 1955 - 2007 |

Fonte: Banco de Dados da ANA

Observam-se nos Gráficos 173 175 níveis de vazão mais altos em relação às Estações de bacias anteriores, também se nota uma diferença entre os períodos de cheia e seca, sendo os de cheia entre os meses de setembro a fevereiro, e o de seca entre março e setembro.

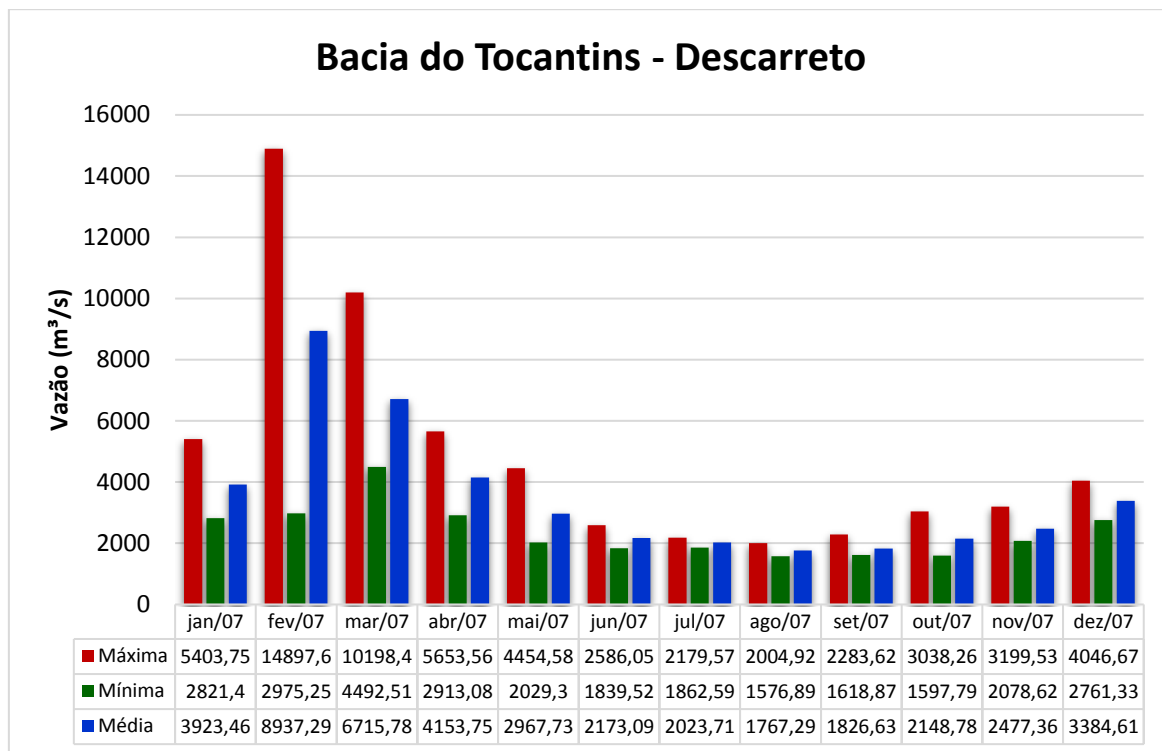
Esse mesmo comportamento foi encontrado por Martins e Oliveira (2011) em outras Estações da Bacia do Tocantins, tendo em comum apenas a Estação do Descarreto (Gráfico 174) e Tocantinópolis (Gráfico 175), destaca-se ainda que os períodos de maior e menor média das vazões coincidem com os períodos de chuva e seca, respectivamente, na região.

Gráfico 173 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Carolina, do ano de 2014



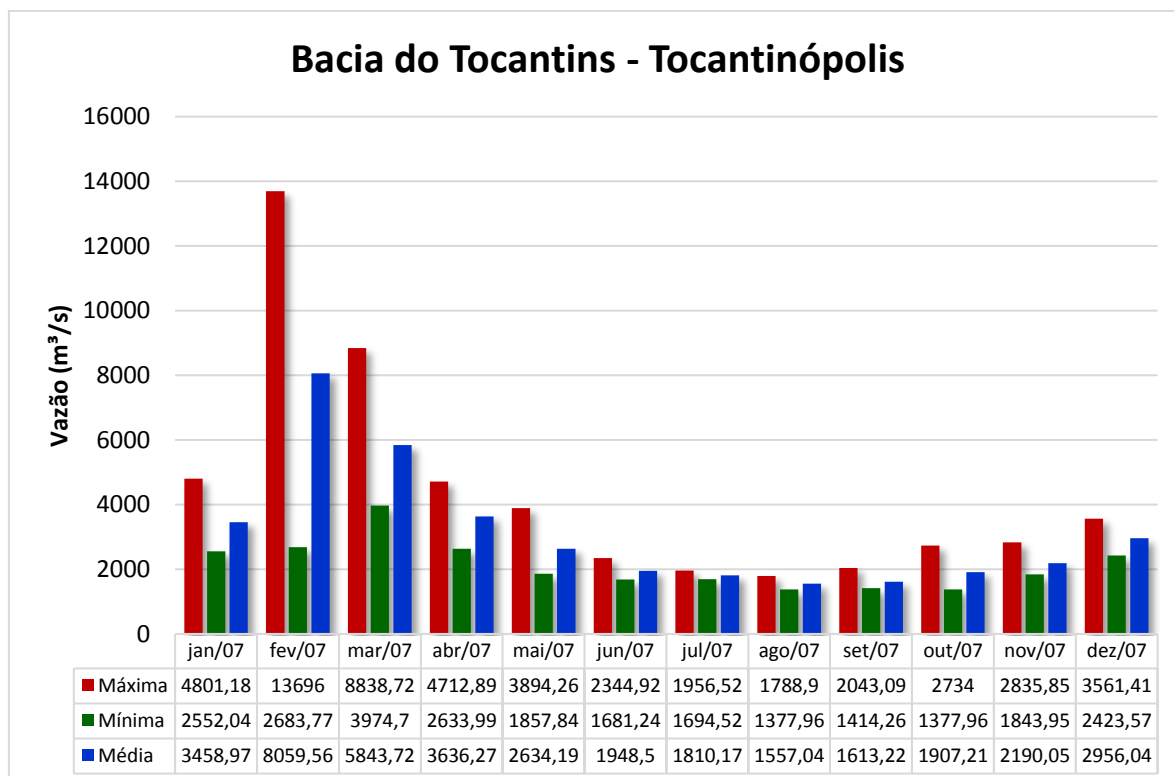
Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 174 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Descarreto, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

Gráfico 175 - Dados de vazão da máxima, mínima e média mensal da Bacia do Tocantins, Estação Fluviométrica Tocantinópolis, do ano de 2014



Fonte: Portal HidroWeb - Agência Nacional de Águas (ANA)

A implantação de mecanismos de gestão dos recursos hídricos é recente, considerando-se que os maiores avanços ocorreram após a promulgação da Constituição Federal de 1988 e a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) através da Lei Federal N.º 9.433/97. A implantação de um Sistema Integrado de Recursos Hídricos, baseando-se no princípio da gestão por bacias hidrográficas, com os recursos hídricos disponíveis enquadrados em função dos usos, qualidade e quantidade disponível; segue uma expectativa de gestão participativa e eficiente através dos Comitês de Bacias Hidrográficas e seus respectivos Planos de Bacia voltados ao gerenciamento desses recursos.

De maneira geral, a função dos Planos de Bacia relaciona-se a mitigação dos conflitos pelo uso da água nas bacias hidrográficas. E, nesse contexto, a outorga de direito de uso é uma ferramenta eficaz no modelo de gestão dos recursos hídricos (Art. 13 da Lei Federal N.º 9.433/97).

A disponibilidade hídrica (DH) local pode ser avaliada por um modelo simplificado (TUCCI, 2009), e interpretada de maneira simples (Tabela 9):

$$DH = \frac{V_{td}}{V_r}$$

Sendo:

$V_{td}$  – Vazão Total de Demanda

$V_r$  – Vazão de referência (Vazão  $q_{7,10}^*$  + Vazão Potencial dos Aquíferos confinados e semi)

\*Existe uma variação de critérios para análise da DH, sendo que outros cálculos de vazão de referência são utilizados por diferentes estados brasileiros. Ex:  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ .

Tabela 9 - Valores de referência de disponibilidade hídrica

| Valores de DH |               |
|---------------|---------------|
| < 0,25        | Muito Alta    |
| >0,25 < 0,40  | Alta          |
| >0,40 < 0,50  | Média         |
| > 0,50 <0,80  | Crítica       |
| >0,80         | Muito Crítica |

Fonte: Modificado de Tucci (2009)



Uma análise realizada por Rebouças, Braga e Tundisi (2015), leva em consideração a disponibilidade hídrica por habitante, em uma escala que varia de muito pobre ( $< 500\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$ ) a muito rico ( $>100.000\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$ ). O mesmo autor estimou o potencial hídrico do estado do Maranhão em  $84,7\text{Km}^3$ . A principal via de acesso de matéria dos ambientes continentais para os sistemas costeiros são as bacias de drenagens. Os rios são os principais componentes dessas bacias, além disso, são sistemas dinâmicos atuando no transporte de água e substâncias dissolvidas e particuladas advindas da atmosfera e do continente para lagos, estuários e oceanos. Consequentemente, são sistemas abertos com fluxo contínuo desde a nascente até à foz (HYNES, 1970).

Nesse contexto, os rios são fundamentais para o entendimento dos fluxos de nutrientes, especialmente àqueles relacionados aos ciclos biogeoquímicos do carbono (C), nitrogênio (N), dos quais formas gasosas têm participação significativa, e o fósforo (P) (SEITZINGER et al., 2010).

Dessa forma, atualizando a população do estado com os dados levantados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em aproximadamente 7.000.229 indivíduos, obtém-se uma disponibilidade de  $12.099\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$ . Valores bem superiores aos limites críticos, porém inferiores ao estimado para o ano de 1991 ( $16.226\text{m}^3/\text{hab.}/\text{ano}$ ) no referido trabalho do autor.

O levantamento de dados primários e secundários referentes à disponibilidade de recursos hídricos associados à qualidade (parâmetros químicos) e quantidade (vazões), constitui uma etapa importante do diagnóstico do ZEE, contribuindo para os mecanismos associados à segurança hídrica (oferta do recurso com qualidade e quantidade e níveis aceitáveis de risco para os diferentes usos).

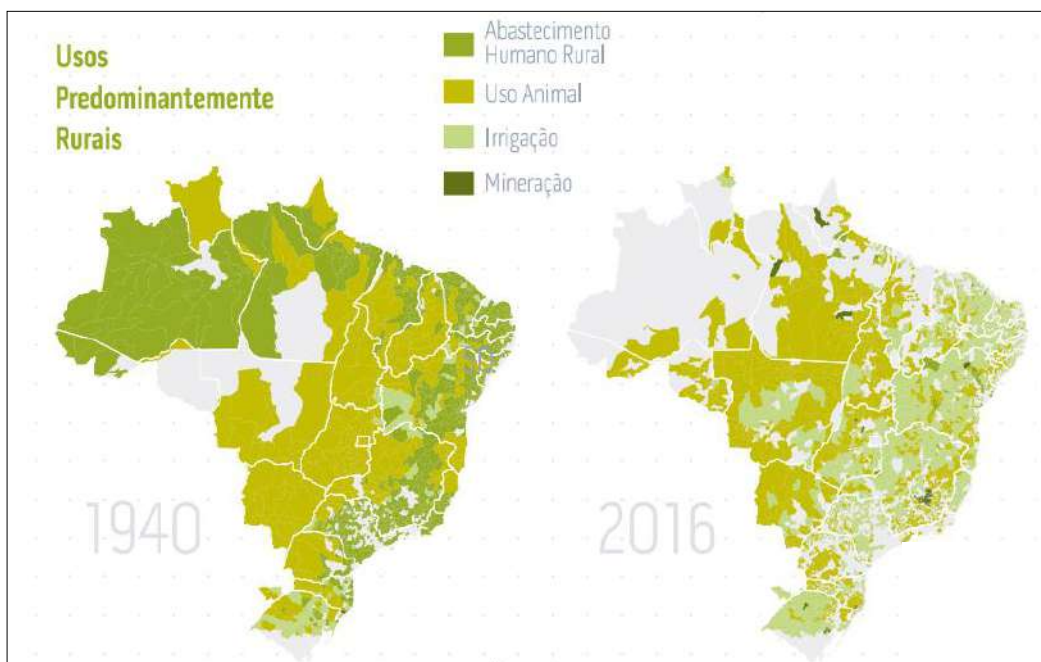
## **7 USOS DAS ÁGUAS**

É sabido que a água tem grande importância para a vida, e de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei N.º 9.433/97), é um bem de domínio público, limitado, pois é suscetível à poluição das Bacias Hidrográficas, por causa dos escassos mananciais existentes, do aumento do consumo e do valor econômico porque tem usos múltiplos, ou seja, pode ser utilizada para diversos fins e em diversas áreas, como o consumo humano, dessedentação de animais, abastecimento, diluição de esgotos, transporte e navegação, agricultura, esporte, recreação, lazer, pesca, aquicultura, etc.

De acordo com a ANA (2017), destacam-se como os principais usos de água no Brasil: irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. No entanto, a qualidade de água é levada em consideração de acordo com a necessidade do uso, como abastecimento humano, é essencial que tenha boa qualidade, já para navegação é irrelevante.

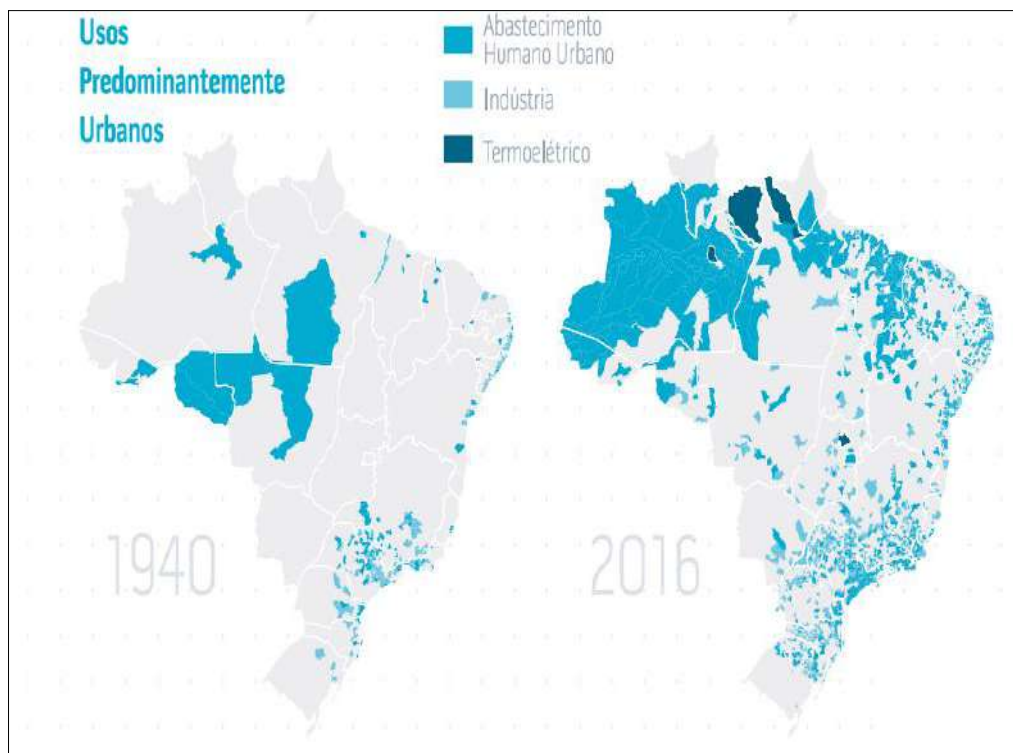
A conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (2017) destaca os usos de água em urbanos (Figura 49) e rurais (Figura 50) nos anos de 1940 e 2016, a fim de mostrar a necessidade e os usos nos estados brasileiros. Observando as imagens em território maranhense, percebe-se que o principal uso era rural, em 1940, para uso animal e abastecimento rural; e em 2016, mesmo com considerável diminuição, ainda sim, é utilizada para uso animal, e em outras partes para irrigação. Já para fins urbanos, o uso era muito escasso em 1940, sendo em poucas partes do estado destinado para a Indústria e abastecimento humano; em 2016, percebe-se o grande aumento no uso da água, mas com poucos pontos industriais.

Figura 49 – Uso da água no Brasil para fins rurais, nos anos de 1940 e 2016



Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (2017)

Figura 50 – Uso da água no Brasil para fins urbanos, anos de 1940 e 2016



É importante destacar que em 2016, os fins rurais (Figura 49) e urbanos, estão praticamente divididos em lado oeste e leste do estado maranhense. No lado oeste encontra-se localizada a maioria das bacias hidrográficas maranhenses destacadas nesse estudo, cuja finalidade maior é rural. Já para o leste, que abrange algumas partes das bacias, e alguns outros pontos do Oeste, o uso predominante é urbano.

## 8 REDES DE MONITORAMENTO

Em relação às redes de monitoramento das bacias maranhenses, há a Agência Nacional de Águas – ANA, criada em 17 de julho de 2000, que é a agência reguladora, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), responsável por cumprir os objetivos e as diretrizes da Lei das Águas do Brasil, a Lei N.º 9.433 de 1997. Para isso, ela segue quatro linhas de ação, dentre elas o monitoramento, cuja responsabilidade é acompanhar a situação dos recursos hídricos do Brasil, coordenando a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) que reúne dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos. Esses dados podem ser encontrados no **Portal HidroWeb** (ANA, 2000).

A ANA coordena ainda o Programa **Qualiágua**, em que é implementada a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas - RNQA, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas - PNQA, que visa “ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais no Brasil, de forma a orientar a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores como rios e reservatórios, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos” (ANA, 2014).

Por fim, a ANA (2009) conta com o sistema da **Sala de Situação**, inaugurada em 2009, que monitora e analisa a evolução das chuvas, dos níveis e da vazão dos principais rios, reservatórios e bacias hidrográficas, e cujas informações são compartilhadas em boletins diários e mensais. No entanto, apesar de contar com 20 estados brasileiros, o sistema não conta com o estado no Maranhão em sua lista.

## 9 OUTRAS ATIVIDADES

### 9.1 Visita Técnica

Nos dias 3 e 10 de maio de 2018 foram realizadas visitas técnicas pelo Prof.º Dr. º Clóvis Ferreira do Carmo, do Instituto de Pesca de São Paulo, na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA e no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC, respectivamente.

#### 9.1.1 Palestra

A palestra intitulada “**Limnologia em Estudos Territoriais**” abordou um breve histórico sobre o Instituto de Pesca de São Paulo, que é uma instituição de pesquisa científica e tecnológica que desenvolve projetos nas áreas de pesca e aquicultura, visando à obtenção e transferência de novos conhecimentos e de tecnologias destinadas à melhoria do agronegócio do pescado e da qualidade ambiental.

Explanou ainda sobre algumas temáticas tais como: água x recursos hídricos; gestão de recursos hídricos e seus instrumentos reguladores; limnologia e suas definições; tipologia do conflito de gestão de recursos hídricos e disponibilidade hídrica. Encerrando com a proposta do grupo de Limnologia, dando enfoque aos resultados preliminares alcançados, gerando um espaço de ampla discussão.

#### 9.1.2 Treinamento do uso da sonda multiparâmetros

O analisador multiparâmetro de qualidade da água HORIBA Série U-50 é dotado de sonda com múltiplos sensores capazes de medir até 11 parâmetros, simultaneamente (Figura 51). Sensor ultrasensível de turbidez com precisão superior a outros aparelhos convencionais. Todos os eletrodos podem ser trocados individualmente reduzindo os custos com a manutenção do aparelho.



Figura 51 – Analisador multiparâmetro qualidade da água HORIBA Série U-50



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

### 9.1.3 Coleta de água: Município de Axixá, rio Munim

A cidade de Axixá apresenta uma área de 203,153km<sup>2</sup> e uma população estimada de 11.975 pessoas. A cidade foi desenvolvida à margem esquerda do rio Munim. O rio tem sua nascente nos tabuleiros da Formação Barreiras, a nordeste de Caxias, deságua na baía de São José, entre Axixá e Icatu, após um percurso de mais de 320km (IBGE, 2016; 2017).

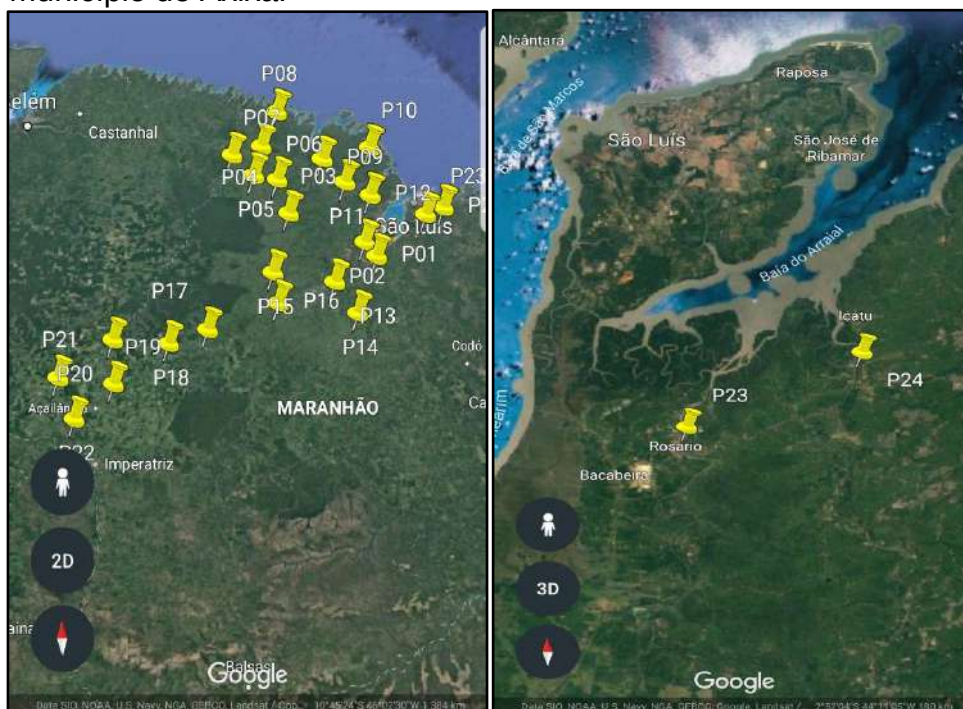
No dia 11 de maio de 2018 foi realizada a coleta de água no município de Axixá, correspondendo ao ponto do rio Munim, conforme Figuras 52 e 53.

Figura 52 - Pontos de coleta de água, onde: P.23 corresponde ao Rio Itapecuru e P. ao Rio Munim



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Figura 53 - Localização geográfica dos pontos de coleta de água, no município de Axixá.



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

#### 9.1.4 Simulação de carga de nutrientes

Um exercício básico com os dados pretéritos obtidos no portal HidroWeb, considerando-se os dados de vazão e concentração de fósforo e nitrogênio indicaram que o Rio Tocantins pode transportar uma carga de aproximadamente 76,5Kg de fósforo e 52,7Kg de nitrogênio por dia (Tabela 10).

Tabela 10 - Dados de vazão, concentração e carga de fósforo e nitrogênio no rio Tocantins

| Cargas de fósforo |                                                |                                               |                               |
|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| Rio               | Vazão média (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | Concentração de fósforo (ug.L <sup>-1</sup> ) | Carga (kg.dia <sup>-1</sup> ) |
| Tocantins         | 3053,21                                        | 0,29                                          | 76, 5                         |

| Cargas de nitrogênio |                                                |                                               |                               |
|----------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| Rio                  | Vazão média (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | Concentração de fósforo (ug.L <sup>-1</sup> ) | Carga (kg.dia <sup>-1</sup> ) |
| Tocantins            | 3053,21                                        | 0,20                                          | 52,7                          |

Fonte: Portal HidroWeb ANA - vazão média ano de 2007 – concentração de nutrientes ano de 2011.



Quando se avalia a razão N/P, o valor obtido  $<1,0$  (0,68) indica uma sobrecarga de fósforo. Esse valor deverá ser comparado com outras sub-bacias e atualizado para possibilitar interpretações. No entanto, observa-se que a razão usada por Guildford e Hecky (2000), para lagos e oceanos, avalia que razão  $<20$  indica limitação por nitrogênio; razão  $>65$ , limitação por fósforo; e, em razões intermediárias, considera-se co-limitação por N e P. Sendo observada razão próxima de 10 para o esgoto doméstico.

Os canais fluviais (rios) são os principais componentes das sub-bacias, sendo sistemas dinâmicos que atuam no transporte de água e substâncias dissolvidas e particuladas advindas da atmosfera e do continente. Os rios são fundamentais para o entendimento dos fluxos de nutrientes, especialmente àqueles relacionados aos ciclos biogeoquímicos do carbono (C), nitrogênio (N) - dos quais as formas gasosas têm participação significativa -, e o fósforo (P) (SEITZINGER et al., 2010).

A principal fonte natural de P para os ecossistemas aquáticos são os minerais formadores de rochas, principalmente a apatita, e sua liberação ocorre através do processo de intemperismo. Estas fontes fornecem geralmente pequenas quantidades de P aos rios ( $<0,1\text{kg P ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) e são predominantemente na forma de partículas (partículas de solo, poeira e serapilheira) (WITHERS; JARVIE, 2008). Nesse contexto, valores elevados de fósforo em sistemas hídricos, normalmente estão relacionados com influências antrópicas pertinentes ao uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica.

A composição química das águas superficiais, controlada pela dinâmica dos elementos químicos nas bacias de drenagem, é influenciada pela geologia, relevo, cobertura vegetal, regime pluviométrico, além das atividades antrópicas, e, portanto, sofre variações temporais e espaciais em decorrência de processos internos e externos ao corpo hídrico. Os processos hidrológicos e sua dinâmica sazonal afetam significativamente os processos biogeoquímicos, visto que o movimento da água entre os vários compartimentos do ecossistema é o principal processo de redistribuição dos nutrientes (STEVENS et al., 2004).

Os dados pretéritos levantados para as bacias selecionadas serão analisados em relação à sua consistência e baseados na condição de Variáveis Contínuas, aquelas que assumem todos os infinitos valores numéricos entre os seus valores mínimo e máximo. Na natureza, a maioria das variáveis é contínua; raramente ocorrem alterações bruscas fora de um intervalo pré-existente.

#### 9.1.5 Curso de Preparação para Elaboração de Cenários e Prognósticos do ZEE

Entre os dias 21 e 25 de maio de 2018 foi oferecido, na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, um Curso de Preparação para Elaboração de Cenários e Prognósticos do ZEE, ministrado pelo Prof. Valter José Marques do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Curso voltado para os profissionais, que atuam no Bioma Amazônico, teve como finalidade orientar as equipes para a elaboração do cenário que vai ser feito após o diagnóstico (Figura 54).

Figura 54 - Curso de Preparação para Elaboração de Cenários e Prognósticos do ZEE



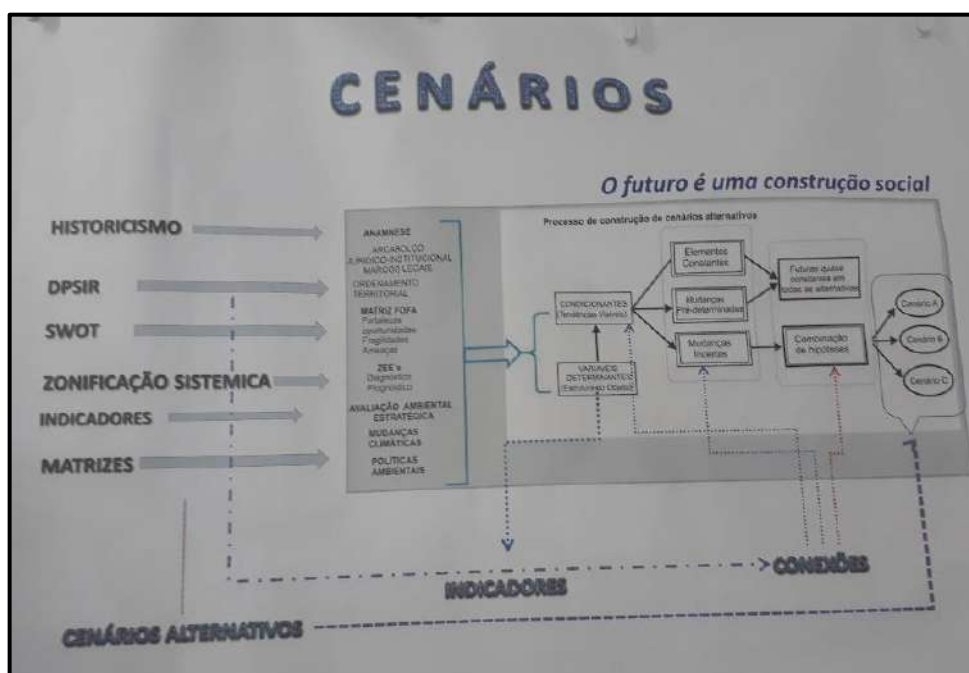
Fonte: IMESC (2018)

A primeira parte do curso tratou das questões conceituais tais como: categorias geográficas, cenários, planejamento estratégico, geossistemas, etc.. Foram apresentadas, ainda, experiências e técnicas utilizadas em construção de cenários recentes no Brasil e em outros países, como os Cenários da FIEMA, BR 163, ELETRONORTE e ZEE BR. Além de alguns métodos, como o de Grumbarch, Equilíbrio de Nash, SWOT FOFA, entre outros.

Em seguida, ocorreu a apresentação de nove eixos de desenvolvimento: Agronegócio; Agricultura familiar; Biodiversidade, Conservação e Preservação; Polos Regionais; Extrativismo; Turismo; Povos e comunidades tradicionais; Indústria e Comércio e Infraestrutura. Destes, foram escolhidos Agronegócio e Biodiversidade para serem trabalhados ao longo do curso.

No eixo de Agronegócio, tratou-se de grãos, agricultura familiar, pecuária e extrativismo. No de Biodiversidade, abordou-se fauna, flora, recursos hídricos, impactos ambientais, áreas protegidas e frágeis e biotecnologia. As etapas da metodologia de Cenarização foram detalhadas e divididas em: etapa preparatória, condicionantes (processos) e variáveis determinantes (Figura 55).

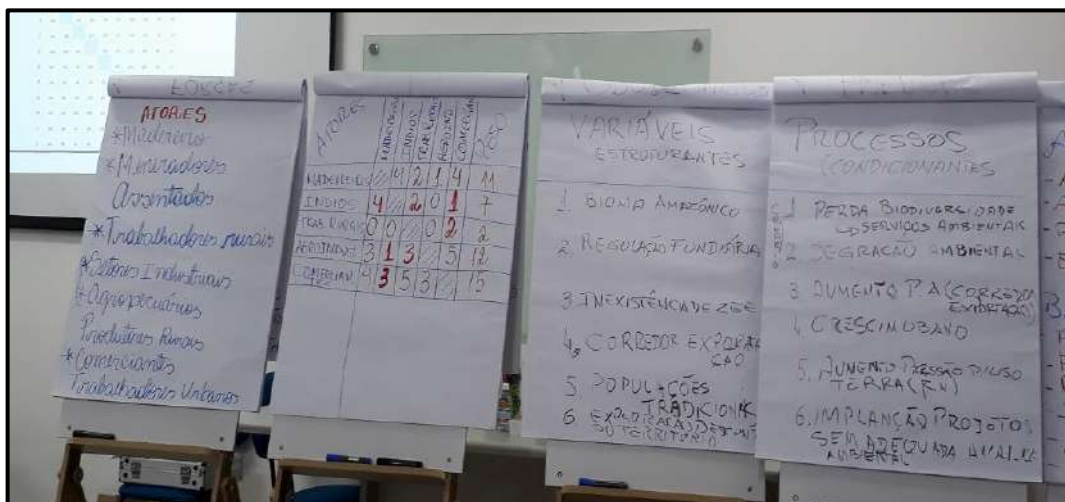
Figura 55 - Etapas da metodologia da construção de cenários



Fonte: Ribeiro (2018)

Para os dois eixos, as questões prioritárias de Forças (pontos fortes); Fraquezas (pontos fracos); Oportunidades e Ameaças para o Bioma Amazônico foram trabalhadas. Em seguida, os atores envolvidos, as variáveis estruturantes e as condicionantes foram definidos, a fim de se dar a construção das matrizes e finalização do cenário (Figura 56).

Figura 56 - Construção dos cenários



Fonte: Ribeiro (2018)

No dia 25 de maio aconteceu o encerramento do curso no auditório do Núcleo de Tecnologias para a Educação – UEMANET, da UEMA, com a palestra do professor e geólogo Valter José Marques, pesquisador sênior do Serviço Geológico Brasileiro e coautor da Metodologia de Cenarização Aplicada ao ZEE, em âmbito nacional e adotada por países latino-americanos (Figura 57).

Figura 57 - Palestra de encerramento do Curso de Cenários.



Fonte: IMESC (2018)

### 9.1.6 Capacitação da Equipe do ZEE

Durante todo o dia 15 de junho ocorreu uma capacitação para a equipe do ZEE, na UEMA, em que foram discutidos e definidos os eixos de desenvolvimento temático (Figura 58).

Figura 58 - Eixos de desenvolvimento temático do ZEE-Amazônia Maranhense.

| Temas                                  | Eixos de Desenvolvimentos Temáticos |
|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 – Geodiversidade                     | Agropecuária                        |
| 2 – Pedologia e Aptidão                | Exploração Mineral                  |
| 3 – Climatologia                       | Conservação Socioambiental          |
| 4 – Vegetação                          | Setor Terciário                     |
| 5 – Fauna                              | Áreas Institucionais                |
| 6 – Socioeconomia                      | Indústria de Transformação          |
| 7 – Recursos Hídricos                  | Infraestrutura e Logística          |
| 8 – Uso e Ocupação                     | Recursos Hídricos                   |
| 9 – Potencialidades                    | Biodiversidade                      |
| 10 – Arranjos Jurídicos Institucionais | Geodiversidade                      |

Fonte: Dados da pesquisa (2018)



## **10 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: análise da qualidade da água**

A análise de qualidade da água pode ser baseada na comparação de características físico-químicas com padrões estabelecidos para os diversos tipos de usos previstos, tais como consumo humano e irrigação. Ao analisar esses parâmetros pode-se apontar as operações que envolvem o uso e o manejo do solo, levando a concluir quais as que mais exercem influência na qualidade da água (SANTANA et. al., 2011).

Os usos múltiplos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas acarretam grandes variações das características físicas, químicas e bacteriológicas ao longo de seu percurso. Estas características ou parâmetros quando avaliados em conjunto, possibilitam verificar os níveis de poluição de um determinado manancial, promovendo a definição da qualidade da água e seu enquadramento dentro de classes (CARVALHO, 2005).

Um corpo hídrico em equilíbrio ecológico, que garanta a saúde e o bem-estar humano, depende que parâmetros físicos, químicos e biológicos estejam dentro de um nível de qualidade avaliado por condições e padrões específicos que assegurem seus usos preponderantes (BRASIL, 2005).

Existem muitos parâmetros por meio dos quais se avalia a qualidade das águas. Nesse trabalho, priorizaram-se alguns dos mais significativos critérios de variáveis quantitativas de análise da água à luz da Resolução CONAMA N.º 357 de 17 de março de 2005.

### **10.2 Resultados das variáveis limnológicas**

Coleta piloto  
Município de Axixá e rio Munim

As amostras de água para determinação dos parâmetros temperatura, pH, potencial redox, condutividade, turbidez, oxigênio e sólidos totais dissolvidos (Tabela 11) foram obtidas *in situ* através de uma sonda multiparâmetro de qualidade da água HORIBA Série U-50.

Tabela 11 - Análise das amostras coletadas, in loco, correspondente ao Rio Munim no município de Axixá - MA

| Data                             | GPS                      | Temperatura | pH   | Potencial redox | Condutividade | Turbidez             | Oxigênio dissolvido | Sólidos totais dissolvidos |
|----------------------------------|--------------------------|-------------|------|-----------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------------------|
| 11.5.18<br>Ponto 1               | 584073<br>9675419<br>UTM | 27,47       | 6,33 | 246             | 0,075         | Maior<br>que<br>1000 | 8,82<br>112,5%      | 0,049                      |
| 11.5.18<br>Ponto 2<br>Superfície |                          | 26,85       | 5,06 | 242             | 0,040         | 38,7                 | 7,6<br>96,4%        | 0,026                      |
| Ponto 2<br>Fundo                 |                          | 26,85       | 4,5  | 148             | 0,040         | 38,4                 | 10,59<br>134,4%     | 0,026                      |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Analisando os dados da Tabela 11, observa-se que a **temperatura** do Rio Munim se apresentou estável nos dois pontos de coleta tendo como valor máximo 27,47°C e mínimo de 26,85°C. Padrões de estabilidade de temperatura também foram descritos por Euba Neto et al. (2012), em estudo realizado nas águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do médio Itapecuru-MA. Segundo Nova (2005), a temperatura da água provavelmente tem a maior influência sobre a vida e os sistemas aquáticos do que qualquer outra variável tomada isoladamente, devido à interação que ocorre entre elas.

Na amostra analisada, o **pH** foi, predominantemente, ácido em todos os pontos, com os valores variando entre um máximo de 6,33 (P1) e mínimo de 4,5 (P2, no fundo). Andrade et al. (2016), avaliando as características físico-químicas do lago Macurany em Parintins-AM também não observaram diferenças significativas nas características nos períodos secos e chuvosos em relação aos valores de pH e temperatura.

Para Camargo et al. (2009), o pH exerce influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos naturais; no primeiro, em função dos efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, no segundo, por contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, em condições específicas de pH, ou até mesmo sobre a solubilidade de nutrientes.

Em relação à **condutividade elétrica**, registrou valor mínimo de 0,040µS.cm (P2, para superfície e fundo) e máximo de 0,075µS.cm (P1). Segundo Brasil (2006), valores superiores a 100µS.cm indicam ambientes impactados.

Conforme observado, pelos baixos valores encontrados, a condutividade encontra-se dentro dos limites aceitáveis pela legislação vigente.

A **turbidez** de amostra de água é o grau de atenuação de intensidade de um feixe de luz que sofre ao atravessá-lo devido à presença de sólidos em suspensão, sendo de extrema importância para o processo fotossintético, fator essencial para a produção de matéria orgânica e o equilíbrio do balanço de gases (BRASIL, 2006).

Sobre esta variável, os valores encontrados apresentaram-se constantes para P2 de 38,7 UNT (superfície) e 38,4 UNT (fundo), não apresentando grande variação em seus valores. As medidas desta variável estão em conformidade com o padrão estabelecido pela resolução CONAMA N.º 357/05, que é de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) para a Classe 2.

Ainda sobre essa variável, valores próximos foram registrados por Rodrigues (2011), em trabalho realizado na Bacia do Rio Pindaré. Valores abaixo do limite máximo indicado pela legislação vigente (100 NTU) foram encontrados no Rio Bem no Município de Humaitá-Amazonas (PEIXOTO et al., 2014).

Os valores de **sólidos totais dissolvidos** para a amostra foram de máximo de 0,049 mg/L (P1) e mínimo de 0,026 mg/L (P2) tanto para a superfície quanto para a amostra de fundo.

O **oxigênio dissolvido (OD)** é um dos gases mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos (NASCIMENTO, 2010). Este indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de importância vital para os seres aquáticos aeróbicos (ORSSATTO, 2008). A introdução de oxigênio no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico (MACÊDO, 2003).

O teor de  $O_2$  na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude. Quanto maior sua concentração melhor a qualidade da água (MACÊDO, 2003). Os valores de oxigênio dissolvido encontrados nesse estudo foram: mínimo de 8,82mg/L (P1) e máximo de 10,59mg/L (P2, fundo), os quais estão dentro do permitido para qualquer amostra, não inferior a 5mg/L, segundo a legislação.

Variações de  $O_2$  mínimas de 5,8mg.L<sup>-1</sup> foram encontradas por Santos e Carvalho (2007) em estudos no Rio Munim. Já no Rio Tocantins, encontrou-se valores próximos ao deste estudo de 7,6mg/L, na cidade de Imperatriz (BORSATTO et. al., 2010). Em contraste a estes estudos Euba Neto et al. (2012) encontraram baixos



índices de oxigênio dissolvido ( $>5,0\text{mgL}^{-1}$ ) na bacia do rio Itapecuru, fato justificado pela ocorrência de eutrofização na região.

Diante das análises deste estudo confirma-se que as características físico-químicas são de extrema importância na dinâmica do ecossistema aquático. Ratifica-se que os valores encontrados para as variáveis analisadas são considerados adequados para a manutenção da vida aquática, conforme legislação em vigor.

Primeira Coleta de água – período seco: 19 pontos

No mês de junho de 2018 foram realizadas as coletas e análises de 19 pontos do Estado do Maranhão, sendo esses: Arari, Cajari, Santa Luzia do Paruá, Santa Helena, Mirinzal, Maracaçumé, Gurupi, Pinheiro, São Bento, Bela Vista, Santa Luzia, Rio Buriticupu, Bom Jesus, Itinga, Pequiá Baixo, Rio Açailândia, Rosário, Axixá e Icatu.

Nessas, foram obtidos resultados dos parâmetros de temperatura; pH; Potencial Redox; Condutividade; Turbidez; Oxigênio Dissolvido; Sólidos Totais Dissolvidos e Salinidade. Foram elaborados os gráficos, a partir da média dos dados de superfície e fundo dos parâmetros citados anteriormente.

De acordo com a Resolução CONAMA N.º 357/05, os coliformes termotolerantes podem crescer em temperaturas de  $44^{\circ}\text{C}$  –  $45^{\circ}\text{C}$ , no entanto, os valores de temperatura (Gráfico 176) demonstram temperatura mínima de  $25,14^{\circ}\text{C}$  (Rio Buriticupu) e máxima de  $29,71^{\circ}\text{C}$  (Bela Vista), ainda assim, temperaturas abaixo das que os coliformes termotolerantes podem crescer, mas isso não impede que o ambiente esteja contaminado por outros coliformes.

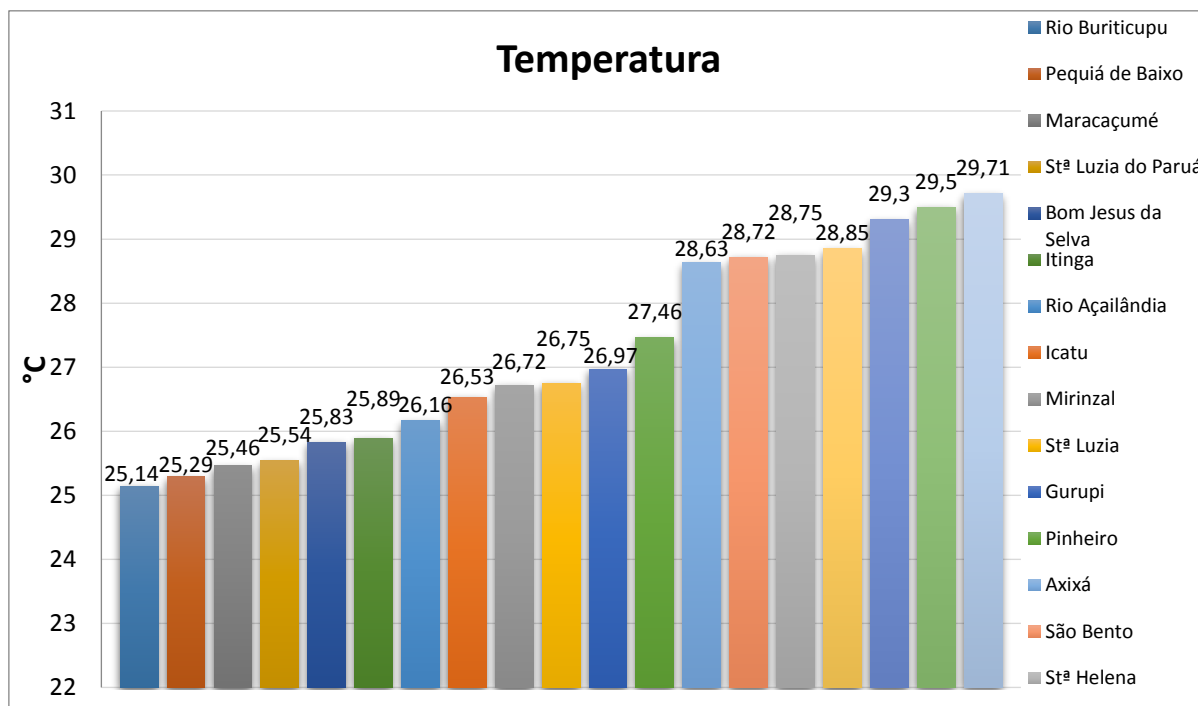
## Temperatura

Não consta na legislação valores máximos ou mínimos estipulados para esta variável, entretanto, os resultados obtidos para temperatura estão dentro do esperado para a condição climática da nossa região (Gráfico 176).

Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), a elevação da temperatura também tem como consequência a intensificação da taxa de decomposição da matéria orgânica, aumentando a DBO do ambiente aquático, sendo que liberações de

nitrogênio e fósforo também são intensificadas pela lixiviação (processo de dissolução de frações hidrossolúveis que ocorre durante a decomposição).

Gráfico 176 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.

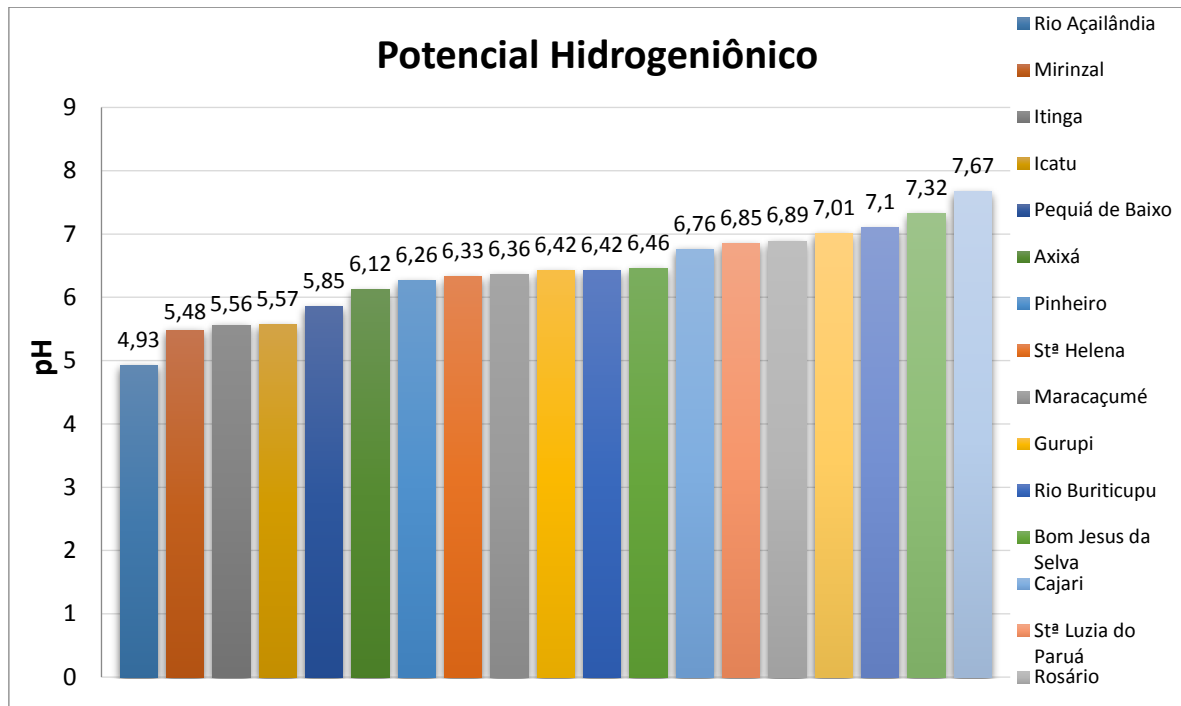


Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

pH

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), o ideal regulamentado pelo CONAMA, são valores de 6,0 a 9,0 e entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). No Gráfico 177, podem ser observados que os pontos do Rio Açailândia, Mirinzal, Itinga, Icatu e Pequiá de Baixo, revelam valores abaixo do adequado para ambientes de água doce, sendo esses, 4,93; 5,48; 5,56; 5,57 e 5,85, respectivamente.

Gráfico 177 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

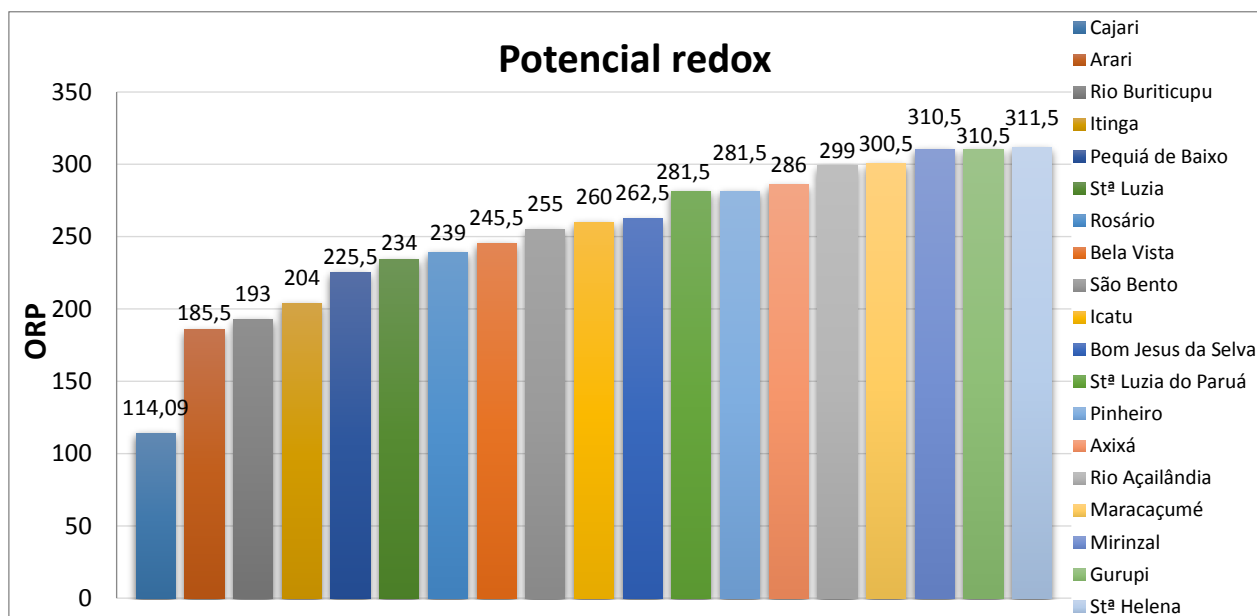
Santos e Silva (2016), também não encontraram anormalidades de pH nas águas dos rios Itapecuru e Mearim (6,9 e 6,6, respectivamente) no trabalho de análise e avaliação das águas do baixo curso do Itapecuru em Coroatá-MA.

No monitoramento das bacias hidrográficas do Maranhão, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA) encontrou valores não regulamentados pela Resolução CONAMA (Anexo A), sendo o valor mais baixo 4,31 no município de Chapadinha (MA-719-R-12).

No ano de 2018, destaca-se o valor 1, muito baixo (ácido) de pH, no Rio Preguiças (MA-7195-R-3) (Anexo B), no Rio Munim, no município de Anapurus (MA-7164-I-1) também foi encontrado um valor baixo de pH, sendo 4,9 (Anexo C). Ainda no corpo hídrico do Rio Munim, no município de Urbano Santos (MA-7192-I-10), foi encontrado um valor semelhante, de 4,8 (Anexo D). Para o mês de março de 2018, no corpo hídrico do Rio Tapuio (MA-7185-I-3), no município de São Mateus, no corpo hídrico do Rio Pindaré, no município de Alto Alegre do Pindaré (MA-7162-I-4) e no Rio Mearim/Bambu, no município de Bacabal (MA-7165-I-5), foram encontrados os valores mais baixos de pH, sendo de 4,2 (Anexo E), todos considerados inadequados de acordo com a Resolução CONAMA.

## Potencial redox

Gráfico 178 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.

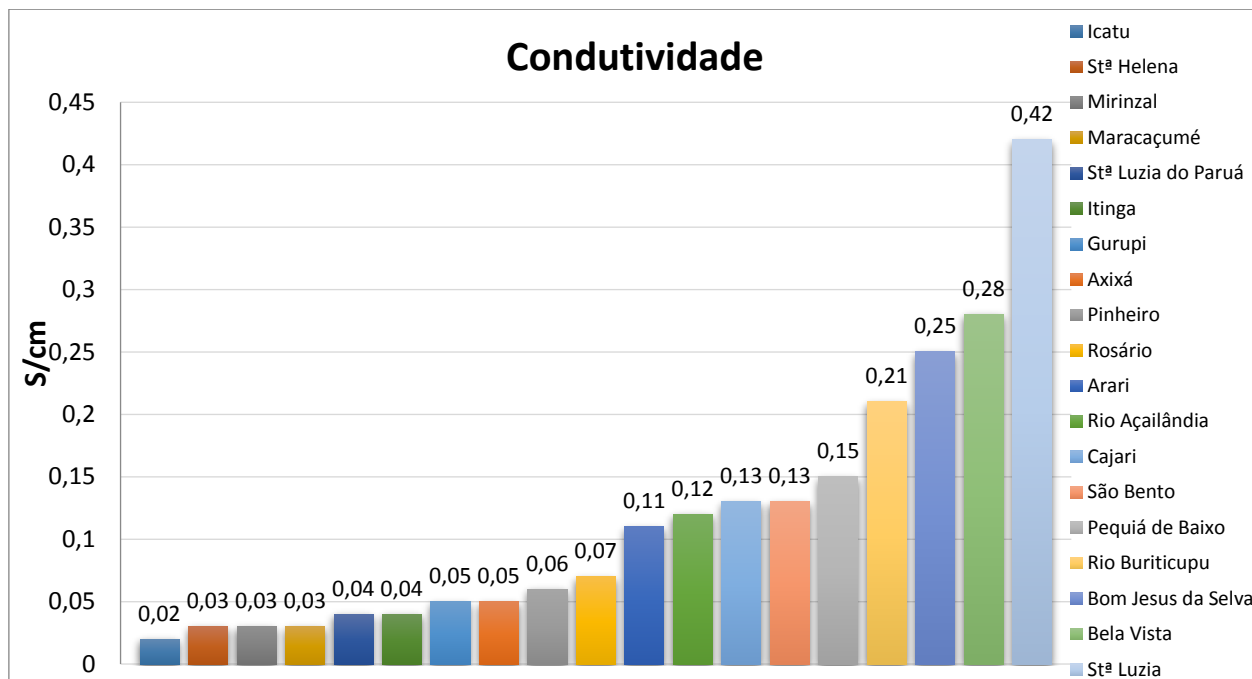


Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## Condutividade Elétrica

A Resolução CONAMA 357/05 não determina valor específico para esta variável. Estudos de análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita-SP realizados por Buzelli e Cunha-Santino (2013) também identificaram valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

Gráfico 179 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta



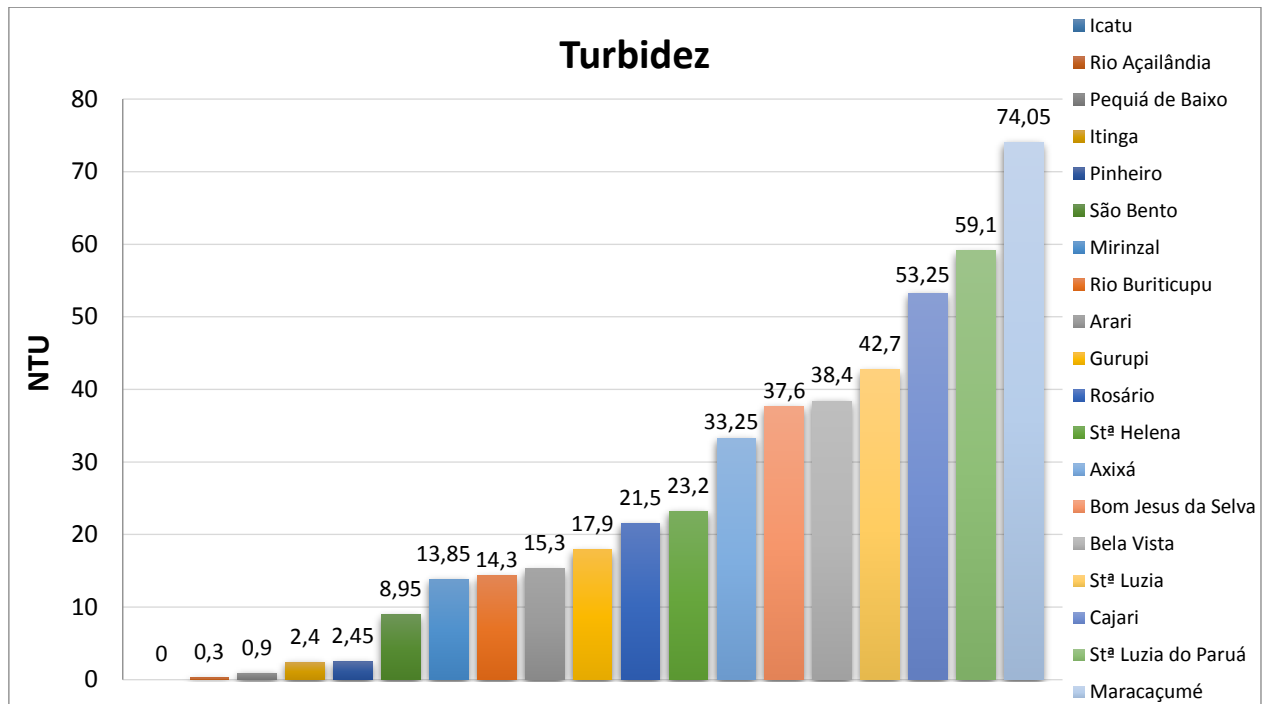
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## Turbidez

Os parâmetros de “cor” e “turbidez” indicam a presença de partículas em suspensão que são de alta relevância, pois são indicativos de assoreamento (CONTE; LEOPOLDO, 2011) decorrentes de fatores como desmatamento, crescimento desordenado, entre outros (REIS et al., 2002).

Os valores de turbidez (Gráfico 162) encontrados estão dentro do estabelecido pelo CONAMA para rios de Classe 2, de até 100 NTU, destacando-se entre os valores encontrados, o ponto de Icatu (0 NTU), Rio Açailândia (0,3 NTU) e Pequiá de Baixo (0,9 NTU), com índices abaixo de 1 NTU de turbidez, indicando águas pouco turvas, que têm alta penetração de luz solar na coluna d’água.

Gráfico 180 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2009), o aumento da turbidez ocorre, geralmente, em estações chuvosas devido a movimentação do sedimento em locais rasos como zona litorânea, erosão das margens por falta de vegetação, folhagens e galhos de árvores que são levados para dentro do corpo hídrico por ação dos ventos e da correnteza. Detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton, dentre outros, também interferem na turbidez (por biogênese) da água.

Dos resultados obtidos do monitoramento da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), no ano de 2017, também ocorre o aumento de Turbidez, destacando o ponto do município de Pindaré-Mirim (MA-7162-I-29), com valor de 294,89 NTU.

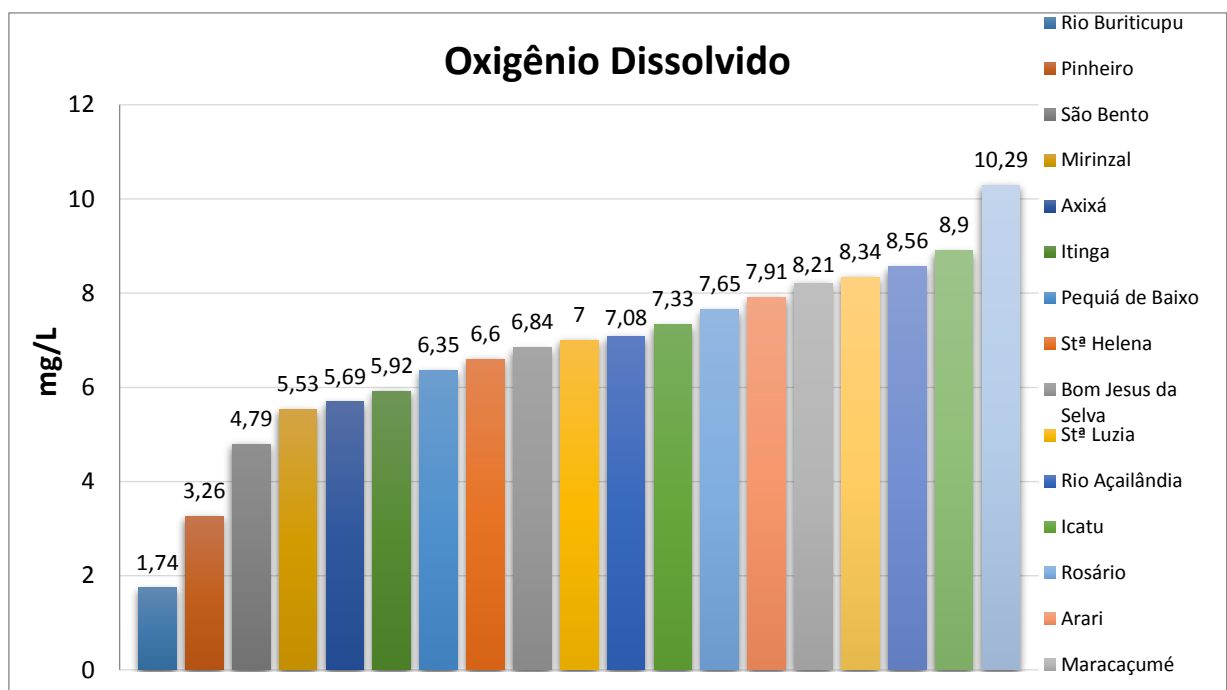
## Oxigênio Dissolvido

Para o oxigênio dissolvido (Gráfico 181), foram encontrados valores irregulares para a resolução CONAMA nos pontos do Rio Buriticupu (1,74mg/L), Pinheiro (3,26mg/L) e São Bento (4,79mg/L), sendo o valor ideal maior ou igual a

5mg/L, o que pode acabar prejudicando a vida de vários organismos nesses pontos, visto que esses dependem de oxigênio para respirar e sobreviver.

Resultados obtidos por Santos e Silva (2016), para o O<sub>2</sub> dissolvido no rio Mearim, também foram considerados muito baixos. Comportamento possivelmente explicado pela baixa aeração do rio, embora este tenha um volume de água bem elevado. Os demais pontos apresentaram valores que demonstram boa oxigenação da água dos rios.

Gráfico 181 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Estudos realizados pelo IMESC (2014) apresentaram taxas de oxigênio dissolvido abaixo do parâmetro exigido pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que é de 5mg/L. Além de ter apresentado alterações também no aspecto “Cor Aparente” com valores elevados em relação aos exigidos na Legislação.

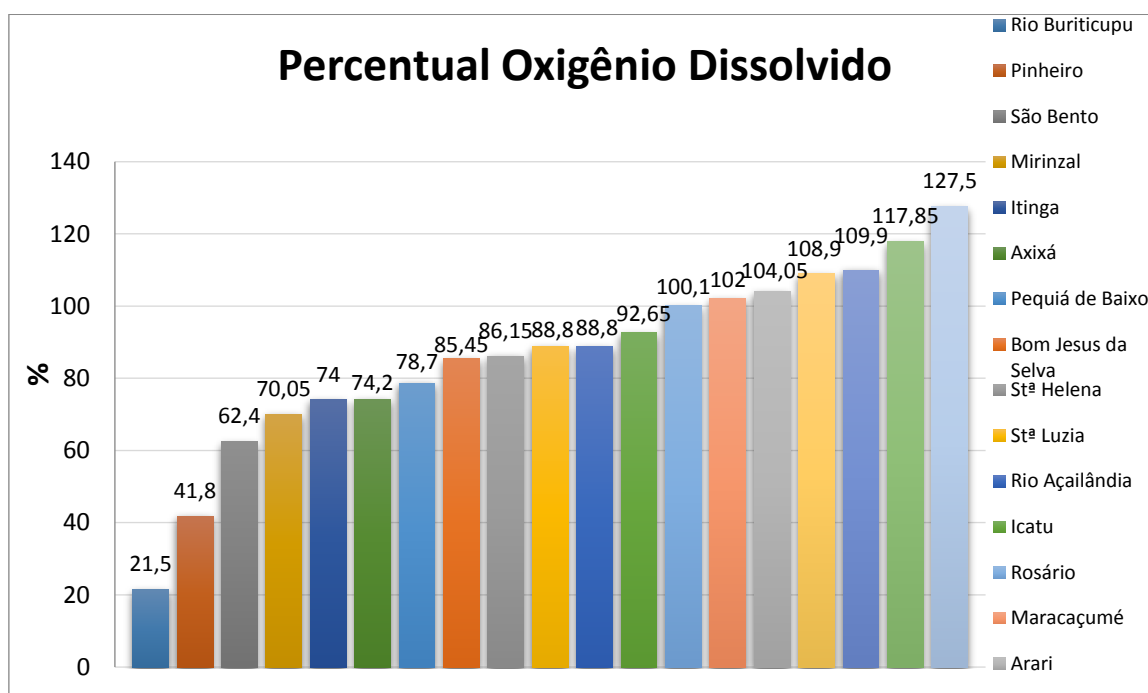
O aumento da DBO nos corpos de água pode ser decorrente de despejos de esgoto, provocando um aumento no teor de matéria orgânica, tendo como consequência a diminuição do oxigênio dissolvido por oxidação, o que causa a morte de animais; além de alterar tanto o cheiro quanto o sabor da água (CESTEB, 2009).

Dessa forma, a DBO pode ser considerada um indicador de qualidade de água ao se considerar a poluição orgânica (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

No ano de 2017, no monitoramento realizado pela SEMA, foi encontrado um valor muito baixo para o que é considerado ideal de acordo com a Resolução CONAMA, sendo esse de 1,47 no município de Anapurus (MA-7164-I-1) (Anexo A). Já para o ano de 2018, no mês de abril, também se destaca o valor de 2,46, no Rio Preguiças (MA-7196-R-3) (Anexo B), no corpo hídrico do Rio Munim, no município de Chapadinha (MA-7192-R-12), foi encontrado um valor muito baixo de 0,9 (Anexo C), no município de Nina Rodrigues (MA-7192-I-1), o valor de 3,22 (Anexo D) e no município de Bacabal, no corpo hídrico do Rio Mearim/Bambu (MA-7165-I-5), o valor de 1 (Anexo E).

#### Percentual de Oxigênio Dissolvido

Gráfico 182 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta



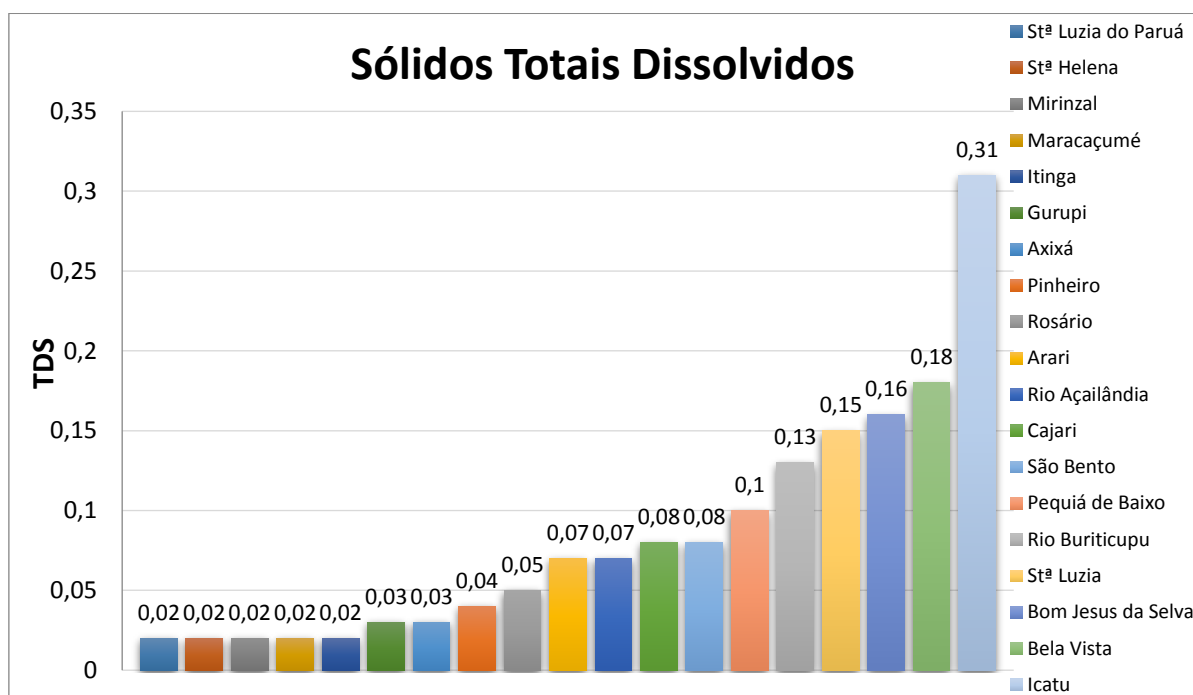
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)



## Sólidos totais dissolvidos

Para sólidos totais dissolvidos, o estabelecido na Resolução CONAMA é de 500mg/L, no entanto, todos os valores encontrados foram abaixo de 1mg/L (Gráfico 183), alguns sólidos totais dissolvidos são essenciais, porém altos índices são prejudiciais, se encontrados no corpo d'água, podendo afetar a comunidade aquática, alterar as condições de luminosidade da água interferindo no metabolismo dos organismos autotróficos submersos, por dificultar a realização da fotossíntese, consequentemente, prejudica também os demais organismos (ANA, 2009).

Gráfico 183 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

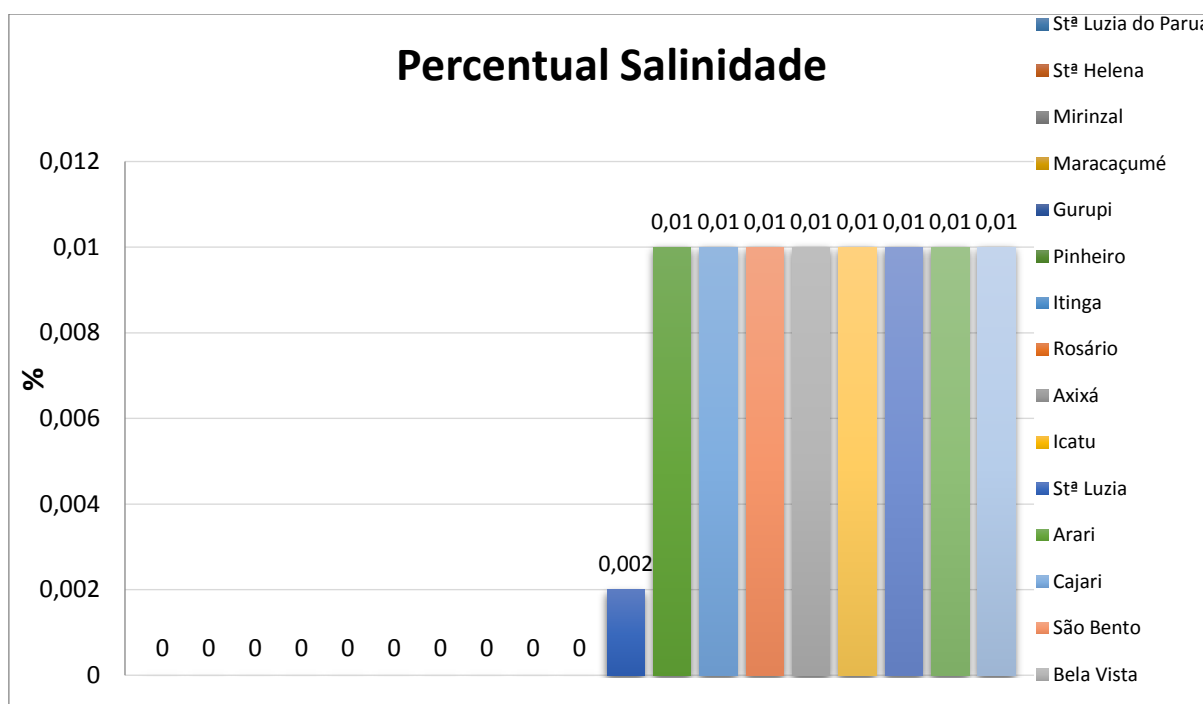
O comportamento dos sólidos totais é semelhante ao da turbidez, variável com a qual se relaciona. Os valores refletem a condição local, com aumento em locais de maior poluição (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003).

## Percentual de Salinidade

De acordo com a Resolução CONAMA, são ambientes de água doce, os que possuem salinidade igual ou inferior a 0,5%, desta forma, os valores encontrados,

todos abaixo de 0,1% (Gráfico 184), indicam que os pontos de água doce estão com percentuais adequados e dentro dos padrões, não prejudicados por altos percentuais de salinidade, que poderia prejudicar os organismos do meio.

Gráfico 184 – Média das análises das amostras coletadas, em ordem crescente, correspondente aos 19 pontos de coleta.



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## 10.2 Análise da qualidade da água superficial: análise laboratorial

### Dados Laboratório Acqua (período chuvoso e seco)

Nos dois períodos de coletas, sendo o primeiro foi na estação chuvosa e o segundo na estação seca, foram realizadas coletas com frascos que foram armazenados e levados para o Laboratório Acqua, para a análise dos seguintes parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO<sub>3</sub>, Nitrito NO<sub>2</sub>, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, afim de reunir mais informações a respeito da qualidade de água dos pontos estudados (Tabelas 12 e 13). Os resultados obtidos podem ser observados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Resultado dos dados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO<sub>3</sub>, Nitrito NO<sub>2</sub>, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período chuvoso

| Tipo de Amostra | Ponto da Amostra     | Clorofila (µg/L) | Fósforo (mg/L) | Nitrato NO <sub>3</sub> (mg/L NO <sub>3</sub> -N) | Nitrito NO <sub>2</sub> (mg/L NO <sub>2</sub> -N) | Nitrogênio Amoniacal (mg/L) | Turbidez (UNT) |
|-----------------|----------------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Superficial     | Pinheiro             | <1,6             | <b>0.147</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | 0.111                       | 6.82           |
|                 | Bela Vista           | <1,6             | <b>0.195</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 42.5           |
|                 | Mirinzal             | <1,6             | <b>0.115</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 30.1           |
|                 | Rosário              | <1,6             | <b>0.152</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 31.5           |
|                 | Axixá                | <1,6             | <b>0.0500</b>  | 0.400                                             | <0,07                                             | <0,055                      | 27.4           |
|                 | Santa Helena         | <1,6             | <b>0.179</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 17.1           |
|                 | Maracaçumé           | <1,6             | <b>0.107</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 78.7           |
|                 | Gurupi               | <1,6             | <b>0.143</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 28.3           |
|                 | São Luís             | <1,6             | <0,00500       | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | <0,810         |
|                 | Icatu                | <1,6             | <b>0.119</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 2.35           |
|                 | Rio Açailândia       | <1,6             | <0,00500       | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 4.15           |
|                 | Arari                | <1,6             | <0,00500       | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,110                      | 19.2           |
|                 | Cajari               | <1,6             | <0,00500       | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,220                      | 58.0           |
|                 | Bom Jesus da Selva   | <1,6             | <b>0.119</b>   | 0.400                                             | <0,07                                             | <0,055                      | 50.7           |
|                 | Santa Luzia do Paruá | <1,6             | <0,00500       | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,22                       | 59.6           |
|                 | Pequiá               | <1,6             | <b>0.0860</b>  | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 3.75           |
|                 | Itinga               | <1,6             | <b>0.0700</b>  | 0.600                                             | <0,07                                             | <0,055                      | 29.5           |
|                 | Buritcupu            | <1,6             | <b>0.0790</b>  | <0,400                                            | <0,07                                             | 0.057                       | 9.34           |
|                 | Santa Luzia          | <1,6             | <b>0.0800</b>  | <0,400                                            | <0,07                                             | <0,055                      | 58.0           |
|                 | São Bento            | <1,6             | <b>0.119</b>   | <0,400                                            | <0,07                                             | 0.065                       | 19.0           |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Tabela 13 - Resultado dos dados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO<sub>3</sub>, Nitrito NO<sub>2</sub>, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período seco

| Tipo de Amostra | Identificação da Amostra                   | Clorofila (µg/L) | Fósforo (mg/L) | Nitrato NO <sub>3</sub> (mg/L NO <sub>3</sub> -N) | Nitrito NO <sub>2</sub> (mg/L NO <sub>2</sub> -N) | Nitrogênio Amoniacal (mg/L) | Turbidez (UNT) |
|-----------------|--------------------------------------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Superficial     | Rio Munim (p25) – Munim                    | <1,6             | <0,00500       | 0.500                                             | < 0,07                                            | <0,055                      | 53.5           |
|                 | Rio Una (p24) – Morros                     | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 4.40           |
|                 | Rio Pindaré Mirim (p22) - Cajari           | <1,6             | <b>0.197</b>   | 0.800                                             | < 0,07                                            | <0,055                      | 802            |
|                 | Rio Itapecuru (p23) - Rosário              | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 82.8           |
|                 | (P19) - Rio Grajaú                         | <1,6             | <b>0.0530</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 20.6           |
|                 | (P21) - Rio Mearim                         | <1,6             | <b>0.0840</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 75.3           |
|                 | (P20) - Rio Lombada                        | <1,6             | <b>0.0870</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | 0.062                       | 96.1           |
|                 | (P19) - Rio Grajaú                         | <1,6             | <b>0.0530</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 20.6           |
|                 | (P21) - Rio Mearim                         | <1,6             | <b>0.0840</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 75.3           |
|                 | Rio Turiaçu (p10) - Araguañã               | <1,6             | <0,00500       | <b>1.20</b>                                       | < 0,07                                            | 0.072                       | 54.3           |
|                 | Pinheiro                                   | <1,6             | 0.103          | 0.400                                             | < 0,07                                            | 0.473                       | 50.7           |
|                 | Rio Buriti (p13) - Buriticupu              | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 38.5           |
|                 | Centro Guilherme (p8) - Rio Maracaçumé     | <1,6             | <0,00500       | 0.400                                             | < 0,07                                            | <0,055                      | 23.3           |
|                 | Rio Pindaré (p11) - Alto Alegre do Pindaré | <1,6             | <0,00500       | 0.400                                             | < 0,07                                            | <0,055                      | 22.9           |
|                 | Mirinzal (rio)                             | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 14.1           |
|                 | Rio Gentil (p12) - Esperantina             | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 34.1           |
|                 | Rio Gurupi (p7)                            | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 15.9           |
|                 | São Bento                                  | <1,6             | <b>0.131</b>   | 0.900                                             | < 0,07                                            | 0.073                       | 85.4           |
|                 | Maracaçumé (p6)                            | <1,6             | <0,00500       | 1.10                                              | < 0,07                                            | <0,055                      | 49.1           |
|                 | Mirinzal (TRIBUTÁRIO)                      | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | 0.062                       | 32.6           |
|                 | Santa Luzia do Parúa (p9)                  | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 28.7           |
|                 | Santa Helena                               | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | 0.091                       | <b>152</b>     |
|                 | Itinga (Rio Gurupi)                        | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 6.50           |
|                 | Rio (p15) - Bom Jesus da Selva             | 5.3              | <b>0.0800</b>  | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 51.1           |
|                 | Rio Açailândia (p16)                       | <1,6             | 0.00500        | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 3.71           |
|                 | Afluente do Rio Açailândia (p18)           | <1,6             | <0,00500       | < 0,400                                           | < 0,07                                            | <0,055                      | 6.57           |
|                 | Rio (p14) - Bom Jesus da Selva             | <1,6             | <0,00500       | 0.400                                             | < 0,07                                            | <0,055                      | 47.5           |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

De acordo com a Resolução CONAMA, N.º 357, os níveis de Clorofila estão dentro do padrão em todos os pontos em que foram coletadas as amostras, tanto no período chuvoso (Tabela 12), quanto no período seco (Tabela 12), mesmo que no período seco, o ponto Rio (p15) - Bom Jesus da Selva - tenha apresentado um valor

de 5,3 (Tabela 13) mais elevado que os demais, ele encontra-se dentro do padrão. Isso acontece com os parâmetros de Nitrato  $\text{NO}_3$ , Nitrito  $\text{NO}_2$  e Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, sendo exceção apenas o ponto do Rio Turiaçu (p10) – Araquanã, para Nitrato com valor de 1,20 no período chuvoso (Tabela 13) e Turbidez, também no período chuvoso, com valor de 152 no ponto de Santa Helena (Tabela 13).

Ao comparar esses resultados com os dados encontrados na base do PNQA, do Rio Tocantins, para Nitratos, Nitritos e Nitrogênio Amoniacal, encontra-se o valor 0 para todos os resultados. Para dados encontrados na base HidroWeb, na Bacia Mearim – Estação Aratoí Grande (33380000), encontra-se valores dentro do permitido para Nitratos (Gráfico 53) e valores abaixo de 1,0 para Nitrogênio Amoniacal (Gráfico 54), já para Nitritos, apenas no dia 29/09/1992, o valor encontrado foi elevado (Gráfico 55).

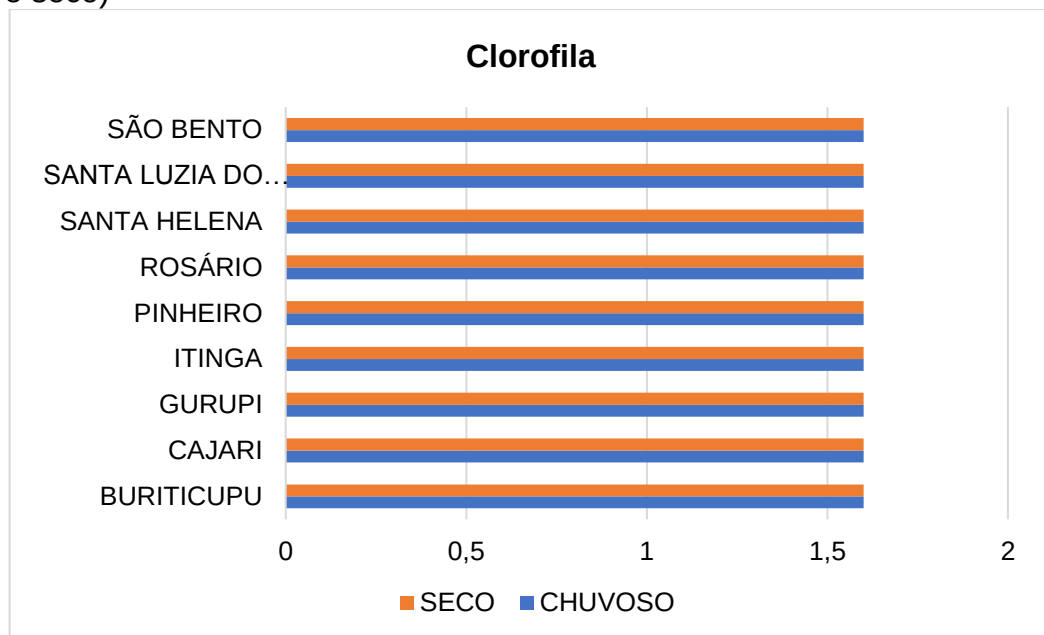
Já para o parâmetro Fósforo, de acordo com a mesma Resolução (CONAMA N.º 357), os níveis estão dentro do padrão permitido para os resultados encontrados nos pontos de São Luís, Rio Açailândia, Arari, Cajari e Santa Luzia do Paruá, todos com valor de  $<0,00500$ . Já os demais pontos de amostra obtiveram resultados acima do permitido. Esses pontos encontram-se em negrito na tabela 12 e 13. Comparando os resultados do parâmetro Fósforo com os dados da base PQNA, especificamente na bacia Rio Tocantins, percebe-se que há valores elevados para os pontos do Rio Tocantins e Gurupi, neste último, com exceção do mês 04/2006 (Figura 7).

Para os dados de Turbidez, comparando com os dados mais recentes obtidos pela SEMA, encontram-se, no ano de 2017, valores elevados no município de Pindaré-Mirim (294,89), Alto Alegre do Pindaré (109,79) e Rosário (113,41) (Anexo A). Já para o ano de 2018, foram encontrados valores elevados nos corpos hídricos do Rio Peria, no município de Humberto de Campos (186,92), Rio Preguiças, no município de Primeira Cruz (151,9) e Rio Peria, também no município de Primeira Cruz (138,48).

#### 10.4 Comparação entre as análises de qualidade da água, em pontos comuns no período chuvoso e seco

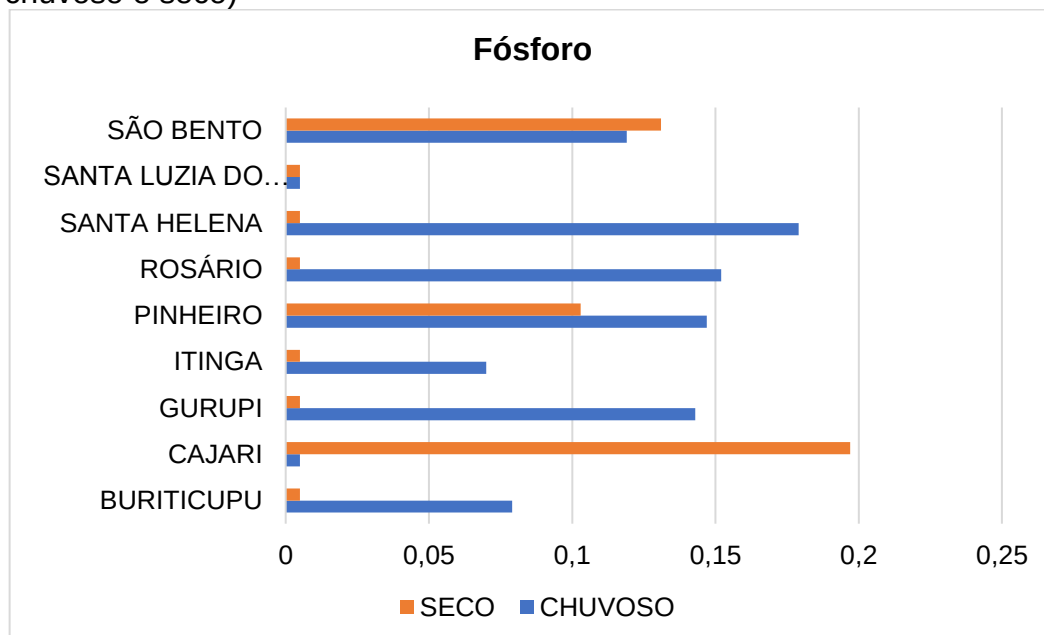
Dados Laboratório Acqua (período chuvoso e seco)

Gráfico 185 – Análise comparativa em relação à clorofila (período chuvoso e seco)



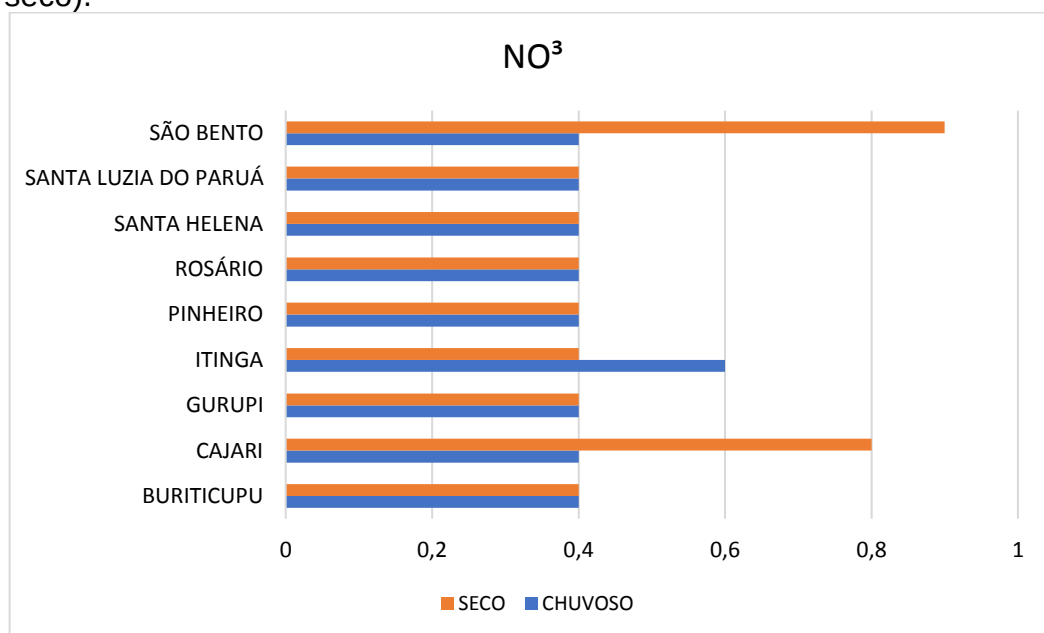
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 186 – Análise comparativa em relação ao fósforo (período chuvoso e seco)



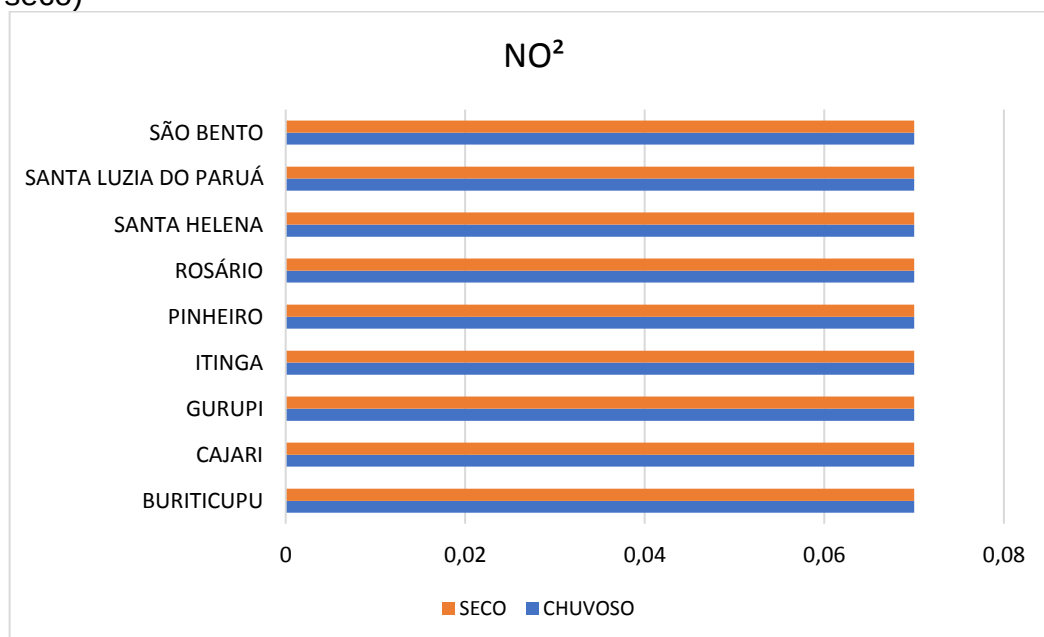
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 187 – Análise comparativa em relação ao  $\text{NO}^3$  (período chuvoso e seco).



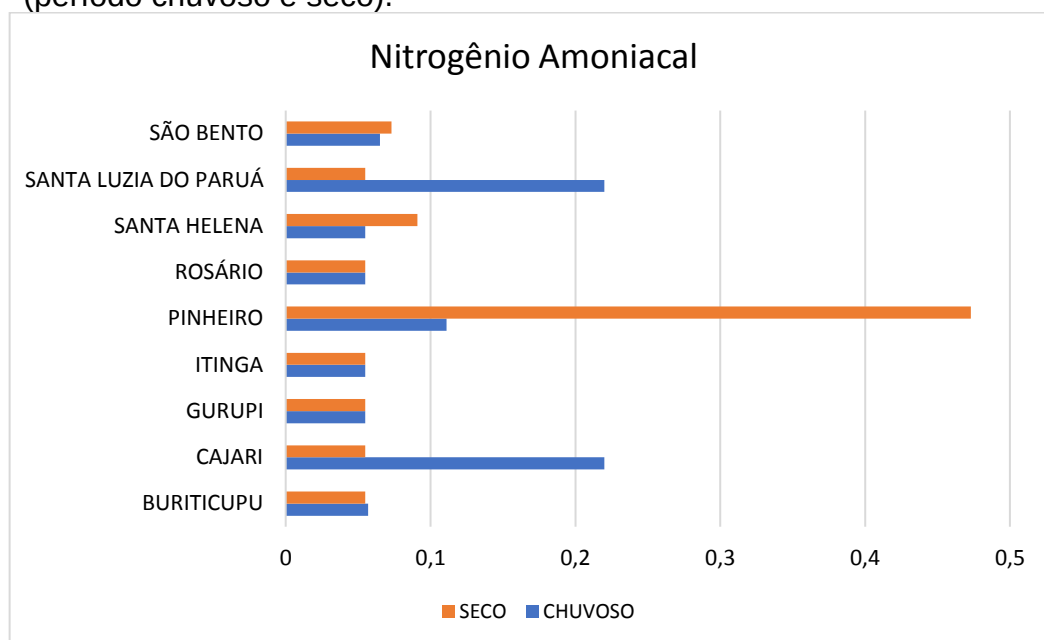
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 188 – Análise comparativa em relação ao  $\text{NO}^2$  (período chuvoso e seco).



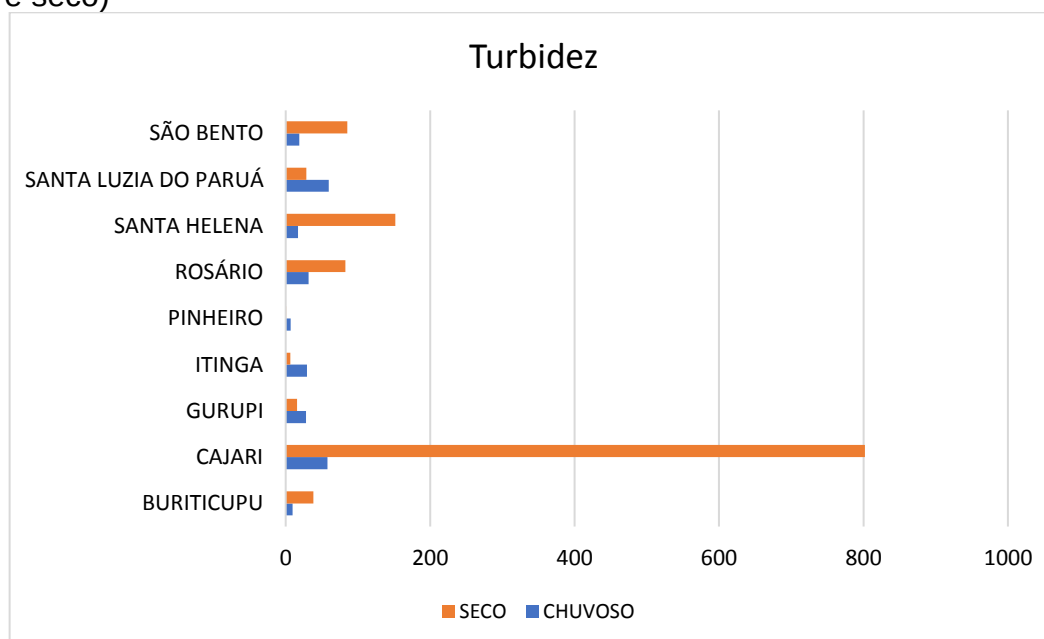
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 189 – Análise comparativa em relação ao nitrogênio amoniacal (período chuvoso e seco).



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 190 – Análise comparativa em relação à turbidez (período chuvoso e seco)

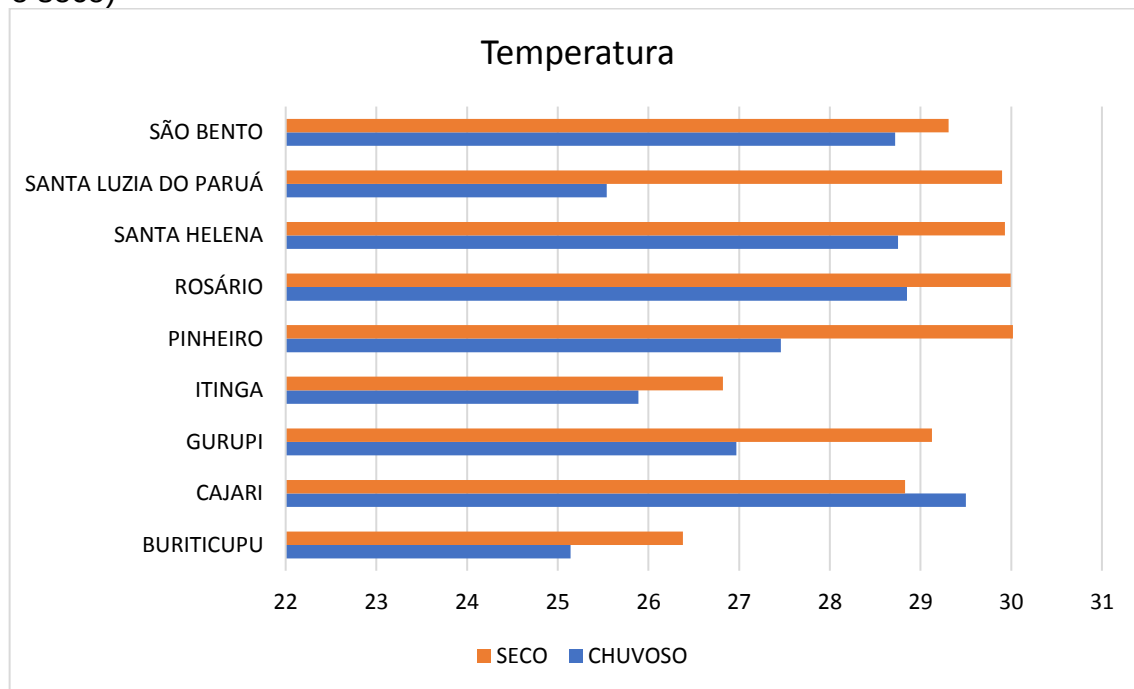


Fonte: Dados da Pesquisa (2018)



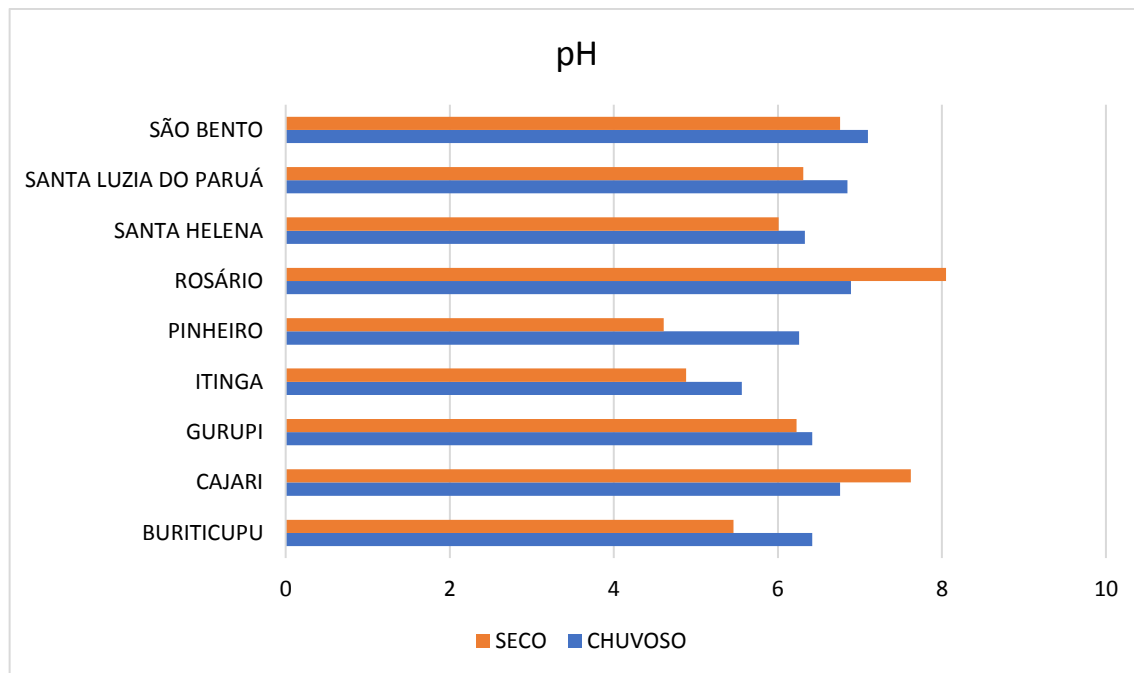
### Dados Multisonda (período chuvoso e seco)

Gráfico 191 – Análise comparativa em relação à temperatura (período chuvoso e seco)



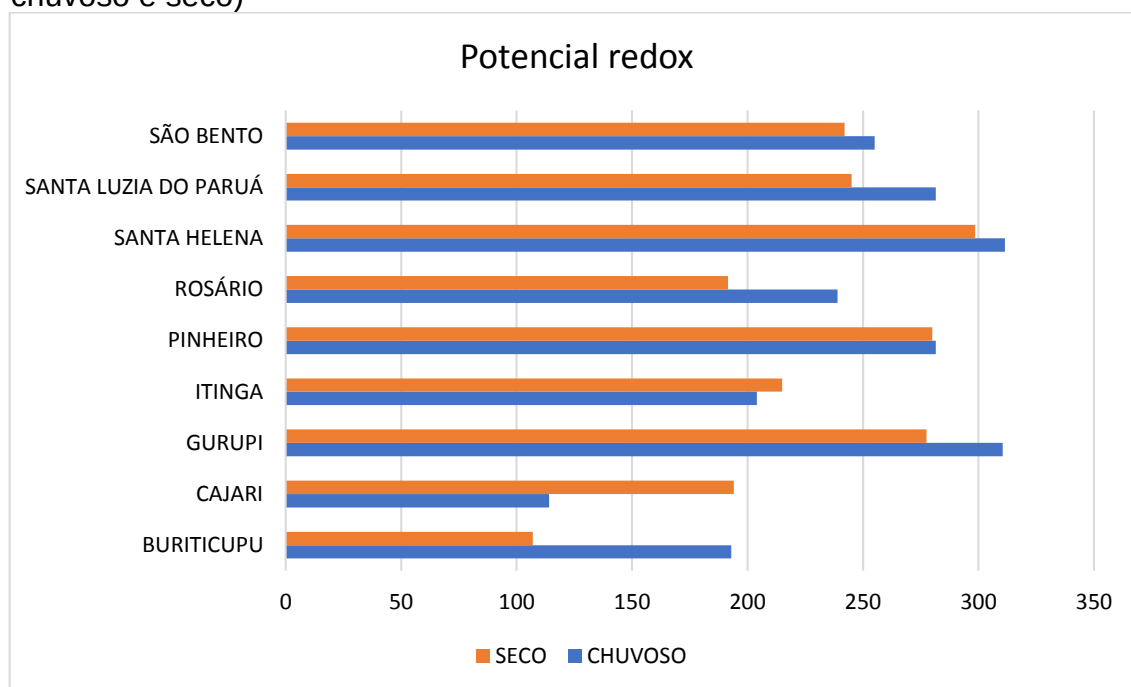
Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

Gráfico 192 – Análise comparativa em relação ao pH (período chuvoso e seco).



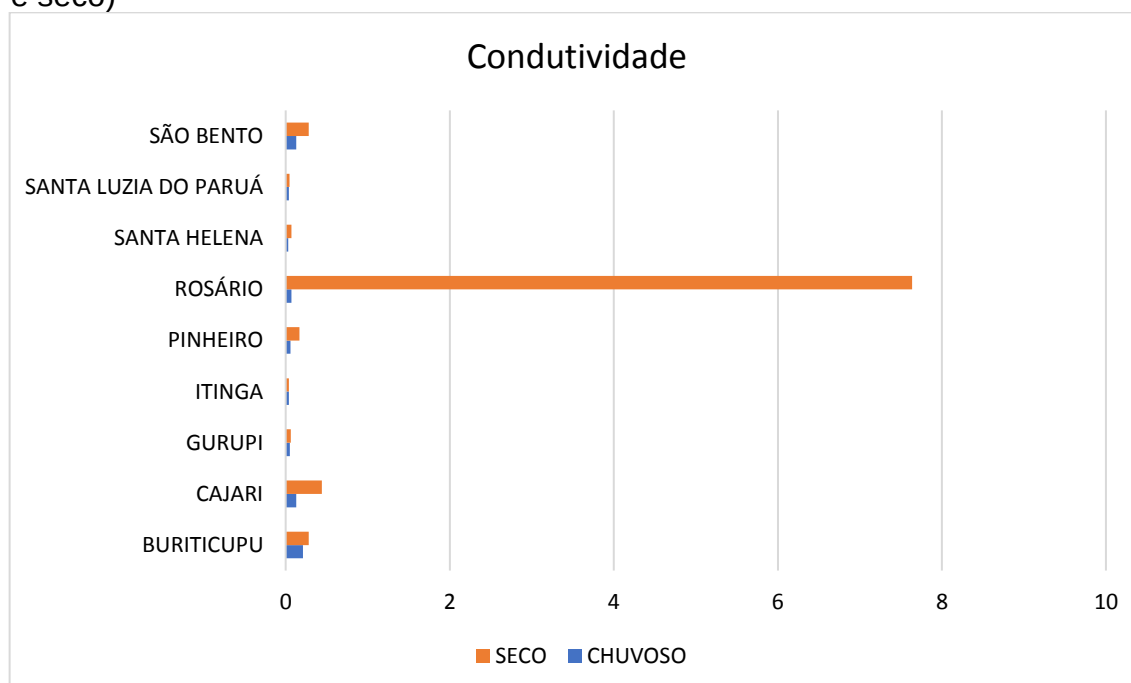
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 193 – Análise comparativa em relação ao potencial redox (período chuvoso e seco)



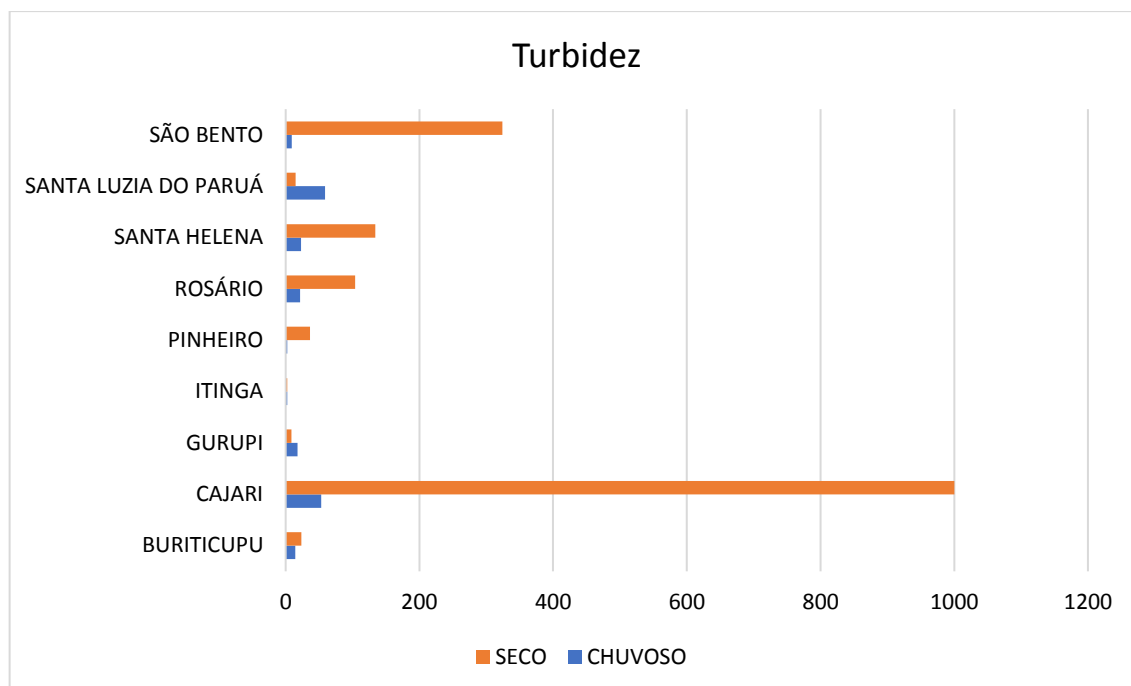
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 194 – Análise comparativa em relação à condutividade (período chuvoso e seco)



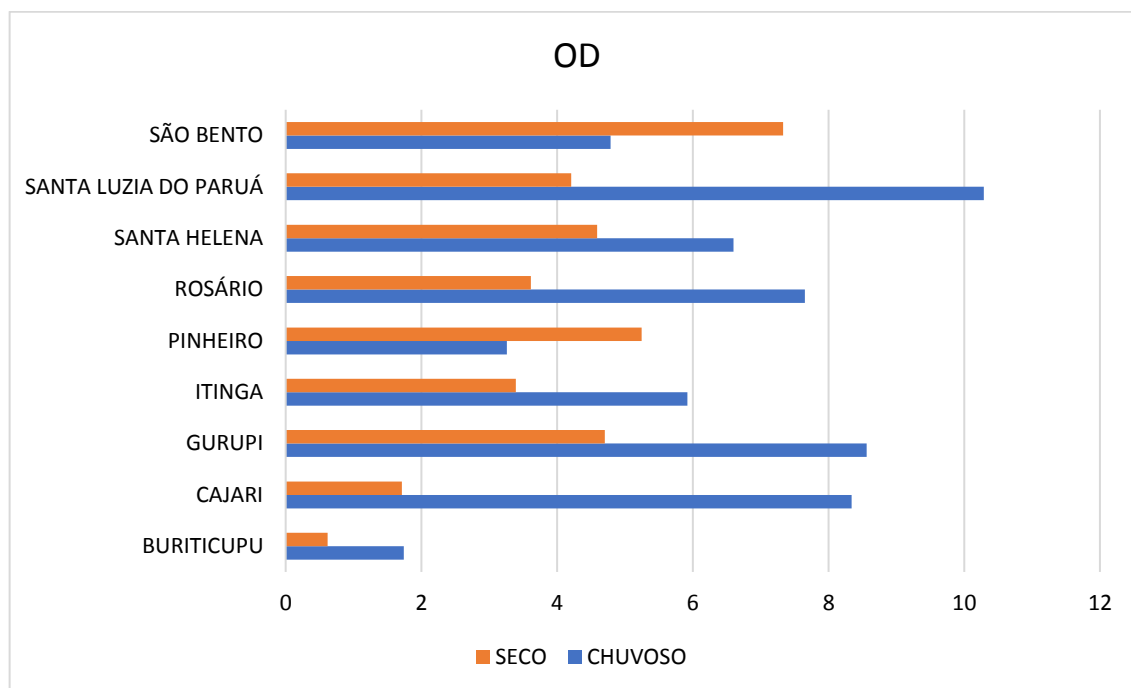
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 195 – Análise comparativa em relação à turbidez (período chuvoso e seco)



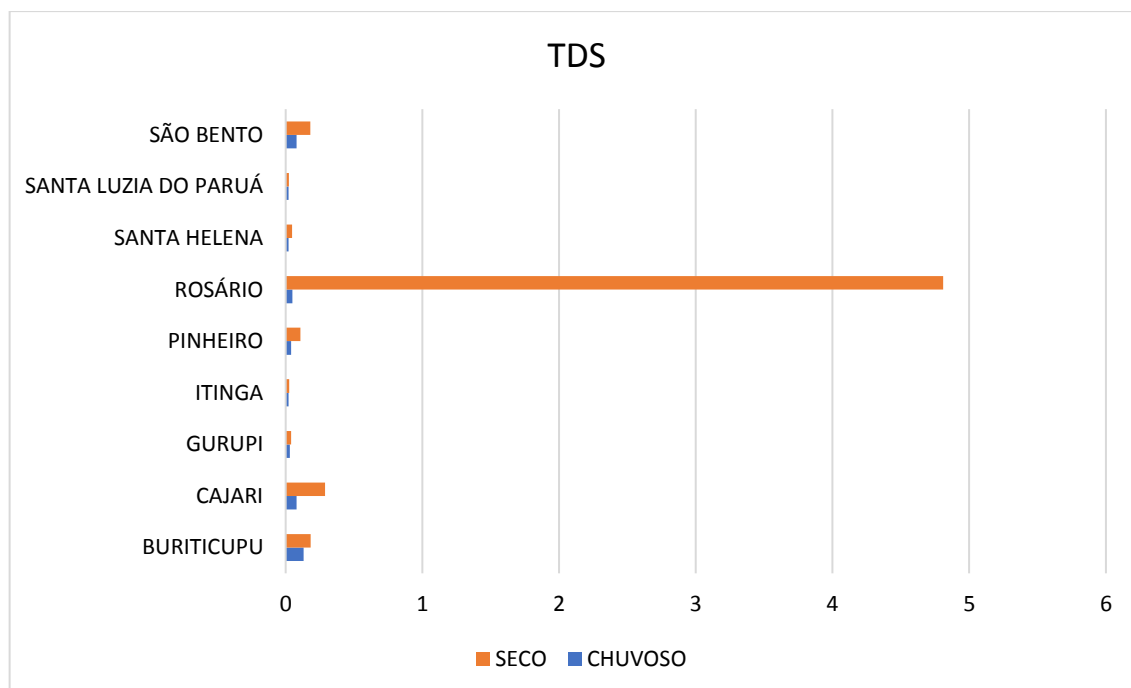
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 196 – Análise comparativa em relação ao OD (período chuvoso e seco).



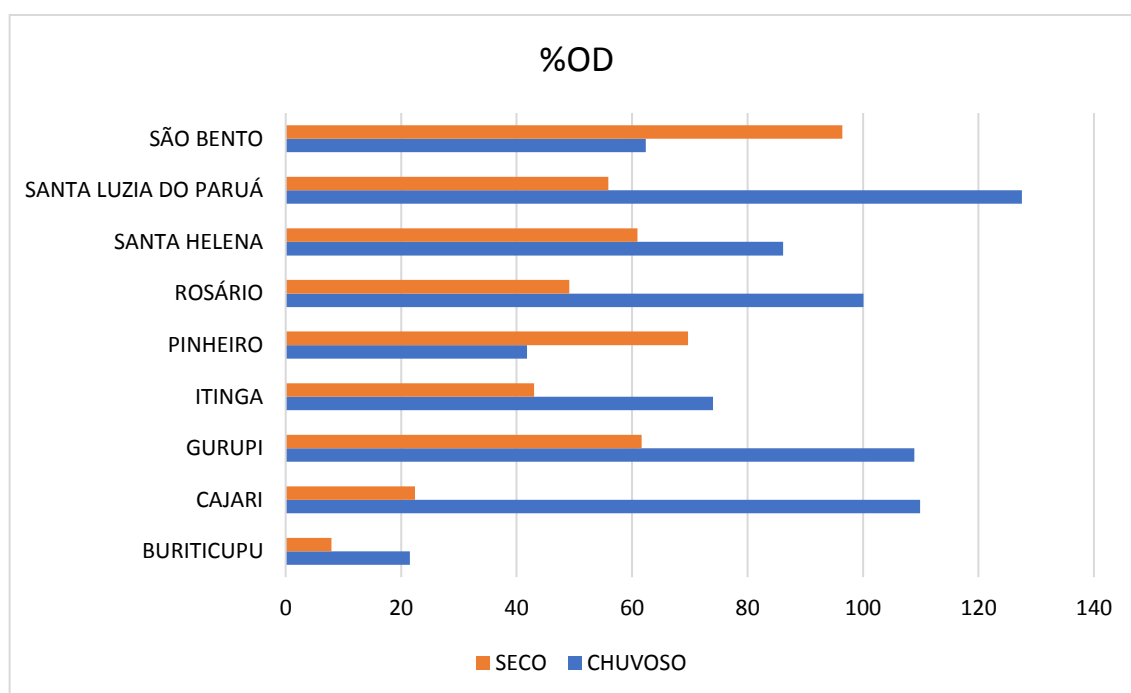
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 197 – Análise comparativa em relação ao TDS (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 198 – Análise comparativa em relação à porcentagem de OD (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## **11 PROPOSTA DE MONITORAMENTO**

Com o intuito de minimizar as problemáticas ambientais identificadas nas bacias em estudo, apresentam-se propostas organizadas a partir de ações de monitoramento.

- Promoção de ações direcionadas à mitigação dos impactos considerados reversíveis, por meio de planos de recuperação e recomposição das condições ambientais nas bacias mais impactadas.
- Acompanhamento e registro de ocorrências, para produzir um banco de dados que auxilie na prevenção de novos impactos.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, E. H. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil. Caminhos de Geografia. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia**, v.7, n.11, p. 97-113, 2004.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2003.
- AMORIM, D. G. et al. **Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I município de Bacabeira (MA)**. Eng Sanit Ambient. 2016.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico**. Agência Nacional de Águas, 2ª ed. Brasília. 2014.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Relatório Pleno. Brasília. 2017.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Estações PNQA**. 2014. Disponível em: <http://estacoespnqa.ana.gov.br/estacoes.aspx>. Acesso em: 7 abr. 2018.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Índice de qualidade das águas**. Portal da qualidade das águas. Brasil, 2009. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 17 jun. 2018.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Sala de Situação**. 2009. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/sala-de-situacao>. Acesso em: 06 de abril de 2018.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos. 2005.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil**. [s. l.]: 2005.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 07 abr. 2018.
- ANDRADE, F. S.; SILVA, A. M.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T. Análise Físico-química e da Microbiota da Água do Lago Macurany, Parintins, Amazonas. **Biota Amazônia Open Journal System**, n. 6, p. 132-134, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2123/v6n2p132-134.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

ARTAXO, P. Opportunities for research in global changes in the field of chemistry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 2, abr. São Paulo, 2007.pp 0-0.

BARRERA LOBATÓN, M. S. Manejo de cuencas hidrográficas durante El siglo XX. Um análisis desde La Geografía. In: MONTROYA, J. W. (Ed.). **Lecturas em La teoria de La Geografía. Bogotá:** Universidad Nacional de Colombia, 2009, p. 233-266.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. 1995.

BARROSO, S. L. **Caracterização físico-química e microbiológica das águas do rio Pericumã, em Pinheiro – MA, utilizada na irrigação**. São Luís, 2007.

BEZERRA, P. S. S., et al. Complexação de íons de metais por matéria orgânica dissolvida: modelagem e aplicação em sistemas reais. **Acta Amazônica**. 2009.

BORSATTO, J. C. L. et al. **Análise da qualidade da água nos rios Tocantins e Cacao no trecho da construção da Ponte da Amizade**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal. 2010.

BRANCO, O. E. A. **Avaliação da disponibilidade hídrica: conceitos e aplicabilidade**. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. 34p. Disponível em:[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/PortariaMS291412122011.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf). Acesso em: 10 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº. 7.378, de 1 de dezembro de 2010**. Aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal – MacroZEE da Amazônia Legal, altera o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7378.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7378.htm). Acesso em: 10 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico**. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/7528-zoneamento-ecol%C3%B3gico-econ%C3%B4mico>. Acesso em: 10 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico. O que é ZEE? Brasília, 2010a. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/macrozee/>. Acesso em: 18 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 2 jun. 2018.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. da. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 8 n.1, 2013.

CAMARGO, F. P.; LEITE, M. A.; SUZUKI, E. T.; FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Avaliações preliminares dos parâmetros químicos e microbiológico de dois córregos do cinturão verde (Ilha Solteira - SP). In: Congresso de Iniciação Científica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, 21, 2009, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2009.

CARVALHO, R. C. **Análise matemática de investimentos em processos de despoluição de bacias hidrográficas**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais). Universidade Federal do Paraná. 2005.

CARVALHO, T. M.; Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. RBGF – **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2008.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, volume especial, 2014. p. 26-43.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. Sistemas dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em geografia. In: GUERRA, A. J. T.; VITTE, A. C. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.89-110.

CONTE, M. L.; LEOPOLD, P. R. **Avaliação de recursos hídricos**: Rio Pardo, um exemplo. São Paulo: Editora UNESP, 2011. 142 p.

COSTA, K. S. P.; BEZERRA, V. L. A. R.; Costa, H. de O. S.; SOUSA, C. J. da S. de. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. (Organizador) Marlúcia Bonifácio Martins; Tadeu Gomes de Oliveira – Belém: MPEG, 2011. 328 p.

CUNHA, H. W. A. P. **Caracterização socioambiental do rio Mearim na cidade de Arari-MA**. São Luís. 2003.



ELETRÓBRÁS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidroelétricas**. Brasília: Eletrobrás, 2000.

EUBA NETO, M. et al. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na bacia hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, 2012.

FERREIRA, A. J. de A. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense**. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-11082009-141934/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUILDFORD, S. J.; HECKY, R. E. **Total nitrogen, total phosphorus, and nutrient limitation in lakes and oceans: is there a common relationship?** *Limnol. Oceanogr.* 45 (6): 1213-1223. 2000.

HYNES, H. B. N. **The ecology of running waters**. University Press: Liverpool, 1970.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2016**. Disponível em: [www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1). Acesso em: 20 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base espacial do Brasil em escala 1:250.000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias1>. Acesso em: 20 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História: Axixá-MA**. 2016. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/axixa/historico>. Acesso em: 12 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas cidade-estado. 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html?t=destaques&c=2101103>. Acesso em: 12 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão: subsídios gerais para a ordenação territorial**. Salvador: IBGE, 1997.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Situação Ambiental da Região do Alto Muni**/ Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. São Luís: IMESC, 2014. 103 p.

LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 3, n. 6, 2. Semestre de 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/itatieane.ribeiro/Downloads/2447-7246-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/itatieane.ribeiro/Downloads/2447-7246-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 6 abr. 2018.

MACÊDO, J. A. B. 2. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 3. ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2005.

MARANHÃO. **Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão**. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo, São Luís, 1991.

\_\_\_\_\_. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico**. Laboratório de Geoprocessamento. Atlas do Maranhão 2ª Edição. São Luís, 2002.

\_\_\_\_\_. **Bacias hidrográficas: subsídios para o planejamento e a gestão territorial**. Universidade Estadual do Maranhão/Núcleo Geoambiental (NUGEO), São Luís: UEMA, 2011.

MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. Org. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação** – Belém: MPEG, 2011.

MEDEIROS, R. **Itapecuru: águas que correm entre pedras**. São Luís, Ed. Grafic, 2001.

MMA, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos – MMA/SRH. **Ecorregiões Aquáticas do Brasil**, 2006. Pol. A. e Souza, R. C. R. org. MMA/SRH, Brasília, DF. CD ROOM, 2006.

NASCIMENTO, R. F. F. **Utilização de dados MERIS e “in situ” para a caracterização bio-óptica do reservatório de Itumbiara, GO**. 2010. 91 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2010. Disponível em: <http://www.mtc-m19.sid.inpe.br/ol/sid.inpe.br/mtc.../2010/.../publicacao.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2018.

NIETO, R. **Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais e Domésticos**. São Paulo, CETESB. 2005.

NOVA, N. A. V. Variações de temperatura da água de um pequeno lago superficial ao longo de um ano em Piracicaba-SP. **Sci. Agri**. Piracicaba, 52(3):431-438, set/dez, 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161995000300005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000300005). Acesso em: 2 jun. 2018.

ORSSATO, F. Avaliação do oxigênio dissolvido do córrego Bezerra a Monsante e a Jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná. In: **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 6, 2008.

PEIXOTO, K. L. G.; NOGUCHI, H. S.; PEREIRA, A. R.; MARCHETTO, M.; SANTOS, A. de A. Avaliação das Características Quali-Quantitativa das Águas do Rio Beem, Município de Humaitá-Amazonas. **Engineering and Science**, 2014.

PEREIRA, L. A. **Caracterização de Vazões em Estações Fluviométricas no Rio Negro**. Universidade Federal de Juiz De Fora, 2013.

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Crise nas Águas**. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas. RECÓLEO, 1ª ed. 2015.

REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, J. G. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; Braga, Benedito; Tundisi, José G (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2ª ed. São Paulo: Escrituras, 2015.

REIS, R. S.; CASSIANO, A. M.; ESPINDOLA, E. L. G. Processos sedimentares na represa do Lobo, SP: relação entre o uso do solo e a qualidade da água (117-130). In: Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (Org.). **Recursos hidroenergéticos**: usos, impactos e planejamento integrado. Rima Editora. São Carlos, 2002. 235 p.

RODRIGUES, E. H. C. **Ecologia do fitoplâncton de um trecho do médio Pindaré**. Monografia, São Luís, UFMA. 2011.

SANTANA, S. H. C. et. al. Estudo de parâmetros de qualidade de água e análise de imagens do Landsat5 referente ao oeste da região do Submédio São Francisco. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Curitiba, 2011.

SANTOS, E. A.; CARVALHO, R. N. Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Munim - MA. In: Semana Estadual de Recursos Hídricos, **Anais...** São Luís, 2007.

SANTOS, L. C. A. dos; LEAL, A. C.; Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado do Maranhão-Brasil. OBSERVATORIUM, **Revista Eletrônica de Geografia**, v.5, n.13, p. 39-65, 2013. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n13/03.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2018.

SANTOS, L. C. A. dos. Gestão dos recursos hídricos do Maranhão: política e sistema de gerenciamento. In: DIAS, L. J. B. (Org.). **Recursos hídricos e desenvolvimento regional**: experiências maranhenses. São Luís: Eduema, 2015.

SANTOS, O. B.; SILVA, A. C. da. Análise e avaliação das do baixo curso da bacia do Itapecuru em Coroatá, Maranhão. In: SÁ-SILVA, J. R.; MACEDO-SILVA, W.; SANTOS, W. H. L. dos. (Org.). **Estudos em Meio Ambiente e Recursos Aquáticos**. São Luís: Editora UEMA, 2016. 296 p.

SANTOS, V. O. Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.3, n.1, p.99-115, 2010. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/reb>. Acesso em: 5 mai. 2018.

SECID - Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano. **Resumo do Diagnóstico do Plano Diretor da Bacia da Hidrográfica do Mearim – MA**. Disponível em: <http://www.secid.ma.gov.br/files/2014/10/RESUMO-DIAGNOSTICO-MEARIM-AP-v1.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SEITZINGER, S. P.; MAYORGA, E.; BOUWMAN, A. F; KROEZE, C.; BEUSEN, A. H. W.; BILLEN, G.; VAN DRECHT, G.; DUMONT, E.; FEKETE, B. M.; GARNIER, J.; HARRISON, J. A. **Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends**. *Global Biogeochemical Cycles* v. 24, 2010. GB0A08, doi: 10.1029/2009GB003587.

SEMATUR. 1991. **Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão**. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo, São Luís, p.19.

SILVA, D. de J.; CONCEIÇÃO, G. M. Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão. **Scientio Plena**, v. 7, n. 1. 2011. Disponível em: [www.scientiaplenu.org.br](http://www.scientiaplenu.org.br) 012401-1. Acesso em: 14 jan. 2018.

SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente**, n. 36, Volume Especial, p. 4-17, 2014. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3170/2654>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. Tutorial de Cartografia Geomorfológica. Manuais Técnicos. **Revista de Geografia Acadêmica**, v3, n2, 2009.

STEVENS, C. J.; DISE, N. B.; MOUNTFORD, O.; GOWING, D. J. Impact of Nitrogen Deposition on the Species Richness of Grasslands. **SCIENCE**. 19;303(5665):1876-9. DOI: 10.1126/science.1094678. 2004. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bb22/fa40f54414a2a3747200d59bdc6781b574c8.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2018.

TUNDISI, J. G. A reforma Institucional do setor de Recursos Hídricos. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; Braga, Benedito; Tundisi, José G (Org.). **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo: Escrituras, 2015.

\_\_\_\_\_. Água no Século XXI: enfrentando a escassez. **RIMA**, 2003.

VALE, F. Da S.; et al. Rio Itapecuru: uma visão geoambiental em Caxias-MA. **Revista Humana Paço do Lumiar**, v. 1, n. 2, 2014. p. 104-119.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte. 1996.

WITHERS, P. J. A.; JARVIE, H. P. Delivery and cycling of phosphorus in rivers: A review. **Science of The Total Environment**, v. 400, n. 1-3, p. 379–395, 2008.

## **ANEXOS**

**ANEXO A – RESULTADOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA, DO QUALIÁGUA, OBTIDOS PELA REDE DE MONITORAMENTO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA), ANO DE 2017.**

| RNQA         | Município              | Temp. do ar (°C) | Temp. da água (°C) | pH          | OD (mg/L)   | Condutividade (µS/cm) | Turbidez (NTU) | Salinidade (‰) | Data da Coleta |
|--------------|------------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| MA-715-I-42  | São Luís               | 30,7             | 29,15              | 7,2         | NA*         | 376000                | NA*            | 0,1            | 11/09/2017     |
| MA-715-I-44  | São Luís               | 26,02            | 28,2               | <b>5,3</b>  | 6,5         | 180,9                 | 15,61          | 0,08           | 04/09/2017     |
| MA-715-I-45  | Paço do Lumiar         | 26,89            | 32,26              | <b>6,26</b> | 5,82        | 55661,4               | 50,15          | 31,65          | 04/09/2017     |
| MA-7162-I-22 | Alto Alegre do Pindaré | 27,18            | 30,24              | 6,47        | 7,37        | 376,7                 | 46,79          | 0,16           | 20/09/2017     |
| MA-7162-I-23 | Paço do Lumiar         | 26,36            | 30,4               | 7,43        | 5,6         | 54368                 | 34,64          | 32,14          | 04/09/2017     |
| MA-7162-I-26 | São Luís               | 27,55            | 29,8               | 7,93        | 6,34        | 50032                 | 52,08          | 29,3           | 04/09/2017     |
| MA-7162-I-28 | São Luís               | 30,18            | 36,54              | 7,61        | 7,96        | 51977                 | 46,1           | 24,48          | 05/09/2017     |
| MA-7162-I-29 | Pindaré-Mirim          | 26,18            | 36,9               | 6,62        | 7,16        | 169,3                 | <b>294,89</b>  | 0,06           | 19/09/2017     |
| MA-7162-I-30 | São Luís               | 25,85            | 30,79              | 8,08        | 8,07        | 46057,3               | 43,6           | 14,37          | 27/10/2017     |
| MA-7162-I-31 | Monção                 | X                | X                  | X           | X           | X                     | X              | X              | 20/09/2017     |
| MA-7162-I-34 | São Luís               | 29,07            | 29,4               | 7,6         | 7,2         | 38708                 | 103,9          | 22,4           | 05/09/2017     |
| MA-7162-I-36 | Monção                 | 28,74            | 32,33              | 6,26        | 6,31        | 431,5                 | 83,83          | 0,18           | 20/09/2017     |
| MA-7162-I-37 | Barreirinhas           | 24,7             | 28,6               | <b>5,67</b> | 7,49        | 55,2                  | 5,7            | 0,02           | 19/09/2017     |
| MA-7162-I-39 | São Luis               | 26,95            | 29,02              | 7,72        | 8,14        | 30240,7               | 9,72           | 19,66          | 04/09/2017     |
| MA-7162-I-4  | Alto Alegre do Pindaré | 27,28            | 27,64              | 6,38        | 6,76        | 212,6                 | 109,79         | 0,09           | 20/09/2017     |
| MA-7162-I-42 | Alto Alegre do Pindaré | 25,03            | 30,24              | 6,21        | 7,34        | 379,2                 | 46,79          | 0,16           | 20/09/2017     |
| MA-7162-I-9  | São Luis               | X                | X                  | X           | X           | X                     | X              | X              | 11/09/2017     |
| MA-7162-R-10 | Alto Alegre do Pindaré | 25,63            | 30,06              | 6,26        | 7,39        | 375,4                 | 52,21          | 0,16           | 20/09/2017     |
| MA-7164-I-1  | Anapurus               | 30,86            | 29,183             | <b>4,97</b> | <b>1,47</b> | 47,3                  | 5,43           | 0,02           | 28/09/2017     |
| MA-7164-I-11 | Chapadinha             | 27,3             | 30,8               | 7,43        | 7,44        | 58,5                  | 28,56          | 0,02           | 27/09/2017     |

|              |                         |        |        |             |      |         |        |       |            |
|--------------|-------------------------|--------|--------|-------------|------|---------|--------|-------|------------|
| MA-7164-I-19 | Cantanhede              | 27,156 | 30,55  | 6,68        | 7,67 | 61,5    | 10,47  | 0,02  | 28/09/2017 |
| MA-7165-I-1  | Bacabal                 | 30,66  | 302,18 | <b>4,45</b> | 7,65 | 15,7    | 8,16   | 0     | 19/09/2017 |
| MA-7165-I-5  | Bacabal                 | 28,87  | 33,01  | 6,49        | 6,37 | 606,3   | 24,23  | 0,25  | 19/09/2017 |
| MA-7181-I-1  | Itapecuru Mirim         | 28,6   | 30,808 | 6,5         | 8,15 | 62,5    | 14,74  | 0,03  | 28/09/2107 |
| MA-7181-I-2  | Santa Rita              | 28,17  | 31,18  | 7,02        | 6,95 | 31,18   | 8,29   | 0,03  | 19/09/2017 |
| MA-7181-I-3  | Itapecuru Mirim         | 28,024 | 30,786 | 6,64        | 8,13 | 60,5    | 12,03  | 0,02  | 28/09/2017 |
| MA-7182-I-1  | Alto Alegre do Maranhão | X      | X      | X           | X    | X       | X      | X     | 19/09/2017 |
| MA-7185-I-3  | São Mateus do Maranhão  | X      | X      | X           | X    | X       | X      | X     | 19/09/2017 |
| MA-7191-IE-4 | Rosário                 | 26,6   | 29,68  | 6,84        | 6,17 | 34046   | 113,41 | 19,33 | 05/09/2017 |
| MA-7192-I-1  | Nina Rodrigues          | 28,2   | 30,1   | 7,15        | 5,92 | 61      | 13,7   | 0,02  | 25/09/2017 |
| MA-7192-I-10 | Urbano Santos           | 28,8   | 29,2   | <b>5,65</b> | 7,34 | 54,4    | 9,8    | 0,02  | 26/09/2017 |
| MA-7192-I-11 | Urbano Santos           | 28,4   | 29,4   | 5,37        | 7,3  | 61,3    | 6,4    | 0,02  | 26/09/2017 |
| MA-7192-I-13 | Nina Rodrigues          | 29,9   | 29     | 7,84        | 7,07 | 61,1    | 13,88  | 0,02  | 25/09/2017 |
| MA-7192-I-14 | Nina Rodrigues          | 26,1   | 29,8   | <b>5,92</b> | 7,1  | 61,8    | 11,6   | 0,02  | 25/09/2017 |
| MA-7192-I-15 | Mata Roma               | 28,3   | 31,2   | 6,05        | 7,39 | 59,1    | 27,3   | 0,02  | 27/09/2017 |
| MA-7192-I-16 | Mata Roma               | 29,94  | 28,569 | <b>5,19</b> | 6,18 | 56,9    | 5,47   | 0,02  | 28/09/2017 |
| MA-7192-I-17 | Vargem Grande           | 26,5   | 29,2   | 6,63        | 6,95 | 166     | 70,15  | 0,07  | 26/09/2017 |
| MA-7192-I-18 | Vargem Grande           | X      | X      | X           | X    | X       | X      | X     | 25/09/2017 |
| MA-7192-I-19 | Presidente Juscelino    | 27,23  | 29,8   | 8,26        | 7,1  | 48,4    | 12,37  | 0,02  | 05/09/2017 |
| MA-7192-I-3  | Mata Roma               | X      | X      | X           | X    | X       | X      | X     | 26/09/2017 |
| MA-7192-I-6  | Cachoeira Grande        | 25,6   | 29,72  | 7,87        | 7,11 | 46,9    | 11,64  | 0,02  | 05/09/2017 |
| MA-7192-I-9  | Chapadinha              | X      | X      | X           | X    | X       | X      | X     | 28/09/2017 |
| MA-7192-R-12 | Chapadinha              | 26,586 | 28,828 | <b>4,31</b> | 8,46 | 494,3   | 94,71  | 0,24  | 29/09/2017 |
| MA-7193-IE-3 | Humberto de Campos      | 28,3   | 28,82  | 7,67        | 5,03 | 51622,4 | 93,9   | 31,3  | 19/09/2017 |
| MA-7194-I-2  | Humberto de Campos      | 28,1   | 28,6   | 7,19        | 4,36 | 35570,5 | 25,07  | 20,72 | 19/09/2017 |
| MA-7194-R-3  | Santo Amaro do Maranhão | 26,7   | 30,2   | 6,4         | 7,75 | 56      | 2,02   | 0,02  | 19/09/2017 |

|                |               |        |        |             |            |         |               |       |            |
|----------------|---------------|--------|--------|-------------|------------|---------|---------------|-------|------------|
| MA-7195-R-3    | Barreirinhas  | 29,2   | 27,4   | <b>4,74</b> | <b>4,5</b> | 47,1    | 0             | 0,02  | 03/10/2017 |
| MA-7196-I-1    | Barreirinhas  | 26,7   | 29,8   | 6,58        | 6,22       | 52      | 5,28          | 0,02  | 19/09/2017 |
| MA-7196-I-2    | Barreirinhas  | 25,7   | 30,4   | 7,32        | 7,27       | 53,9    | 6,74          | 0,02  | 19/09/2017 |
| MA-7196-I-5    | Barreirinhas  | 28,7   | 30,2   | 6,29        | 6,14       | 50,2    | 5,7           | 0,02  | 19/09/2017 |
| MA-7196-R-3    | Barreirinhas  | 28,57  | 30,31  | <b>4,82</b> | 7,17       | 41,4    | 1,44          | 0,02  | 20/09/2017 |
| MA-7197-I-2    | Paulino Neves | 27,7   | 33,8   | <b>8,67</b> | 9,4        | 6666,7  | 174,9         | 3,59  | 19/09/2017 |
| MA-7197-I-3    | Paulino Neves | 25,7   | 29,4   | 7,5         | 7,2        | 17715,8 | 7,14          | 10,44 | 19/09/2017 |
| MA-7285-I-2    | Afonso Cunha  | 29,128 | 30,255 | 6,64        | 5,57       | 176,6   | <b>248,92</b> | 0,07  | 28/09/2017 |
| MAPI-7219-IE-8 | Coelho Neto   | 27,464 | 31,317 | 7,28        | 9,12       | 49,2    | 11,33         | 0,02  | 28/09/2017 |

Legenda:

NA: Não Avaliado.

OBS: Os valores em **negrito** indicam o não atendimento aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água.

Fonte: Adaptado da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), 2017.



**ANEXO B – RESULTADOS ANALÍTICOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA, OBTIDOS PELA REDE DE**

| RNQA           | Município               | Corpo Hídrico     | Turbidez (NTU) | Temp. da água (°C) | Temp. do ar (°C) | pH         | OD (mg/L)   | Condutividade (µS/cm) | STD (mg/L) | Salinidade (‰) | Data da Coleta |
|----------------|-------------------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|------------|----------------|----------------|
| MA-7194-I-2    | Humberto de Campos      | Rio Peria         | 186,92         | 28,54              | 27,28            | 6,7        | <b>3,32</b> | 14665                 | 95,34      | 8,39           | 03/04/2018     |
| MA-7193-IE-3   | Humberto de Campos      | Rio Peria         | 27,6           | 28,32              | 25,9             | <b>5,9</b> | <b>3,68</b> | 40070                 | 24492      | 23,65          | 03/04/2018     |
| MA-7194-I-1 *  | Primeira Cruz           | Rio Preguiças     | 151,9          | 28,8               | 28,8             | <b>6,2</b> | <b>3,44</b> | 18028,5               | 10945      | 9,78           | 03/04/2018     |
| MA-7162-I-39 * | Primeira Cruz           | Rio Peria         | 138,48         | 29,2               | 27,6             | <b>6,1</b> | <b>3,9</b>  | 29155,3               | 17930      | 18,87          | 03/04/2018     |
| MA-7194-R-3    | Santo Amaro do Maranhão | Ilhas Maranhenses | 5,4            | 31,13              | 29               | <b>3,5</b> | 6,77        | 63,4                  | 41         | 0,03           | 03/04/2018     |
| MA-7197-I-2    | Paulinho Neves          | Rio Preguiças     | 2,05           | 29,28              | 25,7             | <b>5,5</b> | <b>3,6</b>  | 3023,2                | 17,64      | 1,54           | 03/04/2018     |
| MA-7197-I-3    | Paulinho Neves          | Rio Preguiças     | 17,55          | 31,26              | 28,36            | <b>5,4</b> | 6,57        | 490,8                 | 286        | 0,21           | 03/04/2018     |
| MA-7196-I-2    | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 9,08           | 29,2               | 26,9             | <b>3,6</b> | 5,7         | 65,2                  | 39         | 0,03           | 04/04/2018     |
| MA-7196-I-1    | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 8,98           | 29,15              | 26,9             | <b>3,8</b> | <b>4,46</b> | 60,6                  | 37         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7196-I-5    | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 11,3           | 29,09              | 26,4             | <b>3,4</b> | <b>4,94</b> | 56                    | 34         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7162-I-37   | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 8,65           | 27,9               | 26,8             | <b>2,8</b> | 5,5         | 59,4                  | 37         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7196-R-3    | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 4,44           | 28,5               | 26,4             | <b>1,9</b> | <b>2,46</b> | 188,5                 | 115        | 0,08           | 04/04/2018     |
| MA-7195-R-3    | Barreirinhas            | Rio Preguiças     | 38,28          | 27,28              | 26,76            | <b>1,1</b> | <b>4,21</b> | 46,7                  | 29         | 0,02           | 04/04/2018     |

**MONITORAMENTO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA), ABRIL DE 2018.**

OBS: Os valores em **negrito** indicam o não atendimento aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água.

Fonte: Adaptado da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), 2018.

**ANEXO C – RESULTADOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA, OBTIDOS PELA REDE DE MONITORAMENTO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA), ABRIL DE 2018.**

| RNQA               | Município       | Corpo Hídrico | Turbidez (NTU) | Temp. da água (°C) | Temp. do ar (°C) | pH         | OD (mg/L)   | Condutividade (µS/cm) | STD (mg/L) | Salinidade (‰) | Data da Coleta |
|--------------------|-----------------|---------------|----------------|--------------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|------------|----------------|----------------|
| MA-7164-I-19       | Cantanhede      | Rio Itapecuru | 64,26          | 27                 | 26,36            | 6,54       | 5,64        | 58,1                  | 36         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7181-I-3        | Itapecuru Mirim | Rio Itapecuru | 67,45          | 26,965             | 25,015           | 6,55       | 5,66        | 55,4                  | 36         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7181-I-1        | Itapecuru Mirim | Rio Itapecuru | 72,87          | 27,125             | 25,7             | 6,55       | 5,57        | 54,4                  | 35         | 0,02           | 04/04/2018     |
| <b>MA-7192-I-9</b> | <b>x</b>        | <b>x</b>      | 73,24          | 27,584             | 24,689           | 5,48       | <b>3,69</b> | 46                    | 30         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7192-R-12       | Chapadinha      | Rio do Munim  | 1,97           | 25,312             | 24,34            | 5,77       | <b>0,9</b>  | 53,2                  | 37         | 0,03           | 04/04/2018     |
| MA-7192-I-16       | Anapurus        | Rio do Munim  | 22,56          | 27,376             | 22,363           | 5,44       | 5,11        | 46,3                  | 30         | 0,02           | 04/04/2018     |
| MA-7164-I-1        | Anapurus        | Rio do Munim  | 18,18          | 26,016             | 24,11            | <b>4,9</b> | <b>3,02</b> | 38,7                  | 25         | 0,02           | 05/04/2018     |
| MAPI-7219-IE-8     | Coelho Neto     | Rio do Munim  | 61,22          | 29,012             | 25,01            | 6,97       | 6,21        | 57,2                  | 37         | 0,03           | 05/04/2018     |
| MA-7285-I-2        | Coelho Neto     | Rio do Munim  | 19,88          | 28,221             | 27,29            | 6,23       | <b>3,89</b> | 75,4                  | <b>49</b>  | 0,03           | 05/04/2018     |

OBS: Os valores em **negrito** indicam o não atendimento aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água.

Fonte: Adaptado da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), 2018.

**ANEXO D – RESULTADOS ANALÍTICOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA, OBTIDOS PELA REDE DE MONITORAMENTO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA), ABRIL DE 2018.**

| RNQA         | Município      | Corpo Hídrico | Turbidez (NTU) | Temp. da água (°C) | Temp. do ar (°C) | pH         | OD (mg/L)   | Condutividade (µS/cm) | STD (mg/L) | Salinidade (‰) | Data da Coleta |
|--------------|----------------|---------------|----------------|--------------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|------------|----------------|----------------|
| MA-7192-I-11 | Urbano Santos  | Rio do Munim  | 6,55           | 26,66              | 25,97            | <b>4,9</b> | 5,17        | 42,2                  | 27         | 0,02           | 11/04/2018     |
| MA-7192-I-10 | Urbano Santos  | Rio do Munim  | 2,25           | 26,62              | 28,6             | <b>4,8</b> | 5,91        | 37,8                  | 25         | 0,02           | 11/04/2018     |
| MA-7192-I-13 | Nina Rodrigues | Rio do Munim  | 49,31          | 27,19              | 24,95            | 6,22       | <b>3,56</b> | 38,3                  | 25         | 0,02           | 12/04/2018     |
| MA-7192-I-1  | Nina Rodrigues | Rio do Munim  | 40,83          | 27,2               | 25,86            | 6,02       | <b>3,22</b> | 35,6                  | 23         | 0,02           | 12/04/2018     |
| MA-7192-I-18 | Vargem Grande  | Rio do Munim  | 38,7           | 26,61              | 25,63            | <b>6</b>   | <b>3,96</b> | 43,3                  | 29         | 0,02           | 12/04/2018     |
| MA-7192-I-14 | Nina Rodrigues | Rio do Munim  | 37,2           | 28,64              | 24,5             | 6,03       | <b>4,49</b> | 44,9                  | 29         | 0,02           | 12/04/2018     |
| MA-7192-I-17 | Vargem Grande  | Rio do Munim  | 36,15          | 27,19              | 24,55            | 6,1        | <b>3,74</b> | 49,9                  | 32         | 0,02           | 13/04/2018     |
| MA-7164-I-11 | Mata Roma      | Rio do Munim  | 38,39          | 28,42              | 25,3             | <b>5,3</b> | 6,76        | 49,8                  | 32         | 0,02           | 11/04/2018     |
| MA-7192-I-15 | Mata Roma      | Rio do Munim  | 39,08          | 28,23              | 25,01            | <b>5,5</b> | 6,59        | 55,7                  | 34         | 0,02           | 14/04/2018     |
| MA-7192-I-3  | Mata Roma      | Rio do Munim  | 23,88          | 26,4               | 25,79            | <b>5,7</b> | 6,71        | 77,3                  | 49         | 0,03           | 14/04/2018     |

OBS: Os valores em **negrito** indicam o não atendimento aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água.

Fonte: Adaptado da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), 2018.

**ANEXO E – RESULTADOS DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA, DO QUALIÁGUA, OBTIDOS PELA REDE DE MONITORAMENTO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (SEMA), MARÇO DE 2018.**

| RNQA         | Município               | Corpo Hídrico    | Turbidez (NTU) | Temp. da água (°C) | Temp. do ar (°C) | pH         | OD (mg/L)   | Condutividade (µS/cm) | STD (mg/L) | Salinidade (‰) | Data da Coleta |
|--------------|-------------------------|------------------|----------------|--------------------|------------------|------------|-------------|-----------------------|------------|----------------|----------------|
| MA-7181-I-2  | Santa Rita              | Rio Itapecuru    | 31,4           | 29,3               | 26,5             | <b>4,5</b> | 6,31        | 105,3                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7185-I-3  | São Mateus              | Rio Tapuio       | 10,62          | 30,02              | 27,1             | <b>4,2</b> | <b>2,15</b> | 106,3                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7182-I-1  | Alto Alegre do Maranhão | Rio Diroba       | 10,54          | 27,7               | 30,7             | <b>5,1</b> | <b>2,8</b>  | 158,2                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7165-I-1  | Bacabal                 | Rio Mearim       | 61,12          | 29,88              | 27,4             | <b>4,9</b> | 4,7         | 113,5                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7165-I-5  | Bacabal                 | Rio Mearim/Bambu | 14,88          | 30,15              | 29,6             | <b>4,2</b> | <b>1</b>    | 220,9                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7162-I-29 | Pindaré Mirim           | Pindaré          | 12,12          | 33,2               | 28,76            | <b>5</b>   | <b>1,75</b> | 4,16                  | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 20/03/2018     |
| MA-7162-I-4  | Alto Alegre do Pindaré  | Pindaré          | 48,2           | 28,9               | 27,05            | <b>4,2</b> | 5,02        | 195                   | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 21/03/2018     |
| MA-7162-I-22 | Alto Alegre do Pindaré  | Rio Pindaré      | 48,8           | 29                 | 27,65            | <b>4,6</b> | 5           | 196,8                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 21/03/2018     |
| MA-7162-R-10 | Alto Alegre do Pindaré  | Rio Pindaré      | 51,45          | 27,5               | 28,6             | 6,3        | 5,99        | 166,7                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 21/03/2018     |
| MA-7162-I-42 | Alto Alegre do Pindaré  | Rio Pindaré      | 40,74          | 29,16              | 30,11            | <b>5,7</b> | 5,15        | 119,1                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 21/03/2018     |
| MA-7162-I-36 | Monção                  | Rio Pindaré      | 25,6           | 30,4               | 28,5             | <b>4,7</b> | <b>2,65</b> | 168,1                 | <b>x</b>   | <b>x</b>       | 21/03/2018     |
| MA-7162-I-31 | Monção                  | Rio Pindaré      | <b>x</b>       | <b>x</b>           | <b>x</b>         | <b>x</b>   | <b>x</b>    | <b>x</b>              | <b>x</b>   | <b>x</b>       | <b>X</b>       |

Fonte: Adaptado da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA (2018)

OBS: Os valores em **negrito** indicam o não atendimento aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA N.º 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – REGISTRO FOTOGRÁFICO

Palestra sobre “Limnologia em Estudos Territoriais” na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA e no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC

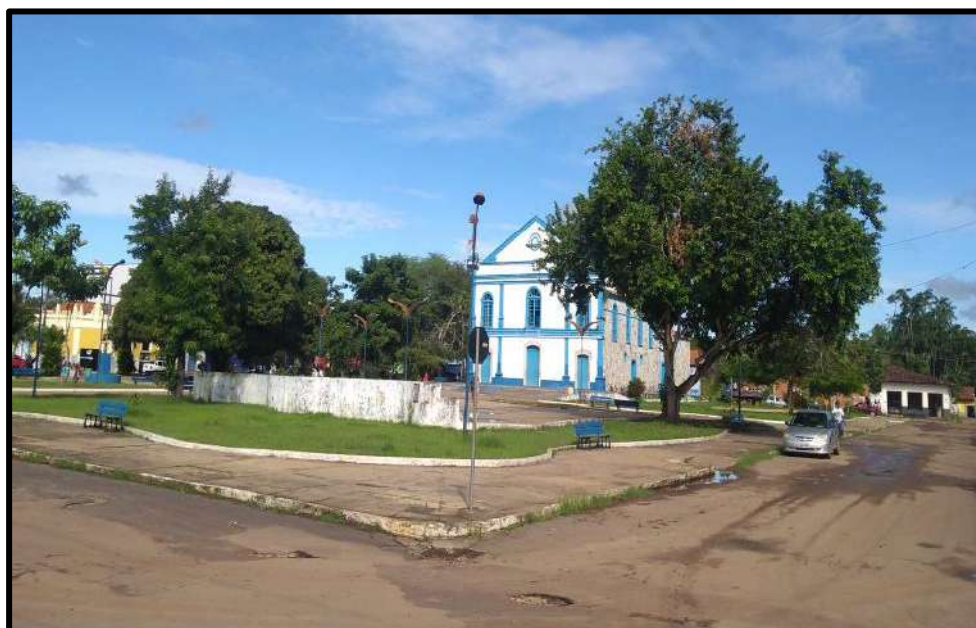




Treinamento da sonda multiparâmetros.



Município de Axixá



## Características da paisagem de entorno





### Coleta Piloto: Município de Axixá.





**Primeira Coleta de água:** Arari, Cajari, Santa Luzia do Paruá, Santa Helena, Mirinzal, Maracaçumé, Gurupi, Pinheiro, São Bento, Bela Vista, Santa Luzia, Rio Buriticupu, Bom Jesus, Itinga, Pequiá Baixo, Rio Açailândia, Rosário, Axixá e Icatu.







## Segunda Coleta de água

### Alto Alegre do Pindaré



## Santa Luzia do Paruá



## Rio Itapecuru







## Rio Mearim



## Rio Pindaré Mirim









## Rio Uma







| Nome                             | Órgão             |
|----------------------------------|-------------------|
| Edmundo M. V. de Vasconcelos     | IMESC - ZEE       |
| Elison André Hual Pombino        | IMESC             |
| Getúlio Estefânio Duarte Martins | IMESC             |
| Raoni Sousa Silva Nabele         | IMESC - ZEE       |
| Alfredo Luiz Baicalar Ribeiro    | IMESC + 2         |
| Carlos Henrique Santos da Silva  | IMESC             |
| Vanessa dos Santos da Silva      | IMES - Entaguarua |
| Orlando Beatriz C. R. de Lima    | IMEF              |
| Tatiana Moura Mendes             | IMESC             |
| Rogério Braga de S. Pinheiro     | IMESC             |
| João Robinson Moura              | IMESC             |



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO

**IMESC**  
INSTITUTO MARANHENSE DE  
ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS  
E CARTOGRAFICOS



### Lista de Frequência

**Palestra:** LIMNOLOGIA EM ESTUDOS TERRITORIAIS.

**Dia:** 3/5/2018.

**Local:** Auditório da PROG.

| Nome                       | Órgão |
|----------------------------|-------|
| Andréa de Araújo           | UEMA  |
| Mucy Antonio Melo Neto     | UEMA  |
| Stathame Moraes P. Ribeiro | UEMA  |
| Carlaine Gomes dos Santos  | UEMA  |
| Guerrardo Lima Azeu        | UEMA  |
| Edilene Lourenço Lima      | UEMA  |

## APÊNDICE C – TABELAS COM AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS: PRIMEIRA COLETA

### Bela Vista e Santa Luzia

| Ponto         | Localização | Data coleta | Hora coleta | Análises requisitadas |                             |                      |         |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
|               |             |             |             | Clorofila             | Turbidez, Nitrato e Nitrito | Nitrogênio amoniacal | Fósforo |
| 000208250003  | Bela Vista  | 21/6        | 14h:31      |                       |                             | X                    |         |
| 000208250004  | Bela Vista  | 21/6        | 14h:31      |                       |                             |                      | X       |
| 0002080700001 | Santa Luzia | 21/6        | 16h:49      | X                     |                             |                      |         |
| 0002080700002 | Santa Luzia | 21/6        | 16h:49      |                       | X                           |                      |         |
| 0002080700003 | Santa Luzia | 21/6        | 16h:49      |                       |                             | X                    |         |
| 0002080700004 | Santa Luzia | 21/6        | 16h:49      |                       |                             |                      | X       |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

### Rio Buriticupu, Bom Jesus das Selvas e Pequiá

| Ponto         | Localização          | Data coleta | Hora coleta | Análises requisitadas |                             |                      |         |
|---------------|----------------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
|               |                      |             |             | Clorofila             | Turbidez, Nitrato e Nitrito | Nitrogênio amoniacal | Fósforo |
| 00020810001   | Rio Buriticupu       | 22/6        | 7h:43       | X                     |                             |                      |         |
| 00020810002   | Rio Buriticupu       | 22/6        | 7h:43       |                       | X                           |                      |         |
| 00020810003   | Rio Buriticupu       | 22/6        | 7h:43       |                       |                             | X                    |         |
| 00020810004   | Rio Buriticupu       | 22/6        | 7h:43       |                       |                             |                      | X       |
| 0002081700001 | Bom Jesus das Selvas | 22/6        | 10h:03      | X                     |                             |                      |         |
| 0002081700002 | Bom Jesus das Selvas | 22/6        | 10h:03      |                       | X                           |                      |         |
| 0002081700003 | Bom Jesus das Selvas | 22/6        | 10h:30      |                       |                             | X                    |         |
| 0002081700004 | Bom Jesus das Selvas | 22/6        | 10h:30      |                       |                             |                      | X       |
| 0002081500001 | Pequiá               | 22/6        | 11h:39      | X                     |                             |                      |         |
| 0002081500002 | Pequiá               | 22/6        | 11h:39      |                       | X                           |                      |         |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## Pinheiro, São Bento e Bela Vista

| Ponto         | Localização | Data coleta | Hora coleta | Análises requisitadas |                             |                      |         |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
|               |             |             |             | Clorofila             | Turbidez, Nitrato e Nitrito | Nitrogênio amoniacal | Fósforo |
| 0002080800001 | Pinheiro    | 21/6        | 8h          | X                     |                             |                      |         |
| 0002080800002 | Pinheiro    | 21/6        | 8h          |                       | X                           |                      |         |
| 0002080800003 | Pinheiro    | 21/6        | 8h          |                       |                             | X                    |         |
| 0002080800004 | Pinheiro    | 21/6        | 8h          |                       |                             |                      | X       |
| 0002080400001 | São Bento   | 22/6        | 10h:03      | X                     |                             |                      |         |
| 0002080400002 | São Bento   | 22/6        | 10h:03      |                       | X                           |                      |         |
| 0002080400003 | São Bento   | 22/6        | 10h:30      |                       |                             | X                    |         |
| 0002080400004 | São Bento   | 22/6        | 10h:30      |                       |                             |                      | X       |
| 0002082500001 | Bela Vista  | 22/6        | 11h:39      | X                     |                             |                      |         |
| 0002082500002 | Bela Vista  | 22/6        | 11h:39      |                       | X                           |                      |         |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## Icatu e São Luís

| Ponto         | Localização | Data coleta | Hora coleta | Análises requisitadas |                             |                      |         |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
|               |             |             |             | Clorofila             | Turbidez, Nitrato e Nitrito | Nitrogênio amoniacal | Fósforo |
| 000208200003  | Icatu       | 23/6        | 13h:22      |                       |                             | X                    |         |
| 000208200004  | Icatu       | 23/6        | 13h:22      |                       |                             |                      | X       |
| 0002080300001 | São Luís    | 23/6        | 15h         | X                     |                             |                      |         |
| 0002080800002 | São Luís    | 23/6        | 15h         |                       | X                           |                      |         |
| 0002080800003 | São Luís    | 23/6        | 15h         |                       |                             | X                    |         |
| 0002080800004 | São Luís    | 23/6        | 15h         |                       |                             |                      | X       |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## Rosário, Axixá e Icatu

| Ponto         | Localização | Data coleta | Hora coleta | Análises requisitadas |                             |                      |         |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
|               |             |             |             | Clorofila             | Turbidez, Nitrato e Nitrito | Nitrogênio amoniacal | Fósforo |
| 0002082100001 | Rosário     | 23/6        | 10h:30      | X                     |                             |                      |         |
| 0002082100002 | Rosário     | 23/6        | 10h:30      |                       | X                           |                      |         |
| 0002082100003 | Rosário     | 23/6        | 10h:30      |                       |                             | X                    |         |
| 0002082100004 | Rosário     | 23/6        | 10h:30      |                       |                             |                      | X       |
| 000281900001  | Axixá       | 23/6        | 12h:50      | X                     |                             |                      |         |
| 000281900002  | Axixá       | 23/6        | 12h:50      |                       | X                           |                      |         |
| 000281900003  | Axixá       | 23/6        | 12h:50      |                       |                             | X                    |         |
| 000281900004  | Axixá       | 23/6        | 12h:50      |                       |                             |                      | X       |
| 000208200001  | Icatu       | 23/6        | 13h:22      | X                     |                             |                      |         |
| 000208200002  | Icatu       | 23/6        | 13h:22      |                       | X                           |                      |         |

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

## APÊNDICE D – TABELAS COM AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS: SEGUNDA COLETA

| Ponto | Rio             | Município              | Bacia                                   | Temperatura            | pH                   | Potencial redox    | Condutividade            | Turbidez             | OD                   | OD%                  | Sólidos totais dissolvidos | Salinidade           |
|-------|-----------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| P01   | Auruá           | São Bento              | Sist. Bacias Costeiras – Reentrâncias D | 29,31                  | 6,76                 | 242                | 0,279                    | 324                  | 7,33                 | 96,4                 | 0,181                      | 0,1                  |
| P02   | Pericumã        | Pinheiro               | Rio Pericumã                            | 30,03 (S)<br>30,01 (F) | 4,79 (S)<br>4,43 (F) | 261 (S)<br>299 (F) | 0,166 (S)<br>0,166 (F)   | 36,7 (S)<br>35,9 (F) | 4,63 (S)<br>5,86 (F) | 61,5 (S)<br>77,9 (F) | 0,108 (S)<br>0,108 (F)     | 0,01 (S)<br>0,01 (F) |
| P03   | Tunga           | Mirinzal               | Sist. Bacias Costeiras – Reentrâncias C | 29,8                   | 5,13                 | 287                | 0,047                    | 21,3                 | 5,20                 | 68,8                 | 0,030                      | 0                    |
| P04   | Uru             | Mirinzal               | Sist. Bacias Costeiras – Reentrâncias C | 26,59                  | 5,30                 | 242                | 0,039                    | 9,5                  | 4,02                 | 50,8                 | 0,025                      | 0                    |
| P05   | Turiaçu         | Santa Helena           | Rio Turiaçu                             | 29,92 (S)<br>29,94 (F) | 6,07 (S)<br>5,95 (F) | 288 (S)<br>309 (F) | 0,072 (S)<br>0,072 (F)   | 135 (S)<br>133 (F)   | 4,69 (S)<br>4,49 (F) | 62,3 (S)<br>59,6 (F) | 0,047 (S)<br>0,047 (F)     | 0 (S)<br>0 (F)       |
| P06   | Maracaçumé      | Maracaçumé             | Rio Maracaçumé                          | 28,05                  | 6,71                 | 216                | 0,069                    | 35,6                 | 5,99                 | 67,3                 | 0,045                      | 0                    |
| P07   | Gurupi          | Centro Novo Maranhão   | Rio Gurupi                              | 29,2 (S)<br>29,05 (F)  | 6,52 (S)<br>5,94 (F) | 254 (S)<br>301 (F) | 0,061 (S)<br>0,061 (F)   | 8,7 (S)<br>8,7 (F)   | 5 (S)<br>4,41 (F)    | 65,6 (S)<br>57,7 (F) | 0,040 (S)<br>0,040 (F)     | 0 (S)<br>0 (F)       |
| P08   | Maracaçumé      | Centro Guilherme       | Rio Maracaçumé                          | 27,20 (S)<br>27,22 (F) | 6,09 (S)<br>6,0 (F)  | 291 (S)<br>295 (F) | 0,041 (S)<br>0,041 9 (F) | 18,5 (S)<br>18,8 (F) | 5,28 (S)<br>5,18 (F) | 67,3 (S)<br>66,1 (F) | 0,027 (S)<br>0,026 (F)     | 0 (S)<br>0 (F)       |
| P09   | Paruá           | Santa Luzia Paruá      | Rio Turiaçu                             | 29,9                   | 6,31                 | 245                | 0,045                    | 14,6                 | 4,21                 | 55,9                 | 0,023                      | 0                    |
| P10   | Turiaçu         | Araguanã               | Rio Turiaçu                             | 31,18                  | 6,31                 | 268                | 0,062                    | 16,9                 | 5,82                 | 78,6                 | 0,004                      | 0                    |
| P11   | Pindaré         | Alto Alegre do Pindaré | Rio Mearim                              | 31,22 (S)<br>31,24 (F) | 6,14 (S)<br>6,09 (F) | 263 (S)<br>280 (F) | 0,309 (S)<br>0,309 (F)   | 47,6 (S)<br>48,4 (F) | 4,78 (S)<br>4,38 (F) | 64,6 (S)<br>59,3 (F) | 0,201 (S)<br>0,201 (F)     | 0,01 (S)<br>0,01 (F) |
| P12   | Gentil ou Zitua | Santa Luzia            | Rio Mearim                              | 27,52                  | 6,33                 | 208                | 0,523                    | 34,7                 | 4,34                 | 55,6                 | 0,335                      | 0,03                 |
| P13   | Buriticupu      | Bom Jesus Selvas       | Rio Mearim                              | 26,38                  | 5,46                 | 107                | 0,281                    | 23,6                 | 0,62                 | 7,9                  | 0,183                      | 0,01                 |
| P14   | Pindaré         | Bom Jesus Selvas       | Rio Mearim                              | 27,87 (S)<br>27,87 (F) | 5,2 (S)<br>4,95 (F)  | 229 (S)<br>244 (F) | 0,282 (S)<br>0,283 (F)   | 40,8 (S)<br>41,2 (F) | 3,97 (S)<br>3,79 (F) | 51,2 (S)<br>48,8 (F) | 0,184 (S)<br>0,184 (F)     | 0,01 (S)<br>00,1 (F) |
| P15   | Pindaré         | Bom Jesus Selvas       | Rio Mearim                              | 27,92 (S)<br>27,93 (F) | 5,26 (S)<br>4,92 (F) | 251 (S)<br>272 (F) | 0,287 (S)<br>0,287 (F)   | 43,0 (S)<br>44,5 (F) | 4,00 (S)<br>3,67 (F) | 51,6 (S)<br>47,3 (F) | 0,187 (S)<br>0,187 (F)     | 0,01 (S)<br>0,01 (F) |
| P16   | Córrego Pequia  | Açailândia             | Rio Gurupi                              | 27,46 (S)<br>26,74 (F) | 5,38 (S)<br>4,91 (F) | 228 (S)<br>256 (F) | 0,169 (S)<br>0,169 (F)   | 0,9 (S)<br>33,8 (F)  | 3,40 (S)<br>2,66 (F) | 43,5 (S)<br>33,8 (F) | 0,110 (S)<br>0,110 (F)     | 0,01 (S)<br>0,01 (F) |
| P17   | Açailândia      | Itinga Maranhão        | Rio Gurupi                              | 26,82                  | 4,88                 | 215                | 0,040                    | 2,5                  | 3,39                 | 43                   | 0,026                      | 0                    |
| P18   | Córrego Perdido | Açailândia             | Rio Gurupi                              | 26,31                  | 3,89                 | 319                | 0,120                    | 1,4                  | 3,77                 | 47,4                 | 0,078                      | 0,01                 |
| P19   | Grajaú          | Bela Vista Maranhão    | Rio Mearim                              | 32,53                  | 7,85                 | 175                | 0,371                    | 26,4                 | 5,99                 | 82,4                 | 0,241                      | 0,02                 |
| P20   | Igarapé         | Lago Verde             | Rio Mearim                              | 31,64                  | 7,63                 | 183                | 0,852                    | 95,8                 | 3,85                 | 52,5                 | 0,545                      | 0,04                 |
| P21   | Mearim          | Arari                  | Rio Mearim                              | 29,67 (S)              | 7,17 (S)             | 204 (S)            | 0,155 (S)                | 65,0 (S)             | 2,68 (S)             | 35,5 (S)             | 0,101 (S)                  | 0,01 (S)             |



|     |               |         |               |                        |                      |                    |                        |                      |                      |                      |                        |                      |
|-----|---------------|---------|---------------|------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|     |               |         |               | 29,82 (F)              | 7,08 (F)             | 232 (F)            | 0,149 (F)              | 66,9 (F)             | 2,24 (F)             | 29,7 (F)             | 0,097 (F)              | 0,01 (F)             |
| P22 | Pindaré-Mirim | Viana   | Rio Mearim    | 28,47 (S)<br>28,83 (F) | 7,41 (S)<br>7,62 (F) | 153 (S)<br>194 (F) | 0,444 (S)<br>0,442 (F) | 1000 (S)<br>1000 (F) | 2,80 (S)<br>1,71 (F) | 36,4 (S)<br>22,4 (F) | 0,289 (S)<br>0,287 (F) | 0,02 (S)<br>0,02 (F) |
| P23 | Itapecuru     | Rosário | Rio Itapecuru | 30,11 (S)<br>29,88 (F) | 8,14 (S)<br>7,96 (F) | 189 (S)<br>194 (F) | 6,36 (S)<br>8,91 (F)   | 39,4 (S)<br>168 (F)  | 3,87 (S)<br>3,36 (F) | 52,4 (S)<br>45,8 (F) | 4,01 (S)<br>5,61 (F)   | 0,35 (S)<br>0,50 (F) |
| P24 | Uma           | Morros  | Rio Munim     | 27,09                  | 5,98                 | 217                | 0,021                  | 0,7                  | 4,26                 | 54,2                 | 0,014                  | 0                    |
| P25 | Munim         | Morros  | Rio Munim     | 29,78                  | 6,88                 | 236                | 0,121                  | 34,1                 | 2,89                 | 38,2                 | 0,079                  | 0,01                 |

Legenda:

S – Superfície

F - Fundo

## APÊNDICE E – TABELAS COM AS ANÁLISES LABORATORIAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

### São Luís

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | < 0,810   | UNT                     |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | <0,00500  | mg/L                    |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

### Pinheiro

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 6.82      | UNT                     |
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.147     | mg/L                    |
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | 0.111     | mg/L                    |
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20803            | 4713-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

### Bela Vista

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 42.5      | UNT                     |
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.195     | mg/L                    |
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20825            | 4716-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

### Mirinzal

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 30.1      | UNT                     |
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.115     | mg/L                    |
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20824            | 4642-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Rosário

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 31.5      | UNT                     |
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.152     | mg/L                    |
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20821            | 4751-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Axixá

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 27.4      | UNT                     |
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.0500    | mg/L                    |
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | 0.400     | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20819            | 4750-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Santa Helena

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 17.1      | UNT                     |
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.179     | mg/L                    |
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20813            | 4641-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Maracaçumé

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 78.7      | UNT                     |
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.107     | mg/L                    |
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20811            | 4640-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Gurupi

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 28,3      | UNT                     |
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0,143     | mg/L                    |
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20809            | 4639-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |
| 20808            | 4749-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |

## Icatu

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 2,35      | UNT                     |
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0,119     | mg/L                    |
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20802            | 4748-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Rio Açailândia

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 4,15      | UNT                     |
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | <0,00500  | mg/L                    |
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20823            | 4744-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Arari

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 19,2      | UNT                     |
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | <0,00500  | mg/L                    |
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,110    | mg/L                    |
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20820            | 4597-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Cajari

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 58.0      | UNT                     |
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | <0,00500  | mg/L                    |
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,220    | mg/L                    |
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20818            | 4596-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Bom Jesus das Selvas

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 50.7      | UNT                     |
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.119     | mg/L                    |
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | 0.400     | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20817            | 4743-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Santa Luzia do Paruá

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 59.6      | UNT                     |
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | <0,00500  | mg/L                    |
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,22     | mg/L                    |
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20816            | 4595-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Pequiá

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 3.75      | UNT                     |
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.0860    | mg/L                    |
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20815            | 4742-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Itinga

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 29.5      | UNT                     |
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.0700    | mg/L                    |
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | 0.600     | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20812            | 4747-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Buriticupu

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 9.34      | UNT                     |
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.0790    | mg/L                    |
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | 0.057     | mg/L                    |
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20810            | 4746-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## Santa Luzia

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 58.0      | UNT                     |
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.0800    | mg/L                    |
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | <0,055    | mg/L                    |
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20807            | 4715-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |

## São Bento

| Código (Amostra) | Nº Amostra    | Tipo de Amostra  | Análise                 | Resultado | Unidade                 |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Clorofila               | <1,6      | µg/L                    |
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Turbidez                | 19.0      | UNT                     |
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Fósforo                 | 0.119     | mg/L                    |
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrogênio Amoniacal    | 0.065     | mg/L                    |
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrato NO <sub>3</sub> | < 0,400   | mg/L NO <sup>3</sup> -N |
| 20804            | 4714-1/2018.0 | Água Superficial | Nitrito NO <sub>2</sub> | < 0,07    | mg/L NO <sup>2</sup> -N |