

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS  
E SANEAMENTO



FAUSTO DINIZ DE SOUZA

**A influência de obras de adequação da capacidade rodoviária na  
qualidade da água dos corpos hídricos.**

Maceió  
2020

FAUSTO DINIZ DE SOUZA

**A influência de obras de adequação da capacidade rodoviária na qualidade da água dos corpos hídricos.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Profa. Dra. Karina Ribeiro Salomon

Coorientador: Prof. Dr. Marcio Gomes Barboza

Maceió  
2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S729i Souza, Fausto Diniz de.

A influência de obras de adequação da capacidade rodoviária na qualidade da água dos corpos hídricos / Fausto Diniz de Souza. – 2020.  
[233] f. : il. color.

Orientadora: Karina Ribeiro Salomon.

Co-orientador: Marcio Gomes Barboza.

Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 175-180.

Apêndice: f. [182]-[233].

1. Estradas - Projetos e construção - Impacto ambiental. 2. Corpos hídricos - Impacto ambiental. 3. Água - Qualidade. 4. Índice de Qualidade da Água. I. Título.

CDU: 628.1



Universidade Federal de Alagoas - UFAL  
Centro de Tecnologia - CTEC

Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS



### Folha de Aprovação

FAUSTO DINIZ DE SOUZA

## A INFLUÊNCIA DAS OBRAS DE ADEQUAÇÃO DA CAPACIDADE RODOVIÁRIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DOS CORPOS HÍDRICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Em: 19/02/2020

Prof.ª Dr.ª Karina Ribeiro Salomon  
(Orientadora- PPGRHS)

Prof. Dr. Marcio Gomes Barboza  
(Coorientador- CTEC/UFAL)

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim  
(Examinador interno – PPGRHS/CTEC/UFAL)

Prof.ª Dr.ª Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira  
(Examinadora externa –CTEC/UFAL)

Prof. Dr. Neyson Martins Mendonça  
(Examinador externo – UFPA)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a Deus por sempre se fazer presente em minha vida e iluminando todos os meus passos.

À minha família, incentivadora de todos os meus sonhos, em especial meu pai, minha mãe e minha irmã.

Aos amigos que fiz na graduação e ainda permanecem presentes na minha vida, dando forças e incentivos para concluir este trabalho, Aretha Silva e Diogo Lucas.

À Skill Engenharia LTDA, que me proporcionou conhecimento na área ambiental, além de me apresentar excelentes profissionais que agregaram bastante na elaboração deste trabalho, em especial Simone Oliveira, Adriane Pimenta, Ariany Botelho e Bruno Belo.

Aos meus orientadores, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karina Ribeiro Salomon e Prof. Dr. Marcio Gomes Barboza, que sempre conseguiram me fazer sentir capaz, incentivando e mostrando o caminho certo na vida acadêmica.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, em especial José Carlos e Olga Rocha, que muito contribuíram nos estudos para as disciplinas.

Não menos importante, agradeço também a pessoa que me fez enxergar a vida de outra maneira, me mostrando que sempre existe um lado bom nas coisas, meu amor, Wynn timer Kerollaine (Carol).

## RESUMO

Este estudo verificou a influência das obras de duplicação da rodovia BR-101 na qualidade da água de vinte cursos d'água interceptados no estado de Alagoas, através de avaliação estatística sobre as análises físico-químicas e exames microbiológicos da água realizados entre os anos de 2011 e 2018, considerando a Resolução Conama 357/2005. A variação temporal de 26 parâmetros relacionados à qualidade da água, por meio da análise de variância, indicou alterações significativas e favoráveis para oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, DBO, sólidos dissolvidos totais, pH, sólidos fixos, sólidos totais, coliformes termotolerantes, coliformes totais, clorofila-*a*, nitrito, fósforo, ferro e mercúrio. Nos demais corpos hídricos que não foram observadas alterações significativas, ainda assim, houve mudanças na classificação de alguns, sendo essas ora favoráveis ora desfavoráveis. Utilizou-se os valores dos parâmetros obtidos para avaliar o Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual variou entre 51 e 79 em praticamente todos os rios. Em média este índice obteve um aumento de 23,52% em 8 dos 11 corpos hídricos que tiveram suas obras concluídas, quando comparados ao período anterior às obras. Esse fato se deve a melhora em alguns parâmetros, principalmente no aumento de OD, e na redução da DBO e Coliformes Termotolerantes, proporcionado pelas obras devido a limitação do acesso da população local ao leito dos corpos hídricos. Os principais problemas ambientais identificados ao longo do empreendimento estão relacionados a fatores externos como a contaminação de origem fecal basicamente devido à despejos de efluentes domésticos e industriais, além de atividades agropecuárias e dessedentação de animais.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais de empreendimentos rodoviários, Impacto ambiental em corpos hídricos, qualidade da água dos corpos hídricos, análise de parâmetros de água, IQA.

## ABSTRACT

This study verified the influence of the duplication works of the BR-101 highway on the water quality of twenty water courses intercepted in the state of Alagoas in Brazil, through statistical evaluation on the physical-chemical analyzes and microbiological examinations of the water carried out between the years of 2011 and 2018, considering Conama Resolution 357/2005. The temporal variation of 26 parameters related to water quality, through analysis of variance, indicated significant and favorable changes for dissolved oxygen, electrical conductivity, BOD, total dissolved solids, pH, fixed solids, total solids, thermotolerant coliforms, total coliforms, chlorophyll-a, nitrite, phosphorus, iron and mercury. In the other water bodies, no significant changes were observed, even so, there were changes in the classification of some, both favorable and unfavorable. The values of the parameters obtained were used to evaluate the Water Quality Index (WQI), which varied between 51 and 79 in practically all rivers. On average, this index increased by 23.52% in 8 of the 11 water bodies that had their works completed, when compared to the period prior to the works. This fact is due to the improvement in some parameters, mainly in the increase of DO, and in the reduction of BOD and Thermotolerant Coliforms, provided by the works due to the limited access of the local population to the bed of water bodies. The main environmental problems identified throughout the project are related to external factors such as contamination of faecal origin basically due to the discharge of domestic and industrial effluents, in addition to agricultural activities and animal feed.

**Palavras-chave:** Environmental impacts, road developments, water bodies, water quality, water analysis, parameters, water quality index, rivers, monitoring, WQI.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Curvas Médias de Variação de Qualidades das Águas. ....                                                                    | 43 |
| Figura 2 – Mapa dos pontos de monitoramentos de qualidade da água. ....                                                               | 47 |
| Figura 3 – Mapa com as divisões das Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas de Alagoas. ....                                     | 48 |
| Figura 4 – Fluxograma diário para a realização de coletas de água nos corpos hídricos em estudo. ....                                 | 59 |
| Figura 5 – Situação do monitoramento nos corpos hídricos em relação as obras. ....                                                    | 66 |
| Figura 6 – Classificação quanto a salinidade dos corpos hídricos monitorados. ....                                                    | 67 |
| Figura 7 – Análise estatística dos rios monitorados em relação à salinidade. ....                                                     | 68 |
| Figura 8 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a concentração de OD. ....                                | 72 |
| Figura 9 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a concentração de OD. ....                             | 73 |
| Figura 10 – Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de OD de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. .... | 73 |
| Figura 11 - Análise estatística dos rios monitorados em relação aos sólidos suspensos totais. ....                                    | 76 |
| Figura 12 - Análise estatística dos rios monitorados em relação à condutividade elétrica. ....                                        | 80 |
| Figura 13 – Registro de criação de bovinos na margem do rio Mundaú – QA 07. ....                                                      | 83 |
| Figura 14 - Análise estatística dos rios monitorados em relação à DBO. ....                                                           | 84 |
| Figura 15 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação à DBO. ....                                           | 85 |
| Figura 16 – Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a DBO de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....                | 85 |
| Figura 17 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação aos SDT. ....                                            | 89 |



|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 18 – Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação aos SDT. ....                                                                   | 90  |
| Figura 19 – Gráfico de dispersão entre condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais. ...                                                                 | 90  |
| Figura 20 - Análise estatística dos rios monitorados em relação aos O&G. ....                                                                                   | 93  |
| Figura 21 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao pH. ....                                                                        | 96  |
| Figura 22 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao pH. ....                                                                     | 97  |
| Figura 23 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Temperatura. ....                                                                             | 100 |
| Figura 24 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a Turbidez. ..                                                                     | 103 |
| Figura 25 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a Turbidez. ....                                                                | 104 |
| Figura 26 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Fixos. ....                                                                           | 107 |
| Figura 27 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Totais. ....                                                                          | 108 |
| Figura 28 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Voláteis. ....                                                                        | 109 |
| Figura 29 - Análise estatística dos rios de água doce em relação aos Coliformes Termotolerantes. ....                                                           | 115 |
| Figura 30 - Análise estatística dos rios de água salobra em relação aos Coliformes Termotolerantes. ....                                                        | 116 |
| Figura 31 - Situação da classificação dos corpos hídricos em relação a quantidade de coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. .... | 116 |
| Figura 32 - Análise estatística dos rios de água monitorados em relação aos Coliformes Totais. ....                                                             | 119 |
| Figura 33 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a Clorofila <i>a</i> . ....                                                        | 122 |
| Figura 34 - Análise estatística do QA 22 (Rio São Francisco) em relação a Clorofila <i>a</i> . ....                                                             | 123 |
| Figura 35 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a Clorofila <i>a</i> . ....                                                     | 123 |

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 36 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrato NO3.<br>.....                                                                   | 126 |
| Figura 37 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Nitrato NO3. ....                                                                    | 127 |
| Figura 38 – Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrato de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....          | 127 |
| Figura 39 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrito NO2.<br>.....                                                                   | 130 |
| Figura 40 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Nitrito NO2. ....                                                                    | 131 |
| Figura 41 - Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrito de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.....           | 131 |
| Figura 42 - Análise estatística dos rios monitorados em relação ao Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK). ....                                                                | 134 |
| Figura 43 - Análise estatística dos rios monitorados em relação ao Nitrogênio Total.....                                                                                | 137 |
| Figura 44 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrogênio Amoniacal Total - NAT.....                                                   | 140 |
| Figura 45 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao NAT....                                                                              | 141 |
| Figura 46 - Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrogênio Amoniacal Total conforme a Resolução CONAMA 357/2005. | 142 |
| Figura 47 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Fósforo (QA 03 ao QA 10). ....                                                          | 146 |
| Figura 48 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Fósforo (QA 11 ao QA 22). ....                                                          | 147 |
| Figura 49 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Fósforo.<br>.....                                                                    | 148 |

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 50 - Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Fósforo conforme a Resolução 357/2005. ....          | 149 |
| Figura 51 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Ferro Dissolvido.....                                   | 152 |
| Figura 52 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Ferro Dissolvido.....                                | 153 |
| Figura 53 - Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Ferro Dissolvido conforme a Resolução 357/2005. .... | 153 |
| Figura 54 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Manganês. ....                                          | 156 |
| Figura 55 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Manganês. ....                                       | 157 |
| Figura 56 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Mercúrio. ....                                          | 160 |
| Figura 57 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Mercúrio. ....                                       | 161 |
| Figura 58 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Zinco (QA 03 ao QA 10). ....                            | 164 |
| Figura 59 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Zinco (QA 11 ao QA 22). ....                            | 165 |
| Figura 60 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Zinco. ....                                          | 166 |
| Figura 61- Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Zinco conforme a Resolução 357/2005. ....             | 166 |
| Figura 62 – Comportamento dos valores do IQA em relação aos períodos analisados. ....                                                   | 169 |
| Figura 63 - Análise estatística dos corpos hídricos monitorados em relação ao IQA. ....                                                 | 171 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Valores limites estabelecidos para oxigênio dissolvido presente na água de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005..... | 31 |
| Tabela 2 – Valores limites estabelecidos para coliformes termotolerantes de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005. ....          | 35 |
| Tabela 3 - Valores limites estabelecidos para Clorofila <i>a</i> de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                   | 35 |
| Tabela 4 – Valores limites estabelecidos para DBO5 de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                                 | 36 |
| Tabela 5 – Valores de Nitrogênio para corpos hídricos de água doce classificados como Classes 1 e 2. ....                            | 37 |
| Tabela 6 – Valores de Nitrogênio para corpos hídricos de água doce classificados como Classe 3.....                                  | 37 |
| Tabela 7 – Valores limites estabelecidos para fósforo total de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                        | 38 |
| Tabela 8 – Valores limites estabelecidos para ferro dissolvido de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                     | 39 |
| Tabela 9 – Valores limites estabelecidos para mercúrio total de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                       | 40 |
| Tabela 10 – Valores limites estabelecidos para zinco total de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.....                         | 40 |
| Tabela 11 – Parâmetros e pesos relativos do IQA.....                                                                                 | 44 |
| Tabela 12 – Classificação do IQA.....                                                                                                | 44 |
| Tabela 13 – Informações de localização dos cursos hídricos interceptados pela BR-101/AL.                                             | 46 |
| Tabela 14 - Campanhas de monitoramento da qualidade da água realizadas na BR-101/AL..                                                | 58 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 15 – Parâmetros e limites de classificação pela resolução CONAMA 357/2005.....                                        | 60  |
| Tabela 16 - Laboratórios contratados e métodos utilizados para análises da água. ....                                        | 61  |
| Tabela 17 – Quantidade de campanhas realizadas nos três períodos da obra. ....                                               | 65  |
| Tabela 18 – Monitoramento dos corpos hídricos em relação a situação das obras. ....                                          | 65  |
| Tabela 19 - Análise de variância da Salinidade (%). ....                                                                     | 69  |
| Tabela 20 – Classificação dos corpos hídricos para concentração de OD de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.....         | 73  |
| Tabela 21 - Análise de variância de Oxigênio Dissolvido(mg/L). ....                                                          | 74  |
| Tabela 22 - Análise de variância de Sólidos Suspensos Totais - SST(mg/L). ....                                               | 77  |
| Tabela 23 - Análise de variância de Condutividade Elétrica (µS/cm). ....                                                     | 81  |
| Tabela 24 – Classificação dos corpos hídricos para a DBO de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....                     | 85  |
| Tabela 25 - Análise de variância de DBO (mg/L). ....                                                                         | 86  |
| Tabela 26 - Análise de variância de SDT (mg/L). ....                                                                         | 91  |
| Tabela 27 - Análise de variância de O&G (mg/L). ....                                                                         | 94  |
| Tabela 28 - Análise de variância referente ao pH. ....                                                                       | 98  |
| Tabela 29 - Análise de variância referente a Temperatura °C.....                                                             | 101 |
| Tabela 30 - Análise de variância referente a Turbidez (NTU). ....                                                            | 105 |
| Tabela 31 - Análise de variância referente a Sólidos Fixos (mg/L). ....                                                      | 110 |
| Tabela 32 - Análise de variância referente a Sólidos Totais (mg/L). ....                                                     | 111 |
| Tabela 33 - Análise de variância referente a Sólidos Voláteis (mg/L). ....                                                   | 112 |
| Tabela 34 - Classificação dos corpos hídricos para coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005..... | 116 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 35 - Análise de variância referente a Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL). ..                                                                   | 117 |
| Tabela 36 - Análise de variância referente a Coliformes Totais (NMP/100mL). ....                                                                          | 120 |
| Tabela 37 - Análise de variância referente a Clorofila <i>a</i> (µg/L). ....                                                                              | 124 |
| Tabela 38 - Classificação dos corpos hídricos para a concentração de Nitrato conforme a Resolução CONAMA 357/2005.....                                    | 127 |
| Tabela 39 - Análise de variância referente ao Nitrato NO <sub>3</sub> (mg/L).....                                                                         | 128 |
| Tabela 40 - Classificação dos corpos hídricos de água salobra para a concentração de Nitrito conforme a Resolução CONAMA 357/2005. ....                   | 131 |
| Tabela 41 - Análise de variância referente ao Nitrito NO <sub>2</sub> (mg/L).....                                                                         | 132 |
| Tabela 42 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L). ....                                                                      | 135 |
| Tabela 43 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Total (mg/L). ....                                                                               | 138 |
| Tabela 44- Classificação dos corpos hídricos de água salobra para a concentração de Nitrogênio Amoniacal Total conforme a Resolução CONAMA 357/2005. .... | 142 |
| Tabela 45 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L).....                                                                      | 143 |
| Tabela 46 – Classificação dos corpos hídricos para concentração de Fósforo conforme Resolução CONAMA 357/2005.....                                        | 149 |
| Tabela 47 - Análise de variância referente ao Fósforo (mg/L).....                                                                                         | 150 |
| Tabela 48 - Classificação dos corpos hídricos para concentração de Ferro Dissolvido conforme Resolução CONAMA 357/2005. ....                              | 153 |
| Tabela 49 - Análise de variância referente ao Ferro Dissolvido (mg/L). ....                                                                               | 154 |
| Tabela 50 - Análise de variância referente ao Manganês (mg/L).....                                                                                        | 158 |
| Tabela 51 - Análise de variância referente ao Mercúrio (mg/L). ....                                                                                       | 162 |
| Tabela 52- Classificação dos corpos hídricos para concentração de Zinco conforme Resolução CONAMA 357/2005. ....                                          | 167 |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 53 - Análise de variância referente ao Zinco (mg/L).....                        | 168 |
| Tabela 54 – Valores do IQA para os corpos hídricos durante os períodos analisados..... | 170 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**CBHSF** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

**CELMM** – Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba

**CERH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

**CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DNIT** – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

**DNER** – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

**EIA** – Estudos de Impacto Ambiental

**IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

**INMETRO** – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

**IQA** – Índice de Qualidade da Água

**LI** – Licença de Instalação

**LO** – Licença de Operação

**LP** – Licença Prévia

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**MT** – Ministério dos Transportes

**NFS** – National Sanitation Foundation

**OD** – Oxigênio Dissolvido

**PBA** – Plano Básico Ambiental

**PCA** – Plano de Controle Ambiental

**PDRH** – Plano de Desenvolvimento de Recursos Hídricos

**PEA** – Plano Executivo Ambiental



**PH** – Potencial Hidrogeniônico

**PMQA** – Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas

**PNMA** – Política Nacional do Meio Ambiente

**SDT** – Sólidos Dissolvidos Totais

**SEMARH** – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                      | <b>20</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>                                                                                                       | <b>23</b> |
| <b>2.1 Objetivo Geral .....</b>                                                                                                | <b>23</b> |
| <b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>                                                                                          | <b>23</b> |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                                                                           | <b>24</b> |
| <b>3.1 Empreendimentos Rodoviários .....</b>                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>3.2 Impactos Ambientais decorrentes de empreendimentos rodoviários.....</b>                                                 | <b>24</b> |
| <b>3.3 Gestão Ambiental em Empreendimentos Rodoviários .....</b>                                                               | <b>26</b> |
| <b>3.4 Monitoramento da Qualidade da Água.....</b>                                                                             | <b>29</b> |
| 3.4.1 Temperatura.....                                                                                                         | 30        |
| 3.4.2 Oxigênio Dissolvido .....                                                                                                | 31        |
| 3.4.3 Potencial Hidrogeniônico - pH.....                                                                                       | 31        |
| 3.4.4 Turbidez.....                                                                                                            | 32        |
| 3.4.5 Óleos e Graxas – O&G .....                                                                                               | 32        |
| 3.4.6 Série de Sólidos (Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Fixos, Variáveis e Voláteis) .....       | 33        |
| 3.4.7 Condutividade Elétrica .....                                                                                             | 34        |
| 3.4.8 Coliformes Termotolerantes .....                                                                                         | 34        |
| 3.4.9 Clorofila <i>a</i> .....                                                                                                 | 35        |
| 3.4.10 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). .....                                                                             | 35        |
| 3.4.11 Série de Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Total e Nitrogênio Total Kjeldahl). ..... | 36        |
| 3.4.12 Fósforo Total .....                                                                                                     | 37        |
| 3.4.13 Metais (Ferro, Manganês, Mercúrio e Zinco).....                                                                         | 38        |
| <b>3.5 Índice de Qualidade da Água .....</b>                                                                                   | <b>40</b> |
| <b>4 METODOLOGIA.....</b>                                                                                                      | <b>45</b> |
| <b>4.1 Caracterização da área de estudo .....</b>                                                                              | <b>45</b> |
| 4.1.1 Rio Jacuípe .....                                                                                                        | 49        |
| 4.1.2 Rios Camaragibe, Riacho Tabira e Camaragibe-Mirim .....                                                                  | 49        |
| 4.1.3 Rios Mundaú, Uruba e Satuba .....                                                                                        | 49        |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.4 Rios Paraíba e Sumaúma .....                                       | 50         |
| 4.1.5 Rio Varrela .....                                                  | 51         |
| 4.1.6 Rio São Miguel.....                                                | 51         |
| 4.1.7 Rio Jequiá .....                                                   | 52         |
| 4.1.8 Rios Coruripe e Pau Ferro .....                                    | 53         |
| 4.1.9 Rios Piauí, Perucaba, Boacica e Itiúba, e Açude Campo Alegre. .... | 54         |
| 4.1.110 Rio São Francisco.....                                           | 56         |
| <b>4.2 Análise de dados .....</b>                                        | <b>57</b>  |
| <b>4.3 Amostragem .....</b>                                              | <b>58</b>  |
| <b>4.4 Ensaios laboratoriais .....</b>                                   | <b>61</b>  |
| <b>4.5 Análises de resultados. ....</b>                                  | <b>62</b>  |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                   | <b>64</b>  |
| <b>5.1 Salinidade .....</b>                                              | <b>66</b>  |
| <b>5.2 Oxigênio Dissolvido .....</b>                                     | <b>70</b>  |
| <b>5.3 Sólidos Suspensos Totais (SST) .....</b>                          | <b>75</b>  |
| <b>5.4 Condutividade Elétrica .....</b>                                  | <b>78</b>  |
| <b>5.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....</b>                    | <b>82</b>  |
| <b>5.6 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).....</b>                         | <b>87</b>  |
| <b>5.7 Óleos e Graxas (O&amp;G) .....</b>                                | <b>92</b>  |
| <b>5.8 Potencial Hidrogeniônico (pH).....</b>                            | <b>95</b>  |
| <b>5.9 Temperatura .....</b>                                             | <b>99</b>  |
| <b>5.10 Turbidez .....</b>                                               | <b>102</b> |
| <b>5.11 Sólidos Fixos, Totais e Voláteis.....</b>                        | <b>106</b> |
| <b>5.12 Coliformes Termotolerantes.....</b>                              | <b>113</b> |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 5.13 Coliformes Totais.....                 | 118 |
| 5.14 Clorofila <i>a</i> .....               | 121 |
| 5.15 Nitrato NO <sub>3</sub> .....          | 125 |
| 5.16 Nitrito NO <sub>2</sub> .....          | 129 |
| 5.17 Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK).....   | 133 |
| 5.18 Nitrogênio Total.....                  | 136 |
| 5.19 Nitrogênio Amoniacal Total (NAT) ..... | 139 |
| 5.20 Fósforo .....                          | 144 |
| 5.21 Ferro Dissolvido.....                  | 151 |
| 5.22 Manganês Total .....                   | 155 |
| 5.23 Mercúrio Total.....                    | 159 |
| 5.24 Zinco Total .....                      | 163 |
| 5.25 IQA-NFS (CETESB) .....                 | 169 |
| 6 CONCLUSÕES.....                           | 172 |
| 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....    | 174 |
| REFERÊNCIAS .....                           | 175 |
| APÊNDICES .....                             | 181 |

## 1 INTRODUÇÃO

Os empreendimentos rodoviários se incluem entre as efetivações de maior importância para o desenvolvimento socioeconômico, trazendo um evidente poder indutor e se constituindo no principal elemento ou fator de integração entre as populações (DNIT, 2006). A rodovia é uma obra de engenharia composta por uma ou mais pistas e obras de arte (pontes, viadutos, túneis, acessos), a qual é utilizada para transporte terrestre de pessoas e cargas, além de servir como um indicador de desenvolvimento regional.

Dentre os impactos ambientais negativos durante a fase de implantação de uma rodovia destacam-se a degradação do solo durante a construção, a destruição de áreas de conservação, a poluição de águas superficiais e subterrâneas e a retenção de águas superficiais (FOGLIATTI et al., 2004). Os corpos hídricos, de acordo com suas características, tendem a concentrar ou dissipar eventuais contaminantes em suas águas. Quando observada alguma ocorrência nociva, devem ser definidas ações imediatas para evitar alterações na qualidade das águas superficiais, e consequentemente às comunidades aquáticas e às populações que fazem uso desses mananciais (COPPETEC, 2010).

Embora sejam tomadas medidas preventivas, sempre haverá impactos, sejam positivos ou negativos, derivados da implantação deste empreendimento. No entanto, a adoção de medidas de controle e monitoramento ambiental pode minimizar ou mitigar parte significativa dos impactos negativos e potencializar os positivos, sendo essas medidas fundamentais para evitar danos irreversíveis ao meio ambiente (PANAZOLLO et al., 2012).

De acordo com Besen e Henkes (2012), é fundamental que o projeto da rodovia se adeque a seu ambiente, havendo integração entre as ações das áreas de meio ambiente e de engenharia das instituições envolvidas, assegurando que os cuidados ambientais previstos em projeto sejam levados em conta durante a obra.

A Gestão Ambiental de rodovias além de manejar o ambiente com ações e atividades intencionalmente aplicadas para impedir ou atenuar manifestações indesejáveis de impactos ambientais controláveis, deve monitorar as mesmas, acompanhando as transformações geradas (FOGLIATTI et al., 2004). A gestão ainda possui em sua estrutura, as atividades de planejamento, responsabilidades envolvidas, práticas e procedimentos necessários, processos e recursos físicos, humanos e financeiros para o desenvolvimento, implementação, alcance das metas estabelecidas e revisão e manutenção do Sistema de Gestão Ambiental (BRASIL, 2006).

As atividades de gestão ambiental em obras rodoviárias permitem a análise e verificação dos procedimentos e medidas corretivas e de controle ambiental, de maneira que consiga identificar as falhas, os erros e acertos durante o andamento da obra, majorando a eficiência e efetividade das construtoras, e consequentemente, do seu desempenho ambiental (COSTA, 2010).

Durante seu período de execução, as obras rodoviárias demandam procedimentos que podem levar à deflagração de impactos aos mananciais hídricos interceptados, como as movimentações de solo através de cortes e aterramentos, o trânsito de maquinários e veículos, e a geração de resíduos sólidos e efluentes sanitários (COPPETEC, 2010).

Quando não adotadas medidas eficazes para a redução e controle dos impactos negativos previstos para o empreendimento rodoviário, as alterações na qualidade das águas constantemente podem estar associadas às atividades de movimentação de solo realizadas durante os serviços de desmatamento, destocamento, conformação de taludes de corte/aterro e terraplenagem. Essas atividades exercem influência direta nos processos de dinâmica superficial como instabilidade de encostas e taludes, formação de processos erosivos e consequentemente carreamento da parte fina do solo para drenagens e sistemas hídricos locais, favorecendo mudanças nos padrões de turbidez e concentração de sólidos, comprometendo assim a dinâmica natural dos ecossistemas aquáticos (PEREIRA et al., 2015).

A água é um elemento essencial não somente à vida, mas para a manutenção do clima no planeta. Mesmo sendo um recurso renovável, deve ser tratada com bastante cuidado, tendo em vista o uso excessivo e indiscriminado, aliado à poluição, poderá causar sérios danos nos mananciais (MAIA, 2012).

A busca pela permanência da qualidade dos recursos hídricos desperta grande interesse, onde sua aferição ocorre por vários métodos, dentre eles a análise limnológica em seus fatores físico-químicos, como turbidez, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, a fim de caracterizar as condições em que se encontram os mananciais (AFFONSO; BARBOSA; NOVO, 2011; PRAIA et al., 2010).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), existe carência sobre as informações da qualidade da água no país em diversas bacias. Com isso medições periódicas durante um espaço de tempo prolongado aumentam significativamente a veracidade nos dados apresentados sobre a qualidade da água.

Por envolver diversas variáveis, o monitoramento ambiental de um manancial demanda tempo e altos investimentos financeiros, o que muitas vezes inviabiliza o processo. Além do mais, não é possível obter uma visão integral do que realmente está ocorrendo em um corpo hídrico ao se analisar cada variável limnológica isoladamente (GOMES et al., 2014; LIBÂNIO, 2010).

O monitoramento dos cursos hídricos potencialmente impactados durante o período de obras de implantação de uma rodovia tem por finalidade identificar possíveis alterações nos padrões de qualidade das águas superficiais locais, onde se permita verificar se há alterações negativas devido às obras realizadas, em comparação com a caracterização inicial, bem como a situação observada entre pontos de amostragem localizados a montante e jusante dos cursos d'água monitorados no empreendimento (PIMENTA et al., 2014).

Diante o exposto, este estudo tem como objetivo verificar, através de análises físico-químicas e exames microbiológicos da água realizados em cada rio interceptado, a influência das obras em um empreendimento rodoviário na qualidade da água dos corpos hídricos no Estado de Alagoas atravessados pela BR 101.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a influência das obras de adequação da capacidade rodoviária da BR-101 na qualidade da água dos corpos hídricos interceptados por este empreendimento no Estado de Alagoas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Comparar os parâmetros de qualidade das águas superficiais dos cursos e corpos d'água presentes nas áreas afetadas pelas obras com os valores estabelecidos na Resolução Conama 357/2005;
- Analisar a variação temporal dos parâmetros de qualidade da água;
- Obter os valores referentes ao Índice de Qualidade da Água dos corpos hídricos nos locais em estudo;
- Discutir a classificação dos corpos hídricos no trecho analisado à luz da legislação.



### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Empreendimentos Rodoviários**

As rodovias compõem o modal mais utilizado do planeta, exercendo um papel importante na infraestrutura para o desenvolvimento social e econômico de todas as nações, possibilitando o transporte e a distribuição de produtos agrícolas, pecuários e industriais, surgimento de polos industriais e comerciais, bem como o deslocamento e a mobilidade de pessoas, provendo acesso a bens e serviços (COSTA, 2010).

O padrão brasileiro de modernização teve como um de seus eixos fundamentais a construção e a expansão de um complexo viário que elegeu a rodovia como meio privilegiado de efetivação do desenvolvimento econômico e de realização da integração nacional, transformando a rodovia em um núcleo de desenvolvimento (COSTA et al., 2001).

As rodovias devem ter sua capacidade de oferta continuamente renovada e aumentada, não comprometendo o meio ambiente e a qualidade de vida da população, em função da qualidade dos serviços prestados. Enfatiza-se assim, a necessidade de projetos rodoviários cada vez mais criteriosos e que levem em conta os impactos ambientais a serem provocados de forma que os mesmos possam ser mitigados quando negativos e ampliados quando trouxerem benefícios para a área de influência (FOGLIATTI et al., 2004).

#### **3.2 Impactos Ambientais decorrentes de empreendimentos rodoviários**

Impacto ambiental é a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocadas por ação humana (SÁNCHEZ, 2006). A resolução CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986) define impacto ambiental como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.

Obras rodoviárias podem apresentar inúmeros impactos sobre o meio ambiente, como desmatamentos, perda de diversidade biológica, a alteração do sistema natural de drenagem e a degradação do solo (PANAZZOLO et al., 2012).

Empreendimentos rodoviários geram numerosos impactos ambientais, onde mesmo em tempos atuais são encontradas falhas perceptíveis na gestão ambiental de projetos desse

segmento, desde a pequena dimensão dada aos aspectos ambientais no planeamento da obra e nos projetos de engenharia, perpassando pelas falhas nos estudos ambientais, pelas dificuldades na previsão dos impactos e dimensionamento das medidas preventivas e mitigadoras, pelas rotinas controversas dos processos de licenciamento até o acompanhamento ambiental deficiente (ROMAN, 2016).

Os impactos decorrentes de obras rodoviárias apresentam-se de maneira diferenciada nos diversos empreendimentos, dependendo das características dos meios físico, biótico e antrópico da área de influência e da quantidade de obras necessárias. No Brasil, os projetos rodoviários em licenciamento, estão relacionados a melhorias e adequação da capacidade rodoviária, à duplicação de rodovias, à implantação de novas rodovias e à pavimentação de estradas de rodagem existentes (ROMAN, 2016).

Os principais impactos relacionados a implantação de uma rodovia são decorrentes de desapropriação, da implantação dos canteiros de obras, dos desmatamentos e limpeza de terrenos, da abertura de caminhos de serviço, da terraplenagem, do empréstimo e de bota-fora, da drenagem e da exploração de materiais de construção (FOGLIATTI et al., 2004).

Segundo Pimenta et al. (2014), durante um empreendimento rodoviário, toda intervenção realizada através da obra produz impactos diversos e estes poderão ter maior ou menor magnitude conforme as medidas paralelas associadas, podendo inclusive ser evitados. Como exemplos de impactos positivos e/ou negativos, que podem ocorrer em diferentes atividades na fase de obras, pode-se citar: emissão de material particulado, ruídos, vibrações, alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, alteração nas propriedades físicas e químicas do solo, prejuízos à fauna e flora, desapropriação e reassentamento, melhorias das condições de acessibilidade, geração de renda e emprego, entre outros.

As ações que se destinam a reduzir a magnitude dos impactos ambientais negativos são úteis apenas quando são desenvolvidas a tempo, permitindo ajustes e adaptações do projeto. E afirma ser fundamental que sejam identificadas ainda na fase de planeamento e estudos de projetos (FOGLIATTI et al., 2004).

De acordo com Gallardo (2004), que avaliou a significância dos impactos sobre o meio físico, associados à construção e a eficácia de medidas empregadas para atenuá-las, o principal impacto ambiental foi a alteração na qualidade das águas decorrente dos procedimentos de escavação e concretagem de túneis. As atividades de campo e os resultados do programa de monitoramento da qualidade da água permitiram identificar que estas águas

estavam sendo contaminadas por resíduos de concreto projetado e calda de cimento, alterando as características físico-químicas como pH, cor e turbidez das águas superficiais.

O êxito na implementação das medidas mitigadoras na fase de construção de uma obra rodoviária remete à adoção de um detalhado programa de acompanhamento ambiental e ao rigoroso controle de sua realização (SÁNCHEZ; GALLARDO, 2004).

### **3.3 Gestão Ambiental em Empreendimentos Rodoviários**

Durante o ápice do rodoviarismo, entre os anos de 1960 e 1970, não havia cuidados relacionados ao meio ambiente quando comparados aos tempos atuais. Somente após a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), com a criação de uma série de leis e outros instrumentos normativos as questões ambientais tiveram notoriedade (ROMAN, 2016).

A construção de rodovias foi um dos meios encontrados como solução para a mobilidade da população e a evolução das cidades. Uma vez compreendida a questão de proteção do ambiente ao qual se incorpora o empreendimento, busca-se garantir que os projetos de engenharia sejam eficientes tanto para quem trafega pela rodovia, quanto para a população dos municípios que se encontram em sua área de influência (NEVES e HENKES, 2013).

A gestão ambiental é o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, com vistas a garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos naturais, econômicos e socioculturais, às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordados e definidos (PIMENTA et al., 2014).

Nos empreendimentos rodoviários as medidas de controle ambiental são definidas na fase de projeto em conjunto com os estudos ambientais, onde são verificadas as principais intervenções construtivas, e avaliados os impactos ambientais significativos decorrentes da obra. Essas medidas visam, prioritariamente, a minimizar os impactos ambientais significativos decorrentes dos serviços de obra (COSTA, 2010).

A gestão ambiental no setor rodoviário brasileiro teve início em 1996, quando o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) internalizou as atividades ambientais, abrangendo as cinco fases do empreendimento rodoviário: planejamento, projeto, implantação, manutenção e operação. No ano de 2002, foi criada uma nova estrutura

organizacional do setor, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), substituindo assim o DNER (BRASIL, 2006).

A publicação da Portaria Interministerial do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério dos Transportes (MT), nº 273 em 05/11/2004 foi considerada um avanço na gestão ambiental de empreendimentos rodoviários, buscando regularizar ambientalmente todos esses empreendimentos federais e estabelecer os critérios a serem aplicados para se obter a regularização ambiental de toda malha federal. No entanto não atingiu o seu objetivo no prazo de sua vigência. Em virtude disso foi publicada a Instrução Normativa do Ibama nº 2 de 18 de março de 2010, que estabelece os procedimentos de licenciamento para a regularização ambiental da malha rodoviária federal em operação, e atualmente é organizado como Programa de Rodovias Federais Ambientalmente Sustentáveis – PROFAS (Portaria MMA/MT nº 288/2013).

A estruturação formal dos assuntos ambientais no setor rodoviário é bastante recente, e ainda vem enfrentando muitos desafios para gerir e regularizar as malhas viárias, sobretudo, quanto a aspectos legais, onde a maioria das rodovias ainda não possui licenças operacionais (COSTA, 2010).

Segundo BRASIL (2006), o processo de licenciamento ambiental em obras rodoviárias ocorre de forma compartilhada entre os diferentes órgãos governamentais, sejam eles municipais, estaduais e federais. As etapas do processo de licenciamento ambiental são fundamentais, desde a aprovação do Termo de Referência para os estudos ambientais respectivos até a emissão da Licença Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO).

Para as obras de infraestrutura, as diretrizes para a implantação da gestão ambiental foram influenciadas pelas condicionantes presentes nas LI dos empreendimentos submetidos ao processo de licenciamento ambiental, conforme estabelece a Resolução Conama nº 237/97. O Plano Básico Ambiental (PBA) dispõe, de acordo com o empreendimento, de inúmeros planos e programas de controle e compensação ambiental (COSTA, 2010).

Para que a gestão ambiental em empreendimentos rodoviários considere todas as variáveis ambientais intervenientes e possa ser planejada, devidamente compreendida e executada com qualidade, segurança e comprometimento, é essencial o conhecimento prévio dos impactos ambientais produzidos e de que forma devam ser tratados (PIMENTA et al., 2014).

De acordo com Pimenta et al. (2014), nos empreendimentos rodoviários no Brasil, a gestão ambiental é composta por três etapas:

- **Supervisão ambiental:** Esta etapa visa contemplar o efetivo controle ambiental sistemático das obras e as premissas estabelecidas nos estudos ambientais antecessores, buscando cumprir os preceitos do licenciamento ambiental e objetivando proporcionar condições para que todos os programas ambientais de demandas integrantes sejam desenvolvidos com a qualidade almejada e em estrita observância à legislação;
- **Gerenciamento ambiental:** Abrange atividades de avaliação e revisão de toda documentação técnica e ambiental do empreendimento, incluindo os quantitativos e custos, objetivando a atualização dos programas ambientais. Além de realizar articulação junto aos órgãos governamentais, apoia e gerencia os convênios através de proposição de termos de contratos e convênios a serem celebrados com empresas especializadas ou instituições de pesquisa para implementação e desenvolvimento das atividades previstas no Plano Básico Ambiental (PBA);
- **Execução dos programas ambientais:** etapa onde são executados e implantados os programas ambientais descritos nas Licenças Ambientais e constantes no PBA ou no Plano de Controle Ambiental (PCA) do empreendimento, em estrita concordância com esses estudos.

Embora ainda sejam muitos os problemas evidenciados em empreendimentos rodoviários, principalmente quanto à degradação dos recursos naturais, a questão ambiental ganhou espaço nestes empreendimentos em todo o mundo. A supervisão ambiental vem sendo largamente utilizada durante as atividades construtivas, desde obras de grande porte a obras mais simples, constituindo-se como uma das principais condicionantes para a obtenção da qualidade ambiental (COSTA, 2010).

Durante a implantação de um empreendimento rodoviário, a gestão ambiental deve garantir a minimização dos impactos ambientais, o atendimento às leis e normas vigentes, bem como às condicionantes das licenças ambientais por meio da articulação e interlocução entre todos os atores envolvidos (KAMIMURA, 2012).

Os programas de monitoramento ambiental e as medidas de controle desenvolvidas na fase de implantação, ampliação ou recuperação viária de obras objetivam maximizar os efeitos desejados, e reduzir, eliminar ou mitigar os indesejáveis. Essas deverão estar previstas,

dimensionadas e inseridas no projeto de engenharia, de modo que sejam consideradas integralmente quanto a sua aplicabilidade técnica e orçamentária (PARANÁ, 2000; SANTA CATARINA, 2004).

Nos últimos anos, os agentes financeiros domésticos e internacionais vêm incluindo cláusulas contratuais com exigências de desempenho ambiental como condicionante para o desembolso de parcelas de financiamento aprovados. Além disso, contratos firmados entre órgãos rodoviários e empreiteiras encarregados pelas obras de recuperação rodoviária apresentam cláusulas ambientais, às vezes até, vinculando o pagamento ao cumprimento de requisitos contratuais, promovendo assim o desenvolvimento de procedimentos para avaliar o desempenho ambiental no setor (COSTA, 2010).

Para minimizar os impactos negativos devem ser propostas medidas de prevenção e mitigação, que compreendem basicamente critérios de projeto e práticas de engenharia adequadas, além da necessidade de adoção de um detalhado programa de monitoramento ambiental e rigoroso controle de execução (GALLARDO, 2004).

### **3.4 Monitoramento da Qualidade da Água**

A execução das obras de um empreendimento rodoviário pode ocasionar assoreamento, mudanças na atividade biológica, derramamentos de óleos, combustíveis entre outros, os quais podem provocar degradação da água. Por este motivo o monitoramento da qualidade da água é recomendado em obras rodoviárias, principalmente devido a exigências legais, garantindo que não haja impactos negativos sobre os cursos hídricos durante a construção da rodovia (SANTINI, 2017).

A qualidade da água de um rio em qualquer ponto reflete várias interferências, incluindo litologia da bacia, condições climáticas e interferências antropogênicas. Por qualidade da água entende-se o conjunto de todas as características físicas, químicas e biológicas que apresenta (LEMOS, 2011).

A análise da qualidade da água dos corpos hídricos interceptados por este tipo de empreendimento pode ser considerada um importante indicador de passivos ambientais, provenientes das obras ou não, possibilitando a identificação de locais problemáticos e sua remediação (PIMENTA et al., 2014).

Em geral, um programa de monitoramento inclui coletas frequentes nos mesmos pontos de amostragem e análise em laboratório de grande número de parâmetros (ANDRADE

et al., 2007). Além de gerar um grande número de variáveis e dados, muitas vezes difíceis de analisar e interpretar, pois as relações entre as variáveis são complexas (SANTOS, 2015). Logo, a utilização de ferramentas estatísticas torna-se fundamental para a extração de informações significativas e importantes na gestão dos recursos hídricos (SANTINI, 2017).

Normalmente, diversos componentes podem ser encontrados na água, tendo sua origem por meio natural ou introduzidos pelas atividades humanas. Alguns parâmetros são fundamentais para caracterizar uma água indicando se seus valores disponíveis constituem sua qualidade ou impurezas, quando superiores aos estabelecidos para o uso determinado (FIGUEIRÊDO, 2008).

Estudos realizados com o objetivo de avaliar indicadores ambientais, por meio de análises limnológicas em seus fatores físico-químicos, como turbidez, pH, oxigênio dissolvido, e condutividade elétrica para cursos d'água interseccionados por uma rodovia, buscando também identificar relação entre estes indicadores e as obras de arte executadas, concluíram que a interseção da rodovia federal BR-319, com a rede de drenagem alterou a qualidade limnológica dos cursos d'água no indicador turbidez (MAIA, 2012).

Shyu et al. (2012) verificaram a diferença na qualidade da água de um reservatório em Taiwan antes e depois da construção de uma rodovia, onde os resultados indicaram que houve aumento significativo na concentração de fósforo total.

Durante a implantação da BR-488, os cursos hídricos interceptados pela rodovia foram analisados através dos parâmetros de qualidade da água, comparando resultados a montantes e a jusante. Com auxílio da estatística multivariada, buscou-se identificar as similaridades e diferenças entre os resultados, e assim verificar a relação das obras com a qualidade da água desses corpos hídricos. Por fim, ficou constatado que não houve interferência negativa das obras na qualidade da água (PEREIRA, et al., 2005).

A seguir, são apresentados os parâmetros utilizados para a caracterização da qualidade da água dos corpos hídricos em análise:

#### **3.4.1 Temperatura**

De acordo com Maia (2012), a temperatura desempenha importante papel no controle de espécies aquáticas, podendo ser considerada uma das suas características mais importantes.. Von Sperling (2005) afirma que a temperatura possui grande influência no metabolismo microbiano, afetando, por conseguinte, as taxas de estabilização da matéria

orgânica. O aumento da temperatura reduz a solubilidade (concentração e saturação) do oxigênio no meio líquido.

### 3.4.2 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio é um elemento essencial no metabolismo dos seres aquáticos e, por regular os processos químicos que afetam diretamente a biota aquática, o oxigênio dissolvido (OD) se torna uma das variáveis limnológicas mais importantes nesses ambientes (ESTEVES, 1988).

O oxigênio nas águas é proveniente de duas fontes: a fotossíntese e a aeração. Segundo Lira (2000), a fotossíntese é o processo no qual o dióxido de carbono é convertido a carbono e oxigênio pelas plantas clorofiladas em presença de luz solar difusa ou indireta. Já a aeração consiste na difusão do ar atmosférico na água, com consequente aumento do teor de oxigênio da mesma.

No caso de valores de OD muito baixos (anoxia) ou zero, há a extinção de organismos aquáticos aeróbios. Em águas correntes, sob circunstâncias normais, a concentração de oxigênio varia ao longo do rio, devido alterações em suas características ambientais e em consequência das condições climáticas (MAIA, 2012). De acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005 seus valores foram estabelecidos em função da classificação dos corpos hídricos, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Valores limites estabelecidos para oxigênio dissolvido presente na água de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005.**

| <b>Oxigênio Dissolvido</b> |          | <b>Limites (mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>)</b> |
|----------------------------|----------|--------------------------------------------------|
| Água Doce                  | Classe 1 | ≥ 6                                              |
|                            | Classe 2 | ≥ 5                                              |
|                            | Classe 3 | ≥ 4                                              |
|                            | Classe 4 | ≥ 2                                              |
| Água Salobra               | Classe 1 | ≥ 5                                              |
|                            | Classe 2 | ≥ 4                                              |
|                            | Classe 3 | ≥ 3                                              |

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

### 3.4.3 Potencial Hidrogeniônico - pH

O potencial de hidrogênio é um índice que indica acidez, a neutralidade ou a alcalinidade de um meio, por estar relacionado à concentração de íons de hidrogênio encontrados em uma solução. Por sofrer influência de muitos fatores, se torna uma das variáveis mais difíceis de interpretar, mas é considerada uma das mais importantes variáveis ambientais (ESTEVES, 2011).



A resolução CONAMA nº 357/2005 especifica valores de pH entre 6 e 9 para corpos hídricos de água doce. Para corpos hídricos de água salobra classificados como classe 1 e 2, a faixa de variação estabelecida é de 6,5 a 8,5. Já para água salobra classificada como classe 3, o pH deve estar entre 5 e 9.

#### **3.4.4 Turbidez**

Em uma amostra de água, a turbidez é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca) devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral (CETESB, 2017). É expressa em *nephelometric turbidity units*, ou NTU.

Os processos erosivos nas margens dos rios em estações chuvosas são intensificados pelo mau uso do solo, provocando aumento da turbidez nas águas. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro (CETESB, 2017).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos hídricos de água doce classificados como classe 1, o limite estabelecido é de 40 UNT. Já para corpos hídricos de água doce classificados como classe 2 e classe 3, o limite é de 100 UNT, Para água salobra, a resolução não define valores limites de classificação.

#### **3.4.5 Óleos e Graxas – O&G**

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias normalmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Dificilmente são encontrados em águas naturais, sendo geralmente provenientes de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, posto de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2017).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, em águas naturais, os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes<sup>1</sup> para os corpos hídricos de água doce classificados nas classes 1, 2 e 3, enquanto iridescências são toleradas para a classe 4. Em relação a águas salobras, para corpos hídricos classificados nas classes 1 e 2, os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes, já para a classe 3, iridescência<sup>2</sup> são toleradas.

Os despejos de origem industrial são os maiores responsáveis pelo aumento de matérias graxas nos corpos d'água, entre eles os de refinarias, frigoríficos, saboarias, etc. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e causam problemas no tratamento d'água quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público. A existência de material graxo nos corpos hídricos, além de trazer problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água (CETESB, 2017).

### **3.4.6 Série de Sólidos (Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Fixos, Variáveis e Voláteis)**

Quando presente em corpos hídricos, os sólidos podem causar danos aos peixes e a vida aquática. Através de sua sedimentação no leito dos rios, podem destruir organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2017).

Os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) são compostos por substâncias sólidas orgânicas ou inorgânicas. Analiticamente são considerados como sólidos dissolvidos as substâncias ou

---

<sup>1</sup> Segundo o Art. 2º, Inc. XXXVII da referida resolução, substância virtualmente ausente é definida como aquela “que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar”

<sup>2</sup> Iridescência: Característica, condição do que é iridescente, série de reflexos brilhantes, perceptíveis no arco-íris, na madrepérola, em bolhas de sabão.

partículas com diâmetros inferiores a 1,2  $\mu\text{m}$ . Sua principal influência é na diminuição da transparência da água, impedindo a penetração da luz (PEIXE, 2012).

Em corpos hídricos de água doce, o limite de concentração dos SDT é de 500  $\text{mg.L}^{-1}$  para corpos hídricos de água doce classificados nas classes 1, 2 e 3 de acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005. Para corpos hídricos de água doce classificados na classe 4, e águas salobras, não há especificação. Para os demais sólidos, não há especificações referente aos seus valores máximos permitidos.

#### **3.4.7 Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica mede a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica e está diretamente relacionada à concentração de espécies iônicas dissolvidas, principalmente inorgânicas.

É um bom indicativo das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. Quanto maior a quantidade de sólidos dissolvidos, maior a condutividade da água. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S/cm}$  indicam ambientes impactados (CETESB, 2017).

#### **3.4.8 Coliformes Termotolerantes**

São microrganismos do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, apenas a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em quantidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou no solo que não tenham recebido contaminação fecal. Esses microrganismos podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou subtropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Entretanto, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, pois não pode ser excluída, nesse caso, a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos (CETESB, 2017).

A resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece limites para este parâmetro de acordo com as classes para os corpos hídricos, conforme apresentado na Tabela 2.

Para coliformes totais, há apenas especificações para a água tratada para consumo humano, conforme estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 05 de 2017 do Ministério da Saúde. Logo, para as análises desse estudo não há especificações.

**Tabela 2 – Valores limites estabelecidos para coliformes termotolerantes de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Coliformes Termotolerantes</b> |          | <b>Limites (NMP/100 mL)</b> |
|-----------------------------------|----------|-----------------------------|
| Água Doce                         | Classe 1 | 200                         |
|                                   | Classe 2 | 1000                        |
|                                   | Classe 3 | 1000                        |
|                                   | Classe 4 | -                           |
| Água Salobra                      | Classe 1 | 1000                        |
|                                   | Classe 2 | 2500                        |
|                                   | Classe 3 | 4000                        |

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

### 3.4.9 Clorofila *a*

A clorofila é um dos pigmentos, além de carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. Além de ser considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos, a clorofila *a* é um indicador da biomassa algal, sendo a mais universal das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1% a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas, (CETESB, 2017).

A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece limites para corpos hídricos de água doce, conforme demonstrado na Tabela 3. Para água salobra não há especificação.

**Tabela 3 - Valores limites estabelecidos para Clorofila *a* de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Clorofila <i>a</i></b> |          | <b>Limites (µg/L)</b> |
|---------------------------|----------|-----------------------|
| Água Doce                 | Classe 1 | 10                    |
|                           | Classe 2 | 30                    |
|                           | Classe 3 | 60                    |
|                           | Classe 4 | -                     |

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

### 3.4.10 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através da decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, durante um determinado período de tempo. Usualmente, utiliza-se 5 dias numa temperatura de incubação de 20 °C, chamada de  $DBO_{5,20}$ .

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria

orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando a mortandade de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2017).

Os valores máximos permitidos para DBO de acordo com a classificação dos corpos hídricos de água doce, conforme a resolução CONAMA nº 357/2005, está apresentado na Tabela 4. Para corpos hídricos de água salobra, não há especificações.

**Tabela 4 – Valores limites estabelecidos para DBOs de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>DBO</b> |          | <b>Limites (mg.L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>)</b> |
|------------|----------|--------------------------------------------------|
| Água Doce  | Classe 1 | ≤ 3                                              |
|            | Classe 2 | ≤ 5                                              |
|            | Classe 3 | ≤ 10                                             |
|            | Classe 4 | -                                                |

Fonte: Adaptado de Brasil (2005)..

#### **3.4.11 Série de Nitrogênio (Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Total e Nitrogênio Total Kjeldahl).**

Encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato, sendo as duas primeiras formas reduzidas e as duas últimas oxidadas. As etapas de degradação da poluição orgânica podem ser associadas por meio da relação entre formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas, significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato denota que as descargas de esgotos se encontram distantes (CETESB, 2017).

Além do consumo de oxigênio dissolvido nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, o nitrogênio tem papel fundamental no crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, por exemplo, pode conduzir a um crescimento exagerado destes organismos, resultando em processo de eutrofização (SANTINI, 2017).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos hídricos de água doce classificados como classes 1 e 2, têm-se os valores limites apresentados na Tabela 5 e na Tabela 6.

**Tabela 5 – Valores de Nitrogênio para corpos hídricos de água doce classificados como Classes 1 e 2.**

| <b>Série de Nitrogênio</b>       | <b>Valor máximo permitido</b>        |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Nitrato $NO_3$                   | 10,0 mg/L N                          |
| Nitrito $NO_2$                   | 1,0 mg/L N                           |
| Nitrogênio Amoniacal Total - NAT | 3,7 mg/L N, para $pH \leq 7,5$       |
|                                  | 2,0 mg/L N, para $7,5 < pH \leq 8,0$ |
|                                  | 1,0 mg/L N, para $8,0 < pH \leq 8,5$ |
|                                  | 0,5 mg/L N, para $pH > 8,5$          |

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

**Tabela 6 – Valores de Nitrogênio para corpos hídricos de água doce classificados como Classe 3.**

| <b>Série de Nitrogênio</b>       | <b>Valor máximo permitido</b>        |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Nitrato $NO_3$                   | 10,0 mg/L N                          |
| Nitrito $NO_2$                   | 1,0 mg/L N                           |
| Nitrogênio Amoniacal Total - NAT | 13,3 mg/L N, para $pH \leq 7,5$      |
|                                  | 5,6 mg/L N, para $7,5 < pH \leq 8,0$ |
|                                  | 2,2 mg/L N, para $8,0 < pH \leq 8,5$ |
|                                  | 1,0 mg/L N, para $pH > 8,5$          |

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para águas salobras classificadas como classe 1, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que os valores limites para Nitrato, Nitrito e Nitrogênio amoniacal são respectivamente 0,40 mg/L N; 0,07 mg/L N e 0,40 mg/L N. Já para águas salinas e salobras classificadas como classe 2, essa Resolução estabelece os respectivos valores de 0,70 mg/L N; 0,20 mg/L N e 0,70 mg/L N.

O Nitrogênio total kjeldahl é a soma do nitrogênio orgânico ao nitrogênio amoniacal, trata-se da forma mais bioassimilável de nitrogênio. O nitrogênio total é a soma do nitrogênio kjeldahl mais o nitrogênio inorgânico (nitrato e nitrito). Estas duas formas não são padrão de classificação na qualidade da água segundo Resolução CONAMA nº 357/2005.

### **3.4.12 Fósforo Total**

Surge em águas naturais em virtude, principalmente, das descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Podem se apresentar nas águas sob três formas diferentes, sendo:

- Fosfatos orgânicos: forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo;

- Ortofosfatos: representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas;
- Polifosfatos, ou fosfatos condensados: esta forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais.

A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece limites para os valores de fósforo total nos corpos hídricos de água doce e salobra, para as diversas classes, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7 – Valores limites estabelecidos para fósforo total de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Fósforo Total</b> |          | <b>Limites (mg.L<sup>-1</sup>) P</b>                                                                                  |
|----------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Água Doce            | Classe 1 | 0,020 (Ambiente lântico)                                                                                              |
|                      |          | 0,025 (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico). |
|                      |          | 0,1 (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)                                                       |
|                      |          |                                                                                                                       |
|                      | Classe 2 | 0,030 (Ambiente lântico)                                                                                              |
|                      |          | 0,050 (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico). |
|                      |          | 0,1 (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)                                                       |
|                      |          |                                                                                                                       |
|                      | Classe 3 | 0,05 (Ambiente lântico)                                                                                               |
|                      |          | 0,075 (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico). |
|                      |          | 0,15 (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)                                                      |
|                      |          |                                                                                                                       |
|                      | Classe 4 | -                                                                                                                     |
| Água Salobra         | Classe 1 | 0,124                                                                                                                 |
|                      | Classe 2 | 0,186                                                                                                                 |
|                      | Classe 3 | -                                                                                                                     |
|                      |          |                                                                                                                       |

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005.

### 3.4.13 Metais (Ferro, Manganês, Mercúrio e Zinco)

O ferro está presente especialmente nas águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando

manchas em roupas e utensílios sanitários (CETESB, 2017). Conforme estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, os valores limites estabelecidos para o ferro dissolvido estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8 – Valores limites estabelecidos para ferro dissolvido de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Ferro dissolvido</b> |          | <b>Limites (mg.L<sup>-1</sup>) Fe</b> |
|-------------------------|----------|---------------------------------------|
| Água Doce               | Classe 1 | 0,3                                   |
|                         | Classe 2 | 0,3                                   |
|                         | Classe 3 | 5,0                                   |
|                         | Classe 4 | -                                     |
| Água Salobra            | Classe 1 | 0,3                                   |
|                         | Classe 2 | 0,3                                   |
|                         | Classe 3 | -                                     |

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

O manganês ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea, no entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água. Dificilmente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos. O manganês é um elemento essencial para o ser humano e diversos organismos (CETESB, 2017).

A resolução CONAMA nº 357/2005 também estabelece o valor máximo de 0,1 mg/L de manganês total para corpos hídricos de água doce classificados como classes 1 e 2, e de 0,5 mg/L para classe 3. Já para águas salobras classificados como classes 1 e 2, estabelece valor máximo de 0,1 mg/L Mn.

O mercúrio está presente na forma inorgânica na água superficial e subterrânea, e geralmente possui concentrações abaixo de 0,5 µg/L, embora depósitos de minérios possam elevar a concentração do metal na água subterrânea. A principal via de exposição humana ao mercúrio é por ingestão de alimentos. O metal é altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 a 30 gramas são letais. O pescado é um dos maiores contribuintes para a transferência de mercúrio para o homem, sendo que este se mostra mais tóxico na forma de compostos organo-metálicos (CETESB, 2017).

A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece valores máximos mercúrio para os corpos hídricos classificados nas diversas classes conforme apresentado na Tabela 9.



**Tabela 9 – Valores limites estabelecidos para mercúrio total de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Mercúrio total</b> |          | <b>Limites</b>               |
|-----------------------|----------|------------------------------|
| Água Doce             | Classe 1 | 0,0002 mg.L <sup>-1</sup> Hg |
|                       | Classe 2 | 0,0002 mg.L <sup>-1</sup> Hg |
|                       | Classe 3 | 0,002 mg.L <sup>-1</sup> Hg  |
|                       | Classe 4 | -                            |
| Água Salobra          | Classe 1 | 0,0002 mg.L <sup>-1</sup> Hg |
|                       | Classe 2 | 1,8 µg.L <sup>-1</sup> Hg    |
|                       | Classe 3 | -                            |

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

A presença de zinco é comum nas águas naturais, além de ser um elemento essencial para o crescimento. No entanto, em concentrações acima de 5 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência em águas alcalinas. Entretanto, em quantidades adequadas, o zinco é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano CETESB (2017). De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, os valores máximos de zinco estabelecidos são apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10 – Valores limites estabelecidos para zinco total de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.**

| <b>Zinco total</b> |          | <b>Limites (mg.L<sup>-1</sup> Zn)</b> |
|--------------------|----------|---------------------------------------|
| Água Doce          | Classe 1 | 0,18                                  |
|                    | Classe 2 | 0,18                                  |
|                    | Classe 3 | 5                                     |
|                    | Classe 4 | -                                     |
| Água Salobra       | Classe 1 | 0,09                                  |
|                    | Classe 2 | 0,12                                  |
|                    | Classe 3 | -                                     |

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

### 3.5 Índice de Qualidade da Água

Os índices e indicadores ambientais surgiram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos (CETESB, 2017).

Os métodos tradicionais de avaliação da qualidade da água abrangem a comparação de parâmetros individuais de qualidade da água dentro de seus limites padrão. Embora esses métodos sejam simples, eles não fornecem uma representação precisa do status da qualidade da água. Os métodos tradicionais abrangem uma ampla gama de parâmetros de qualidade da

água que não são viáveis de serem medidos devido a restrições de custo e tempo (AKOTEYON, 2011; BHARTI; KATYAL, 2011; CHEN et al., 2012). Como solução para essa problemática, os índices de qualidade da água podem ser utilizados (IQA), e possuem o objetivo de fornecer um único valor para a qualidade da água de um curso hídrico, traduzindo os constituintes da amostra e as concentrações de outros métodos de avaliação (SAID et al., 2004; ABBASI e ABBASI, 2012; RNJBAR JAFARABADI et al., 2016). O uso dos IQAs é uma ferramenta simples e poderosa para avaliação do estado da qualidade da água em corpos d'água, permitindo analisar as mudanças da qualidade da água ao longo do tempo e espaço (NOORI et al., 2018).

É importante notar que a maioria dos IQAs é baseada na National Sanitation Foundation (SAID et al., 2004). Este índice consiste em nove parâmetros, incluindo percentual de oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio de cinco dias ( $\text{DBO}_5$ ), turbidez, fósforo total, nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), mudança de temperatura e coliformes termotolerantes. Cada um desses parâmetros possui um peso individual proporcional ao seu impacto e importância para o cálculo do IQA (BROWN et al., 1970).

O IQA é utilizado no Brasil desde 1975, sendo o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2015). Várias entidades como a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) do Estado de São Paulo e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) do Estado do Rio Grande do Sul, entre outras, fizeram adaptações no IQA com relação aos parâmetros e a fórmula de cálculo (SANTINI, 2017). Assim, de acordo com a ANA (2005), no Estado de São Paulo são utilizados os parâmetros fósforo total, sólidos totais e nitrogênio total, já no Estado do Rio Grande do Sul, foi retirado o parâmetro temperatura e utilizado o nitrogênio amoniacal no lugar do nitrato para composição do IQA.

Conforme a CETESB (2017), o IQA incorpora nove parâmetros a serem considerados para a avaliação da qualidade das águas, sendo eles: temperatura da água, pH, OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais (sólidos totais) e turbidez. Para estes, foram estabelecidas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, apresentadas na Figura 1 e Tabela 11.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice, conforme demonstrado a seguir (Eq.:1):

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

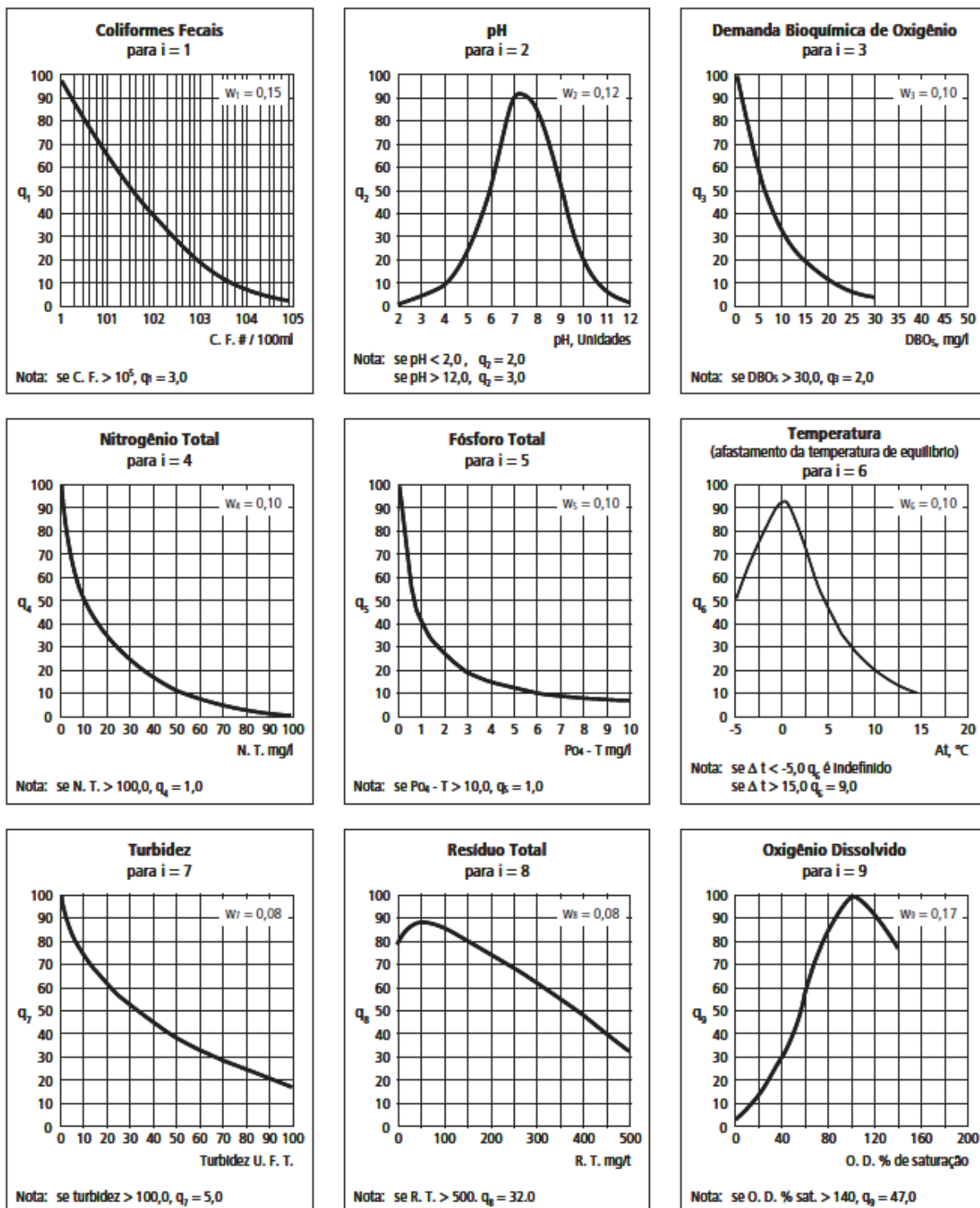
IQA: Índice de qualidade das águas, um número entre 0 e 100;

$q_i$  : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

$w_i$  : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

$n$ : número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Figura 1 – Curvas Médias de Variação de Qualidades das Águas.



Fonte: CETESB (2017).

Tabela 11 – Parâmetros e pesos relativos do IQA.

| Parâmetros                       | Unidade   | Pesos Relativos |
|----------------------------------|-----------|-----------------|
| Oxigênio Dissolvido              | %ODSat    | 0,17            |
| Coliformes termotolerantes       | NMP/100mL | 0,15            |
| pH                               | -         | 0,12            |
| DBO                              | mg/L      | 0,10            |
| Variação de temperatura          | °C        | 0,10            |
| Nitrogênio total                 | mg/L      | 0,10            |
| Fósforo total                    | mg/L      | 0,10            |
| Turbidez                         | NTU       | 0,08            |
| Resíduos totais (sólidos totais) | mg/L      | 0,08            |

Fonte: CETESB (1997).

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, conforme representado na Tabela 12.

Tabela 12 – Classificação do IQA.

| Categoria | Ponderação          |
|-----------|---------------------|
| Ótima     | $79 < IQA \leq 100$ |
| Boa       | $51 < IQA \leq 79$  |
| Regular   | $36 < IQA \leq 51$  |
| Ruim      | $19 < IQA \leq 36$  |
| Péssima   | $IQA \leq 19$       |

Fonte: CETESB (2017).

Santini et al. (2015) utilizando a metodologia do Índice de Qualidade da Água (IQA), monitorou 10 corpos hídricos interceptados por um empreendimento rodoviário no estado brasileiro de Mato Grosso, onde por meio dos resultados obtidos foi possível verificar a qualidade da água da região e o principal fator de influência sob os resultados de IQA.

Outro estudo foi realizado a fim de calibrar o IQA para que refletissem de maneira precisa as possíveis interferências sobre a qualidade da água durante a execução e obras rodoviárias, analisando dados históricos da qualidade da água dos principais cursos hídricos monitorados durante a fase de implantação do Arco Rodoviário Metropolitano do Rio de Janeiro, considerando parâmetros físico-químicos e microbiológicos para o cálculo do IQA. Através da análise de componentes principais foram obtidos coeficientes que possibilitaram a calibração do novo IQA, onde os resultados obtidos permitiram inferir que a utilização do novo índice, possui uma melhor representação dos cursos hídricos monitorados, uma vez que, algumas variáveis tiveram seus pesos modificados e outras foram substituídas do IQA (SANTINI, 2017).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Caracterização da área de estudo**

Conforme o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), elaborado pela empresa OIKOS (2006), a rodovia BR-101 percorre o litoral brasileiro de norte a sul, e na região Nordeste destaca-se como garantia de transporte inter e intra-regional. A zona litorânea atravessada pela BR-101 concentra maior estrutura produtiva da região, englobando a agroindústria canavieira, indústrias e serviços, em especial o turismo. A importância logística para os transportes regionais e a função catalisadora para novos investimentos faz com que a duplicação da rodovia seja uma reivindicação prioritária do nordeste.

Pavimentada há mais de 50 anos, a BR-101 atende a um tráfego sempre crescente, constituindo-se na principal ligação entre as capitais litorâneas nordestinas e o centro-sul, sendo portanto, de importância estratégica para a região em termos de circulação de produtos e pessoas. É também utilizada por automóveis em busca dos atrativos turísticos do litoral (OIKOS, 2006).

O estudo foi desenvolvido nos corpos hídricos atravessados pelo empreendimento de adequação da capacidade rodoviária da BR-101, no Estado de Alagoas. Nesse Estado a rodovia possui 249,4 km de extensão e atravessa os limites territoriais dos municípios de Novo Lino, Matriz de Camaragibe, Joaquim Gomes, Flexeiras, Murici, Messias, Rio Largo, Pilar, Marechal Deodoro, São Miguel dos Campos, Jequiá da Praia, Campo Alegre, Teotônio Vilela, Junqueiro, São Sebastião, Igreja Nova, Olho d'Água Grande, São Brás e Porto Real do Colégio.

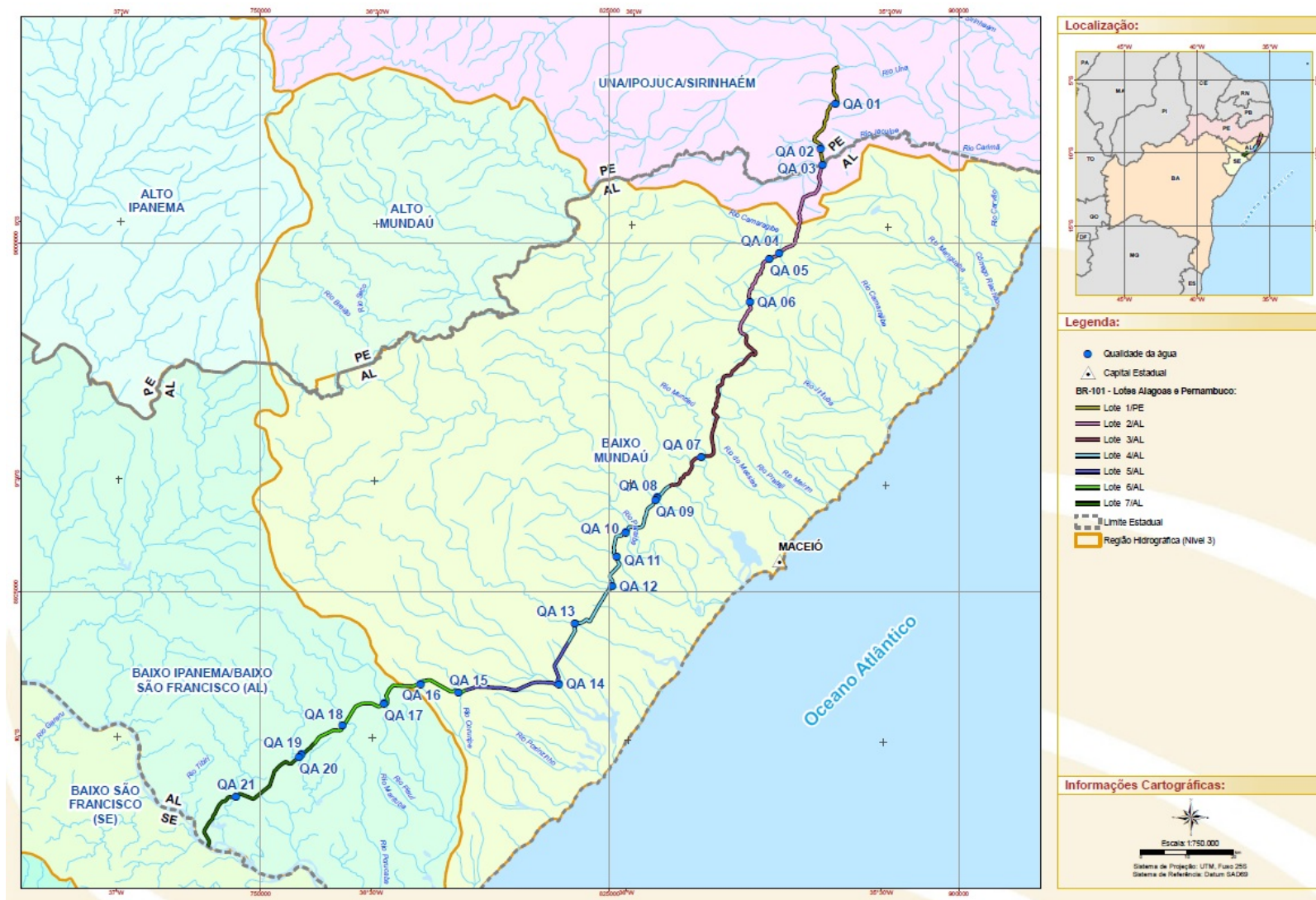
A BR-101 intercepta 20 corpos hídricos ao longo de sua extensão no Estado de Alagoas, atravessando 8 das 9 Regiões Hidrográficas, conforme apresentado na Tabela 13 e ilustrado na Figura 2 e Figura 3.

Tabela 13 – Informações de localização dos cursos hídricos interceptados pela BR-101/AL.

| <b>Ponto</b> | <b>Curso Hídrico</b> | <b>Km</b> | <b>Coordenadas UTM –<br/>Datum SAD 69</b> |         | <b>Fuso</b> |
|--------------|----------------------|-----------|-------------------------------------------|---------|-------------|
| QA 03        | Rio Jacuípe          | 0         | 210762                                    | 9017387 | 25          |
| QA 04        | Rio Camaragibe       | 24        | 201720                                    | 8998311 | 25          |
| QA 05        | Riacho Tabira        | 28        | 199677                                    | 8997129 | 25          |
| QA 06        | Rio Camaragibe Mirim | 37,5      | 195665                                    | 8987771 | 25          |
| QA 07        | Rio Mundaú           | 81,9      | 185746                                    | 8954245 | 25          |
| QA 08        | Rio Uruba            | 96        | 176426                                    | 8945389 | 25          |
| QA 09        | Rio Satuba           | 96,6      | 176083                                    | 8944791 | 25          |
| QA 10        | Rio Paraíba          | 107,5     | 828467                                    | 8937777 | 24          |
| QA 11        | Rio Sumaúma          | 115       | 826575                                    | 8932493 | 24          |
| QA 12        | Rio Varrela          | 124,1     | 825514                                    | 8926199 | 24          |
| QA 13        | Rio São Miguel       | 135       | 817567                                    | 8918142 | 24          |
| QA 14        | Rio Jequiá           | 149,5     | 814086                                    | 8905158 | 24          |
| QA 15        | Rio Coruripe         | 171       | 792531                                    | 8903369 | 24          |
| QA 16        | Rio Pau Ferro        | 180       | 784489                                    | 8905112 | 24          |
| QA 17        | Rio Piauí            | 192       | 776592                                    | 8900931 | 24          |
| QA 18        | Rio Perucaba         | 203       | 767664                                    | 8896189 | 24          |
| QA 19        | Açude Campo Alegre   | 215       | 758810                                    | 8890021 | 24          |
| QA 20        | Rio Boacica          | 215       | 758302                                    | 8889407 | 24          |
| QA 21        | Rio Itiúba           | 234       | 744704                                    | 8880929 | 24          |
| QA 22        | Rio São Francisco    | 249       | 738583                                    | 8870245 | 24          |

Fonte: BRASIL, 2019.

Figura 2 – Mapa dos pontos de monitoramentos de qualidade da água.



Fonte: BRASIL, 2019.



Figura 3 – Mapa com as divisões das Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas de Alagoas.



Fonte: ALAGOAS, 2019.

#### **4.1.1 Rio Jacuípe**

Localizado na Região Hidrográfica Jacuípe-Una, e afluente do rio Una, o rio Jacuípe nasce próximo à sede do município de Iateguara, entra no município de Colônia Leopoldina, onde recebe as águas do rio Taquara e segue na divisa entre os estados de Alagoas e Pernambuco, caracterizando, portanto, um rio de domínio da União, conforme prevê a Constituição Federal de 1988 (ALAGOAS, 2009).

Logo após a sede do município de Jacuípe, o rio entra em Pernambuco, desaguardo no rio Una. Preponderantemente, a bacia do rio Jacuípe está inserida na zona da mata alagoana, que se caracteriza pelo clima úmido e pelo relevo bastante movimentado. Nesta região a estação chuvosa se concentra nos meses de abril a agosto, e as precipitações chegam a atingir 1400 mm anuais, o que condiciona a predominância de rios perenes (ALAGOAS, 2009).

#### **4.1.2 Rios Camaragibe, Riacho Tabira e Camaragibe-Mirim**

A bacia hidrográfica do rio Camaragibe possui área de 820 km<sup>2</sup> de acordo com a base cartográfica do sistema hidrográfico do estado de Alagoas elaborado pela SEMARH em 2002 e aprovado pelo CERH em 2005. A distância da nascente até a afluência ao mar é de aproximadamente 85 km. Ao longo de todo manancial o rio Camaragibe é perene, com aumento gradativo de volumes escoados (ALAGOAS, 2009).

O rio Camaragibe nasce dentro da Zona da Mata, descendo em direção leste até entrar no município de Matriz do Camaragibe. A sua bacia hidrográfica ocupa a parte oeste, centro e extremo sul da Microrregião do litoral norte, percorrendo as zonas fisiográficas da Mata e do litoral alagoano. Seus principais afluentes são os rios Galbo do Meio e Salgado (ATP OIKOS, 2008). A distância de sua nascente até a afluência ao mar é de aproximadamente 85 km (ALAGOAS, 2009). O riacho Tabira e o rio Camaragibe-Mirim deságuam no rio Camaragibe. Vale destacar que o riacho Tabira não intercepta a rodovia, mas possui curso paralelo à mesma.

#### **4.1.3 Rios Mundaú, Uruba e Satuba**

A bacia do rio Mundaú cobre uma superfície de 4126 km<sup>2</sup>, situada uma parte em Pernambuco, onde o rio nasce, e a outra em Alagoas com área de 1951 km<sup>2</sup>, onde desemboca na laguna Mundaú. Por cortar território de dois estados, o Mundaú enquadra-se na categoria rio federal (ALAGOAS, 2009).

Este rio é perene e tem extensão aproximada de 141 km. O Mundaú tem como um dos principais afluentes o rio Satuba, recebendo contribuição do rio Uruba, sendo ambos integrantes de sua bacia hidrográfica (ATP OIKOS, 2008). A qualidade da água do rio Mundaú sofre grande influência da agroindústria canavieira (MEDEIROS, 1996).

Para aspectos climatológicos, a bacia do rio Mundaú apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima do tipo Bsh, caracterizando-se por apresentar precipitação anual média em torno de 800 mm e temperatura média anual superior a 18°C (ALAGOAS, 2009).

#### **4.1.4 Rios Paraíba e Sumaúma**

O rio Paraíba nasce no Estado de Pernambuco, desaguando na lagoa (laguna) Manguaba, município de Pilar. Sua bacia hidrográfica ocupa a parte centro-sul do meio da micro-região homogênea de Maceió e a parte meridional da micro-região da Mata Alagoana, ocupando a zona da mata e do litoral (ATP OIKOS, 2008).

A maior área de drenagem da bacia do rio Paraíba foi dividida em três unidades: UA1, UA2, e UA3. A primeira compreende a parte da bacia situada no estado de Pernambuco, que corresponde à parte superior da bacia, a segunda é representada pela parte média e a terceira pela parte inferior da bacia. As áreas de drenagem menores e contíguas foram agrupadas, formando as unidade de análise UA4 e UA5, onde está a bacia do rio Sumaúma, que é constituída pelo rio principal, também chamado de Sumaúma Grande (33,4 km) e seus afluentes. Os cursos d'água são perenes em grande parte da UA2, e em toda área da UA3, UA4 e UA5 (ALAGOAS, 2009).

A Zona A, que corresponde as unidades UA3, UA4 e UA5, possui isoietas anual com média superior a 1000 mm. Nesta zona a precipitação diária média com período de retorno anual é de 77 mm. A Zona B, correspondente a unidade UA2, apresenta isoietas entre 1000 mm e 800 mm. Nesta área a precipitação diária média de período de retorno anual é de 64 mm. Por fim, a Zona C, abrange a unidade UA1, onde são observadas precipitações diárias com período de retorno anual com uma média de 52 mm (ALAGOAS, 2009).

O rio Sumaúma é um dos principais rios da Região Hidrográfica do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM), desembocando também na laguna Manguaba.

#### **4.1.5 Rio Varrela**

O rio Varrela tem suas nascentes no Estado de Pernambuco e desemboca no extremo sul da lagoa (laguna) Manguaba, ao sul da cidade de Marechal Deodoro. Sua bacia hidrográfica situa-se na parte meio centro-sul-leste da microrregião homogênea de Maceió. Seu regime apresenta cheias com enxurradas de inverno. O clima predominantemente na bacia é tropical quente chuvoso do tipo As', de acordo com a classificação de Köppen (ATP OIKOS, 2008).

#### **4.1.6 Rio São Miguel**

As bacias integrantes da Região Hidrográfica (RH) São Miguel possuem uma área de drenagem total de 2222,5 km<sup>2</sup>, sendo totalmente inserida no estado de Alagoas. Desse total, a bacia do rio São Miguel corresponde 752,7 km<sup>2</sup> de sua área de drenagem, tendo o rio principal extensão de 90 km. Toda a área das bacias integrantes da RH São Miguel está compreendida na porção alagoana conhecida como Zona da Mata, onde se desenvolve com maior abrangência em termo espacial, a cana-de-açúcar, seguida pela pecuária e pelo cultivo de coqueirais (ALAGOAS, 2009).

Suas nascentes estão nas proximidades da sede municipal de Mar Vermelho, com denominação de rio Preto ou riacho São Pedro. Localizam-se ainda neste bacia, duas usinas de cana-de-açúcar (Caetés e Roçadinho), uma destilaria de álcool e uma fábrica de cimento (Cimento Atol), além de pequenas indústrias. Entre seus principais afluentes, destacam-se o rio Verde e o rio Tapera. Nas proximidades da foz, o rio São Miguel se alarga formando a lagoa do Roteiro, importante ponto turístico e de atividade pesqueira que varia conforme a área e o tipo de pesca (peixes, moluscos e crustáceos). Na área de manguezal é realizada a pesca, principalmente, de crustáceos (caranguejos) e moluscos (massunim e sururu), sendo esta atividade realizada de maneira artesanal por pescadores e familiares (ALAGOAS, 2009).

De acordo com o método de classificação climática desenvolvido por Köppen, o clima da região hidrográfica apresenta-se como Clima Tropical Úmido (AWhi), com estação seca na primavera-verão com chuvas e eventuais trovoadas de Norte e Noroeste, e às vezes de Nordeste; estação chuvosa do outono ao inverno, com chuvas de março, vindas do Norte, e chuvas do principal período (abril-maio até junho-julho) vindas de Sudeste, com interrupções; temperaturas de 17 a 28°C (ALAGOAS, 2009).

O rio São Miguel é perene, e suas águas classificam-se como Classe 3. Entretanto o nível de coliformes fecais termotolerantes analisado no período estava acima do exigido para dessedentação de animais, tornando este trecho impróprio para este fim (OIKOS, 2006).

Próximo a rodovia BR-101, o uso da água do rio São Miguel é caracterizado pela descarga de esgoto urbano, atividade pesqueira artesanal para subsistência, ocorrendo também extração de areia do leito do rio em pequena escala por moradores locais. Os animais de pastagem do entorno também utilizam o rio para dessedentação (OIKOS, 2006).

Os rios da região apresentam maiores vazões nos períodos de maio a setembro, coincidindo com os períodos chuvosos na região. Nos meses de verão, quando as vazões dos rios tornam-se muito baixas, pode ocorrer seca dos rios, ou fluxos muito baixos (OIKOS, 2006).

#### **4.1.7 Rio Jequiá**

O rio Jequiá também faz parte da RH São Miguel, onde sua bacia possui área de drenagem de 822,5 km<sup>2</sup>, com suas nascentes no município de Belém, tendo o nome de riacho dos Caldeirões. A extensão do seu curso principal é de 86 km, incluindo a zona estuarina. O uso agrário do vale é bastante semelhante ao do rio São Miguel, com predomínio de cana-de-açúcar em toda a bacia e coco no litoral. Duas usinas com destilaria de álcool se encontram nos limites da bacia (Porto Rico e Sinimbu), destacando-se ainda a pesca como atividade importante na região lagunar. A laguna de Jequiá é a terceira maior do estado, com 14 km<sup>2</sup> e profundidade de 15 m em sua parte central. Ela é formada a partir da desembocadura do rio Jequiá e tem forma semelhante à de uma mão. A laguna de Jequiá tem aspectos bem diferentes da lagoa de Roteiro. A comunicação com o mar se dá através do rio Jequiá, e não diretamente por uma barra constantemente aberta, como no caso da lagoa do Roteiro. (ALAGOAS, 2009).

De acordo com Oikos (2006), se caracteriza como um rio poluído devido à plantação de cana-de-açúcar nas margens e descarga de efluentes de uma usina de álcool, aproximadamente 1 km da BR-101 (sentido montante). A mata ciliar sob a ponte foi totalmente retirada, sendo que as plantações de cana-de-açúcar chegam até a margem do rio. Em ambos os lados da rodovia há estradas de terra paralelas à BR-101, por onde transitam caminhões e tratores que trabalham na lavoura da cana. Há ainda a passagem de dutos da Petrobrás paralelamente à rodovia.

No estudo realizado pela Oikos (2006) não foi possível classificar este rio em nenhuma classe prevista pela Resolução CONAMA nº 357/2005, visto que apresenta pH abaixo do limite tolerável e forte odor de vinho.

Neste trecho a duplicação da rodovia pode não causar impactos significativos, visto que as margens do rio já estão degradadas pela lavoura de cana. Em períodos chuvosos, a

geração de “bota-fora” de possíveis cortes de talude pode ser fonte de carreamento de sedimentos para o leito do rio. Obras de escavações poderiam atingir os dutos da Petrobrás e causar, assim, acidentes de vazamento (OIKOS, 2006).

#### **4.1.8 Rios Coruripe e Pau Ferro**

A Região Hidrográfica do Coruripe possui 2013,5 km<sup>2</sup>, sendo totalmente inserida no estado de Alagoas. Sua principal bacia hidrográfica é a do rio Coruripe, onde suas nascentes surgem abaixo da cidade de Quebrangulo e Palmeira dos Índios, passando por diversas cidades. Sua área total de drenagem é de 1694,4 km<sup>2</sup>, e se caracteriza por sua forma alongada, com extensão de cerca de 140 km e largura variando entre o mínimo de 6 km na sua parte central, até um máximo de 30 km na parte superior (ALAGOAS, 2009).

O rio Coruripe nasce nas proximidades do município de Palmeira dos Índios, onde nos seus 28 km de extensão iniciais, o rio tem seu curso orientado no sentido N-S, infletindo, após esse trecho para o sentido sudeste, até sua confluência com o Oceano Atlântico (ALAGOAS, 2009). O rio Pau Ferro é afluente do rio Coruripe, sua bacia possui área de drenagem de 176 km<sup>2</sup>, e é caracterizado como um rio intermitente.

A maior parte da bacia se encontra sob domínio do clima tropical úmido Aw (Köppen), com transições para um clima tropical no extremo leste, sob influência da zona litorânea, e para um clima semi-árido na parte oeste. Seu regime pluviométrico se caracteriza por uma precipitação média anual da ordem de 1100 mm, porém com grande variação espacial, oscilando entre um mínimo de 650 mm/ano na região de Arapiraca (parte alta da bacia), e um máximo de até 1500 mm/ano na região de Pindorama (faixa litorânea). O trimestre mais chuvoso ocorre entre maio e julho, em praticamente toda bacia, enquanto os meses menos chuvosos se concentram no período de verão, que ocorre entre os meses de outubro a dezembro (ALAGOAS, 2009).

Conforme descrito por Oikos (2006), o trecho do rio próximo à rodovia BR-101 ausente de mata ciliar, apenas árvores espaçadas. À montante (lado direito da rodovia) existem áreas abandonadas com vegetação em estágio primário de regeneração em ambas as margens. À jusante (lado esquerdo da rodovia), as margens estão ocupadas por plantação de cana-de-açúcar e há uma usina de álcool a aproximadamente 700 m da rodovia, na margem direita. Há um duto da Petrobrás paralelo à rodovia, que passa do lado direito para o lado esquerdo sob a ponte. Devido a DBO, as águas classificam-se como Classe 3, sendo possível todos os tipos de uso previstos para esta classe.

#### **4.1.9 Rios Piauí, Perucaba, Boacica e Itiúba, e Açude Campo Alegre.**

A área em estudo situa-se ao sul do estado de Alagoas, englobando a bacia do rio Piauí, Perucaba, Boacica, Itiúba e outras pequenas afluentes ao rio São Francisco, totalizando uma área de drenagem de aproximadamente 3.374 km<sup>2</sup>, de acordo com o PDRH. Esta área limita-se ao norte com a bacia do rio Coruripe, no estado de Alagoas; ao sul com o rio São Francisco, na divisa com o estado de Sergipe; a oeste com a bacia do rio Traipú, ainda no estado de Alagoas; e a leste com a faixa litorânea.

No entanto, de acordo com a base cartográfica do sistema hidrográfico do estado de Alagoas elaborado pela SEMARH em 2002 e aprovado pelo CERH em 2005, a Região Hidrográfica do Piauí é constituída pelos rios: Piauí com 1.109,3 km<sup>2</sup> de área de drenagem; Tibiri com 129,5 km<sup>2</sup>; Itiúba com 469,6 km<sup>2</sup>; Boacica 808,8 km<sup>2</sup>; Perucaba 637,7 km<sup>2</sup> e Batinga 159,3 km<sup>2</sup>; totalizando uma área de drenagem de 3.314,2 km<sup>2</sup>.

A Região Hidrográfica do Piauí possui uma área total de 3357,6 km<sup>2</sup>, e abrange os rios Piauí, Perucaba, Boacica e Itiúba. A classificação climática da região, segundo Köppen, é de clima semi-árido tipo Bshi com tendência a um clima tropical no seu extremo leste. Possui estação seca no verão, evapotranspiração potencial média anual superior à precipitação média anual, temperaturas sempre superiores aos 18°C e amplitude térmica mensal menor que 5°C. A região é caracterizada por índices de precipitação variando entre 890 a 1570 mm/ano. O trimestre mais chuvoso acontece entre maio e julho. O número médio de dias chuvosos no ano é em torno de 124 dias. Esta região produz uma vazão média de 11,76 m<sup>3</sup>/s, obtida a partir das séries simuladas no período de 1935 a 1983. Os rios dessa região são perenes em toda sua extensão e apresentam o período das vazões máximas acontecendo entre maio e julho (ALAGOAS, 2009).

O rio Piauí com 130 km de extensão, nasce nas proximidades do município de Arapiraca, em Alagoas, a uma altitude de aproximadamente 260 m. Este rio tem curso orientado no sentido sudeste, infletindo, neste ponto, para o sentido sudoeste até sua confluência com o rio São Francisco. As declividades mais acentuadas ocorrem no trecho inicial, com um desnível de 55 m em 9 km de extensão (ALAGOAS, 2009).

Segundo Oikos (2006), o trecho do rio Piauí próximo à rodovia BR-101 apresenta ausência de mata ciliar, ocorrendo apenas pequenos aglomerados de mata no lado direito e esquerdo da rodovia, em ambas as margens do rio. Suas águas são classificadas como Classe 4 apenas devido ao valor da DBO, indicando significativa descarga de resíduos orgânicos. O local também é utilizado para dessedentação de animais.

O rio Perucaba possui uma extensão de 103 km e nasce a 14 km de Arapiraca, entre as serras do Alecrim e Mata D'Água, a uma altitude de 300m. O sentido de escoamento desse rio é sudeste. As declividades são mais acentuadas no seu trecho inicial (ALAGOAS, 2009).

A mata ciliar do rio Perucaba está presente no trecho próximo a rodovia BR-101, no entanto, degradada. Não foi possível classificar este rio em nenhuma classe prevista pela Resolução CONAMA nº 357/2005, devido aos altos valores do pH e de sólidos dissolvidos totais. Entretanto na época fora da estiagem, com aumento da vazão do rio, esses parâmetros podem se alterar significativamente, a ponto de ser possível uma classificação (OIKOS, 2006).

O rio Boacica nasce na serra dos Marcos, perto da cidade de Lagoa Canoa, a uma altitude de 280 m. Este rio basicamente possui direção de escoamento sudeste. No seu trecho inicial há um desnível de 80 m em 4,5 km de extensão (ALAGOAS, 2009).

Durante estudo realizado por Oikos (2006), o rio Boacica no trecho próximo a rodovia encontrava-se quase seco devido à ausência de chuvas no período, além de mencionar que aparentemente a água é limpa, e a mata ciliar não estava presente. Apenas árvores isoladas. Destaca-se que nesse trecho, o corpo hídrico é utilizado para dessedentação de animais.

As águas do rio Boacica não puderam ser classificadas em nenhuma classe prevista pela Resolução CONAMA nº 357/2005 devido ao alto valor do pH e do baixo valor de OD, causado tanto pela alta temperatura da água como pela DBO. Entretanto, acredita-se que fora da época de estiagem este rio se classifique como Classe 3 ou 2 (OIKOS, 2006).

O rio Itiúba fica localizado na porção oeste da área em estudo, e uma extensão de 51 km. Com sentido básico de escoamento na direção sudeste, este rio tem a sua nascente localizada na Serra do Imbé, a 6 km do município de Campo Grande e apresenta um desnível de 80 m em 1,5 km de extensão, no seu trecho inicial (ALAGOAS, 2009).

Oikos (2006) afirma que durante coleta, o rio Itiúba estava praticamente seco, com 10 cm de profundidade, e aparentemente não possuía sinais de poluição. Ainda, menciona também que não havia mata ciliar no trecho próximo a rodovia BR-101, apenas árvores isoladas. No entorno existiam pastagens, pequenos roçados de mandioca e áreas abandonadas em estágio primário de regeneração, além de casas isoladas próximas à rodovia. Não foi possível classificar as águas em nenhuma classe prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005 devido ao alto valor do pH e à alta quantidade de sólidos dissolvidos totais, provavelmente devido às características litológicas por onde o rio passa neste trecho. Entretanto os valores podem se alterar na época fora da estiagem. A baixa concentração de coliformes fecais indica a virtual ausência de poluição por despejo de esgoto.



Não o constam informações sobre o açude Campo Alegre nos estudos de impactos ambientais desenvolvidos para o empreendimento. No entanto, foi observado que o mesmo está localizado aproximadamente a 60 metros da margem direita da rodovia BR-101, sendo utilizado para o cultivo de peixes, e irrigação pela população que vive em seu entorno.

#### **4.1.110 Rio São Francisco**

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país), constituindo uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras, e vazão média de 2.850 m<sup>3</sup>/s (2% do total do país). O rio São Francisco tem 2.700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, a 1280 m de altitude, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para este, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2011).

Entre os estados de Alagoas e Sergipe, onde o rio forma a divisa natural desses estados, está a região denominada de Baixo do São Francisco (4% da área total da bacia), com uma área de 32.013 km<sup>2</sup>, até seu deságue no Oceano Atlântico (CBHSF, 2011).

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região do Baixo São Francisco predomina AS, quente e úmido, com chuvas de inverno. A temperatura máxima do ar oscila entre 26 e 33°C na bacia ao longo do ano, com valores mais elevados em janeiro. A temperatura mínima do ar oscila entre 22°C (março). A precipitação média no Baixo São Francisco é de 400mm/ano (CBHSF, 2016).

O rio São Francisco é essencial para a produção de eletricidade, onde suas usinas hidroelétricas são responsáveis por 80% da potência instalada para produção de eletricidade na bacia em 2015. As maiores usinas hidroelétricas do São Francisco situam-se no Submédio e no Baixo São Francisco (CBHSF, 2016).

Segundo Oikos (2006), na localização onde o rio é interceptado pela rodovia BR-101, a vegetação marginal apresentava-se escassa, ocorrendo apenas árvores isoladas de espécies secundárias. Há presença de algumas ilhas fluviais à montante dominadas por gramíneas. No entorno há a cidade de Propriá na margem direita, em Sergipe, onde indústrias estão instaladas à margem do rio.

Neste trecho o rio classifica-se como Classe 3, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 devido à DBO e à concentração de coliformes fecais termotolerantes, indicando que o esgoto doméstico da cidade de Propriá não é devidamente tratado. Todas as atividades de uso da água identificadas neste trecho estão compatíveis com a classificação das águas. No

local a água é utilizada para abastecimento público, pesca, navegação, lazer e descarte de efluentes.

#### **4.2 Análise de dados**

Para o desenvolvimento deste trabalho, através dos relatórios elaborados pela gestora ambiental de um empreendimento rodoviário, foram analisados os dados referentes ao monitoramento da qualidade das águas de 20 cursos hídricos interceptados no Estado de Alagoas, conforme demonstrado na Tabela 14. O período do estudo vai de setembro de 2011 a dezembro 2018, onde trimestralmente foi analisado o conjunto de parâmetros básicos (condutividade elétrica, óleos e graxas totais, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, temperatura, turbidez, sólidos suspensos totais, sólidos fixos, sólidos totais e sólidos voláteis), e anualmente analisou-se o conjunto de parâmetros completo, que além desses mencionados anteriormente, acrescentam-se: DBO, clorofila *a*, coliformes termotolerantes, coliformes totais, Fe, P, Mn, Hg, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, Nitrogênio Amomiacal Total, N, Nitrogênio total, kjeldahl e Zn.

Tabela 14 - Campanhas de monitoramento da qualidade da água realizadas na BR-101/AL.

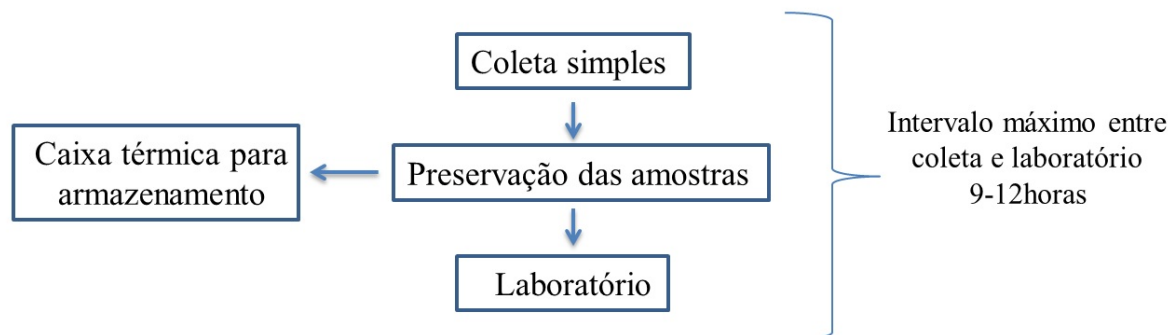
| <b>Campanha</b> |      | <b>Período</b>    | <b>Conjunto de Parâmetros</b> |
|-----------------|------|-------------------|-------------------------------|
| Campanha 01     | 2011 | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 02     |      | Dezembro          | Básico                        |
| Campanha 03     | 2012 | Março             | Básico                        |
| Campanha 04     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 05     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 06     |      | Dezembro          | Básico                        |
| Campanha 07     | 2013 | Março             | Básico                        |
| Campanha 08     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 09     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 10     |      | Dezembro          | Básico                        |
| Campanha 11     | 2014 | Março             | Básico                        |
| Campanha 12     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 13     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 14     |      | Dezembro          | Básico                        |
| Campanha 15     | 2015 | Março             | Básico                        |
| Campanha 16     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 17     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 18     |      | Novembro/Dezembro | Básico                        |
| Campanha 19     | 2016 | Fevereiro/Março   | Básico                        |
| Campanha 20     |      | Maio/Junho        | Básico                        |
| Campanha 21     |      | Agosto/Setembro   | Completo                      |
| Campanha 22     |      | Novembro/Dezembro | Básico                        |
| Campanha 23     | 2017 | Março             | Básico                        |
| Campanha 24     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 25     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 26     |      | Dezembro          | Básico                        |
| Campanha 27     | 2018 | Março             | Básico                        |
| Campanha 28     |      | Junho             | Básico                        |
| Campanha 29     |      | Setembro          | Completo                      |
| Campanha 30     |      | Dezembro          | Básico                        |

Fonte: BRASIL, 2019.

### 4.3 Amostragem

Conforme metodologia definida no Plano Executivo Ambiental do empreendimento, em cada ponto de amostragem, houve coleta simples de água a montante e a jusante da BR-101/AL, de modo a identificar possíveis interferências causadas pelas obras (COPPETEC, 2010). As coletas seguiram o sentido crescente das nomenclaturas dos corpos hídricos, onde esquema diário da amostragem pode ser observado através da Figura 4.

**Figura 4 – Fluxograma diário para a realização de coletas de água nos corpos hídricos em estudo.**



Fonte: Autor, 2020.

As análises contemplaram os parâmetros do conjunto básico e completo conforme apresentados na Tabela 15. As coletas e análises seguiram as técnicas e procedimentos definidos e recomendados por:

- ABNT NBR 9897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento (ABNT, 1987);
- ABNT NBR 9898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento (ABNT, 1987b);
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2012);
- Resolução ANA nº 724, de 03 de outubro de 2011 – Guia Nacional de coletas e preservação de amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (CETESB & ANA, 2011).

As amostras de água foram coletadas em superfície (0 a 30 cm de profundidade) e em locais com fluxo constante. Para os casos em que não havia correnteza próxima à margem para coleta manual (direta), a coleta das amostras foi feita com a utilização de uma haste de coleta. Utilizou-se um medidor AQUAMETER AM 200 conectado a uma sonda multiparamétrica modelo AP-2000 AQUAPROBE para medição in loco dos parâmetros destacados na Tabela 15. Os equipamentos e materiais utilizados para as coletas de água superficial foram:

- Balde com haste;
- Frascos para armazenamento das amostras;
- Etiquetas para identificação das amostras;
- Medidor AQUAMETER AM 200 conectado a uma sonda multiparamétrica modelo AP-2000 AQUAPROBE;
- Um GPS da marca Garmin-GPSMAP 62sc;

- Máquina fotográfica digital;
- Gelo para conservação das amostras;
- Automóvel;
- Luvas de látex.

**Tabela 15 – Parâmetros e limites de classificação pela resolução CONAMA 357/2005.**

| Tabela 15 – Parâmetros e limites de classificação para Resolução CONAMA 357/2005. |                                              |                     |                                 |       |       |         |              |       |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------|-------|---------|--------------|-------|---------|
| PARÂMETRO                                                                         |                                              | UNIDADE             | LIMITES RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 |       |       |         |              |       |         |
|                                                                                   |                                              |                     | ÁGUA DOCE                       |       |       |         | ÁGUA SALOBRA |       |         |
|                                                                                   |                                              |                     | C1                              | C2    | C3    | C4      | C1           | C2    | C3      |
| CONJUNTO BÁSICO DE PARÂMETROS                                                     |                                              |                     |                                 |       |       |         |              |       |         |
| 1                                                                                 | Salinidade                                   | ‰                   | ≤ 0,5                           |       |       |         | > 0,5 e < 30 |       |         |
| 2                                                                                 | Condutividade Elétrica - CE*                 | µS/cm               | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 3                                                                                 | Óleos e Graxas Totais - O&G                  | mg/L                | V.A.                            | V.A.  | V.A.  | Irides. | V.A.         | V.A.  | Irides. |
| 4                                                                                 | Oxigênio Dissolvido – OD*                    | mg/L O <sub>2</sub> | ≥ 6,0                           | ≥ 5,0 | ≥ 4,0 | > 2,0   | ≥5,0         | ≥ 4,0 | ≥3,0    |
| 5                                                                                 | pH*                                          | -                   | 6 a 9                           | 6 a 9 | 6 a 9 | 6 a 9   | 6,5 a 8,5    |       | 5 a 9   |
| 6                                                                                 | Sólidos Dissolvidos Totais - SDT*            | mg/L                | 500                             | 500   | 500   | -       | -            | -     | -       |
| 7                                                                                 | Temperatura - Temp.*                         | °C                  | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 8                                                                                 | Turbidez - Turb.                             | NTU                 | 40                              | 100   | 100   | -       | -            | -     | -       |
| 9                                                                                 | Sólidos Suspensos Totais - SST               | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 10                                                                                | Sólidos Fixos - SF                           | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 11                                                                                | Sólidos Totais - ST                          | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 12                                                                                | Sólidos Voláteis - SV                        | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| CONJUNTO COMPLETO DE PARÂMETROS                                                   |                                              |                     |                                 |       |       |         |              |       |         |
| 13                                                                                | Demanda Bioq. de Oxigênio – DBO <sub>5</sub> | mg/L O <sub>2</sub> | 3                               | 5     | 10    | -       | -            | -     | -       |
| 14                                                                                | Clorofila <i>a</i>                           | µg/L                | 10                              | 30    | 60    | -       | -            | -     | -       |
| 15                                                                                | Coliformes Termotolerantes                   | NMP/100mL           | 200                             | 1000  | 1000  | -       | 1000         | 2500  | 4000    |
| 16                                                                                | Coliformes Totais                            | NMP/100mL           | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 17                                                                                | Ferro Dissolvido - Fe                        | mg/L                | 0,3                             | 0,3   | 5     | -       | 0,3          | 0,3   | -       |
| 18                                                                                | Fósforo Total - P                            | mg/L                | 0,1                             | 0,1   | 0,15  | -       | 0,124        | 0,186 | -       |
| 19                                                                                | Manganês Total - Mn                          | mg/L                | 0,1                             | 0,1   | 0,5   | -       | 0,1          | 0,1   | -       |
| 20                                                                                | Mercúrio Total - Hg                          | mg/L                | 2E-04                           | 2E-04 | 0     | -       | 2E-04        | 0,002 | -       |
| 21                                                                                | Nitrato – NO <sub>3</sub>                    | mg/L                | 10                              | 10    | 10    | -       | 0,4          | 0,7   | -       |
| 22                                                                                | Nitrito – NO <sub>2</sub>                    | mg/L                | 1                               | 1     | 1     | -       | 0,07         | 0,2   | -       |
| 23                                                                                | Nitrogênio Amoniacal Total - NAT             | mg/L                | 3,7                             | 3,7   | 13,3  | -       | 0,4          | 0,7   | -       |
| 24                                                                                | Nitrogênio total                             | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 25                                                                                | Nitrogênio total kjeldahl                    | mg/L                | -                               | -     | -     | -       | -            | -     | -       |
| 26                                                                                | Zinco Total - Zn                             | mg/L                | 0,18                            | 0,18  | 5     | -       | 0,09         | 0,12  | -       |

OBSERVAÇÕES: V.A.: Virtualmente Ausentes; Irides.: Iridescências; (\*) Medido *in loco* com sonda multiparamétrica.

Fonte: BRASIL, 2019.

#### 4.4 Ensaios laboratoriais

Foram contratados dois laboratórios, os quais utilizam os métodos conforme apresentado na Tabela 16 para realizar as análises da água, cujos ensaios são atestados pelo INMETRO segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISSO/IEC 17.025:2005. A contratação de dois laboratórios deu-se pela logística para a análise da água do rio São Francisco (QA 22). Os demais corpos hídricos foram analisados pela Qualitex Engenharia de Serviços Ltda.

**Tabela 16 - Laboratórios contratados e métodos utilizados para análises da água.**

| Ensaio                                       | Unidade             | Métodos utilizados por cada laboratório |                                          |
|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
|                                              |                     | Qualitex Engenharia de Serviços Ltda.   | Instituto de Tecnologia e Pesquisa - ITP |
| Condutividade Elétrica - CE*                 | µS/cm               | MEN-LEA-65 (campo)                      | MEN-LEA-65 (campo)                       |
| Óleos e Graxas Totais - O&G                  | mg/L                | SMEWW 5520 D                            | MEN-LEA-53                               |
| Oxigênio Dissolvido – OD*                    | mg/L O <sub>2</sub> | MEN-LEA-66 (campo)                      | MEN-LEA-66 (campo)                       |
| pH*                                          | -                   | MEN-LEA 009 (campo)                     | MEN-LEA 009 (campo)                      |
| Sólidos Dissolvidos Totais - SDT*            | mg/L                | 2540 B/C                                | 2540 B/C                                 |
| Temperatura - Temp.*                         | °C                  | MEN-LEA-67 (campo)                      | MEN-LEA-67 (campo)                       |
| Turbidez - Turb.                             | NTU                 | SMEWW 2130 B                            | SM 2130 B                                |
| Sólidos Suspensos Totais - SST               | mg/L                | SMEWW 2540 D                            | SM 2540 BCDE                             |
| Sólidos Fixos - SF                           | mg/L                | SMEWW 2540 B                            | MEN-LEA-015                              |
| Sólidos Totais - ST                          | mg/L                | SMEWW 2540 G                            | MEN-LEA-015                              |
| Sólidos Voláteis - SV                        | mg/L                | SMEWW 2540 E                            | MEN-LEA-015                              |
| Demanda Bioq. de Oxigênio – DBO <sub>5</sub> | mg/L O <sub>2</sub> | SMEWW 2320 B                            | SM 5210 B                                |
| Clorofila <i>a</i>                           | µg/L                | SMEWW 10200H                            | MEN LEA 072                              |
| Coliformes Termotolerantes                   | NMP/100mL           | SMEWW 9221 E                            | SM 9222                                  |
| Coliformes Totais                            | NMP/100mL           | SMEWW 9221 B                            | ME-LPA-01                                |
| Ferro Dissolvido - Fe                        | mg/L                | USEPA 6010 C                            | SM 3120 B                                |
| Fósforo Total - P                            | mg/L                | SMEWW 4500 P C                          | SM 4500 P-E                              |
| Manganês Total - Mn                          | mg/L                | USEPA 6010 C                            | SM 3120 B                                |
| Mercúrio Total - Hg                          | mg/L                | SMEWW 3112-B                            | ASTM 3223-02 mod                         |
| Nitrato – NO <sub>3</sub>                    | mg/L                | SMEWW 4500 NO3 E                        | SM 4500 NO3 E                            |
| Nitrito – NO <sub>2</sub>                    | mg/L                | SMEWW 4500NO-2 B                        | SM 4500 NO2 B                            |
| Nitrogênio Amoniacal Total - NAT             | mg/L                | SMEWW 4500 NH3 E                        | SM 4500 NH3 B/C                          |
| Nitrogênio total                             | mg/L                | SMEWW 4500 N Org. B                     | SM 4500 N                                |
| Nitrogênio total kjeldahl                    | mg/L                | SMEWW 4500 N Org. B                     | SM 4500 N                                |
| Zinco Total - Zn                             | mg/L                | USEPA 6010 C                            | SM 3120 B                                |

Fonte: BRASIL, 2019.

#### 4.5 Análises de resultados.

Inicialmente, a análise dos dados foi dividida em três períodos: antes das obras, durante as obras, e após as obras. Com isso, por meio de estatísticas descritivas, foram obtidos valores de média, mediana, desvio padrão, primeiro quartil, terceiro quartil e diagrama *box-plot* de modo a auxiliar a comparação com os limites estabelecidos pela resolução Conama nº 357/2005 para os três períodos de obras, de acordo com os seus usos preponderantes e respectivas classes, e a possibilitar a classificação de cada trecho do rio interceptado pela rodovia.

Para analisar se houve mudanças significativas em relação aos parâmetros obtidos em cada período, será realizada a análise de variância para cada parâmetro através da ferramenta Microsoft Excel 2010, utilizando um nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) para cada corpo hídrico durante esses períodos, estabelecendo as seguintes hipóteses:

Hipótese Nula: A qualidade da água em termos dos parâmetros físico-químicos e exames microbiológicos não possuem valores médio/mediana diferentes para os períodos investigados:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótese Alternativa: A qualidade da água em termos dos parâmetros físico-químicos e exames microbiológicos possuem valores médio/mediana diferentes para os períodos investigados:

$$\mu_1 \neq \mu_2 \text{ e/ou};$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_3 \text{ e/ou};$$

$$\mu_2 \neq \mu_3 ;$$

Com intuito de avaliar a qualidade da água desses corpos hídricos durante os períodos estabelecidos, utilizou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA-NSF) modificado pela CETESB levando em consideração os nove parâmetros estabelecidos, durante os três períodos da obra, a fim de apresentar como se comportou esse índice ao longo do tempo em estudo nos diversos corpos hídricos analisados.

Para o cálculo do IQA foi utilizada a combinação multiplicativa com pesos potências dos subíndices obtidos a partir de curvas de qualidade da água, adotada pela CETESB (2006), com o auxílio do software Microsoft Excel 2010 e equações estabelecidas no Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II (BRASIL, 2001).

Com base nestas análises e discussão dos resultados à luz da legislação de referência (resolução Conama nº 357/2005), concluiu-se a respeito da interferência/influência das obras de duplicação da BR-101 em Alagoas sobre a qualidade da água nos corpos hídricos amostrados, relacionando-se com impactos visuais identificados ao longo das campanhas de monitoramento.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 17 apresenta a quantidade de campanhas de monitoramento da qualidade da água que foram realizadas em cada corpo hídrico durante os três períodos de obras analisados, que podem ainda ser melhor expressado através da Tabela 18 e Figura 5, onde é observada a situação que o monitoramento ocorreu durante as etapas da obra em cada corpo hídrico.

Destaca-se para o fato de que há corpos d'água onde as obras ainda não tinham sido iniciadas (QA 04; QA 05; QA 09; QA 11 e QA 13). Entretanto esse histórico é de grande importância para avaliar comportamento dos parâmetros de qualidade da água durante a execução do empreendimento. Portanto, para esses rios os dados obtidos correspondem apenas ao período anterior às obras, não havendo assim qualquer interferência do empreendimento em estudo nos parâmetros analisados.

Em obras lineares é comum dividir o segmento em lotes devido sua longa extensão, e assim otimizar a execução dos serviços. No entanto, não necessariamente todos os lotes terão suas atividades ocorrendo em paralelo devido à burocracia do estado, bem como especificidades naturais de cada trecho.

Observa-se ainda na Tabela 17 que há corpos hídricos onde o monitoramento iniciou após o início das obras (QA 15; QA 17; QA 18 e QA 19), possuindo dados apenas dos períodos “durante” e “após” às obras. Para esses casos, buscou-se auxílio nos dados do EIA do empreendimento.

Para os corpos hídricos que não tiveram suas obras concluídas durante o período em estudo (QA 08; QA 10; QA 12 e QA 14), os parâmetros foram comparados apenas nas duas fases iniciais, relacionando a obra com possíveis alterações nos parâmetros.

**Tabela 17 – Quantidade de campanhas realizadas nos três períodos da obra.**

| <b>Corpo Hídrico</b> | <b>Antes</b>  |                 | <b>Durante</b> |                 | <b>Após</b>   |                 | <b>Total</b> |
|----------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|
|                      | <b>Básica</b> | <b>Completa</b> | <b>Básica</b>  | <b>Completa</b> | <b>Básica</b> | <b>Completa</b> |              |
| QA 03                | 10            | 4               | 7              | 2               | 5             | 2               | 30           |
| QA 04                | 22            | 8               | -              | -               | -             | -               | 30           |
| QA 05                | 22            | 8               | -              | -               | -             | -               | 30           |
| QA 06                | 6             | 3               | 4              | 1               | 12            | 4               | 30           |
| QA 07                | 11            | 3               | 10             | 3               | 2             | 1               | 30           |
| QA 08                | 19            | 6               | 1              | 1               | -             | -               | 27           |
| QA 09                | 22            | 8               | -              | -               | -             | -               | 30           |
| QA 10                | 21            | 7               | 1              | 1               | -             | -               | 30           |
| QA 11                | 22            | 7               | -              | -               | -             | -               | 29           |
| QA 12                | 21            | 7               | 1              | 1               | -             | -               | 30           |
| QA 13                | 22            | 8               | -              | -               | -             | -               | 30           |
| QA 14                | 18            | 6               | 2              | 1               | -             | -               | 27           |
| QA 15                | -             | -               | 10             | 4               | 12            | 4               | 30           |
| QA 16                | 1             | 1               | 4              | 2               | 12            | 4               | 24           |
| QA 17                | -             | -               | 10             | 4               | 12            | 4               | 30           |
| QA 18                | -             | -               | 10             | 4               | 12            | 4               | 30           |
| QA 19                | -             | -               | 5              | 2               | 17            | 6               | 30           |
| QA 20                | 1             | 1               | 5              | 2               | 16            | 5               | 30           |
| QA 21                | 1             | 1               | 5              | 1               | 16            | 6               | 30           |
| QA 22                | 5             | 2               | 10             | 4               | 7             | 2               | 30           |

Fonte: Autor, 2020.

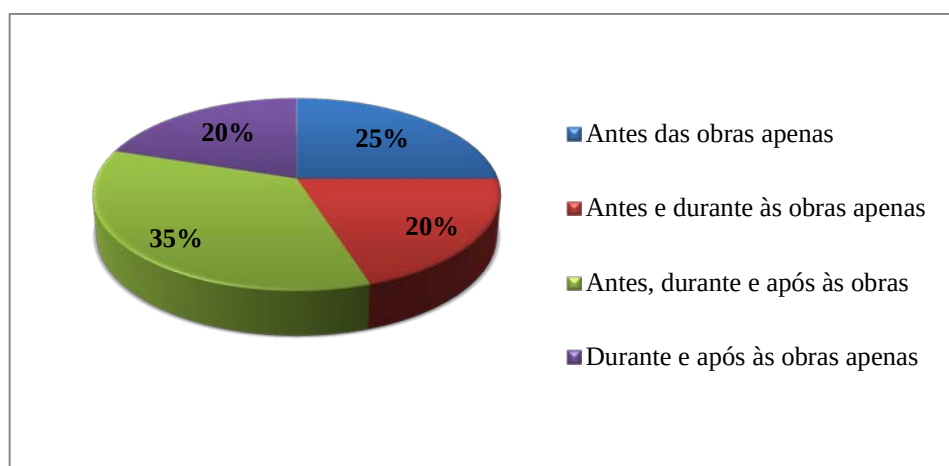
**Tabela 18 – Monitoramento dos corpos hídricos em relação a situação das obras.**

| <b>Antes das obras apenas</b> | <b>Antes e durante às obras apenas</b> | <b>Antes, durante e após às obras</b> | <b>Durante e após às obras apenas</b> |
|-------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| QA 04                         | QA 08                                  | QA 03                                 | QA 15                                 |
| QA 05                         | QA 10                                  | QA 06                                 | QA 17                                 |
| QA 09                         | QA 12                                  | QA 07                                 | QA 18                                 |
| QA 11                         | QA 14                                  | QA 16                                 | QA 19                                 |
| QA 13                         |                                        | QA 20                                 |                                       |
|                               |                                        | QA 21                                 |                                       |
|                               |                                        | QA 22                                 |                                       |

Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 5 – Situação do monitoramento nos corpos hídricos em relação as obras.**



Fonte: Autor, 2020.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água foram analisados estatisticamente, e estão apresentados a seguir, onde a discussão de seus resultados considerou os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005. As informações a respeito dos valores dos parâmetros analisados durante todas as coletas estão apresentadas no Apêndice A.

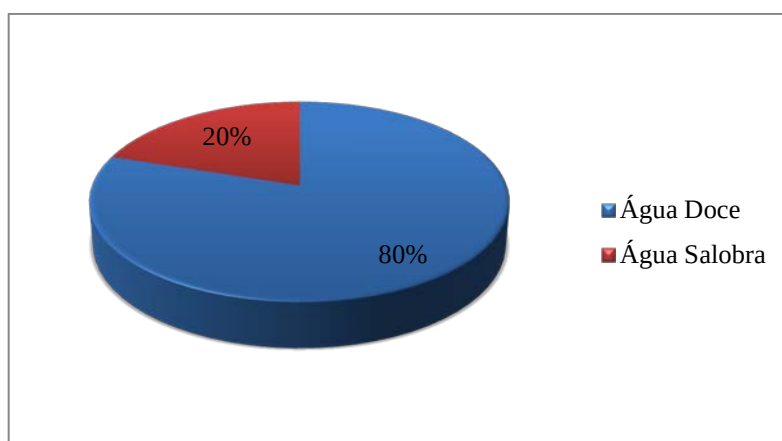
### 5.1 Salinidade

Conforme apresentado através da Figura 6 e Figura 7, observa-se que 16 dos 20 corpos hídricos analisados apresentam salinidade inferior a 0,5 ‰, sendo classificados como de água doce. Apenas o QA 15, QA 18, QA 20 e QA 21, estão dentro dos limites para água salobra, representando 20% de todos os corpos hídricos analisados.

Para todos os corpos hídricos, não foi detectado variação desse parâmetro durante os três períodos que comprometessem a mudança de água doce para água salobra, ou vice-versa. É válido mencionar que a salinidade foi analisada até a campanha de nº 17 (setembro/2015). Após esse período não há valores monitorados desse parâmetro.

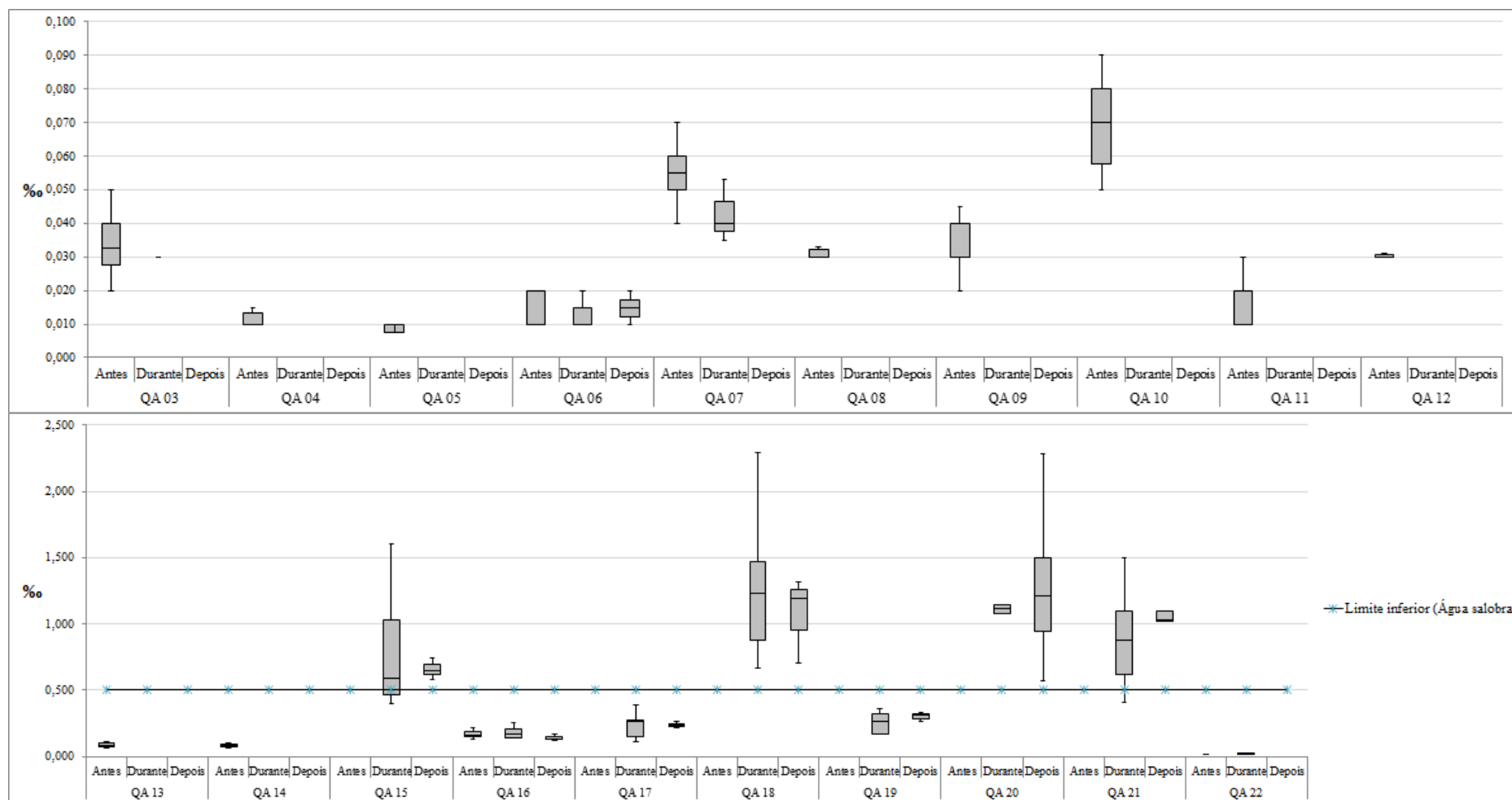
Realizando a análise de variância da salinidade com nível de confiança de 95% para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, observa-se que não houve alterações significativas desse parâmetro para cada corpo hídrico, conforme observado na Tabela 19.

**Figura 6 – Classificação quanto a salinidade dos corpos hídricos monitorados.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 7 – Análise estatística dos rios monitorados em relação à salinidade.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 19 - Análise de variância da Salinidade (‰).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES   |             | DURANTE |           | DEPOIS |             | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|---------|-------------|---------|-----------|--------|-------------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA   | VARIÂNCIA   | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA   | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,033   | 0,00009     | 0,030   | 0,00000   | -      | -           | 0,200   | 4,667     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,011   | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,009   | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,01571 | 2,85714E-05 | 0,013   | 0,00002   | 0,015  | 2,50425E-05 | 0,4318  | 3,8853    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,0558  | 0,0001      | 0,0427  | 0,0001    | -      | -           | 3,2061  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,0331  | 0,0001      | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 09            | 0,033   | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,07    | 0,00035     | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 11            | 0,015   | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,0311  | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 13            | 0,083   | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,08    | -           | -       | -         | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 15            | -       | -           | 0,7596  | 0,1662    | 0,6563 | 0,0063      | 0,1808  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,1700  | 0,0011      | 0,1783  | 0,0024    | 0,1390 | 0,0006      | 1,0378  | 3,8853    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -       | -           | 0,2304  | 0,0072    | 0,2373 | 0,0006      | 0,0181  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -       | -           | 1,2271  | 0,2028    | 1,0702 | 0,1064      | 0,3141  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -       | -           | 0,2570  | 0,0074    | 0,3104 | 0,0012      | 3,0595  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | -       | -           | 1,1475  | 0,0118    | 1,2703 | 0,2874      | 0,2998  | 4,7472    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | -       | -           | 0,9000  | 0,1795    | 1,0991 | 0,0706      | 1,1913  | 4,7472    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,0120  | 0,00002     | 0,0138  | 0,00002   | -      | -           | 0,5338  | 4,6672    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

## 5.2 Oxigênio Dissolvido

Antes do início das obras, observa-se que dos 20 corpos hídricos, 10 apresentavam valores de OD, segundo a resolução Conama 357/2005, como Classe 1, três como Classe 2, um como Classe 3, dois como Classe 4, e quatro não puderam ser avaliados nesse período, conforme ilustrado através da Figura 8 e Figura 9.

Quando do início das obras, a concentração de OD apresentou uma pequena redução em três corpos hídricos, o QA 03, QA 07 e QA 16, entretanto, não provocou alteração na classificação dos trechos desses rios, permanecendo-os como Classe 3, Classe 1 e Classe 4 respectivamente. Acredita-se que para o QA 16, essa redução possa estar relacionada com o aumento da quantidade de matéria orgânica no rio, evidenciada também através do aumento da DBO nesse período.

Nos demais rios que tiveram suas obras iniciadas e existiam dados a respeito do período anterior às obras (8), a concentração de OD aumentou, proporcionando alteração na classificação do QA 10, QA 20 e QA 21, tornando todos Classe 1.

Dos 11 corpos d'água que tiveram suas obras concluídas, seis permaneceram na mesma classificação, Classe 1 (QA 06, QA 07, QA 15, QA 17, QA 18 e QA 22), e cinco corpos hídricos tiveram melhora (QA 03, QA 16, QA 19, QA 20 e QA 21), passando a ser classificado como Classe 1, com exceção do QA 16, onde ficou como Classe 3.

De acordo com Oikos (2006), o QA 20 não tinha sido classificado durante os estudos de impactos ambientais por apresentar baixa concentração de OD, e conforme mencionado anteriormente, após as obras passou a ser classificado como Classe 1. A Figura 10 e a Tabela 20 apresentam de forma resumida como se comportou a classificação dos corpos hídricos nos períodos analisados.

Realizando a análise de variância com  $\alpha = 0,05$  para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, observa-se através da Tabela 21, que a hipótese nula não foi aceita para os corpos d'água QA 19 e QA 22, onde houve diferença significativa entre os períodos apresentados.

Durante as obras, a concentração média de OD no QA 19 foi de 4,95 mg/L. Já após as obras, esse valor subiu para 6,56 mg/L, um aumento de 32,53% em sua concentração. De acordo com a resolução Conama 357/2005, para corpos hídricos de água doce, durante as obras o açude se classificava como Classe 3, e após as obras passou a ser classificado como Classe 1 para este parâmetro. Destaca-se que o açude sofre influência de outras atividades que não possuem relação com o empreendimento, como o cultivo de peixes.

As maiores médias na concentração de OD ocorreu no QA 21 (após as obras) e no QA 22 (durante as obras), atingindo valores semelhantes a concentração de saturação do oxigênio em água superficiais. Para o QA 21, a lâmina d'água que é de aproximadamente 10 cm o que favorece a difusão de OD, aliado ao horário das coletas, que ocorrem geralmente no final da manhã e início da tarde (temperaturas elevadas na região), influenciaram na concentração de OD.

Interpreta-se 100% de saturação de oxigênio a quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão, temperatura e salinidade. Valores de OD acima de 100% de saturação podem ocorrer em águas naturais durante alguns períodos do dia, nos quais ocorrem alta taxa de fotossíntese.

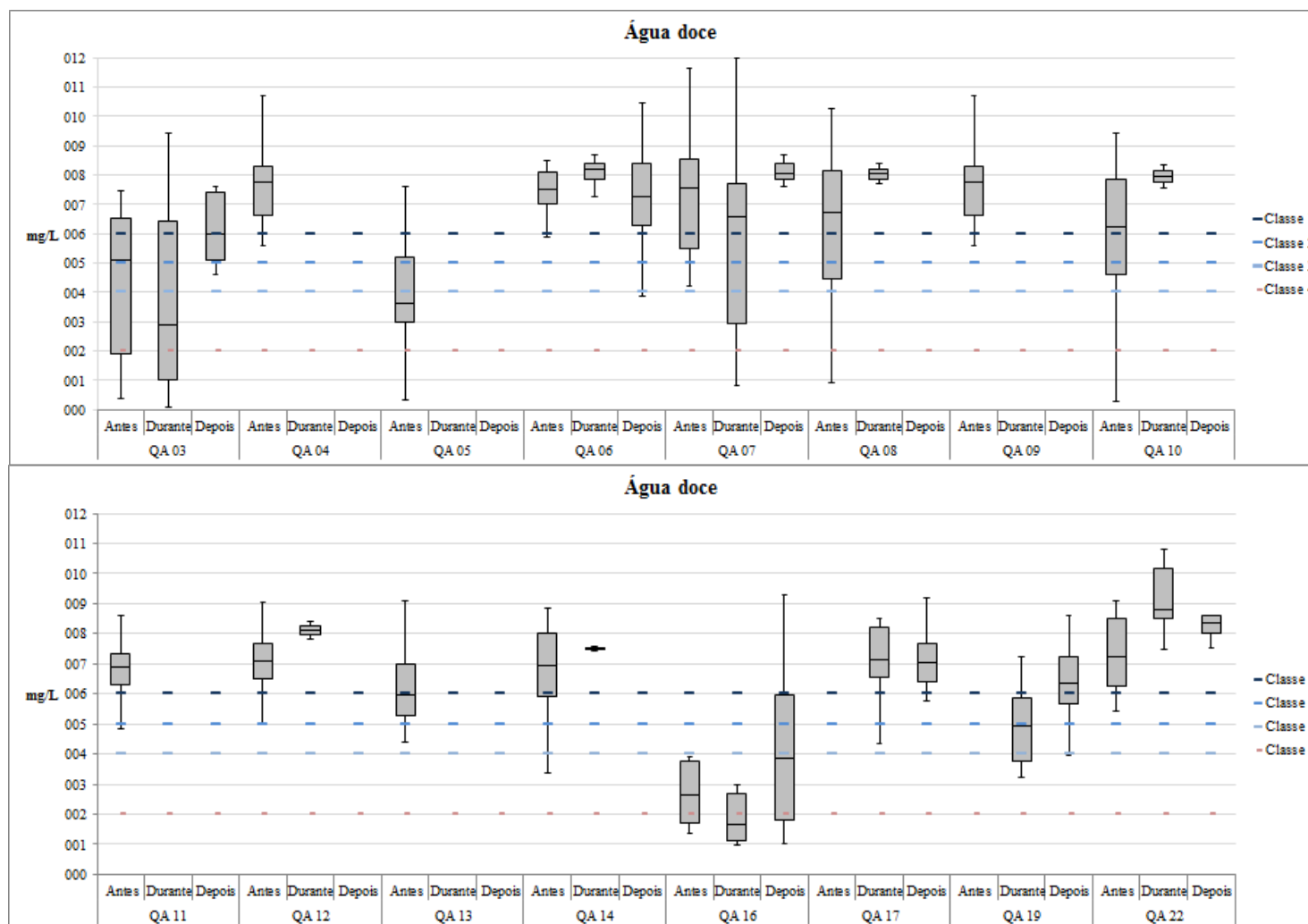
Para o QA 22 acredita-se que o alto valor também possua relação com o horário das coletas nesse corpo hídrico, que ocorreu geralmente no início da tarde, onde prevalecem temperaturas elevadas. A fotossíntese de algas é uma fonte importante de oxigênio. No entanto, apesar desse rio apresentar as maiores concentrações de clorofila-*a*, essas são baixas se comparadas ao limite estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para a Classe 1. De acordo com Silva et al (2014), altas concentrações de OD podem indicar que o ambiente esteja eutrofizado, ou seja, água eutrofizada pode apresentar concentrações de OD superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação.

A menor concentração de OD ocorreu no QA 16, durante as obras. Todavia, antes mesmo de iniciarem as obras a média obtida também era baixa, e em ambos os períodos foi classificado como Classe 4. Após as obras, observou-se uma melhora e o rio passou a ser classificado como Classe 3.

Todas as mudanças ocorridas na classificação dos corpos hídricos em relação a oxigênio dissolvido foram favoráveis, onde acredita-se que a diminuição de atividades domésticas e dessedentação de animais nesses trechos de rio, sendo essas provocadas pelas obras, contribuíram para esses resultados.



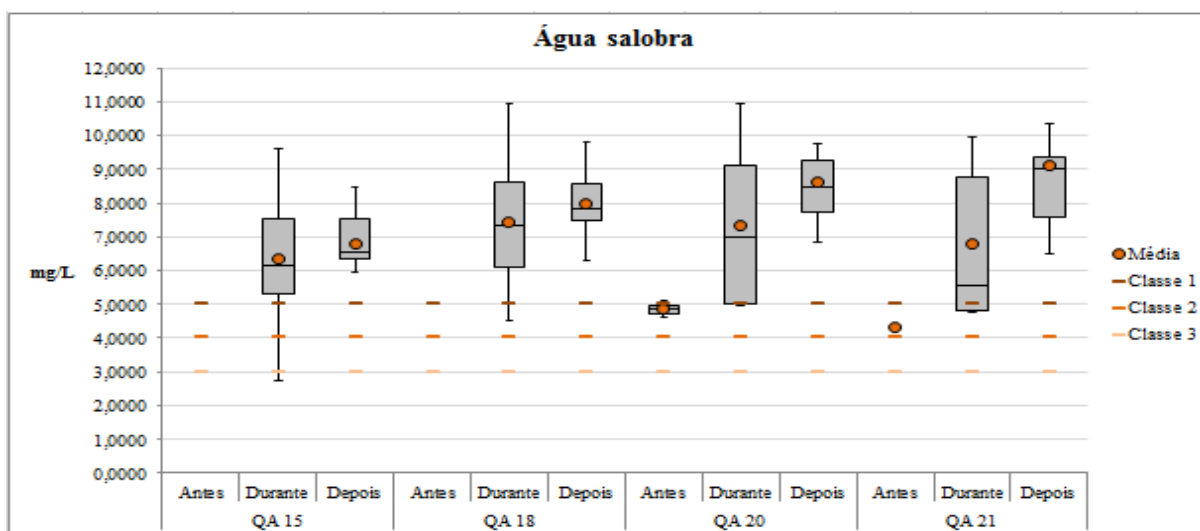
**Figura 8 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a concentração de OD.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

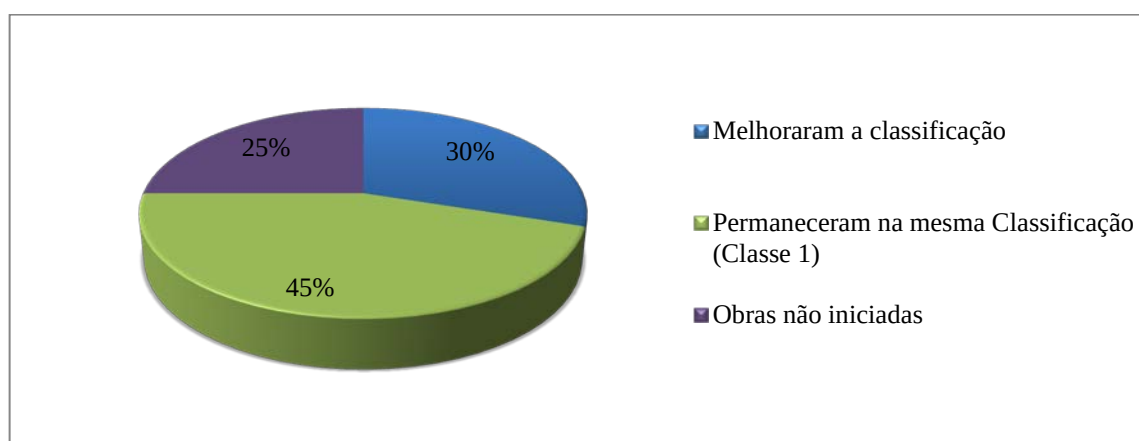
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 9 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a concentração de OD.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 10 – Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de OD de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 20 – Classificação dos corpos hídricos para concentração de OD de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos         |         | QA 03 | QA 04 | QA 05 | QA 06 | QA 07 | QA 08 | QA 09 | QA 10 | QA 11 | QA 12 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 3     | 1     | 4     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2     | 1     | 1     |
|                         | Durante | 3     | -     | -     | 1     | 1     | 1     | -     | 1     | -     | 1     |
|                         | Depois  | 1     | -     | -     | 1     | 1     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Corpos Hídricos         |         | QA 13 | QA 14 | QA 15 | QA 16 | QA 17 | QA 18 | QA 19 | QA 20 | QA 21 | QA 22 |
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 2     | 1     | -     | 4     | -     | -     | -     | 2     | 2     | 1     |
|                         | Durante | -     | 1     | 1     | 4     | 1     | 1     | 3     | 1     | 1     | 1     |
|                         | Depois  | -     | -     | 1     | 3     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 21 - Análise de variância de Oxigênio Dissolvido(mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 4,29  | 6,939     | 4,02    | 11,301    | 6,16   | 1,653     | 1,513   | 3,354     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 7,33  | 3,034     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 3,83  | 4,413     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 7,38  | 0,828     | 8,08    | 0,304     | 6,98   | 5,053     | 0,7561  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 7,30  | 4,224     | 5,98    | 10,057    | 8,12   | 0,307     | 1,3011  | 3,3690    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 6,23  | 6,548     | 8,04    | 0,252     | -      | -         | 0,9600  | 4,2416    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 7,68  | 2,367     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 5,95  | 5,602     | 7,93    | 0,3003    | -      | -         | 1,3526  | 4,1959    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 6,75  | 1,271     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 6,95  | 1,572     | 8,13    | 0,171     | -      | -         | 1,7275  | 4,1959    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 5,86  | 3,1483    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 6,81  | 2,007     | 7,51    | 0,006     | -      | -         | 0,7034  | 4,2416    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 6,33    | 2,988     | 6,77   | 2,566     | 0,5263  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 3,21  | 4,534     | 2,51    | 4,959     | 4,02   | 6,185     | 0,9587  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 7,09    | 1,603     | 6,94   | 2,459     | 0,0809  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 7,44    | 3,678     | 7,99   | 2,561     | 0,7516  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 4,95    | 2,268     | 6,56   | 2,342     | 5,9604  | 4,1960    | Rejeita H0     |
| QA 20            | 4,85  | 0,125     | 7,34    | 6,974     | 8,61   | 7,950     | 2,0032  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 4,30  | -         | 6,77    | 5,850     | 9,13   | 13,285    | 1,6902  | 3,4221    | Não Rejeita H1 |
| QA 22            | 7,32  | 2,022     | 9,25    | 2,150     | 8,14   | 0,483     | 5,7815  | 3,3541    | Rejeita H0     |

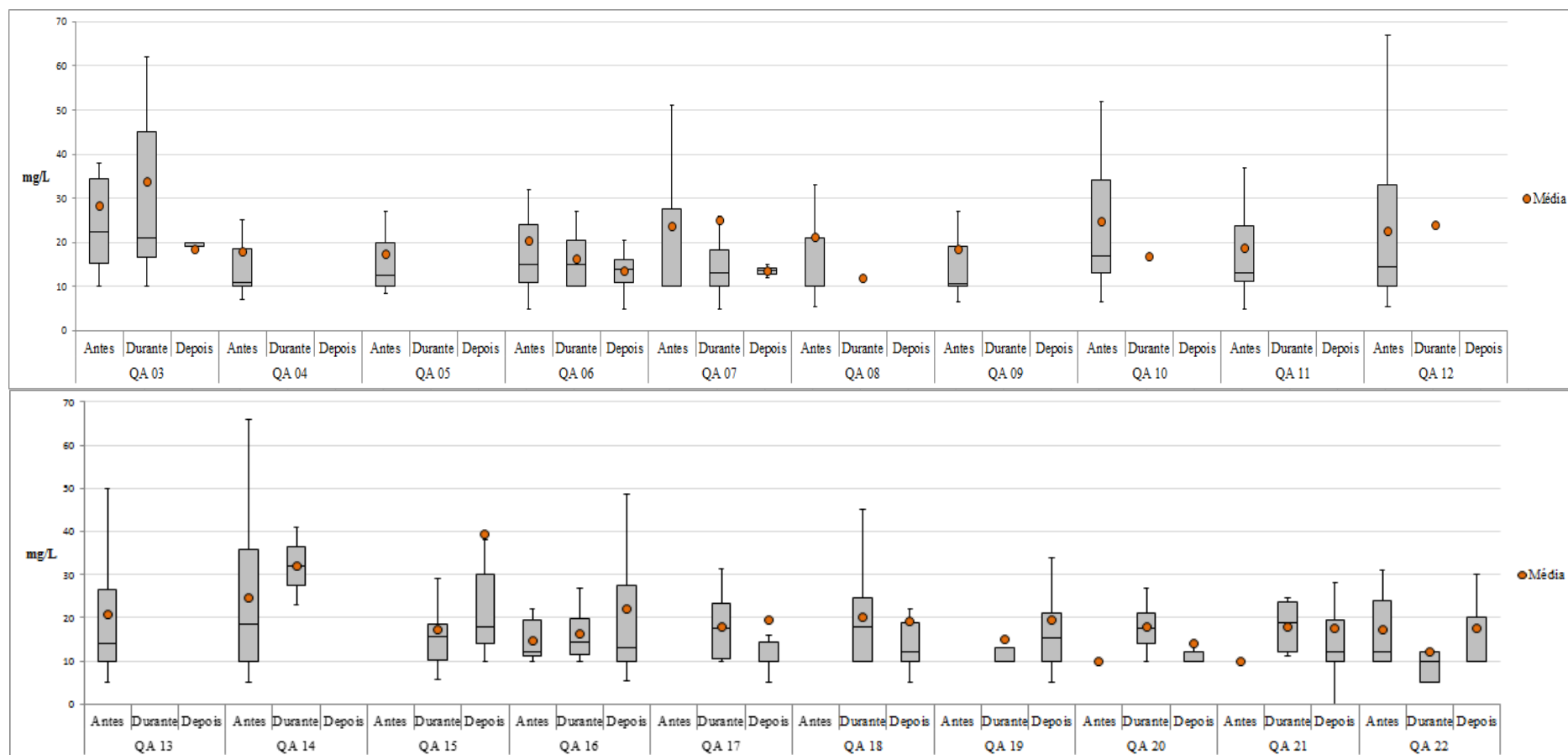
Fonte: Autor, 2020.

### 5.3 Sólidos Suspensos Totais (SST)

A análise estatística realizada para os sólidos suspensos totais é ilustrada através da Figura 11. A Resolução Conama 357/2005 não estabelece valores limites para classificação, bem como este parâmetro também não influencia no cálculo do índice de qualidade da água IQA, o qual será abordado mais a frente. De acordo com Vieira (2008), sólidos em suspensão são oriundos do carreamento de solos pelas águas pluviais, devido a processos erosivos e desmatamentos na área da bacia dos corpos d'água. Tais fenômenos são frequentemente observados em obras de terraplenagem.

Realizando a análise de variância deste parâmetro com nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), foi observado que não houve alterações significativas desse parâmetro nos períodos analisados para cada corpo hídrico, onde em todas as análises, a hipótese nula não foi rejeitada, conforme apresentado na Tabela 22.

**Figura 11 - Análise estatística dos rios monitorados em relação aos sólidos suspensos totais.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 22 - Análise de variância de Sólidos Suspensos Totais - SST(mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 28,29 | 523,45    | 33,88   | 773,63    | 18,60  | 29,30     | 0,6988  | 3,4028    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 18,11 | 329,88    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 17,50 | 151,45    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 20,50 | 233,50    | 16,50   | 53,25     | 13,73  | 18,61     | 1,2691  | 3,4028    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 23,89 | 505,35    | 25,14   | 1538,51   | 13,50  | 4,50      | 0,1238  | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 21,39 | 796,48    | 12,00   | -         | -      | -         | 0,1061  | 4,3009    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 18,61 | 285,37    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 24,89 | 359,65    | 17,00   | -         | -      | -         | 0,1665  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 18,79 | 135,26    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 22,62 | 316,83    | 24,00   | -         | -      | -         | 0,0058  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 20,62 | 226,36    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 24,64 | 357,87    | 32,00   | 162,00    | -      | -         | 0,2849  | 4,3010    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 17,37   | 101,00    | 39,39  | 2666,92   | 2,4511  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 14,83 | 31,37     | 16,33   | 43,07     | 51,72  | 11819,07  | 0,6308  | 3,4434    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 17,96   | 58,02     | 27,77  | 1493,65   | 0,8674  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 20,21   | 133,41    | 27,22  | 1259,10   | 0,4914  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            |       |           | 15,14   | 122,18    | 19,60  | 176,91    | 0,6310  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 10,00 | 0,00      | 17,83   | 38,97     | 21,10  | 993,82    | 0,1617  | 3,4434    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 10,00 | -         | 18,00   | 39,63     | 25,91  | 1342,94   | 0,1998  | 3,4928    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 17,27 | 94,15     | 12,15   | 67,48     | 17,50  | 177,08    | 0,9094  | 3,4028    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

## 5.4 Condutividade Elétrica

A análise estatística realizada para a condutividade elétrica na água dos corpos hídricos analisados é apresentada na Figura 12. Entretanto, de acordo com a Resolução Conama 357/2005 não há limites estabelecidos para esse parâmetro a fim de obter sua classificação. Porém, de acordo com Von Sperling (2005), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . No entanto, evidencia-se que os rios de água salobra apresentaram maiores valores para a condutividade elétrica, justificado pela quantidade maior de sais na água, que será abordado mais a frente no item referente à sólidos dissolvidos totais.

Pode-se utilizar este parâmetro para obter uma noção do grau de mineralização da água natural, além de estar diretamente ligado à quantidade de sólidos dissolvidos totais - SDT (MACHADO, 2006).

Realizando a análise de variância deste parâmetro com um nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), foi visto que a hipótese nula foi rejeitada para o QA 07; QA 08; QA 10; QA 12; QA 18 e QA 22, havendo diferença significativa na variação dos valores entre os períodos apresentados, de acordo com a Tabela 23.

A composição da água pode ser diretamente modificada de acordo com o uso do solo, refletindo-se na condutividade elétrica (ESTEVES, 2011; VON SPERLING, 2005). Ainda, de acordo com Boesch (2002) e Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos hídricos, mas não especifica quantidades e componentes.

Em virtude disso, a variação da condutividade elétrica identificada nos rios acima possui relação direta com as atividades de terraplenagem para execução das obras próximas aos corpos hídricos, em especial nos encabeçamentos das pontes, que necessitam de material para aterro, onde pode ter origem de outras frentes de serviço, alterando a composição daquele solo e consequentemente do curso d'água ali presente.

O QA 07 e o QA 22 foram os únicos corpos hídricos que apresentaram menor valor desse parâmetro no período com obras. O QA 07 antes do início das obras apresentou média de 192,258  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Durante as obras, sua média diminuiu cerca de 26,08% (142,115  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), e após a conclusão das obras o valor médio foi de 278,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Já o QA 22 antes das obras apresentou uma média de 62,41  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , durante as obras de 47,89  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e após as obras aumentou consideravelmente para 120,56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

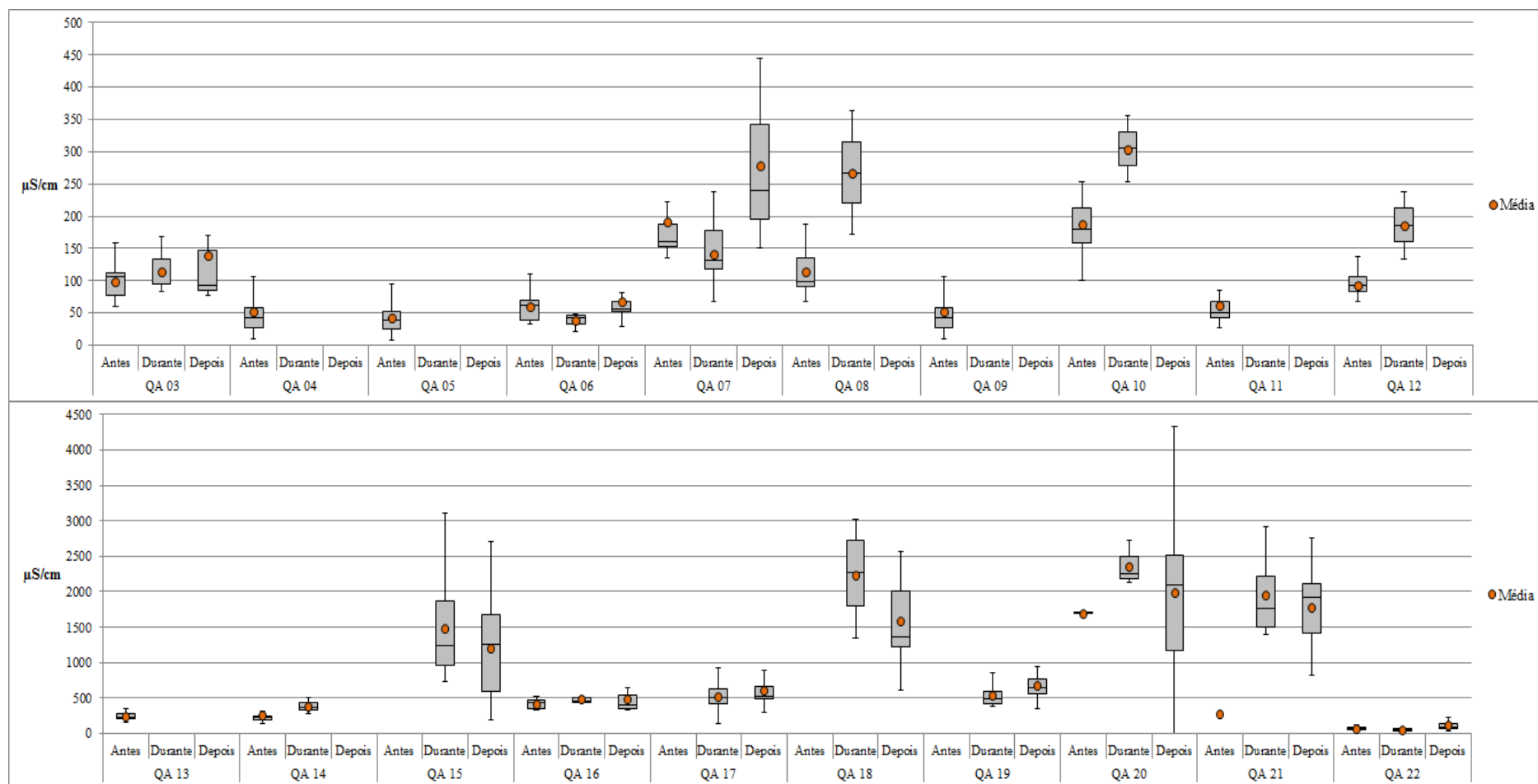
Ao contrário da situação anterior, para o QA 08, a comparação da condutividade elétrica entre os períodos anterior e durante as obras mostrou que ela se apresenta 2,36 vezes

maior durante a fase de obras, onde houve um aumento de 113,31  $\mu\text{S/cm}$  para 267,5  $\mu\text{S/cm}$ . Para o QA 10, o valor médio aumentou cerca de 61,93% comparando os períodos antes (188  $\mu\text{S/cm}$ ) e durante as obras (304,5  $\mu\text{S/cm}$ ). Já no QA 12, a condutividade elétrica praticamente dobrou durante o período de obras em relação ao período sem obras, passando de 93,62  $\mu\text{S/cm}$  para 186  $\mu\text{S/cm}$  respectivamente. Como as obras nesses corpos hídricos ainda não tinham sido concluídas, não foi possível avaliar esse parâmetro no período pós-obra.

Em relação ao QA 18, a condutividade elétrica se apresentou em maior valor durante o período com obras (2238,56  $\mu\text{S/cm}$ ) quando comparado ao período pós-obras (1581,94  $\mu\text{S/cm}$ ), onde houve redução de 29,33%. Destaca-se que não foi possível avaliar este parâmetro no período anterior as obras para este corpo hídrico.



**Figura 12 - Análise estatística dos rios monitorados em relação à condutividade elétrica.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 23 - Análise de variância de Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES   |           | DURANTE |           | DEPOIS  |            | ANÁLISE   |           | RESULTADO      |
|------------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|------------|-----------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA  | F         | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 99,61   | 765,20    | 114,00  | 847,06    | 138,36  | 8427,98    | 1,409     | 3,354     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 51,88   | 1605,08   | -       | -         | -       | -          | -         | -         | -              |
| QA 05            | 42,83   | 736,84    | -       | -         | -       | -          | -         | -         | -              |
| QA 06            | 59,88   | 599,01    | 38,20   | 120,83    | 67,94   | 1703,33    | 1,4780    | 3,3541    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 192,26  | 7805,14   | 142,12  | 1985,09   | 278,67  | 22583,58   | 3,9779    | 3,3690    | Rejeita H0     |
| QA 08            | 113,31  | 1066,49   | 267,50  | 18240,50  | 0,00    | 0,00       | 25,108812 | 4,2416991 | Rejeita H0     |
| QA 09            | 108,98  | 1841,29   | -       | -         | -       | -          | -         | -         | -              |
| QA 10            | 188,04  | 2949,26   | 304,50  | 5202,00   |         |            | 8,3559726 | 4,1959718 | Rejeita H0     |
| QA 11            | 61,31   | 1418,99   | -       | -         | -       | -          | -         | -         | -              |
| QA 12            | 93,62   | 440,99    | 186,00  | 5408,00   |         |            | 25,759465 | 4,1959718 | Rejeita H0     |
| QA 13            | 240,81  | 7415,98   | -       | -         | -       | -          | -         | -         | -              |
| QA 14            | 255,06  | 37218,66  | 383,17  | 12722,33  | -       | -          | 1,2411545 | 4,2416991 | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -       | -         | 1481,96 | 535838,86 | 1210,25 | 487826,80  | 1,0806    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 417,58  | 5883,44   | 484,00  | 5289,20   | 483,63  | 49622,25   | 0,3222    | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -       | -         | 518,53  | 42777,65  | 605,59  | 47610,21   | 1,2475    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -       | -         | 2238,56 | 920059,79 | 1581,94 | 484985,90  | 4,6861    | 4,1960    | Rejeita H0     |
| QA 19            | -       | -         | 532,79  | 29350,49  | 672,09  | 80084,27   | 1,5048    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 1697,00 | 0,50      | 2349,67 | 59801,87  | 1997,60 | 1182844,91 | 0,4626    | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 269,50  | -         | 1958,50 | 385733,75 | 1777,05 | 535012,05  | 2,3804    | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 62,41   | 890,32    | 47,89   | 303,93    | 120,56  | 6100,65    | 6,9624    | 3,3541    | Rejeita H0     |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para uma melhor visualização da variação da DBO nos corpos hídricos em estudo, optou-se por separar os rios de água doce dos rios de água salobra, conforme identificados anteriormente no item referente à salinidade, visto que a Resolução Conama 357/2005 estabelece apenas valores para corpos hídricos de água doce, conforme apresentado através da Figura 14 e Figura 15.

De acordo com a Figura 14, antes do início das obras, todos os corpos hídricos de água doce se classificaram como Classe 1 ( $\leq 3$  mg/L), exceto o QA 03, classificado como Classe 2. No entanto, após o início das obras, o QA 03 passou a ser classificado como Classe 1. Vale salientar que o QA 17 (Rio Piauí) e o QA 22 (Rio São Francisco) foram classificados nos estudos de impactos ambientais realizado por Oikos (2006), como Classe 4 e Classe 3 respectivamente. Entretanto, as análises desse estudo, realizadas no período anterior às obras no QA 22, classificou-o como Classe 1.

Ainda, conforme apresentado na Figura 14, observou-se um aumento da DBO que promoveu mudança na classificação do QA 08 logo após o início das obras, passando de Classe 1 para Classe 2, segundo a resolução Conama 357/2005. No entanto este dado refere-se apenas a uma campanha de monitoramento realizada, não podendo assim analisar como se comportou sua variação no período em que ocorreram as obras.

A análise mostrou que dos 7 corpos hídricos de água doce que tiveram suas obras concluídas, todos foram classificados como Classe 1, exceto o QA 07 e o QA 17, ambos classificados como Classe 2 apenas nesse período. Através da Figura 16 e da Tabela 24, pode-se observar como a classificação dos corpos hídricos se comportou em relação a variação da DBO.

Através da análise de variância deste parâmetro com  $\alpha = 0,05$ , foi visto que a hipótese nula não foi aceita para os corpos hídricos QA 07 e QA 15, conforme apresentado na Tabela 26.

Para o QA 07, o valor médio de DBO nos períodos anterior e durante as obras eram de 1,58 mg/L e 1,28 mg/L respectivamente. Ambos estão dentro dos valores estabelecidos pela resolução Conama 357/2005 para água corpos hídricos de água doce, classificado como Classe 1. No entanto, durante o período pós-obra, onde houve apenas uma campanha realizada neste rio, obtendo uma DBO de 4,25 mg/L, o que não possibilitou o cálculo da variância dentro desse período. Em relação ao período que não havia ocorrência de obras, este parâmetro aumentou um pouco mais de duas vezes e meia, classificando-se como Classe 2, conforme prevê a resolução Conama 357/2005. Acredita-se que o aumento da DBO neste rio

após as obras tenha relação com a criação de gado em suas margens, sob a ponte, situação registrada durante a realização do monitoramento (Figura 13).

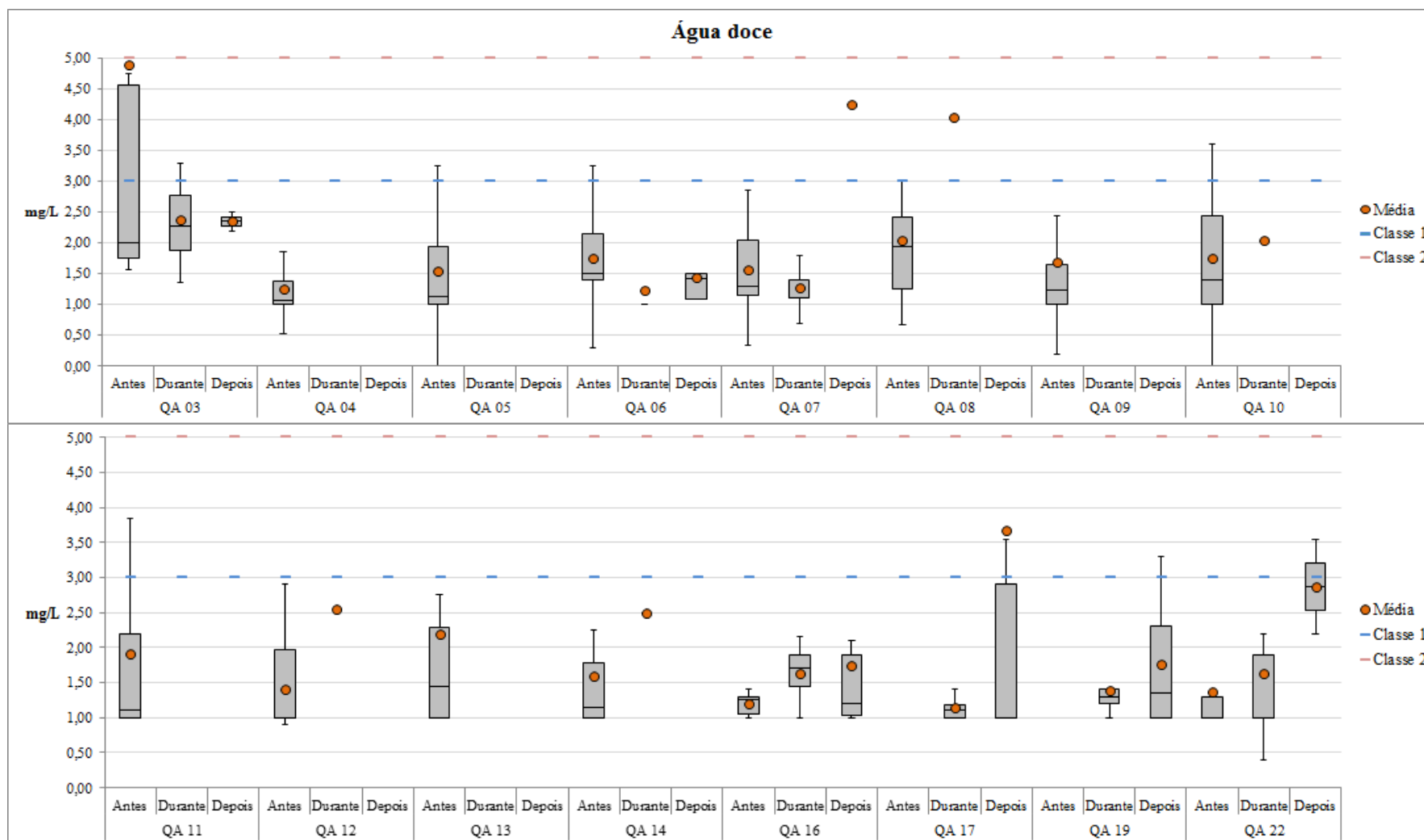
Já em relação ao QA 15 houve um aumento de 71,21% da DBO durante os monitoramentos observados entre a fase de obras e após sua conclusão. Nos estudos realizados por Oikos (2006), também foi identificado valor elevado de DBO neste rio. Porém para corpos hídricos de água salobra a resolução Conama 357/2005 não estabelece valores.

**Figura 13 – Registro de criação de bovinos na margem do rio Mundaú – QA 07.**



Fonte: Autor, 2020.

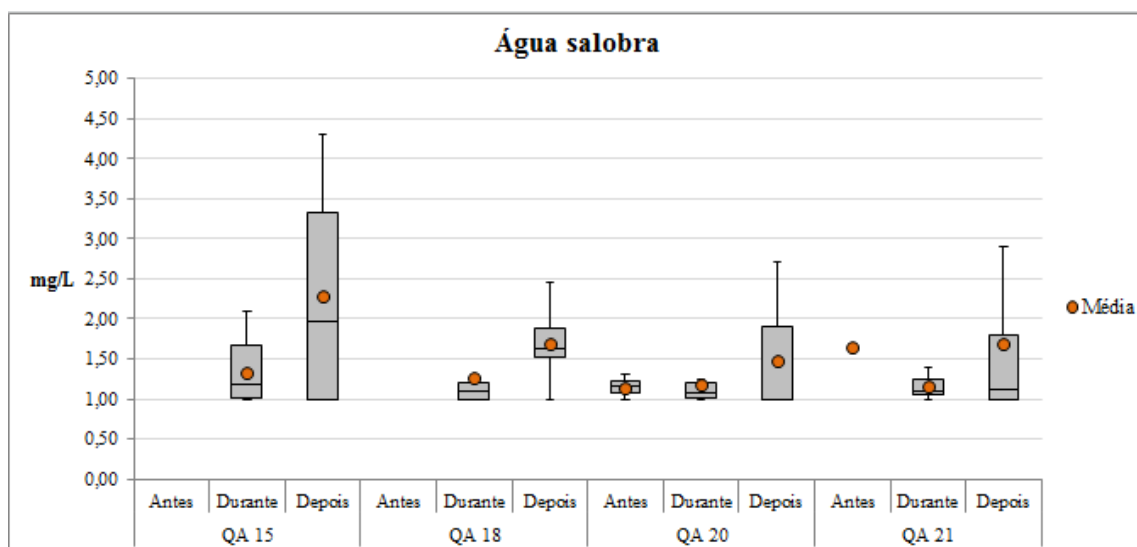
Figura 14 - Análise estatística dos rios monitorados em relação à DBO.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

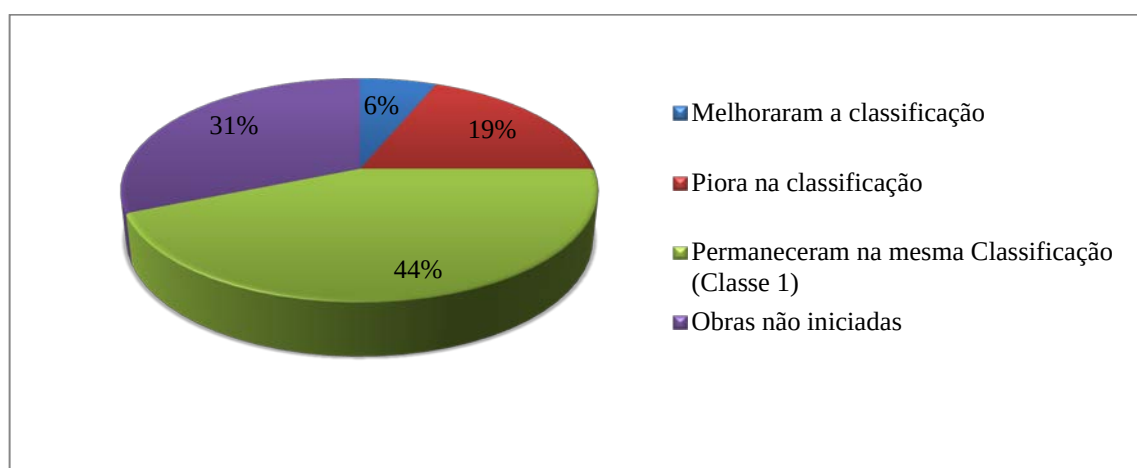
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 15 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação à DBO.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 16 – Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a DBO de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 24 – Classificação dos corpos hídricos para a DBO de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos         |         | QA 03 | QA 04 | QA 05 | QA 06 | QA 07 | QA 08 | QA 09 | QA 10 | QA 11 | QA 12 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|                         | Durante | 1     | -     | -     | 1     | 1     | 2     | -     | 1     | -     | 1     |
|                         | Depois  | 1     | -     | -     | 1     | 2     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Corpos Hídricos         |         | QA 13 | QA 14 | QA 15 | QA 16 | QA 17 | QA 18 | QA 19 | QA 20 | QA 21 | QA 22 |
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 1     | 1     | -     | 1     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     |
|                         | Durante | -     | 1     | -     | 1     | 1     | -     | 1     | -     | -     | 1     |
|                         | Depois  | -     | -     | -     | 1     | 2     | -     | 1     | -     | -     | 1     |

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 25 - Análise de variância de DBO (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 4,90  | 32,32     | 2,38    | 0,54      | 2,35   | 0,04      | 0,545   | 3,592     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 1,26  | 0,14      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 1,56  | 0,72      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 1,76  | 0,52      | 1,23    | 0,26      | 1,43   | 0,21      | 1,3420  | 3,5915    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 1,58  | 0,35      | 1,28    | 0,11      | 4,25   | -         | 12,9345 | 3,6337    | Rejeita H0     |
| QA 08            | 2,05  | 1,22      | 4,05    | -         | -      | -         | 3,1069  | 4,5431    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 1,69  | 1,80      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 1,76  | 0,79      | 2,05    | -         | -      | -         | 0,1029  | 4,4139    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 1,91  | 1,81      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 1,41  | 0,38      | 2,55    | -         | -      | -         | 3,2854  | 4,4139    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 2,19  | 4,22      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 1,59  | 0,77      | 2,50    | -         | -      | -         | 1,011   | 4,5431    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 1,33    | 0,15      | 2,28   | 2,16      | 5,3201  | 4,4139    | Rejeita H0     |
| QA 16            | 1,20  | 0,03      | 1,64    | 0,17      | 1,75   | 1,38      | 0,9662  | 3,6823    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 1,15    | 0,04      | 3,68   | 29,16     | 3,3031  | 4,4139    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 1,27    | 0,18      | 1,69   | 0,24      | 3,8604  | 4,4139    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 1,39    | 0,15      | 1,77   | 0,66      | 1,3726  | 4,4139    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 1,15  | 0,05      | 1,18    | 0,06      | 1,47   | 0,45      | 0,7111  | 3,6337    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 1,65  | -         | 1,16    | 0,03      | 1,68   | 1,51      | 0,4390  | 3,6823    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 1,37  | 0,54      | 1,63    | 1,66      | 2,88   | 0,91      | 1,4528  | 3,5915    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

## 5.6 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Conforme demonstrado através da Figura 17, toda variação na concentração de SDT nos corpos hídricos de água doce ocorreu dentro do limite estabelecido pela resolução Conama 357/2005, que é de 500 mg/L para corpos hídricos de água doce das Classes 1, 2 e 3. Nota-se ainda que apenas o QA 06, QA 07 e o QA 22 apresentou redução de SDT durante a execução das obras.

De acordo com Esteves (2011), os sólidos dissolvidos totais (SDT) estão diretamente relacionados com a condutividade elétrica, que é utilizada em laboratório de rotina como medida de salinidade da água e/ou dos efeitos causados por atividades antrópicas (VAN NIEKERK et al., 2014).

Semelhante à análise da condutividade elétrica, foi observado que para os corpos hídricos de água salobra, a concentração de SDT é bem maior quando comparada aos de água doce, o que se justifica pela presença de sais na água, conforme demonstra a Figura 18. No entanto, a resolução Conama 357/2005 não estabelece valores para esses.

A análise de variância com  $\alpha = 0,05$  mostrou que a hipótese nula não foi aceita para os corpos hídricos QA 07, QA 08, QA 10, QA 12, QA 19 e QA 22, conforme apresentado na Tabela 27. A relação entre os parâmetros de SDT e Condutividade elétrica fica evidenciada pelo fato das hipóteses serem rejeitadas praticamente nos mesmos corpos hídrico, com exceção apenas do QA 18 e QA 19. A quantidade de sólidos dissolvidos é diretamente proporcional a condutividade elétrica da água. O gráfico de dispersão elaborado (Figura 19) apresenta a relação entre os parâmetros durante os períodos analisados.

Apenas dois corpos hídricos apresentaram redução desse parâmetro durante o período com obras, o QA 07 e o QA 22. Em relação ao QA 07, houve uma redução de 20,48% durante o período com obras, e após a conclusão das obras, ocorreu aumento de 58,29% quando comparado ao período em que as obras ainda não tinham sido iniciadas. Já para o QA 22, a redução foi de 18% durante as obras, e um aumento de 102,52 % após as obras.

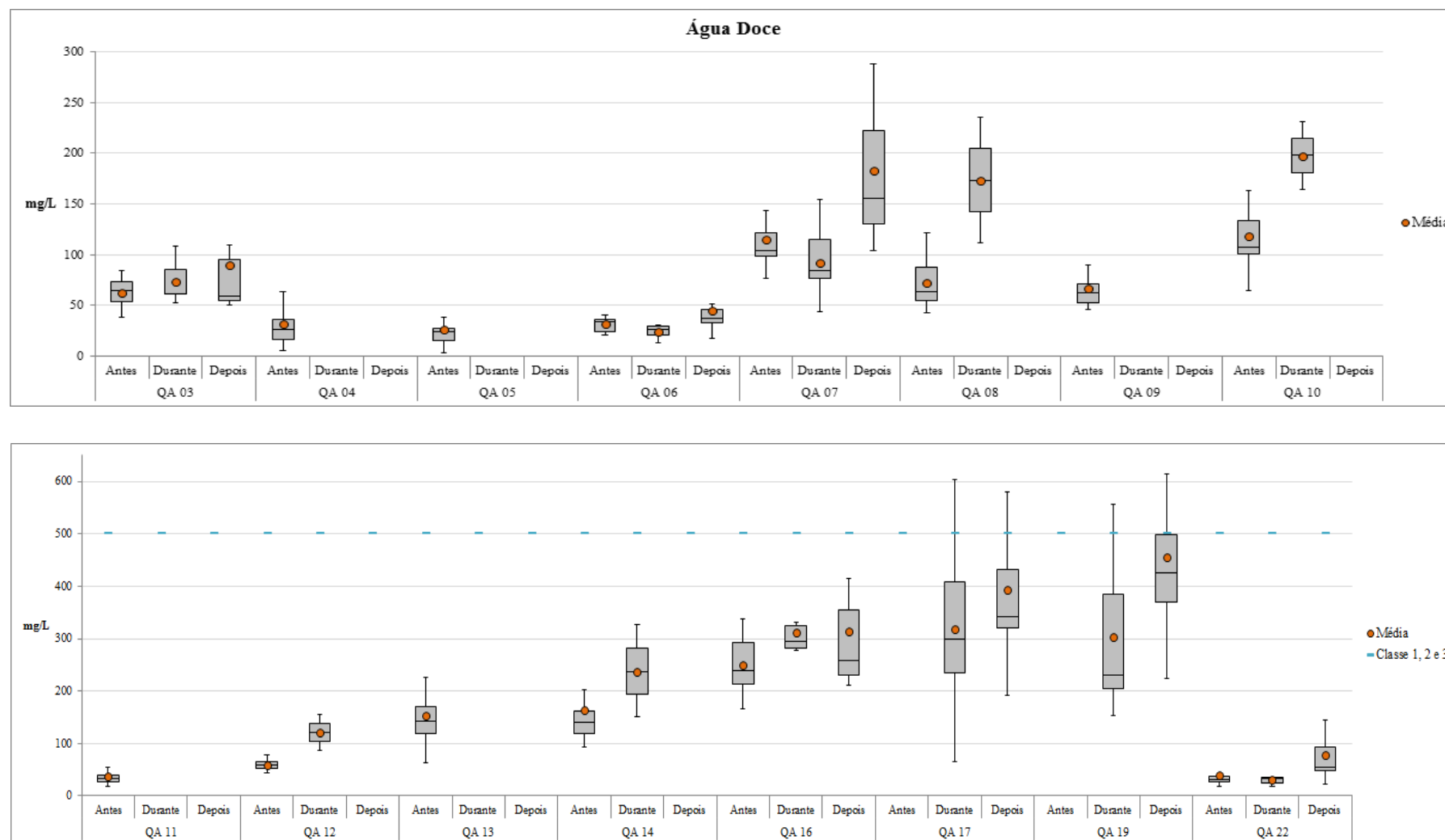
Observou-se um aumento na concentração de SDT durante as obras no QA 08 (139,58%), QA 10 (66,58%), QA 12 (105,67%) quando comparados ao período que ainda não havia sido iniciadas as obras. Como as obras não tinham sido concluídas, não foi possível a avaliação do parâmetro nesse período.

Em relação ao QA 19, como não havia dados referentes ao período antes do início das obras, foram comparadas as concentrações de SDT durante e após as obras. Observou-se que durante as obras a concentração de SDT era de 303 mg/L, passando a ser de 455,61 mg/L após as obras, um aumento de 50,37%.



No entanto, a variação desse parâmetro nos corpos hídricos em estudo não alterou a classificação desses segundo a Resolução Conama 357/2005.

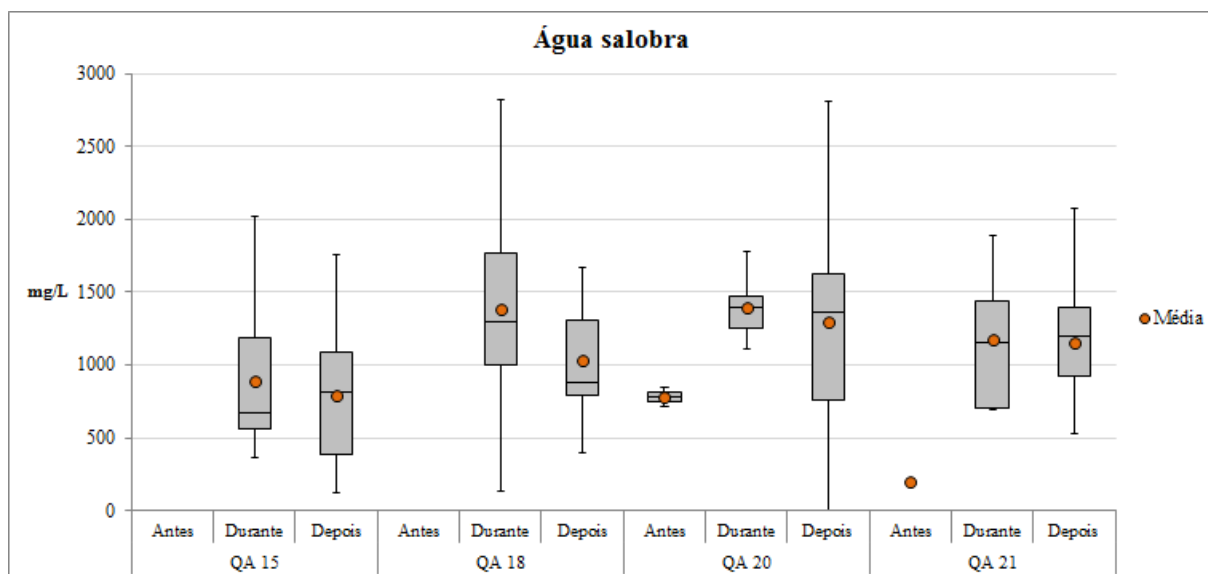
**Figura 17 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação aos SDT.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

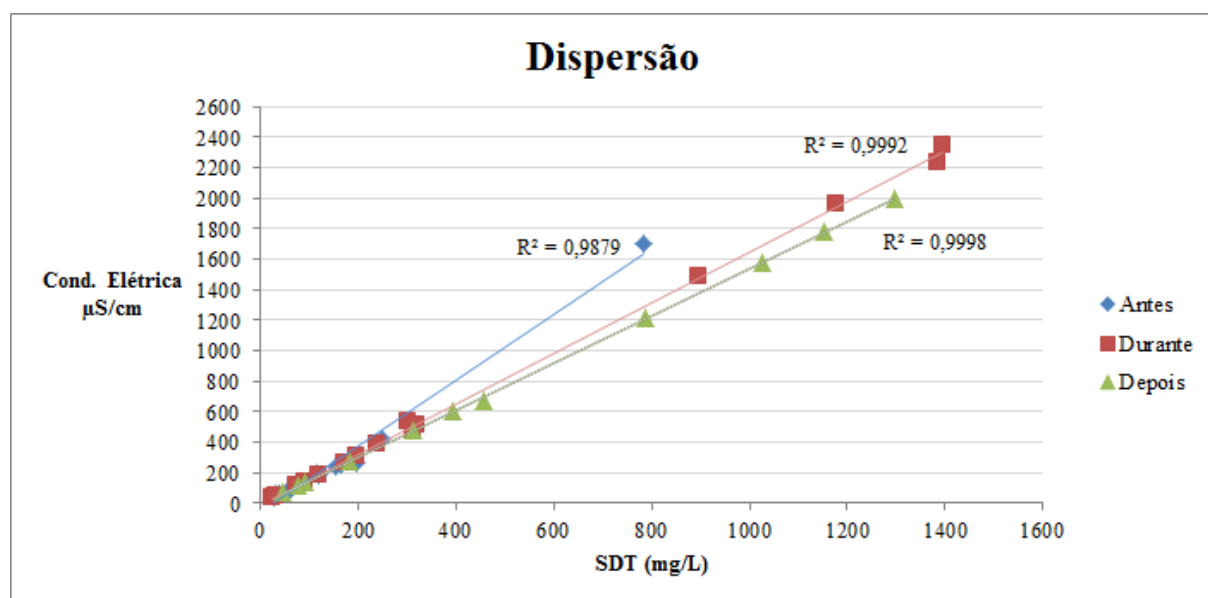
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 18 – Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação aos SDT.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
 Fonte: Autor, 2020.

**Figura 19 – Gráfico de dispersão entre condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais.**



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 26 - Análise de variância de SDT (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS  |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 62,36  | 222,44    | 73,72   | 354,69    | 89,50   | 3565,00   | 1,728   | 3,354     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 31,62  | 584,18    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 26,68  | 312,28    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 31,67  | 52,25     | 24,30   | 52,33     | 44,56   | 718,96    | 2,3358  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 115,50 | 1700,42   | 91,85   | 837,43    | 182,83  | 9024,33   | 5,4921  | 3,3690    | Rejeita H0     |
| QA 08            | 72,42  | 468,31    | 173,50  | 7688,00   | 0,00    | 0,00      | 24,9912 | 4,2417    | Rejeita H0     |
| QA 09            | 66,80  | 870,82    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 118,71 | 1257,80   | 197,75  | 2211,13   | -       | -         | 9,0261  | 4,1960    | Rejeita H0     |
| QA 11            | 38,33  | 590,29    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 58,59  | 156,15    | 120,50  | 2312,00   | -       | -         | 30,6884 | 4,1960    | Rejeita H0     |
| QA 13            | 152,63 | 3186,02   | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 163,90 | 15819,52  | 237,83  | 7879,08   | -       | -         | 0,9601  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 894,50  | 263485,15 | 787,31  | 206382,63 | 0,3683  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 249,25 | 4108,48   | 312,92  | 2260,74   | 313,53  | 20984,62  | 0,6989  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 318,29  | 20111,95  | 393,25  | 20108,13  | 2,0865  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 1385,21 | 416441,99 | 1027,78 | 204938,60 | 3,1469  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 303,00  | 21190,08  | 455,61  | 24802,39  | 5,2016  | 4,1960    | Rejeita H0     |
| QA 20            | 784,75 | 8385,13   | 1394,08 | 54183,24  | 1297,95 | 499724,81 | 0,7353  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 195,50 | -         | 1176,20 | 260029,70 | 1151,43 | 227443,03 | 1,9095  | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 38,43  | 642,29    | 31,50   | 127,27    | 77,83   | 2574,19   | 6,4310  | 3,3541    | Rejeita H0     |

Fonte: Autor, 2020.

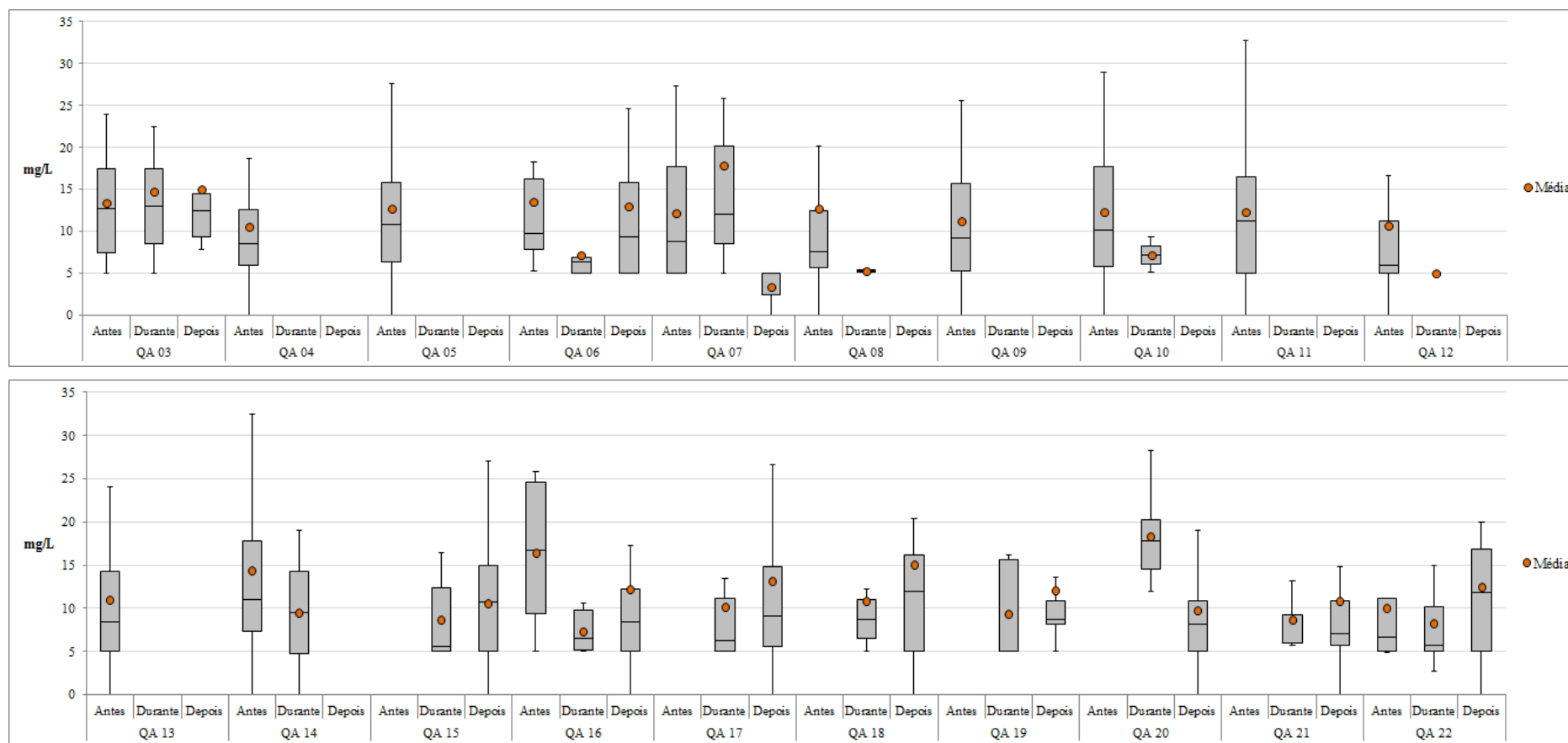
### 5.7 Óleos e Graxas (O&G)

Para a execução de obras em rodovias, costuma-se abastecer os equipamentos com combustível no próprio local onde ele esteja trabalhando, através de caminhões comboios devidamente licenciados para esta atividade. Há ainda bombas de captação de água, instaladas nos rios, e utilizadas para auxiliar a terraplenagem, junto ao carregamento dos caminhões pipas. Durante o abastecimento de uma máquina ou equipamento, está sujeito a ocorrência de vazamentos/derramamentos do combustível, o que pode contaminar o solo e consequentemente o corpo hídrico próximo.

A análise estatística realizada para a variação dos valores obtidos de O&G está apresentada na Figura 20. No entanto, estes valores a olho nu não são perceptíveis, e conforme a resolução Conama 357/2005, todos os corpos hídricos de água doce analisados, estavam virtualmente ausente de óleos e graxas, podendo então ser classificados como Classe 1, 2 e 3. Os resultados da análise de variância, apresentados na Tabela 28, indicam que não houve alterações significativas desse parâmetro nos períodos analisados para cada corpo hídrico, onde a hipótese nula foi aceita em todas as análises.

A fim de avaliar o comprometimento da quantidade de óleo no volume de água do corpo hídrico, e sabendo-se que 1 mL (0,947g) de óleo contamina aproximadamente 25 litros de água, observou-se que dos valores médios referente a concentração de O&G apresentados na Tabela 28, o volume de água contaminado é praticamente insignificante.

**Figura 20 - Análise estatística dos rios monitorados em relação aos O&G.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 27 - Análise de variância de O&amp;G (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 13,33 | 46,74     | 14,74   | 77,96     | 15,03  | 93,60     | 0,118   | 3,403     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 10,59 | 47,36     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 12,69 | 74,01     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 13,60 | 86,47     | 7,12    | 9,40      | 12,95  | 100,64    | 0,9194  | 3,4028    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 12,13 | 65,31     | 17,88   | 255,33    | 3,33   | 8,33      | 1,9055  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 12,72 | 183,73    | 5,30    | 0,18      | 0,00   | 0,00      | 0,5783  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 11,19 | 45,73     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 12,36 | 68,18     | 7,20    | 8,82      | -      | -         | 0,7497  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 12,26 | 150,24    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 10,73 | 143,23    | 5,00    | -         | -      | -         | 0,4435  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 10,97 | 70,95     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 14,45 | 123,23    | 9,50    | 90,25     | -      | -         | 0,5419  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 8,68    | 20,44     | 10,58  | 61,43     | 0,5566  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 16,40 | 82,32     | 7,37    | 7,19      | 12,24  | 156,17    | 1,1006  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 10,19   | 70,58     | 13,23  | 227,99    | 0,3933  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 10,89   | 52,78     | 15,03  | 267,80    | 0,6658  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 9,36    | 35,69     | 12,04  | 163,63    | 0,2055  | 4,2252    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | -     | -         | 18,38   | 33,45     | 9,74   | 86,98     | 2,1788  | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | -     | -         | 8,62    | 9,17      | 10,86  | 134,89    | 0,1768  | 4,2793    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 10,04 | 55,63     | 8,29    | 26,88     | 12,48  | 160,59    | 0,6474  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Todos os corpos hídricos de água doce monitorados estavam dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005 para as Classes 1, 2 e 3, conforme apresentado na Figura 21. De acordo com Oikos (2006), o QA 14 não foi classificado na época devido ao valor do pH se encontrar abaixo do tolerável. Entretanto, no período sem obras do QA 14 monitorado nesse estudo, que ocorreu entre junho de 2012 e março de 2018, obteve-se valores em conformidade com a resolução anteriormente mencionada.

Os corpos hídricos QA 18, QA 20 e o QA 21 não puderam ser classificados na fase dos estudos de impactos ambientais pelo fato de apresentarem valores de pH acima do estabelecido (OIKOS, 2006). No entanto, durante os monitoramentos realizados neste estudo, foram classificados como Classes 1 e 2 para o mesmo período (sem obras). Em relação aos corpos hídricos de água salobra de forma geral, todos apresentaram valores que os classificaram nas Classes 1 e 2, conforme demonstra a Figura 22.

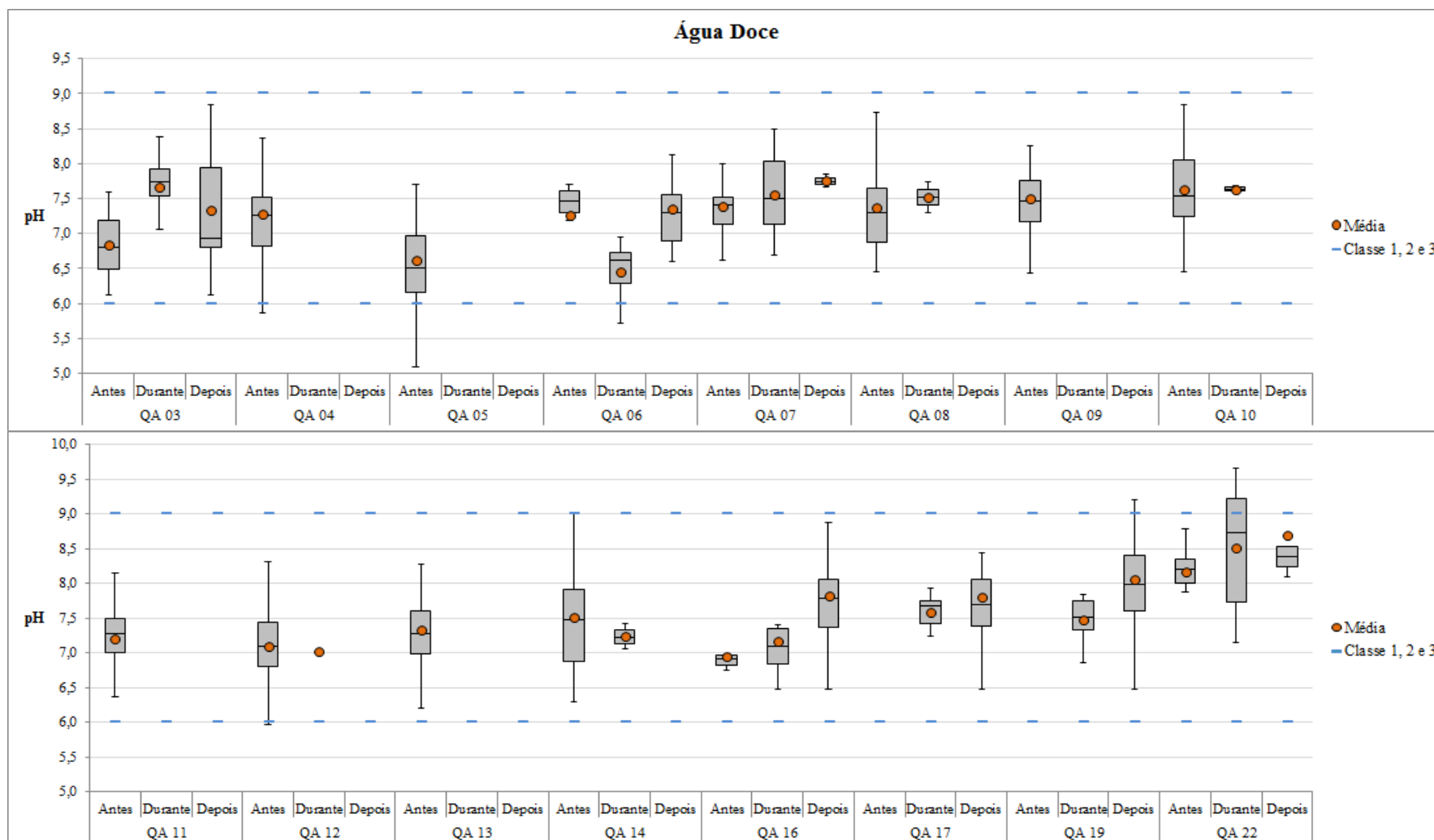
Os maiores valores de pH para os corpos hídricos de água doce pertencem ao QA 22, estando acima de 8 em todos os períodos. Conforme visto anteriormente, neste corpo hídrico também se obtiveram as maiores concentrações de OD associadas a altas temperaturas durante as coletas. O potencial hidrogeniônico neutroalcalino e temperaturas acima de 20°C favorecem a ocorrência de florações nos ecossistemas aquáticos (CHORUS & BARTRAM, 1999).

O resultado da análise de variância ( $\alpha = 0,05$ ) para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, apresentado através da Tabela 29, mostra que a hipótese nula não foi aceita para os corpos d'água QA 03, QA 06 e QA 16, havendo diferença significativa entre os períodos apresentados.

Em relação ao QA 03 e QA 16, ambos tiveram aumento do pH durante a fase de obras, sendo de 12,3% e 3,46% respectivamente. Já o QA 06 apresentou redução de 11 % do pH durante as obras. De forma geral, o pH não apresentou variações tão marcantes entre si, provavelmente devido aos rios apresentarem águas correntes. No entanto, apesar da análise de variância apontar uma diferença significativa nesses corpos hídricos em relação ao pH, não modificou a classificação dos trechos dos rios conforme estabelece a Resolução Conama 357/2005.



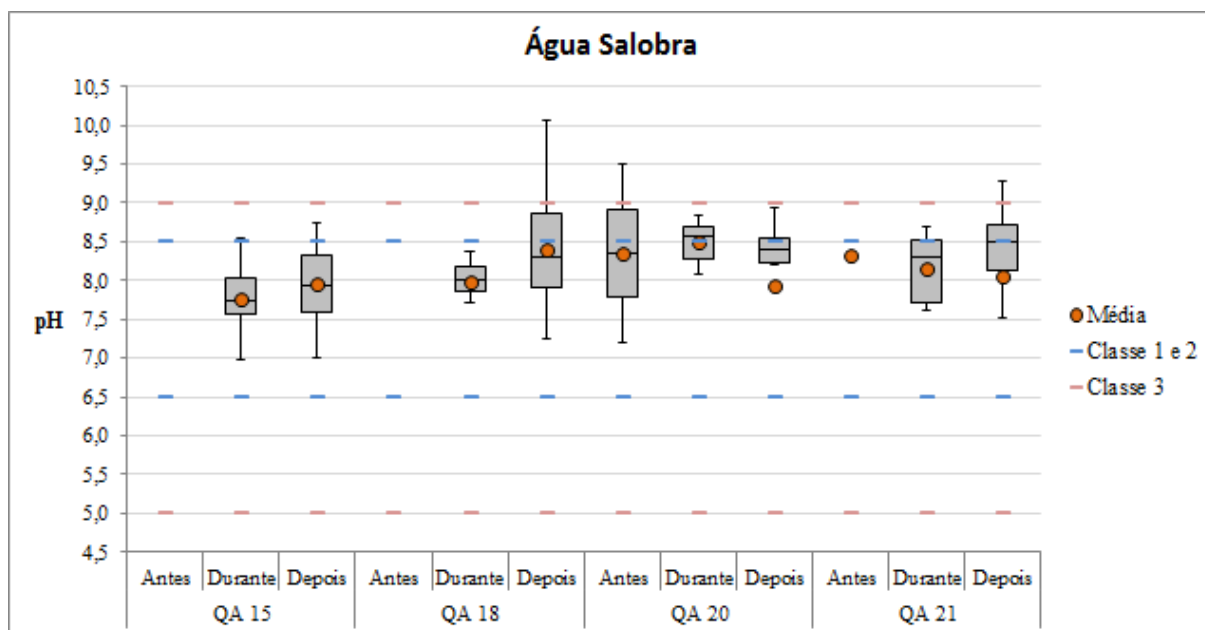
Figura 21 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao pH.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 22 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao pH.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 28 - Análise de variância referente ao pH.

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE   |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F         | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 6,83  | 0,19      | 7,67    | 0,22      | 7,34   | 0,94      | 5,543     | 3,354     | Rejeita H0     |
| QA 04            | 7,28  | 0,47      | -       | -         | -      | -         | -         | -         | -              |
| QA 05            | 6,62  | 0,66      | -       | -         | -      | -         | -         | -         | -              |
| QA 06            | 7,26  | 0,54      | 6,46    | 0,23      | 7,35   | 0,31      | 4,2835    | 3,3541    | Rejeita H0     |
| QA 07            | 7,38  | 0,53      | 7,56    | 0,36      | 7,75   | 0,01      | 0,4898    | 3,3690    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 7,37  | 0,46      | 7,51    | 0,09      | 0,00   | 0,00      | 0,0796099 | 4,2416991 | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 7,50  | 0,36      | -       | -         | -      | -         | -         | -         | -              |
| QA 10            | 7,63  | 0,41      | 7,63    | 0,01      | -      | -         | 9,511E-05 | 4,1959718 | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 7,21  | 0,38      | -       | -         | -      | -         | -         | -         | -              |
| QA 12            | 7,10  | 0,36      | 7,03    | -         | -      | -         | 0,0316829 | 4,1959718 | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 7,34  | 0,32      | -       | -         | -      | -         | -         | -         | -              |
| QA 14            | 7,52  | 0,61      | 7,24    | 0,03      | -      | -         | 0,3772045 | 4,2416991 | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 7,75    | 0,19      | 7,97   | 0,49      | 1,0028    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 6,94  | 0,03      | 7,18    | 0,36      | 7,82   | 0,62      | 4,5501    | 3,3852    | Rejeita H0     |
| QA 17            | -     | -         | 7,58    | 0,21      | 7,81   | 0,72      | 0,8454    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 7,99    | 0,19      | 8,41   | 0,59      | 3,2401    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 7,49    | 0,12      | 8,05   | 0,66      | 3,1667    | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 8,35  | 2,61      | 8,50    | 0,09      | 7,94   | 3,64      | 0,2749    | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 8,33  | -         | 8,16    | 0,23      | 8,06   | 4,07      | 0,0145    | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 8,16  | 0,18      | 8,51    | 0,76      | 8,70   | 0,59      | 0,9894    | 3,3541    | Não Rejeita H0 |

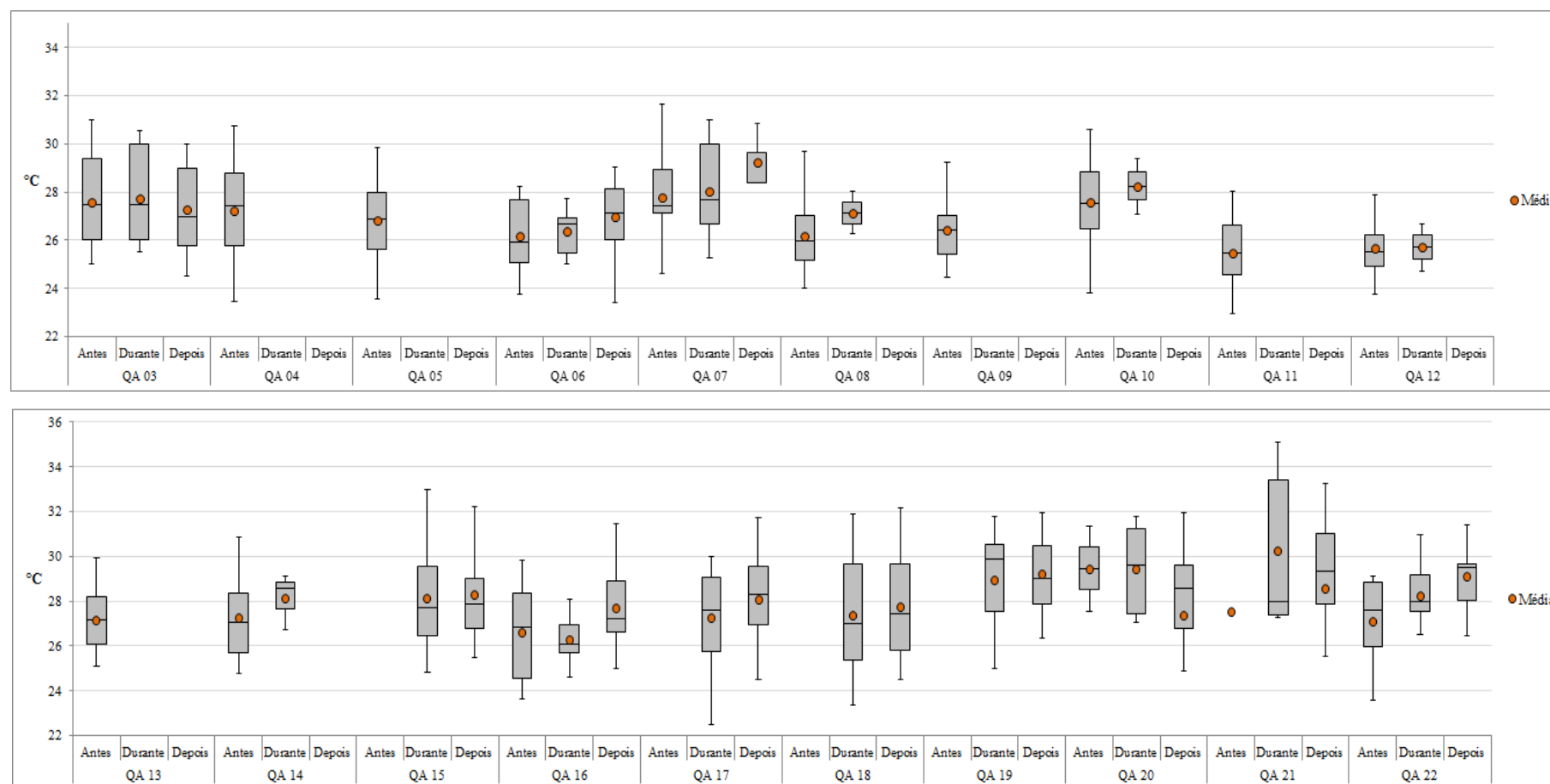
Fonte: Autor, 2020.

## 5.9 Temperatura

A análise estatística realizada para a variação da temperatura durante os período em estudo está ilustrada através da Figura 23. Nota-se que todos os corpos d'água apresentaram baixas variações durante as campanhas realizadas (22°C a 35°C), principalmente, ao serem comparadas às temperaturas do ar, que na região variam entre 24°C e 34°C (ALAGOAS, 2009), ou àquelas que favoreçam a elevação da taxa de crescimento biológico e/ou de solubilidade de O<sub>2</sub> na água. No entanto, a Resolução Conama 357/2005 não estabelece valores limites para classificação.

De acordo com a análise de variância deste parâmetro ( $\alpha = 0,05$ ) para cada corpo hídrico, observa-se que não houve alterações significativas nos períodos analisados, conforme demonstrado na Tabela 30.

**Figura 23 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Temperatura.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 29 - Análise de variância referente a Temperatura °C.

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 27,57 | 4,30      | 27,73   | 3,85      | 27,29  | 4,49      | 0,093   | 3,354     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 27,21 | 3,96      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 26,84 | 2,72      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 26,17 | 2,94      | 26,37   | 1,27      | 26,95  | 2,53      | 0,7983  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 27,81 | 3,65      | 28,06   | 4,35      | 29,22  | 2,00      | 0,6307  | 3,3690    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 26,18 | 2,04      | 27,15   | 1,62      | -      | -         | 0,8684  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 26,42 | 1,60      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 27,56 | 2,92      | 28,25   | 2,64      | -      | -         | 0,3056  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 25,48 | 1,80      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 25,66 | 1,27      | 25,70   | 2,00      | -      | -         | 0,0018  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 27,18 | 1,75      | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 27,29 | 3,19      | 28,12   | 1,58      | -      | -         | 0,5932  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 28,13   | 5,99      | 28,28  | 6,58      | 0,0278  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 26,61 | 6,28      | 26,27   | 1,50      | 27,70  | 3,35      | 1,5808  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 27,25   | 5,12      | 28,11  | 4,18      | 1,1940  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 27,40   | 6,94      | 27,74  | 5,55      | 0,1401  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 28,98   | 6,85      | 29,24  | 2,90      | 0,1000  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 29,45 | 7,22      | 29,42   | 4,77      | 27,35  | 46,90     | 0,3337  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 27,55 | -         | 30,23   | 13,91     | 28,58  | 55,88     | 0,1304  | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 27,12 | 4,22      | 28,26   | 1,56      | 29,09  | 2,34      | 3,2159  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |

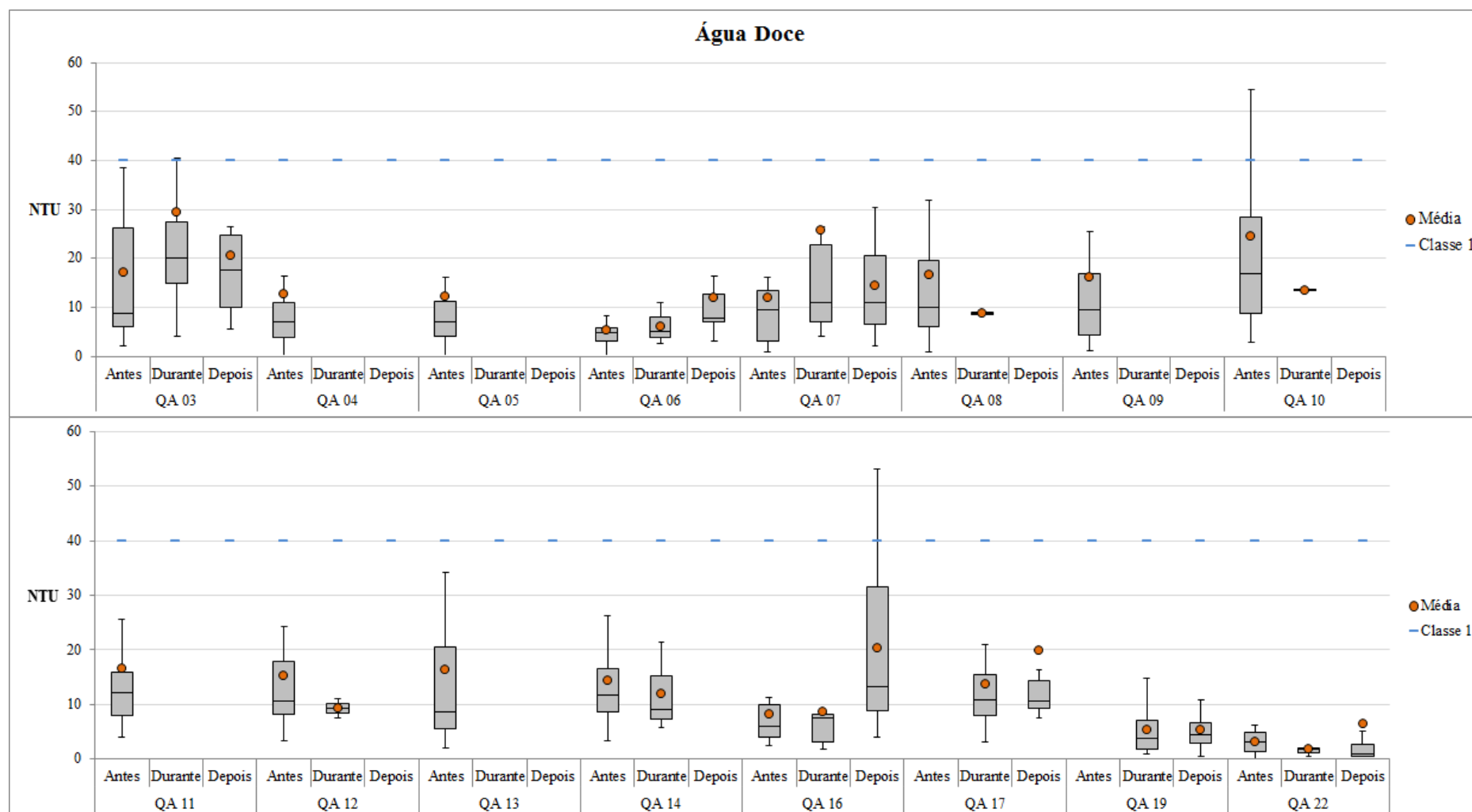
Fonte: Autor, 2020.

### 5.10 Turbidez

Apesar da realização de atividades de terraplenagem durante as obras do empreendimento em estudo, a análise estatística realizada para os dados obtidos de turbidez no três períodos analisados, constatou que todos os corpos hídricos de água doce foram classificados, segundo Resolução Conama 357/2005, como Classe 1 (Figura 24). Os rios de água salobra não são classificados em relação à este parâmetro, que estão apresentados na Figura 25.

Como resultado da análise de variância, com  $\alpha = 0,05$ , para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, não houve alterações significativas desse parâmetro conforme apresentado na Tabela 31.

Figura 24 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a Turbidez.

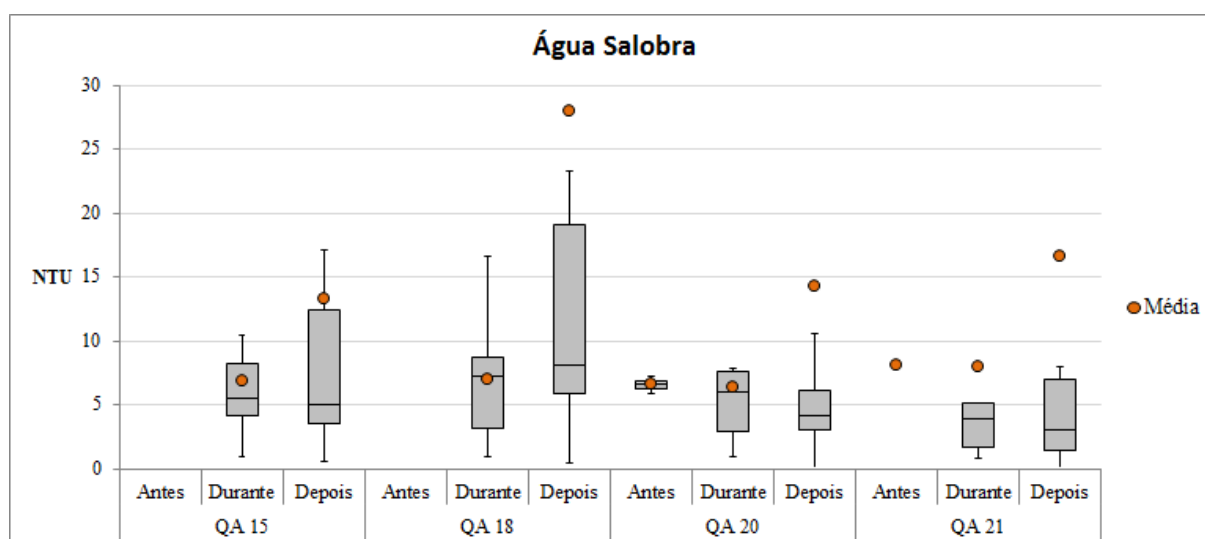


Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.



**Figura 25 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a Turbidez.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 30 - Análise de variância referente a Turbidez (NTU).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 17,04 | 354,59    | 29,39   | 1216,99   | 20,64  | 249,48    | 0,719   | 3,354     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 12,81 | 659,85    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 12,24 | 380,24    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 5,22  | 13,76     | 6,11    | 11,61     | 11,94  | 114,13    | 2,2271  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 11,87 | 124,42    | 25,62   | 1423,94   | 14,45  | 208,72    | 0,8749  | 3,3690    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 16,55 | 528,27    | 8,65    | 0,00      | -      | -         | 0,2278  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 16,06 | 709,53    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 24,54 | 539,39    | 13,53   | 0,00      | -      | -         | 0,4349  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 16,60 | 295,60    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 15,30 | 182,08    | 9,29    | 6,68      | -      | -         | 0,3836  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 16,41 | 455,16    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 14,37 | 104,60    | 12,05   | 68,85     | -      | -         | 0,1409  | 4,2417    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 6,90    | 22,23     | 13,26  | 658,07    | 0,8323  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 8,21  | 43,54     | 8,63    | 72,74     | 20,41  | 267,27    | 2,6871  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -         | 13,64   | 107,49    | 19,95  | 1231,71   | 0,4187  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -         | 6,95    | 19,50     | 27,96  | 2842,83   | 2,1521  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 5,32    | 24,13     | 5,38   | 13,36     | 0,0013  | 4,1960    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 6,58  | 0,82      | 6,42    | 26,45     | 14,31  | 1893,54   | 0,1221  | 3,3852    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 8,13  | -         | 7,94    | 130,74    | 16,63  | 2683,33   | 0,0773  | 3,4221    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 3,15  | 5,32      | 1,92    | 1,70      | 6,48   | 216,36    | 0,8742  | 3,3541    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.11 Sólidos Fixos, Totais e Voláteis

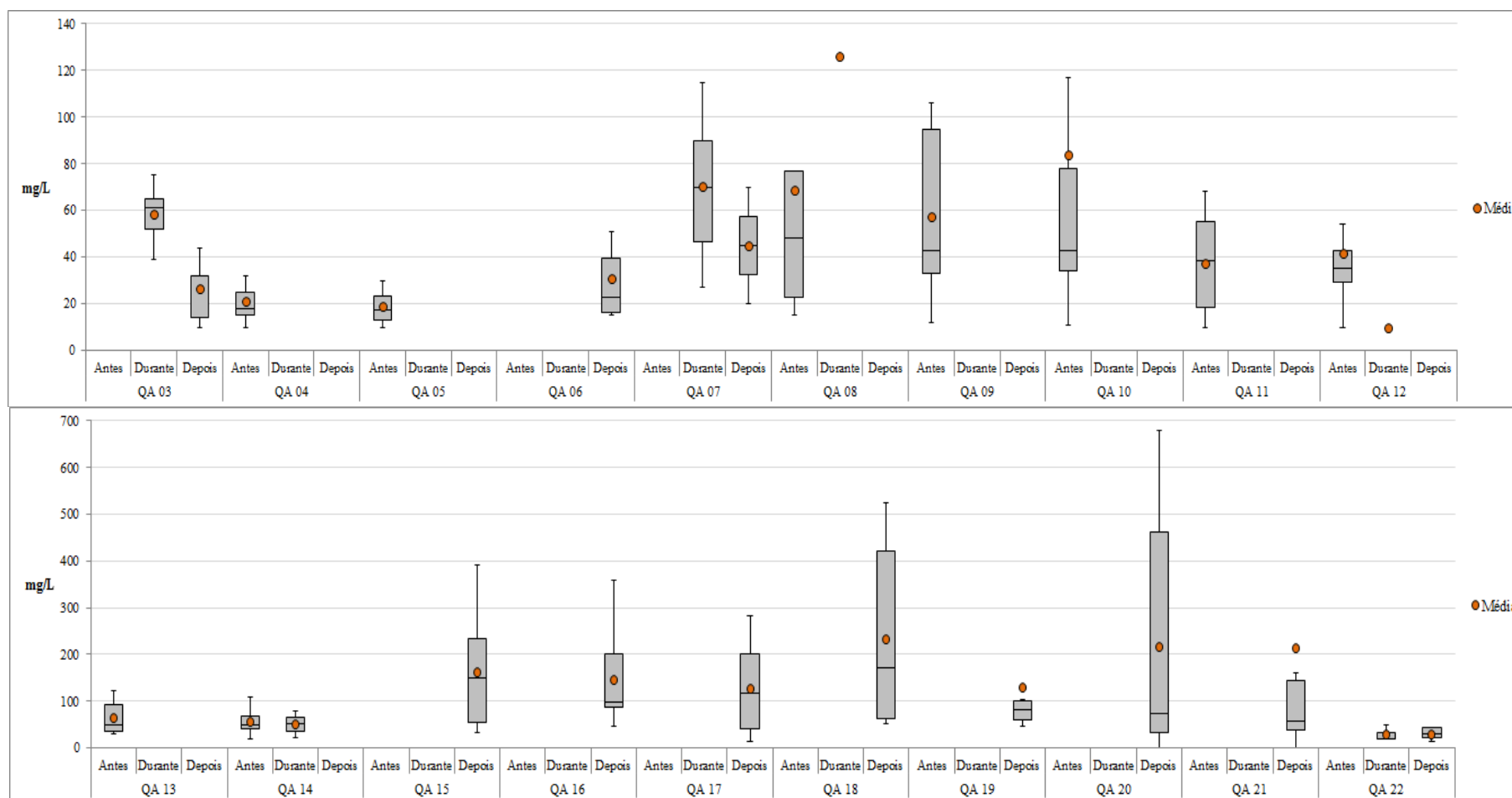
Através da Figura 26, Figura 27 e Figura 28 são apresentados gráficos da análise estatística realizada para a variação desses parâmetros. Vale salientar que esses sólidos só começaram a ser monitorados a partir da campanha nº 18, o que comprometeu a comparação dos resultados obtidos entre os períodos da obra.

A Resolução Conama 357/2005 não estabelece valores para estes parâmetros, porém a quantidade de sólidos totais influencia diretamente no cálculo do Índice de Qualidade das Águas – IQA, que será abordado mais a frente.

A análise de variância destes parâmetros, utilizando nível de confiança de 95%, indicou que a hipótese nula não foi aceita para o corpo d'água QA 03 em relação à sólidos fixos e totais, onde houve diferença significativa entre os períodos apresentados conforme apresentado na Tabela 32, Tabela 33 e Tabela 34.

A respeito da variação de sólidos fixos, que representam a matéria inorgânica, ou seja, o teor de sólidos minerais, observou redução de 54,79% deste parâmetro após o término das obras, enquanto que de sólidos totais, a redução após conclusão das obras foi de 34,23%. A quantidade maior desses parâmetros na fase de obras está relacionada à retirada da mata ciliar nesse trecho do rio para execução da ponte e suas cabeceiras, o que favorece a formação de processos erosivos e perda de solo.

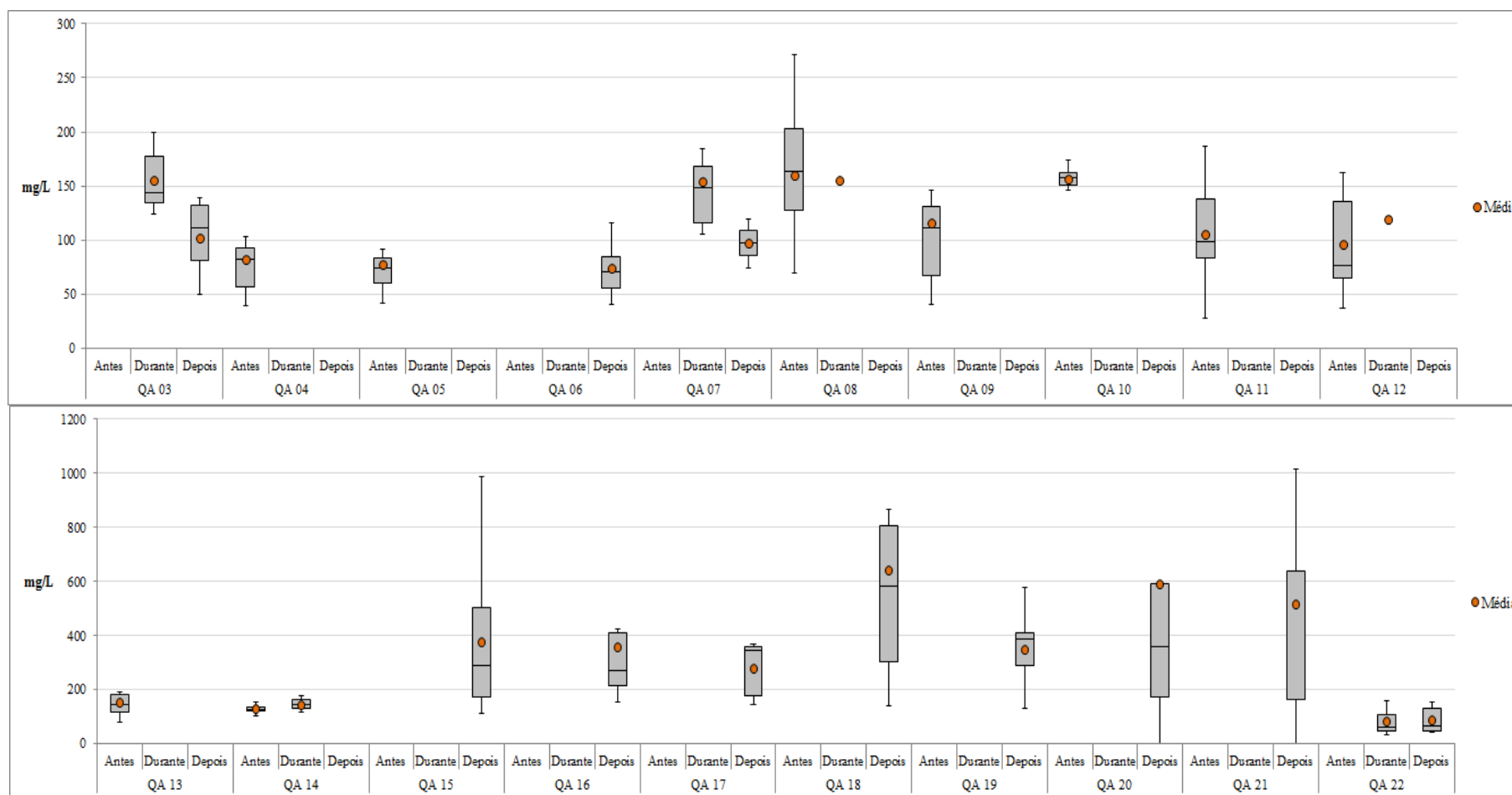
**Figura 26 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Fixos.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

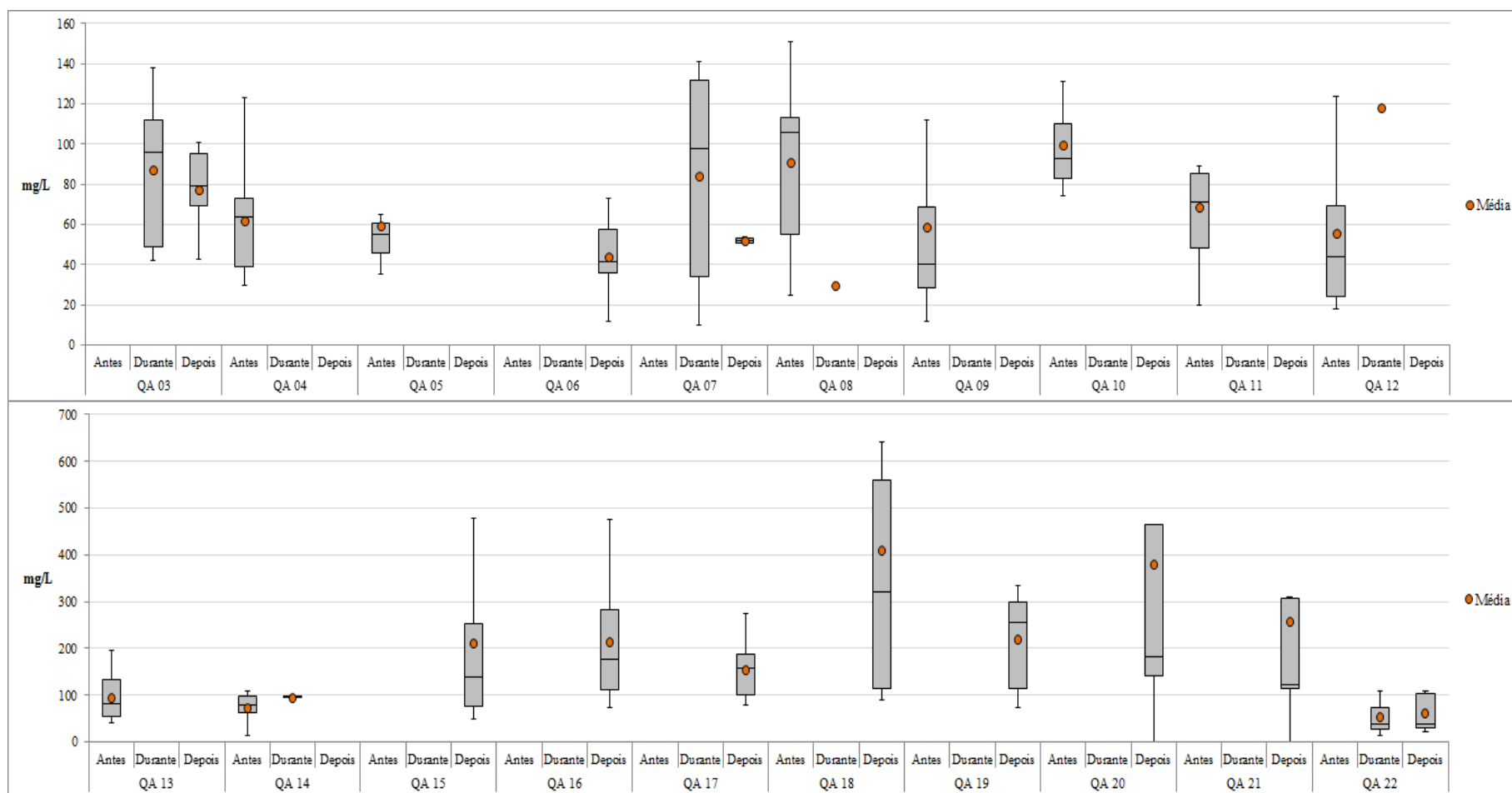
**Figura 27 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Totais.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Figura 28 - Análise estatística dos rios monitorados em relação a Sólidos Voláteis.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 31 - Análise de variância referente a Sólidos Fixos (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | -     | -         | 58,40   | 185,80    | 26,40  | 198,80    | 5,824   | 4,737     | Rejeita H0     |
| QA 04            | 20,90 | 98,77     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 18,70 | 50,01     | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | -     | -         | -       | -         | 31,00  | 428,44    | -       | -         | -              |
| QA 07            | -     | -         | 70,63   | 1062,84   | 45,00  | 1250,00   | 0,9672  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 68,56 | 4265,53   | 126,00  | -         | -      | -         | 0,6963  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 57,57 | 1316,09   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 84,00 | 11277,75  | 149,00  | -         | -      | -         | 0,3372  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 37,40 | 415,38    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 41,67 | 1015,50   | 10,00   | -         | -      | -         | 0,8887  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 64,40 | 1410,93   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 56,26 | 983,64    | 50,00   | 1682,00   | -      | -         | 0,0586  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | -       | -         | 161,80 | 15089,29  | -       | -         | -              |
| QA 16            | -     | -         | -       | -         | 146,10 | 10629,66  | -       | -         | -              |
| QA 17            | -     | -         | -       | -         | 127,00 | 10742,67  | -       | -         | -              |
| QA 18            | -     | -         | -       | -         | 234,70 | 39592,90  | -       | -         | -              |
| QA 19            | -     | -         | -       | -         | 130,30 | 15276,90  | -       | -         | -              |
| QA 20            | -     | -         | -       | -         | 217,78 | 68281,19  | -       | -         | -              |
| QA 21            | -     | -         | -       | -         | 213,13 | 135473,27 | -       | -         | -              |
| QA 22            | -     | -         | 28,67   | 280,33    | 30,43  | 166,62    | 0,0334  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 32 - Análise de variância referente a Sólidos Totais (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | -      | -         | 156,00  | 996,50    | 102,60 | 1373,30   | 6,016   | 5,3177    | Rejeita H0     |
| QA 04            | 82,70  | 1327,12   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 77,20  | 969,07    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | -      | -         | -       | -         | 73,80  | 641,96    | -       | -         | -              |
| QA 07            | -      | -         | 154,25  | 2463,93   | 97,00  | 1058,00   | 2,2918  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 159,67 | 4474,75   | 156,00  | -         | -      | -         | 0,0027  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 115,60 | 4251,16   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 156,38 | 1027,70   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 11            | 105,60 | 2129,82   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 96,56  | 2220,78   | 119,00  | -         | -      | -         | 0,2042  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 152,20 | 3807,73   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 127,63 | 281,41    | 146,00  | 2048,00   | -      | -         | 1,0756  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | -       | -         | 376,75 | 82569,07  | -       | -         | -              |
| QA 16            | -      | -         | -       | -         | 360,40 | 44785,38  | -       | -         | -              |
| QA 17            | -      | -         | -       | -         | 279,90 | 10062,77  | -       | -         | -              |
| QA 18            | -      | -         | -       | -         | 644,70 | 245146,23 | -       | -         | -              |
| QA 19            | -      | -         | -       | -         | 349,50 | 19739,61  | -       | -         | -              |
| QA 20            | -      | -         | -       | -         | 591,78 | 429639,19 | -       | -         | -              |
| QA 21            | -      | -         | -       | -         | 515,71 | 455955,90 | -       | -         | -              |
| QA 22            | -      | -         | 82,67   | 4300,33   | 86,17  | 2637,37   | 0,0079  | 5,5914    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.



Tabela 33 - Análise de variância referente a Sólidos Voláteis (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | -     | -         | 87,40   | 1693,80   | 77,40  | 530,80    | 0,225   | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 62,15 | 750,00    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 59,60 | 866,93    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | -     | -         | -       | -         | 43,80  | 330,84    | -       | -         | -              |
| QA 07            | -     | -         | 84,13   | 2816,13   | 52,00  | 8,00      | 0,6698  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 91,22 | 1546,69   | 30,00   | -         | -      | -         | 2,1810  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 58,53 | 2507,63   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 99,75 | 1621,36   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 11            | 68,50 | 1322,28   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 55,67 | 1668,00   | 118,00  | -         | -      | -         | 2,0965  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 95,70 | 2582,01   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 71,74 | 1089,09   | 96,00   | 18,00     | -      | -         | 0,9860  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | -       | -         | 211,95 | 35187,47  | -       | -         | -              |
| QA 16            | -     | -         | -       | -         | 214,50 | 17226,28  | -       | -         | -              |
| QA 17            | -     | -         | -       | -         | 154,40 | 3821,60   | -       | -         | -              |
| QA 18            | -     | -         | -       | -         | 410,00 | 151784,67 | -       | -         | -              |
| QA 19            | -     | -         | -       | -         | 219,45 | 10883,58  | -       | -         | -              |
| QA 20            | -     | -         | -       | -         | 379,56 | 177881,28 | -       | -         | -              |
| QA 21            | -     | -         | -       | -         | 258,88 | 80972,98  | -       | -         | -              |
| QA 22            | -     | -         | 54,00   | 2425,00   | 61,57  | 1658,62   | 0,0651  | 5,3177    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.12 Coliformes Termotolerantes

Conforme apresentado na Figura 29, antes do início das obras, todos os corpos hídricos de água doce apresentavam valores de coliformes termotolerantes acima do estabelecido pela Resolução Conama 357/2005, exceto o QA 21. Destaca-se que, para o QA 17 e o QA 19 não houve campanhas de monitoramento da qualidade da água antes do início das obras. Entretanto, de acordo com Oikos (2006), nesse período o QA 17 (rio Piauí) era utilizado para dessedentação de animais, o que favorece a alta presença de coliformes termotolerantes antes das obras.

Com o início das obras, observou-se que em sua maioria, os corpos hídricos tiveram uma diminuição na quantidade desse parâmetro. Acredita-se que tal diminuição deve-se ao maior controle no acesso ao trecho do rio devido a presença de obras, impedindo assim o uso da população na prática de dessedentação de animais. Ainda, foram observados casos de pessoas que viviam embaixo de algumas pontes antes do início das obras, onde realizavam suas necessidades fisiológicas em locais próximos, contribuindo assim para o aumento da carga de coliformes termotolerantes.

Durante as obras, os corpos hídricos de água doce QA 08, QA 12 e QA 14 foram classificados como Classe 2 e 3 ( $\leq 1000$  NMP/100mL) de acordo com a Resolução Conama 357/2005, e apenas o QA 10 foi classificado como Classe 1. Os demais permaneceram com valores superiores ao estabelecido.

Nos corpos hídricos de água doce que tiveram suas obras concluídas, foi observado novamente a redução da quantidade de coliformes termotolerantes, onde todos classificaram-se como Classe 2 e 3, com exceção do QA 19, sendo o único que obteve aumento desse parâmetro após as obras.

Para os corpos hídricos de água salobra, conforme Figura 30, antes do início das obras apenas o QA 21 apresentou valores onde foi possível classificá-lo de acordo com a Resolução Conama 357/2005, Classe 3 ( $\leq 4000$  NMP/100 mL). Destaca-se que para o QA 15 e QA 18, não havia dados referente ao período anterior às obras.

Durante às obras, semelhante aos corpos hídricos de água doce, também foi observada a redução da quantidade de coliformes termotolerantes nos rios de água salobra. O QA 20 e QA 21 foram classificados como Classe 2 ( $\leq 2500$  NMP/100mL). É importante salientar que em ambos cursos d'água, houve melhora em relação a sua classe.

Após as obras, o QA 15, até então sem classificação, passou a ser classificado como Classe 2. Já o QA 18, mesmo havendo redução significativa do parâmetro, apresentou valor superior ao estabelecido pela Resolução Conama 357/2005. Nesse período ainda, o QA 20

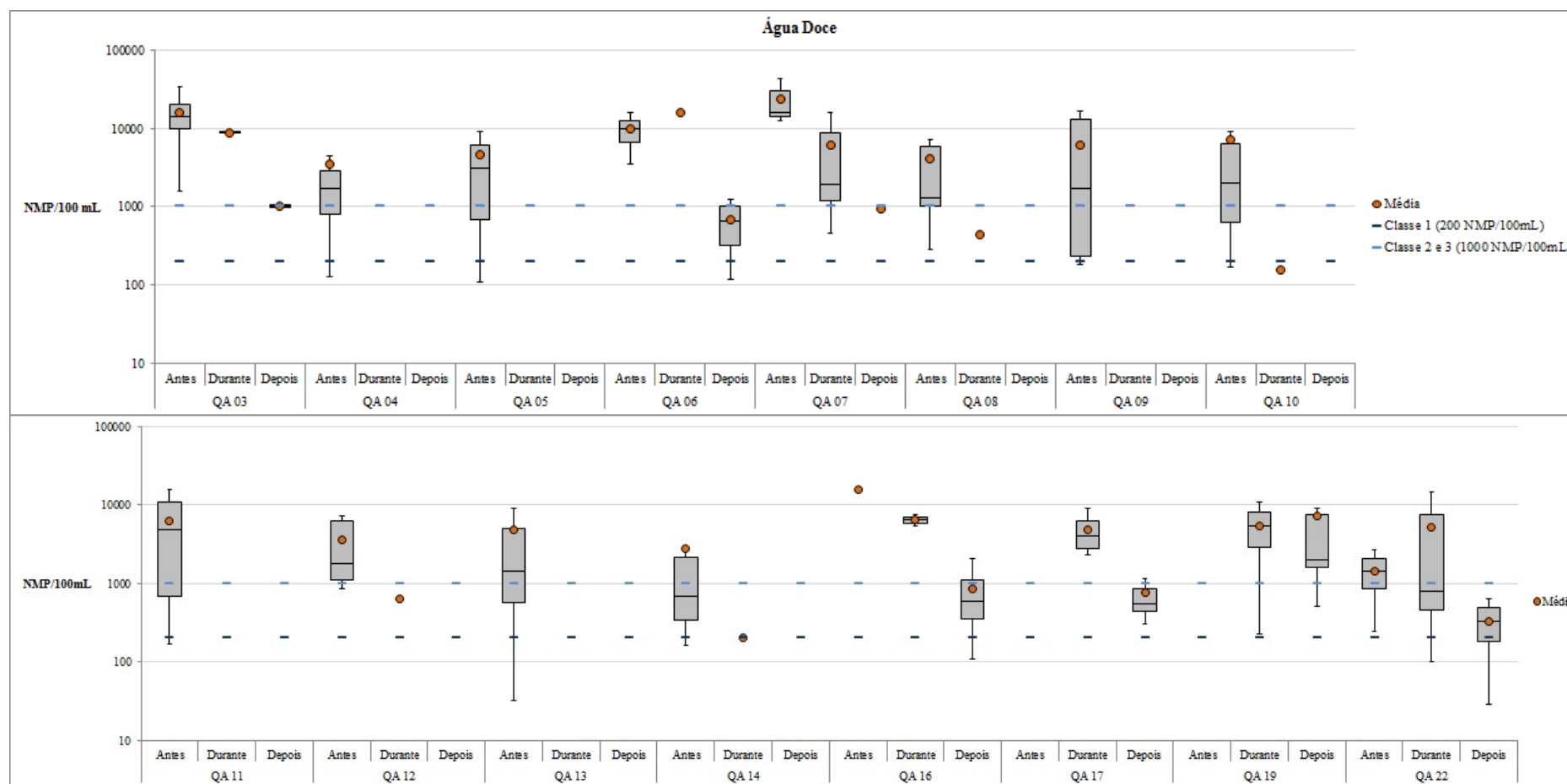
permaneceu classificado como Classe 2, porém o QA 21, que tinha obtido melhora em sua classificação durante o período de obras, voltou a ser classificado como Classe 3. Através da Figura 31 e da Tabela 34, pode-se observar como a classificação dos corpos hídricos se comportou em relação a variação de coliformes termotolerantes.

A análise de variância deste parâmetro ( $\alpha = 0,05$ ), apresentada na Tabela 35, mostra que a hipótese nula não foi aceita para os corpos d'água QA 06, QA 15, QA 16 e QA 17, onde houve diferença significativa entre os períodos apresentados. Para esses corpos hídricos, observa-se diminuição de coliformes termotolerantes, e melhora em sua classificação de acordo com a Resolução Conama 357/2005.

Apesar do QA 06 apresentar um aumento de 64,10% após o início das obras, comparando o período anterior às obras com o período posterior às obras, nota-se uma redução de 93,07%, classificando-o como Classe 2 e 3.

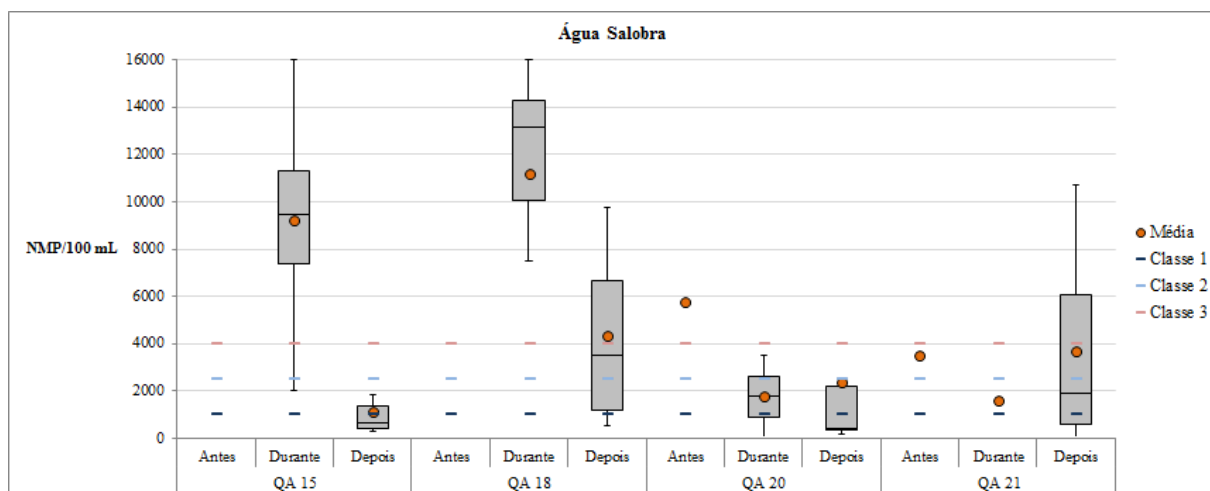
Para os corpos d'água QA 15 e QA 17 houve redução de 88,09% e 84,42% respectivamente, comparando os valores durante as obras com os valores obtidos após as obras. Conforme já mencionado essa redução classificou o QA 15 como Classe 2, e o QA 17 como Classe 2 e 3, favorecendo assim a melhora na qualidade da água desses cursos hídricos.

Figura 29 - Análise estatística dos rios de água doce em relação aos Coliformes Termotolerantes.



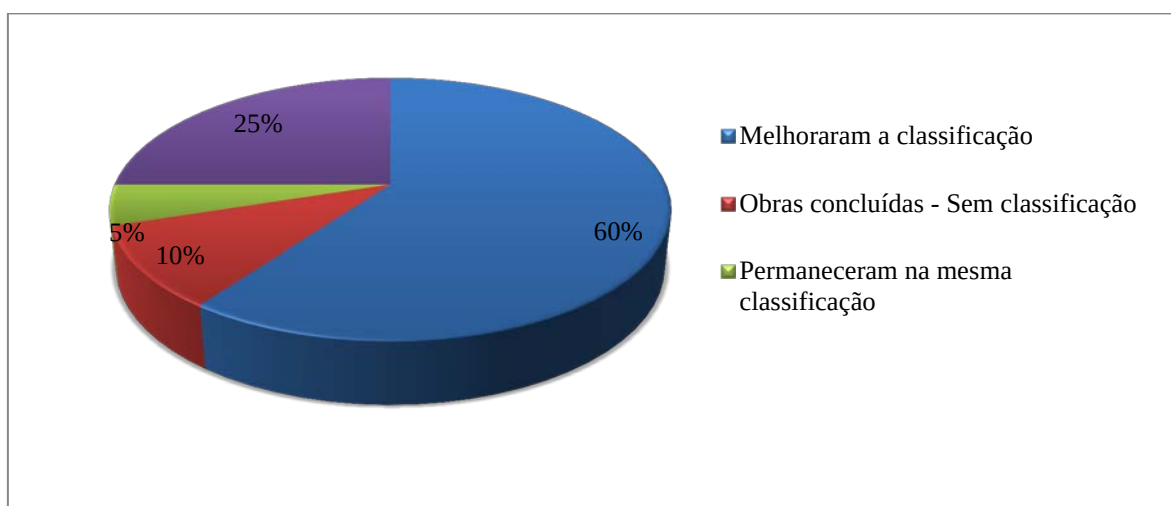
Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 30 - Análise estatística dos rios de água salobra em relação aos Coliformes Termotolerantes.**

Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 31 - Situação da classificação dos corpos hídricos em relação a quantidade de coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 34 - Classificação dos corpos hídricos para coliformes termotolerantes de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos         | QA 03   | QA 04 | QA 05 | QA 06 | QA 07 | QA 08 | QA 09 | QA 10 | QA 11 | QA 12 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   |
|                         | Durante | s/c   | -     | -     | s/c   | s/c   | 2 e 3 | -     | 1     | -     |
|                         | Depois  | 2 e 3 | -     | -     | 2 e 3 | 2 e 3 | -     | -     | -     | -     |
| Corpos Hídricos         | QA 13   | QA 14 | QA 15 | QA 16 | QA 17 | QA 18 | QA 19 | QA 20 | QA 21 | QA 22 |
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | s/c   | s/c   | -     | -     | -     | -     | s/c   | 3     | s/c   |
|                         | Durante | -     | 1     | s/c   | s/c   | s/c   | s/c   | 2     | 2     | s/c   |
|                         | Depois  | -     | -     | 2     | 2 e 3 | 2 e 3 | s/c   | s/c   | 2     | 3     |

Fonte: Autor, 2020. \*s/c: sem classificação.

Tabela 35 - Análise de variância referente a Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |           | DURANTE |           | DEPOIS  |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 16300 | 193186666 | 8825    | 1250      | 1010    | 2450      | 1,381   | 5,79      | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 3467  | 27453202  | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 471   | 30411879  | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 9750  | 39062500  | 16000   | -         | 675     | 266913    | 8,10    | 5,79      | Rejeita H0     |
| QA 07            | 24366 | 306903333 | 6116    | 73785833  | 920     | -         | 1,77    | 6,94      | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 4050  | 26436414  | 445     | -         | -       | -         | 0,42    | 6,61      | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 6090  | 55634984  | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 7175  | 149706175 | 155     | -         | -       | -         | 0,29    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 6309  | 40867998  | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 3544  | 8718893   | 635     | -         | -       | -         | 0,85    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 4816  | 57130815  | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 2823  | 23704074  | 205     | -         | -       | -         | 0,10    | 6,94      | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -         | 9237    | 32792291  | 1100,00 | 1341883   | 7,76    | 5,99      | Rejeita H0     |
| QA 16            | 16000 | -         | 6400    | 2000000   | 847,38  | 765737    | 89,72   | 6,94      | Rejeita H0     |
| QA 17            | -     | -         | 4900    | 9705000   | 763,25  | 379678    | 6,79    | 5,99      | Rejeita H0     |
| QA 18            | -     | -         | 11187   | 36313958  | 4331,88 | 17948422  | 3,47    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -         | 5465    | 54810450  | 7192,50 | 112201037 | 0,04    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 5750  | -         | 1761    | 6044764   | 2361,80 | 13028821  | 0,50    | 5,79      | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 3500  | -         | 1600    | -         | 3697,17 | 18738745  | 0,10    | 5,79      | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 1445  | 2901640   | 5117    | 65439003  | 331,75  | 183921    | 0,48    | 6,94      | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

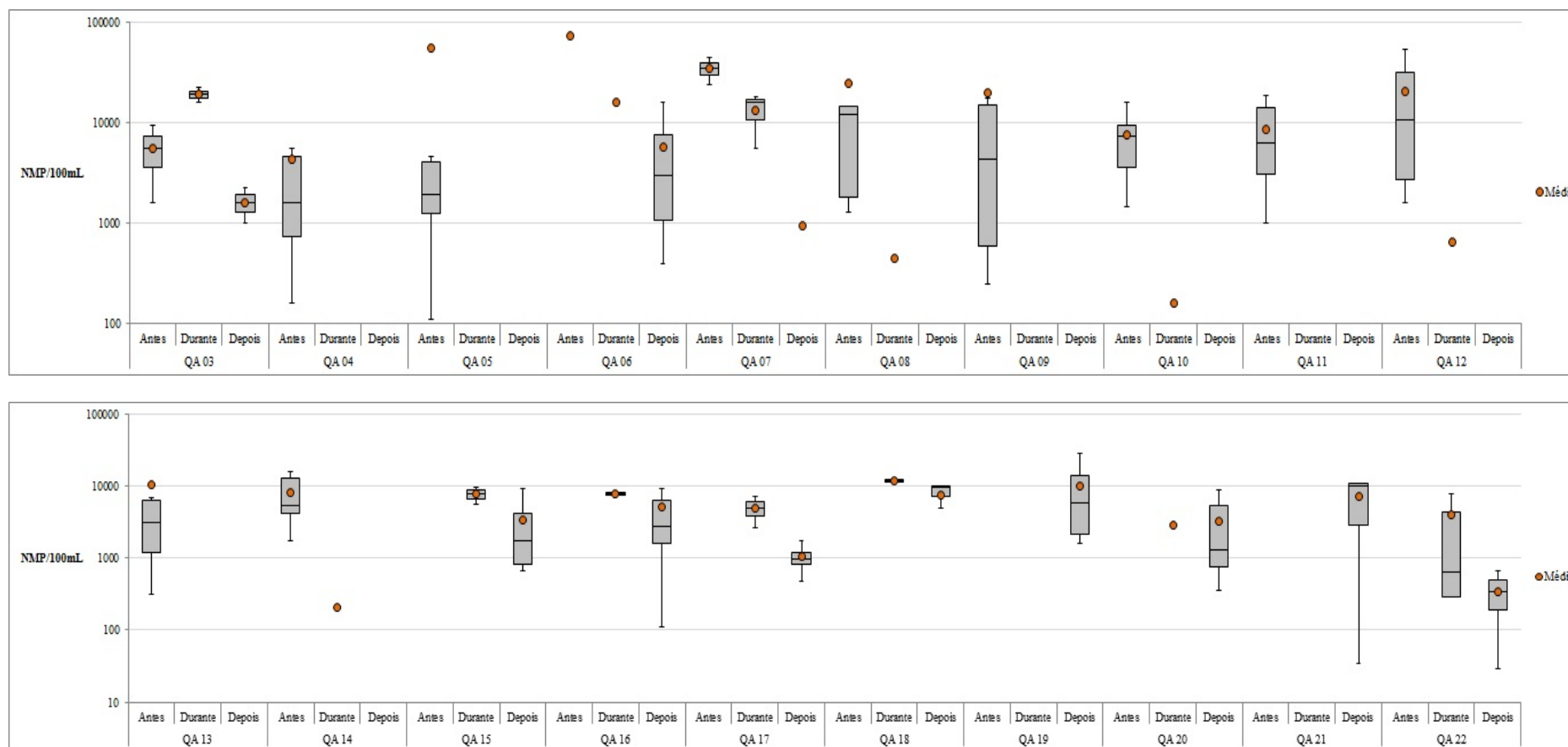
### 5.13 Coliformes Totais

A análise estatística realizada para a variação da quantidade de coliformes totais durante os período em estudo está ilustrada através da Figura 32. Observa-se que dentre os corpos hídricos que apresentaram valores desse parâmetro antes do início das obras, apenas o QA 03 sofreu aumento a partir do início das obras, enquanto que o QA 06, QA 07, QA 08, QA 10, QA 12 e QA 14 tiveram redução na quantidade de coliformes totais. A Resolução Conama 357/2005 não estabelece limites para este parâmetro.

De acordo com a análise de variância realizada ( $\alpha = 0,05$ ), conforme observado na Tabela 36, observa-se que a hipótese nula não foi aceita para os corpos d'água QA 03, em que houve aumento de 251,85% após o início das obras. No entanto, comparando as médias do período anterior às obras (5000 NMP/100mL) com o período em que as obras já estavam concluídas (1587,50 NMP/100mL), nota-se uma redução de 68,26% na quantidade de coliformes totais presente na água após a instalação do empreendimento.

A hipótese nula também não foi aceita para o QA 06. Entretanto, a variação diz respeito à redução desse parâmetro desde o início das obras até sua conclusão, o que é favorável à qualidade da água do corpo hídrico.

**Figura 32 - Análise estatística dos rios de água monitorados em relação aos Coliformes Totais.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.



Tabela 36 - Análise de variância referente a Coliformes Totais (NMP/100mL).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES |             | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|-------|-------------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA | VARIÂNCIA   | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 5400  | 28880000    | 19000   | 18000000  | 1587   | 750312    | 10,5540 | 9,5520    | Rejeita H0     |
| QA 04            | 4209  | 36949534    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 54269 | 16443002936 | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 73000 | -           | 16000   | -         | 5583   | 51658622  | 35,2700 | 9,5500    | Rejeita H0     |
| QA 07            | 34250 | 210125000   | 13060   | 44798800  | 920    | -         | 4,4691  | 9,5521    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 24293 | 1467425345  | 445     | -         | -      | -         | 0,3230  | 7,7086474 | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 19760 | 1296028550  | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 7175  | 149706175   | 155     | -         | -      | -         | 0,29    | 5,9900    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 8416  | 53258056    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 20122 | 503619920   | 635     | -         | -      | -         | 0,6284  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 10278 | 332462436   | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 7980  | 36512000    | 205     | -         | -      | -         | 1,3797  | 7,7087    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -     | -           | 7682    | 8549112   | 3317   | 16097508  | 1,7877  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | -     | -           | 7725    | 361250    | 5077   | 42984347  | 0,2891  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -     | -           | 4950    | 11045000  | 1038   | 253445    | 6,9129  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -     | -           | 11650   | 1805000   | 7447   | 21312691  | 1,4327  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -     | -           | -       | -         | 9900   | 111964000 | -       | -         | -              |
| QA 20            | -     | -           | 2800    | -         | 3294   | 13037017  | 0,0156  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | -     | -           | -       | -         | 7046   | 26893441  | -       | -         | -              |
| QA 22            | -     | -           | 3925    | 49358816  | 344    | 199396    | 0,4612  | 7,7086    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.14 Clorofila *a*

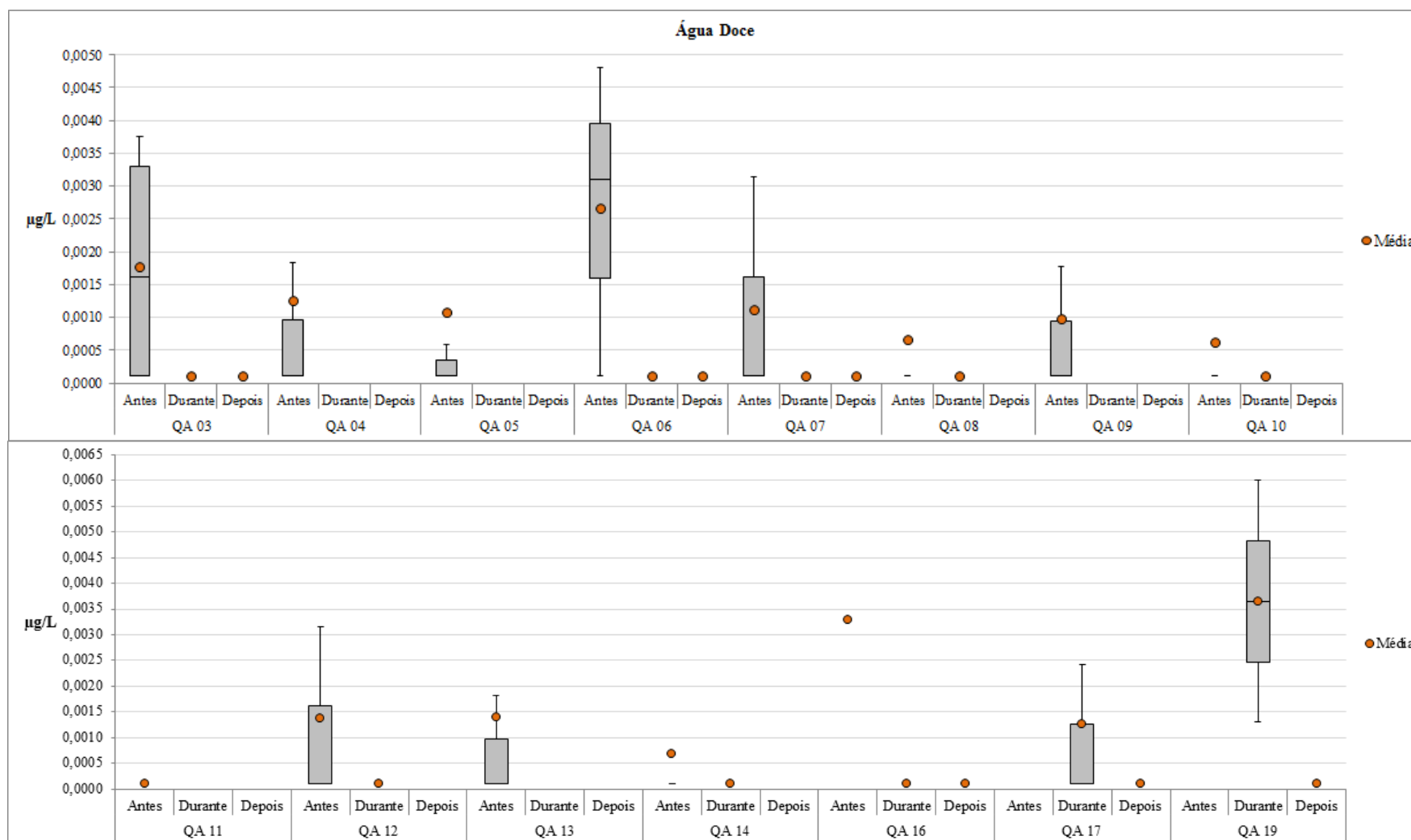
A análise estatística realizada para a variação de clorofila *a* ao longo do período em estudo é demonstrada através da Figura 33, Figura 34 e Figura 35. Destaca-se que a Resolução Conama 357/2005 estabelece valores apenas para corpos hídricos de água doce, e todos os rios monitorados classificaram-se como Classe 1 ( $\leq 10 \mu\text{g/L}$ ). Através dos gráficos, percebe-se que os valores desse parâmetro antes do início das obras foram sempre maiores que os períodos posteriores.

Os corpos hídricos de água doce que apresentaram maiores valores para este parâmetro foi o QA 19 (açude Campo Alegre) e o QA 22 (rio São Francisco). Pode-se relacionar a elevada concentração de OD apresentada no QA 22 com a maior concentração de clorofila-*a* também identificada neste, tendo em vista a produção de oxigênio devido ao processo de fotossíntese realizado pelas algas.

Já em relação aos valores obtidos durante as obras para o QA 19, podem ser associados a elevada quantidade de fósforo também encontrada nesse mesmo período. Sabe-se que o fósforo é utilizando como nutriente pelas algas.

Pelo fato do QA 22 apresentar valores significativamente maiores que os demais corpos hídricos, o que prejudicaria a visualização da variação de Clorofila *a* dos demais rios em escala, foi elaborado um gráfico a parte para apresentação de seus valores (Figura 34).

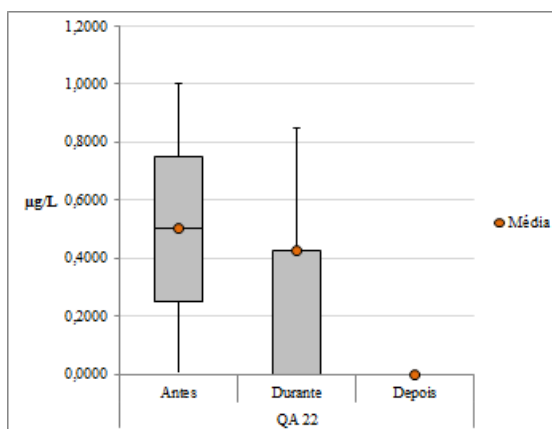
O resultado da análise de variância com  $\alpha = 0,05$  para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, conforme observado na Tabela 37, indica alterações significativas desse parâmetro para o QA 16, QA 19, QA 20 e QA 21, onde a hipótese nula foi rejeitada. Entretanto, essa variação se deu devido a redução do parâmetro desde o início das obras até sua conclusão, não trazendo assim prejuízos aos corpos hídricos, considerando que a clorofila *a* é a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

Figura 33 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação a Clorofila *a*.

Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre.

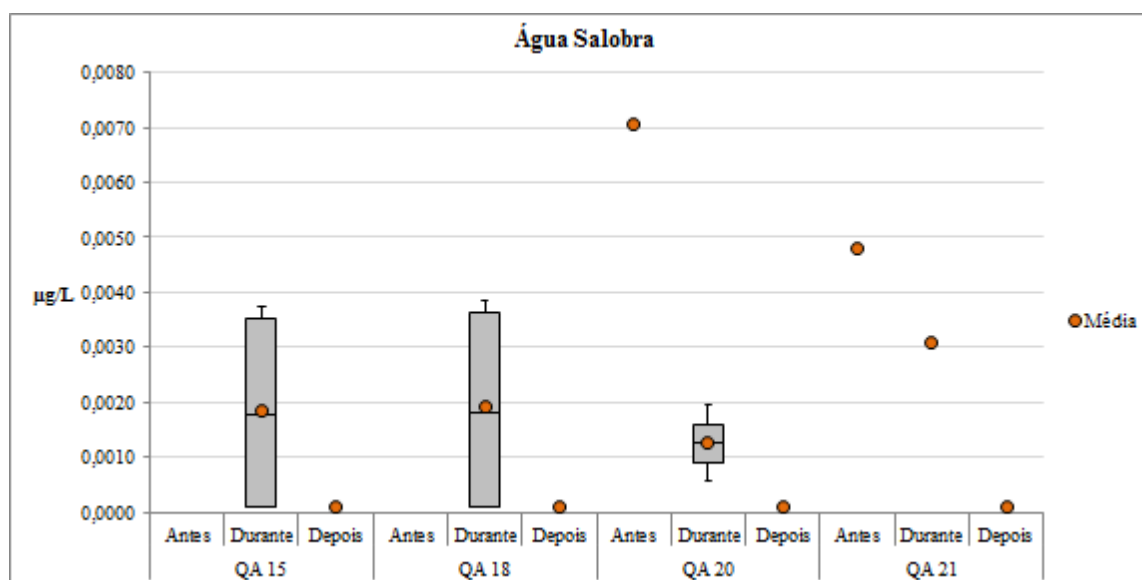
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 34 - Análise estatística do QA 22 (Rio São Francisco) em relação a Clorofila *a*.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 35 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação a Clorofila *a*.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 37 - Análise de variância referente a Clorofila *a* (µg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES   |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE  |           | RESULTADO      |
|------------------|---------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|----------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F        | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,00178 | 0,0000038 | 0,0001  | -         | 0,0001 | -         | 1,230    | 5,786     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,00127 | 0,0000051 | -       | -         | -      | -         | -        | -         | -              |
| QA 05            | 0,00109 | 0,0000051 | -       | -         | -      | -         | -        | -         | -              |
| QA 06            | 0,00267 | 0,0000057 | 0,0001  | -         | 0,0001 | -         | 2,73     | 5,79      | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,00112 | 0,0000031 | 0,0001  | -         | 0,0001 | -         | 0,5714   | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,00066 | 0,0000019 | 0,0001  | -         | -      | -         | 0,1429   | 6,6078    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,00098 | 0,0000026 | -       | -         | -      | -         | -        | -         | -              |
| QA 10            | 0,00062 | 0,0000019 | 0,0001  | -         | -      | -         | 0,13     | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,00010 | 0,0000000 | -       | -         | -      | -         | -        | -         | -              |
| QA 12            | 0,00138 | 0,000005  | 0,0001  | -         | -      | -         | 0,2627   | 5,9873    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,00140 | 0,000007  | -       | -         | -      | -         | -        | -         | -              |
| QA 14            | 0,00068 | 0,000002  | 0,0001  | -         | -      | -         | 0,1429   | 6,607891  | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -       | -         | 0,0019  | 0,000004  | 0,0001 | -         | 2,9890   | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,00330 | -         | 0,0001  | -         | 0,0001 | -         | 65535    | 6,9443    | Rejeita H0     |
| QA 17            | -       | -         | 0,0013  | 0,00001   | 0,0001 | -         | 1,0000   | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -       | -         | 0,0019  | 0,000004  | 0,0001 | -         | 2,9896   | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -       | -         | 0,0037  | 0,00001   | 0,0001 | -         | 10,2691  | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 20            | 0,00705 | -         | 0,0013  | 0,000001  | 0,0001 | -         | 102,6842 | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 21            | 0,00480 | -         | 0,0031  | -         | 0,0001 | -         | 65535    | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 22            | 0,50188 | 0,49626   | 0,4251  | 0,72242   | 0,0001 | -         | 0,2932   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.15 Nitrato $\text{NO}_3$

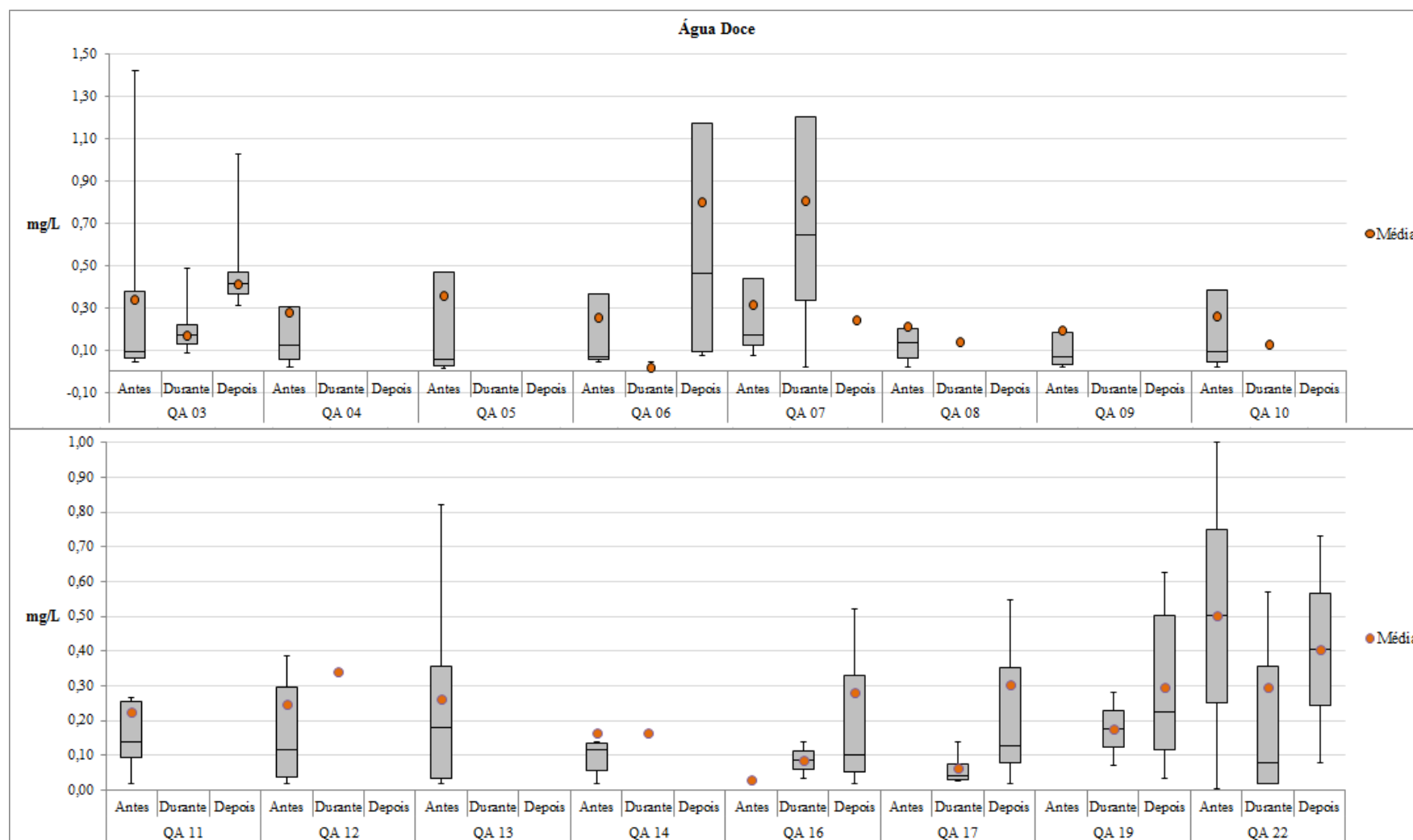
A análise estatística realizada, demonstrada através da Figura 36, aponta que independente da variação ocorrida entre os três períodos em estudo para cada corpo hídrico de água doce, todos estão de acordo com o valor estabelecido para as Classes 1, 2 e 3 ( $\leq 10$  mg/L) conforme estabelece a Resolução Conama 357/2005. É possível observar uma relação inversamente proporcional entre o nitrato e o OD no QA 07 e QA 22, a medida que um se eleva o outro diminui de acordo com a escala temporal entre os períodos. Sabe-se que o aumento de nitrato provoca o consumo de oxigênio dissolvido, criando problemas de toxicidade à flora e fauna aquática.

Entretanto, para os corpos hídricos de água salobra (Figura 37), com exceção do QA 18 (após as obras), todos foram classificados como Classe 1 ( $\leq 0,40$  mg/L) durante os monitoramentos realizados. A variação de nitrato observada no QA 18, durante e após às obras, causou mudança na sua classificação. No período com obras foi classificado como Classe 1, porém ao término, passou a ser classificado como Classe 2 ( $\geq 0,40$  mg/L e  $\leq 0,70$  mg/L). A Figura 38 e a Tabela 38 apresentam como a classificação dos corpos hídricos de água salobra se comportaram em relação a concentração de nitrato.

De acordo com Macedo (2003), a presença do nitrato caracteriza uma poluição remota, em função de que o nitrogênio se encontrar no último estágio de oxidação. Com isso, entende-se que a elevação da concentração de nitrato não possui relação com as atividades do empreendimento, tendo em vista que a contaminação da água por este elemento deve ter ocorrido possivelmente por descarga de esgoto à montante e distante do ponto de coleta das amostras.

A análise de variância com nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, apresentada na Tabela 39, indica que não houve alterações significativas desse parâmetro, não havendo rejeição da hipótese nula em nenhum curso d'água.

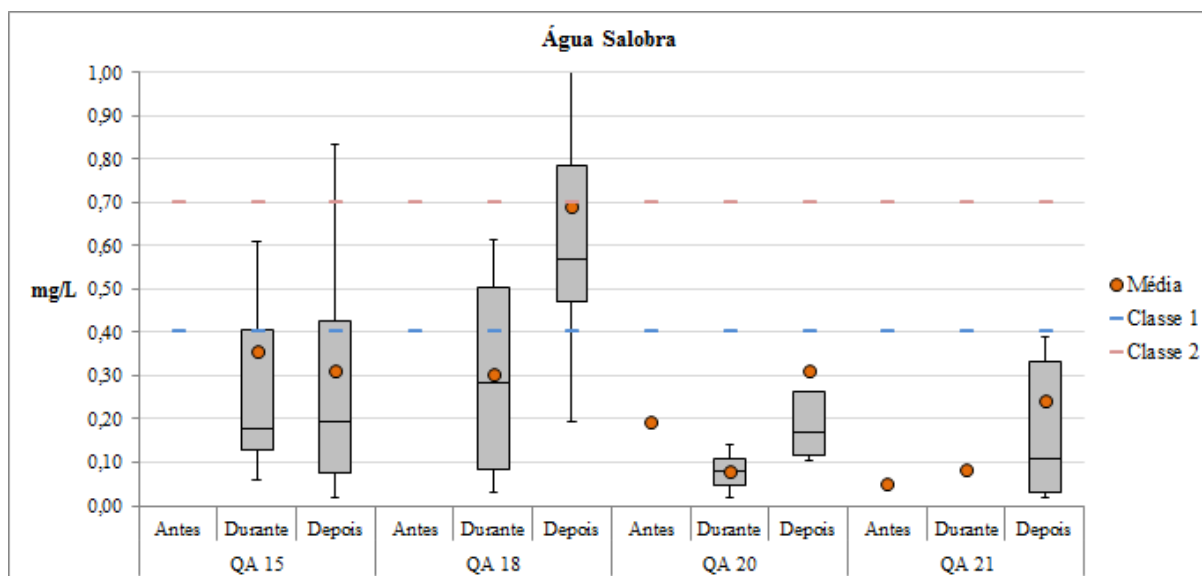
Figura 36 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrato  $\text{NO}_3$ .



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

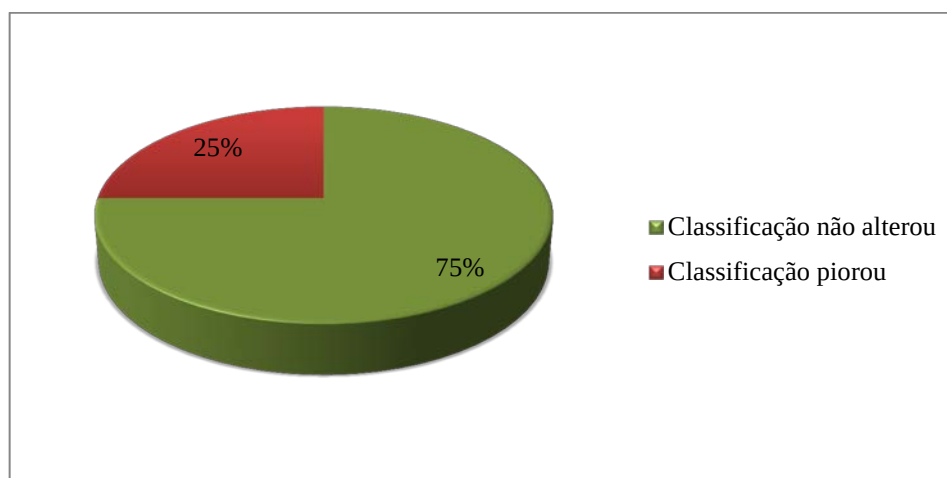
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 37 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Nitrato NO<sub>3</sub>.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 38 – Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrato de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 38 - Classificação dos corpos hídricos para a concentração de Nitrato conforme a Resolução CONAMA 357/2005**

| Corpos Hídricos | Classes Resolução Conama 357/2005 |         |        |
|-----------------|-----------------------------------|---------|--------|
|                 | Antes                             | Durante | Depois |
| QA 15           | -                                 | 1       | 1      |
| QA 18           | -                                 | 1       | 2      |
| QA 20           | 1                                 | 1       | 1      |
| QA 21           | 1                                 | 1       | 1      |

Fonte: Autor, 2020.



Tabela 39 - Análise de variância referente ao Nitrato NO<sub>3</sub> (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES   |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|---------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,3425  | 0,2908    | 0,1725  | 0,0153    | 0,4150 | 0,0221    | 0,175   | 5,786     | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,2806  | 0,1359    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,3594  | 0,2919    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,2567  | 0,1222    | 0,0200  | -         | 0,8038 | 1,0132    | 0,5900  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,3167  | 0,1154    | 0,8083  | 0,7769    | 0,2450 | -         | 0,5032  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,21167 | 0,06845   | 0,14000 | -         | -      | -         | 0,0643  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,1950  | 0,0893    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,2643  | 0,1038    | 0,1300  | -         | -      | -         | 0,15    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,2271  | 0,0567    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,2479  | 0,1073    | 0,3400  | -         | -      | -         | 0,0692  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,2639  | 0,0838    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,1650  | 0,0397    | 0,1650  | -         | -      | -         | -       | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -       | -         | 0,3575  | 0,1957    | 0,3100 | 0,1355    | 0,0273  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,0300  | -         | 0,0875  | 0,0055    | 0,2813 | 0,1726    | 0,3054  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -       | -         | 0,0629  | 0,0028    | 0,3038 | 0,1830    | 1,2491  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -       | -         | 0,3025  | 0,0798    | 0,6900 | 0,2742    | 1,6967  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -       | -         | 0,1758  | 0,0217    | 0,2975 | 0,0620    | 0,4023  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,1950  | -         | 0,0783  | 0,0076    | 0,3140 | 0,1169    | 0,4299  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,0500  | -         | 0,0850  | -         | 0,2425 | 0,0968    | 0,2405  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,5015  | 0,4970    | 0,2950  | 0,2241    | 0,4050 | 0,2113    | 0,1076  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.16 Nitrito NO<sub>2</sub>

Através da Figura 39 é possível observar a análise estatística realizada para variação de Nitrito nos corpos hídricos de água doce, onde evidencia que todos os valores ficaram dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 ( $\leq 1,0$  mg/L), podendo classifica-los nas Classes 1, 2 e 3.

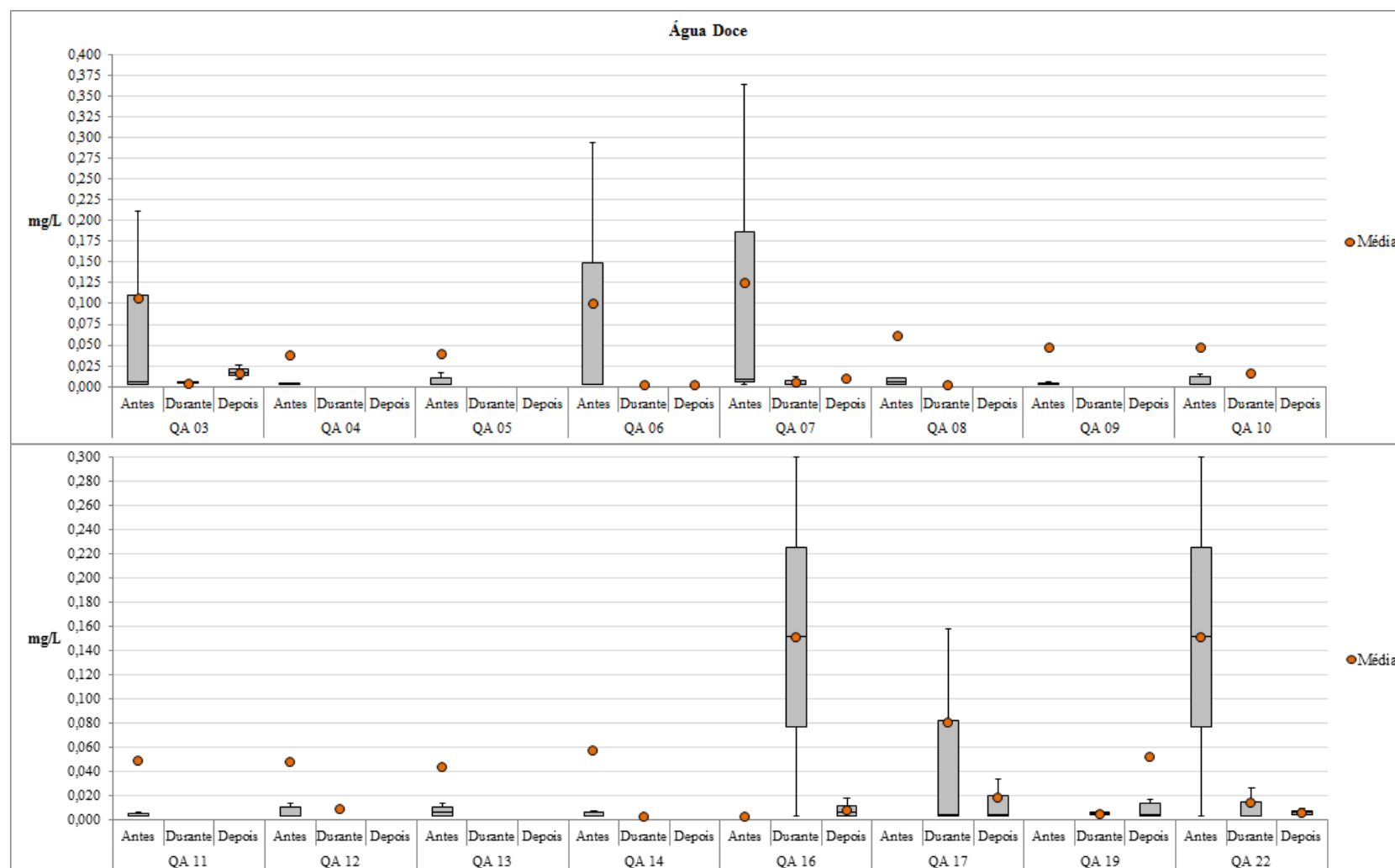
Durante as obras, o corpo hídrico de água doce que obteve maior concentração de nitrito foi o QA 16 (0,1515 mg/L), que nesse mesmo período também apresentou menor quantidade de OD (2,51 mg/L), evidenciando o consumo de OD, que pode ser provocado pelo aumento do nitrito.

Em relação aos corpos hídricos de água salobra, a variação de nitrito ocorreu conforme apresentado na Figura 40. Observa-se que apenas o QA 21 permaneceu como Classe 1 durante os três períodos da obra. Para os demais, o Nitrito variou entre as Classes 1 e 2 durante as obras, entretanto após o término das obras todos classificaram-se como Classe 1. A Figura 41 e a Tabela 40 apresentam como se comportou a classificação dos corpos hídricos de água salobra durante o período em estudo.

Pode-se associar a idade da poluição deste com a relação entre as formas de nitrogênio. A predominância das formas oxidadas, nitrito e nitrato, indica que a fonte não está próxima ao local da coleta da amostra.

Realizando a análise de variância para o Nitrito, com  $\alpha = 0,05$ , estando os resultados apresentados na Tabela 41, observa-se que a hipótese nula não foi aceita para o QA 20, sendo este, um corpo hídrico de água salobra. Após o início das obras, a quantidade de nitrito aumentou de 0,003 mg/L (Classe 1) para 0,1933 mg/L (Classe 2) em média. Ao término das obras, sua concentração voltou a diminuir atingindo um valor médio de 0,0039 mg/L.

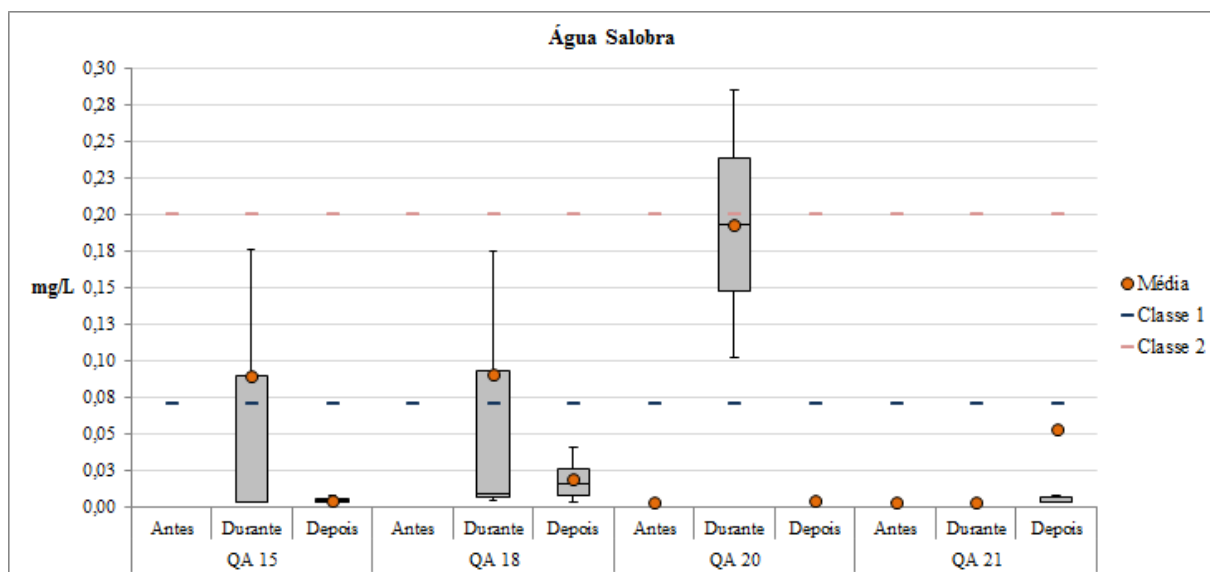
Figura 39 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrito NO<sub>2</sub>.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

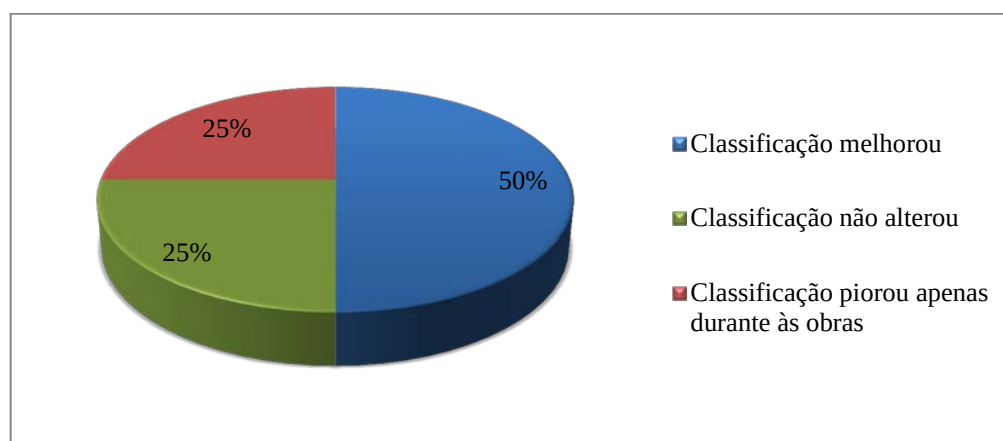
**Figura 40 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Nitrito NO<sub>2</sub>.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 41 - Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrito de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 40 - Classificação dos corpos hídricos de água salobra para a concentração de Nitrito conforme a Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos | Classes Resolução Conama 357/2005 |         |        |
|-----------------|-----------------------------------|---------|--------|
|                 | Antes                             | Durante | Depois |
| QA 15           | -                                 | 2       | 1      |
| QA 18           | -                                 | 2       | 1      |
| QA 20           | 1                                 | 2       | 1      |
| QA 21           | 1                                 | 1       | 1      |

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 41 - Análise de variância referente ao Nitrito NO<sub>2</sub> (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS  |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,1071 | 0,0421    | 0,0045  | 0,000005  | 0,0173  | 0,00211   | 0,3692  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,0391 | 0,0103    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,0406 | 0,0091    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,1003 | 0,0284    | 0,0030  | -         | 0,0030  | 0,0041    | 0,78125 | 5,78614   | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,1257 | 0,0430    | 0,0060  | 0,000027  | 0,0105  | -         | 0,5606  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,0614 | 0,0186    | 0,0030  | -         | -       | -         | 0,1569  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,0471 | 0,0150    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,0480 | 0,0124    | 0,0165  | -         | -       | -         | 0,07    | 5,99      | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,0489 | 0,0143    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,0483 | 0,0128    | 0,0090  | -         | -       | -         | 0,1053  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,0436 | 0,0112    | -       | -         | -       | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,0574 | 0,0172    | 0,0030  | -         | -       | -         | 0,1477  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 0,0898  | 0,0301    | 0,0045  | 0,0004    | 0,9656  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,0030 | -         | 0,1515  | 0,0441    | 0,0083  | 0,0020    | 1,3453  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,0805  | 0,0234    | 0,0185  | 0,0006    | 0,6340  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,0906  | 0,0276    | 0,0184  | 0,0011    | 0,7481  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 0,00525 | 0,00001   | 0,05250 | 0,00756   | 0,30904 | 5,98738   | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,0030 | -         | 0,1933  | 0,0168    | 0,0039  | 0,0009    | 7,9909  | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 21            | 0,0030 | -         | 0,0030  | -         | 0,0533  | 0,0062    | 0,1296  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,1515 | 0,0441    | 0,0148  | 0,0006    | 0,0060  | 0,0002    | 1,6035  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

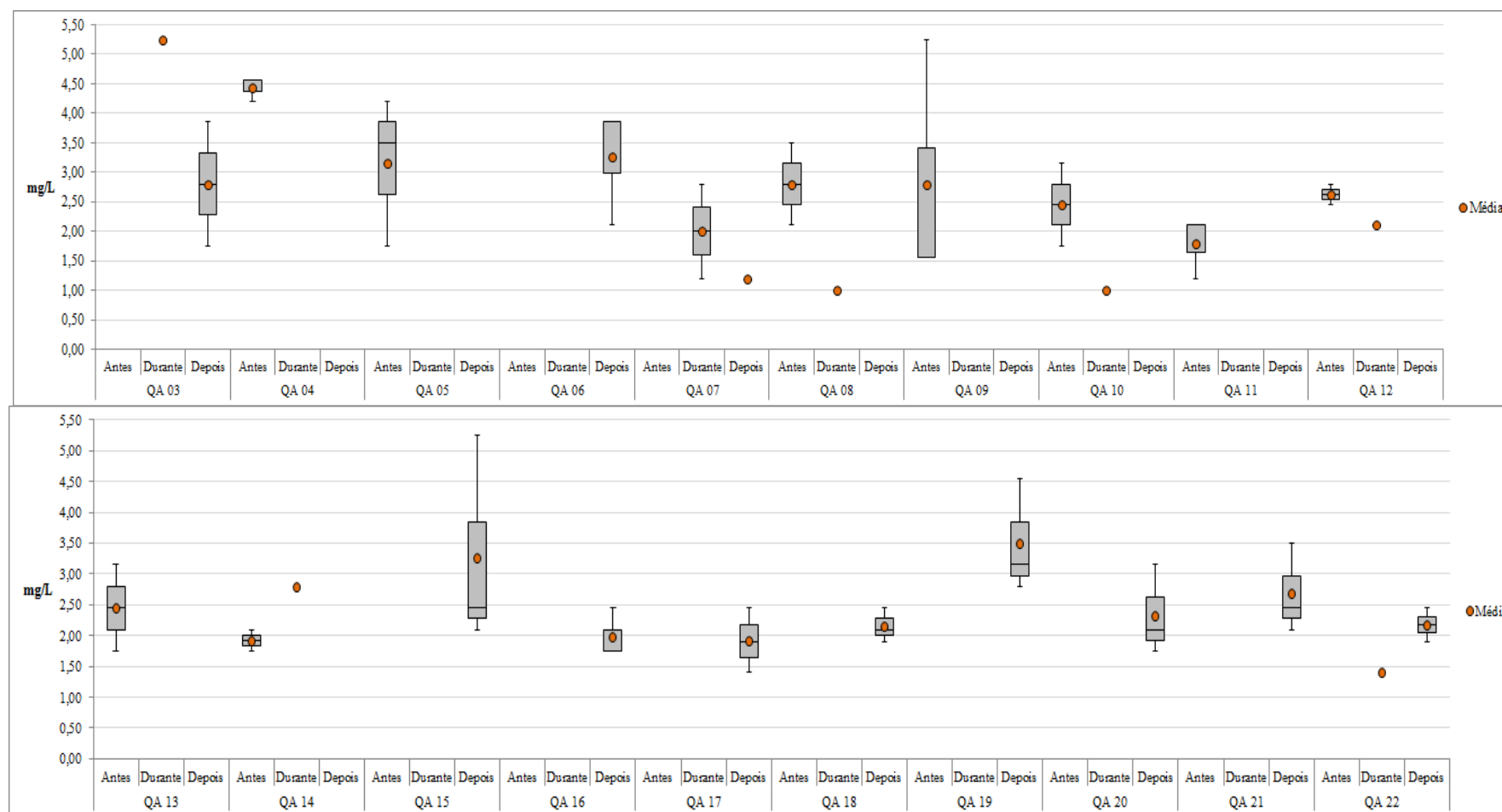
Fonte: Autor, 2020.

### 5.17 Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

A análise estatística realizada para a variação do NTK (soma do nitrogênio orgânico com o nitrogênio amoniacal) em todos os corpos hídricos está ilustrada através da Figura 42. Destaca-se para o fato deste parâmetro ter sido inserido no monitoramento apenas a partir da campanha n° 21, comprometendo assim a comparação dos dados em alguns períodos da obra. No entanto, a Resolução Conama 357/2005 não estabelece valores para este.

A análise de variância do NTK, utilizando nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), conforme mostram os resultados na Tabela 42, aponta que a hipótese nula não foi rejeitada para nenhum corpo hídrico. Com isso não houve variações significativas de NTK durante o período em estudo.

**Figura 42 - Análise estatística dos rios monitorados em relação ao Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK).**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 42 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | -      | -         | 5,2500  | -         | 2,8000 | 2,2050    | -       | -         | -              |
| QA 04            | 4,4333 | 0,0408    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 3,1500 | 1,5925    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | -      | -         | -       | -         | 3,2667 | 1,0208    | -       | -         | -              |
| QA 07            | -      | -         | 2,0000  | 1,2800    | 1,2000 | -         | -       | -         | -              |
| QA 08            | 2,8000 | 0,9800    | 1,00    | -         | -      | -         | 2,20    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 2,7833 | 4,5633    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 2,4500 | 0,9800    | 1,0000  | -         | -      | -         | 1,43    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 1,8000 | 0,2700    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 2,6250 | 0,0612    | 2,1000  | -         | -      | -         | 3,00    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 2,4500 | 0,4900    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 1,9250 | 0,0613    | 2,8000  | -         | -      | -         | 8,33    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | -       | -         | 3,2667 | 2,9808    | -       | -         | -              |
| QA 16            | -      | -         | -       | -         | 1,9833 | 0,1633    | -       | -         | -              |
| QA 17            | -      | -         | -       | -         | 1,9167 | 0,2758    | -       | -         | -              |
| QA 18            | -      | -         | -       | -         | 2,1500 | 0,0775    | -       | -         | -              |
| QA 19            | -      | -         | -       | -         | 3,5000 | 0,8575    | -       | -         | -              |
| QA 20            | -      | -         | -       | -         | 2,3333 | 0,5308    | -       | -         | -              |
| QA 21            | -      | -         | -       | -         | 2,6833 | 0,5308    | -       | -         | -              |
| QA 22            | -      | -         | 1,4000  | -         | 2,1750 | 0,1513    | 2,65    | 161,45    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

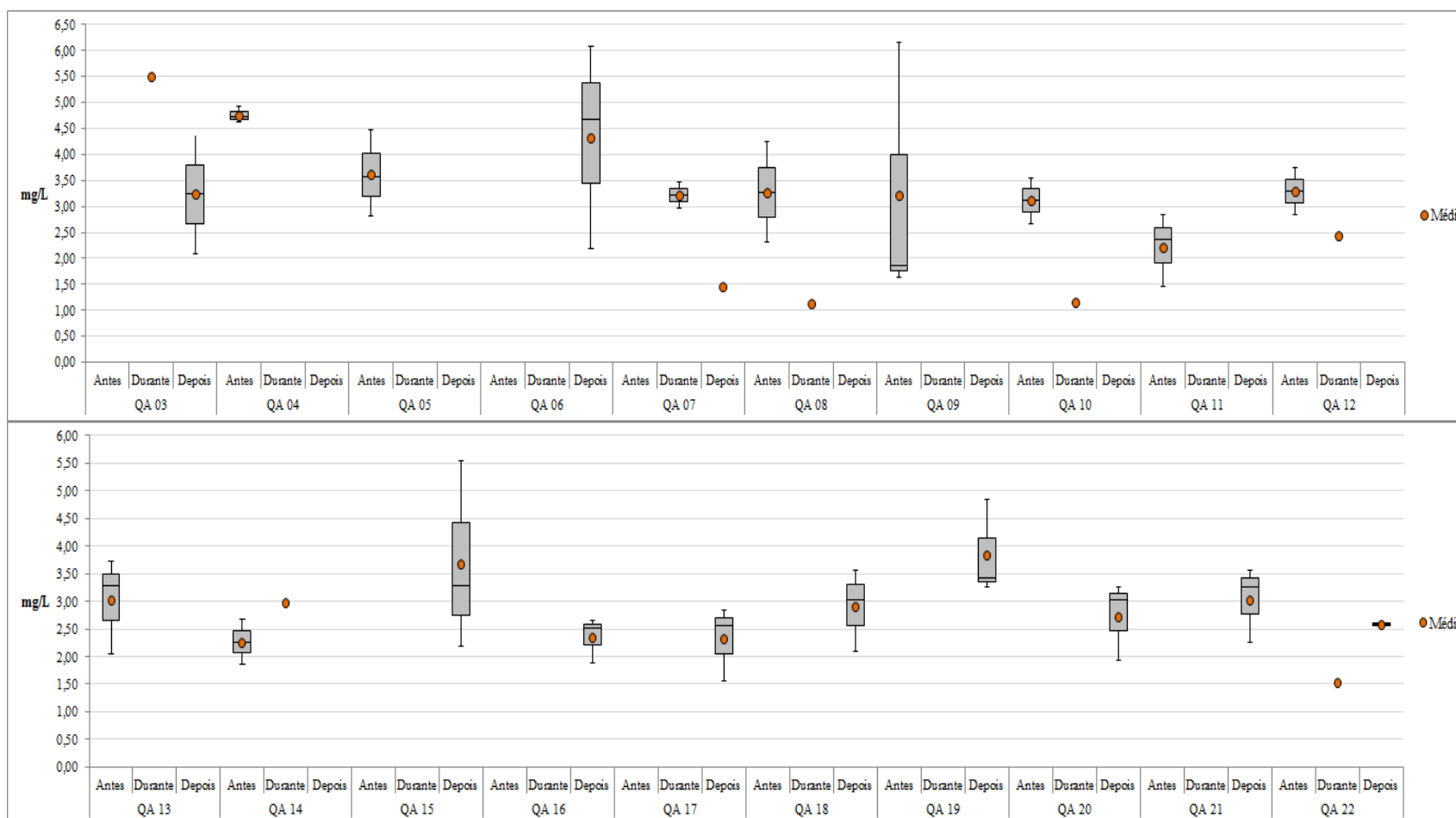


### 5.18 Nitrogênio Total

O nitrogênio total, soma do nitrogênio do kjeldahl com o nitrogênio inorgânico (nitrato e nitrito), tem sua análise estatística apresentada na Figura 43, e igualmente ao NTK, esse parâmetro foi monitorado a partir da campanha n° 21, onde percebe-se a ausência de dados em alguns períodos da obra, comprometendo assim a comparação efetiva desse parâmetro entre os períodos. Porém, da mesma forma, não há valores estabelecidos na Resolução Conama 357/2005 para este parâmetro. No entanto, é um parâmetro utilizado no cálculo do IQA, que será discutido mais a frente, pois influencia diretamente no estado trófico dos rios.

Os resultados da análise de variância do Nitrogênio Total, utilizando  $\alpha = 0,05$  para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra são apresentados na Tabela 43, onde observa-se que a hipótese nula não foi rejeitada para nenhum corpo hídrico em relação a sua variação. Não havendo assim variações significativas desse parâmetro nos 20 corpos hídricos analisados.

**Figura 43 - Análise estatística dos rios monitorados em relação ao Nitrogênio Total.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 43 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Total (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | -      | -         | 5,2500  | -         | 2,8000 | 2,2050    | -       | -         | -              |
| QA 04            | 4,4333 | 0,0408    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 3,1500 | 1,5925    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | -      | -         | -       | -         | 3,2667 | 1,0208    | -       | -         | -              |
| QA 07            | -      | -         | 2,0000  | 1,2800    | 1,2000 | -         | -       | -         | -              |
| QA 08            | 2,8000 | 0,9800    | 1,00    | -         | -      | -         | 2,20    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 2,7833 | 4,5633    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 2,4500 | 0,9800    | 1,0000  | -         | -      | -         | 1,43    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 1,8000 | 0,2700    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 2,6250 | 0,0612    | 2,1000  | -         | -      | -         | 3,00    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 2,4500 | 0,4900    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 1,9250 | 0,0613    | 2,8000  | -         | -      | -         | 8,33    | 161,45    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | -       | -         | 3,2667 | 2,9808    | -       | -         | -              |
| QA 16            | -      | -         | -       | -         | 1,9833 | 0,1633    | -       | -         | -              |
| QA 17            | -      | -         | -       | -         | 1,9167 | 0,2758    | -       | -         | -              |
| QA 18            | -      | -         | -       | -         | 2,1500 | 0,0775    | -       | -         | -              |
| QA 19            | -      | -         | -       | -         | 3,5000 | 0,8575    | -       | -         | -              |
| QA 20            | -      | -         | -       | -         | 2,3333 | 0,5308    | -       | -         | -              |
| QA 21            | -      | -         | -       | -         | 2,6833 | 0,5308    | -       | -         | -              |
| QA 22            | -      | -         | 1,4000  | -         | 2,1750 | 0,1513    | 2,65    | 161,45    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.19 Nitrogênio Amoniacal Total (NAT)

Conforme prevê a Resolução CONAMA 357/2005, os valores limites estabelecidos para esse parâmetro em corpos hídricos de água doce, dependem do pH, e de acordo com a análise estatística realizada (Figura 44), todos esses foram classificados como Classe 1 e 2.

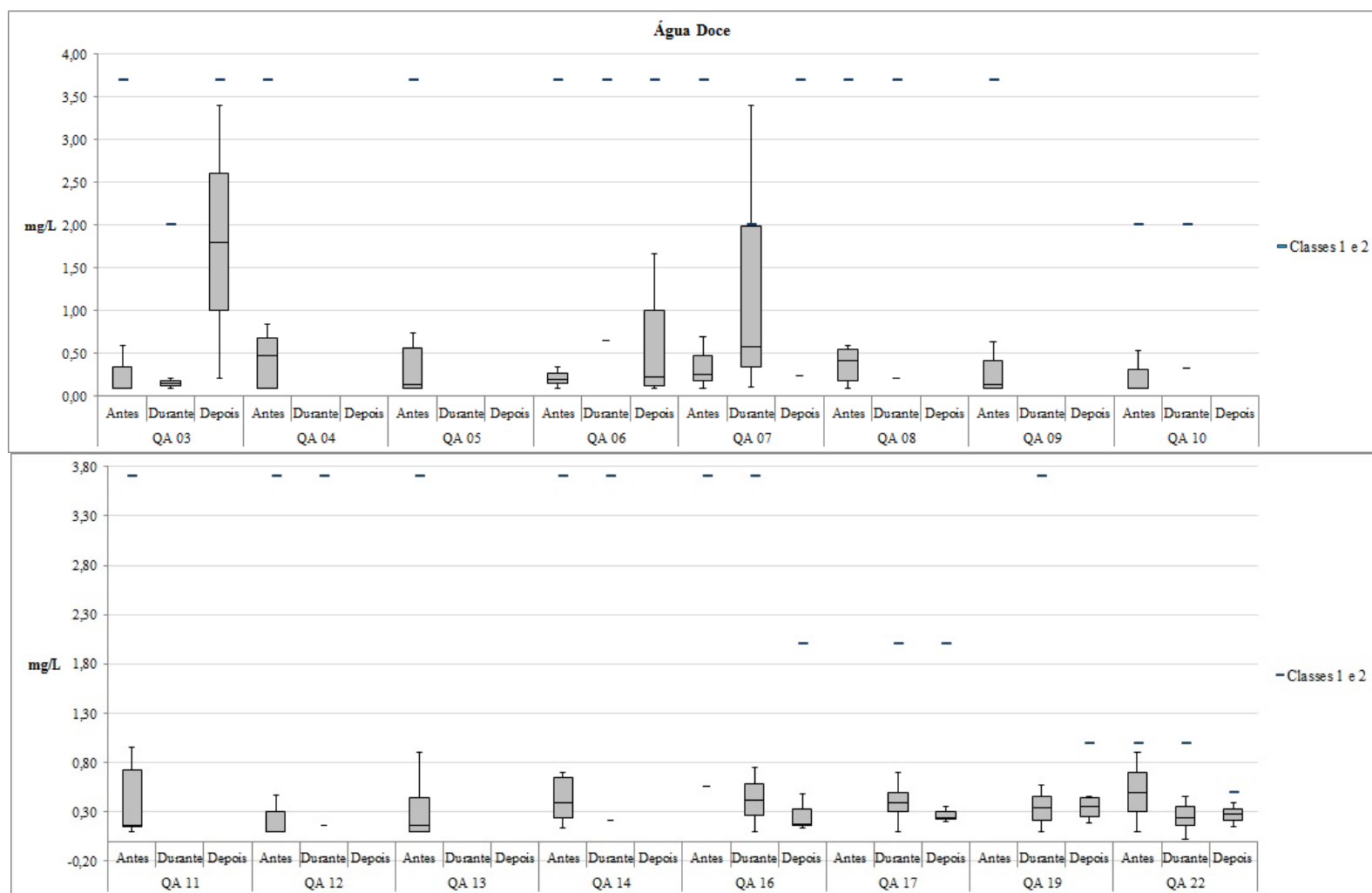
No entanto, para os corpos hídricos de água salobra, a análise estatística realizada apontou que apenas o QA 20 permaneceu como Classe 1 ( $\leq 0,4$  mg/L) durante os três períodos em estudo. Enquanto que o QA 18 e o QA 21 apresentaram variação de NAT que atingiu valores estabelecidos para Classe 2 ( $> 0,4$  mg/L e  $\leq 0,7$  mg/L) no período pós obra, conforme demonstra a Figura 45. A variação da classificação referente a NAT ocorrida nos corpos hídricos de água salobra pode ser visualizada através da Figura 46 e da Tabela 44.

Na variação ocorrida no QA 15 durante as obras, os valores ultrapassaram o estipulado pela Resolução Conama 357/2005, não podendo assim ser classificado nesse período. Essa média teve influência de dados obtidos na campanha nº 9, realizada em setembro de 2013, onde foi verificada alta concentração de NAT neste corpo hídrico, sendo 15,47 mg/L à montante e 24,8 mg/L à jusante da rodovia. Como não foi notado nenhuma anormalidade nas atividades da obra, acredita-se que essa alteração esteja relacionada à despejos industriais de uma usina sucroalcooleira instalada às margens da rodovia, bem como ao uso do solo para plantação de cana-de-açúcar.

O nitrogênio amoniacal é um indicador de poluição orgânica por despejos domésticos, sendo a forma reduzida do nitrogênio, entende-se sua presença indica que a fonte poluidora encontra-se próxima ao local onde foram coletadas as amostras de água. A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L (FRANÇA, 2009).

A análise de variância para o Nitrogênio Amoniacal Total, utilizando nível de confiança de 95%, apresenta seus resultados na Tabela 45, onde observa-se que a hipótese nula não foi rejeitada para nenhum corpo hídrico, não havendo assim, variações significativas desse parâmetro ao longo do período em estudo.

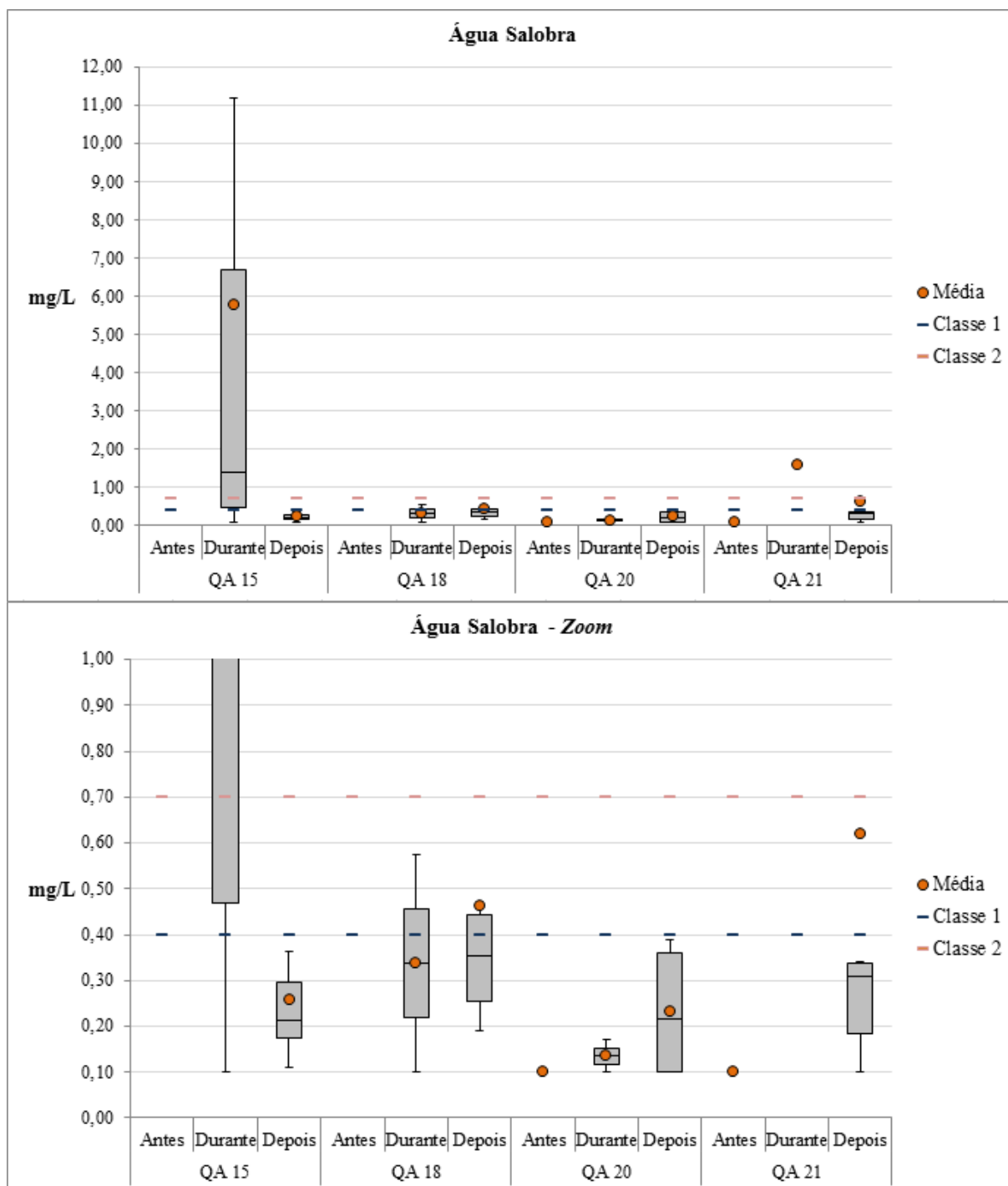
**Figura 44 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Nitrogênio Amoniacal Total - NAT.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

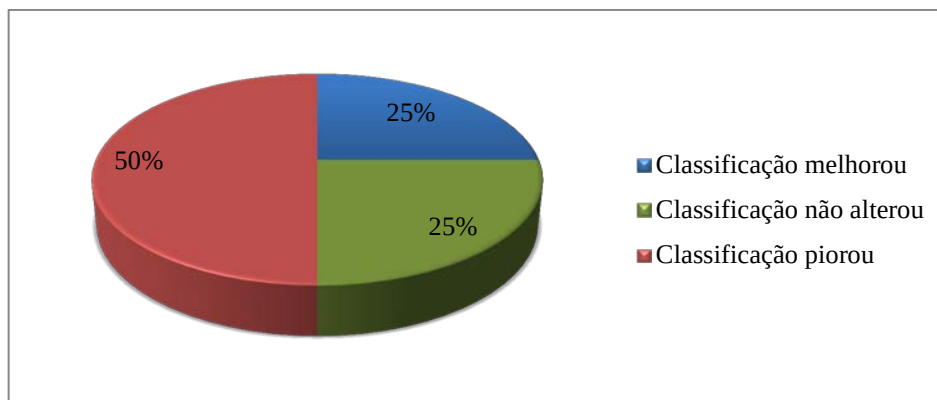
Figura 45 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao NAT.



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 46 - Situação da classificação dos corpos hídricos de água salobra em relação a concentração de Nitrogênio Amoniacal Total conforme a Resolução CONAMA 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 44- Classificação dos corpos hídricos de água salobra para a concentração de Nitrogênio Amoniacal Total conforme a Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos | Classes Resolução Conama 357/2005 |         |        |
|-----------------|-----------------------------------|---------|--------|
|                 | Antes                             | Durante | Depois |
| QA 15           | -                                 | S/C     | 1      |
| QA 18           | -                                 | 1       | 2      |
| QA 20           | 1                                 | 1       | 1      |
| QA 21           | 1                                 | S/C     | 2      |

Fonte: Autor, 2020. \*S/C: Sem classificação.

Tabela 45 - Análise de variância referente ao Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE    |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|------------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F          | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,3500 | 0,2500    | 0,1575  | 0,0066    | 1,8025 | 5,1040    | 1,493      | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,7656 | 1,2119    | -       | -         | -      | -         | -          | -         | -              |
| QA 05            | 0,6331 | 1,1740    | -       | -         | -      | -         | -          | -         | -              |
| QA 06            | 0,2133 | 0,0160    | 0,6500  | -         | 0,8913 | 1,9873    | 0,329      | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,3500 | 0,0975    | 1,3633  | 3,1639    | 0,2400 | -         | 0,5722     | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,5517 | 0,3468    | 0,2050  | -         | -      | -         | 0,2971     | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,2619 | 0,0449    | -       | -         | -      | -         | -          | -         | -              |
| QA 10            | 0,3114 | 0,1624    | 0,3350  | -         | -      | -         | 0,0030     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,8807 | 2,1713    | -       | -         | -      | -         | -          | -         | -              |
| QA 12            | 0,3600 | 0,2716    | 0,1600  | -         | -      | -         | 0,1289     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,4656 | 0,4081    | -       | -         | -      | -         | -          | -         | -              |
| QA 14            | 1,5617 | 8,6191    | 0,2100  | -         | -      | -         | 0,18168985 | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 5,7688  | 92,5750   | 0,2575 | 0,0276    | 1,3120     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,5550 | -         | 0,4250  | 0,2113    | 0,3200 | 0,0966    | 0,1956     | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,3975  | 0,0604    | 0,2825 | 0,0129    | 0,7215     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,3300  | 0,0373    | 0,4250 | 0,1025    | 0,2584     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 0,3375  | 0,1128    | 0,4625 | 0,1336    | 0,1801     | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,1000 | -         | 0,1350  | 0,0024    | 0,2330 | 0,0191    | 0,7401     | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,1000 | -         | 1,6000  | -         | 0,6208 | 0,8752    | 0,6877     | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,5000 | 0,3200    | 0,2863  | 0,0697    | 0,2725 | 0,0325    | 0,3195     | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.



## 5.20 Fósforo

Conforme a análise estatística realizada para os corpos hídricos de água doce (Figura 47 e Figura 48), os maiores valores observados foram durante o período em que as obras ainda não tinham sido iniciadas, destacando-se os respectivos rios: QA 03 (0,6025 mg/L); QA 06 (0,4790 mg/L); QA 09 (0,3139 mg/L); QA 10 (0,2272 mg/L) e QA 12 (0,2066 mg/L).

Em todos esses casos não foi possível classificar o trecho de rio em relação à concentração de Fósforo de acordo com a Resolução Conama 357/2005, pois superaram o valor limite estabelecido para as referidas classes. É válido mencionar que em relação aos corpos hídricos anteriormente citados, há plantação de cana-de-açúcar no seu entorno, o que pode ter contribuído para a concentração de fósforo encontrada.

Durante as obras, a maioria dos corpos hídricos de água doce apresentaram redução na concentração de fósforo e pouca variação, exceto o QA 17 (0,2303 mg/L) e o QA 19 (0,4585 mg/L), onde ultrapassaram o valor estabelecido pela legislação e não puderam ser classificados nesse período. Destaca-se que o QA 19 apresenta ambiente lântico por se tratar de um açude, diferentemente dos demais corpos hídricos, os quais estão caracterizados em ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários. A campanha nº 1, realizada em setembro/2011 revelou altas concentrações de fósforo nos corpos hídricos acima, o que favoreceu a média elevada. As demais coletas realizadas no período com obras para o QA 17 apresentaram valores inferiores à 0,10 mg/L, classificando-o como Classe 1 e 2. Já o QA 19 obteve valores menores ou iguais a 0,05, onde sua classificação variou entre as Classes 1 e 3.

Todos os corpos hídricos de água doce que tiveram suas obras concluídas foram classificados como Classe 1 e 2 ( $\leq 0,10$  mg/L), inclusive o QA 03, QA 06 e o QA 12, os quais inicialmente não possuíam classificação devido a elevada concentração de fósforo.

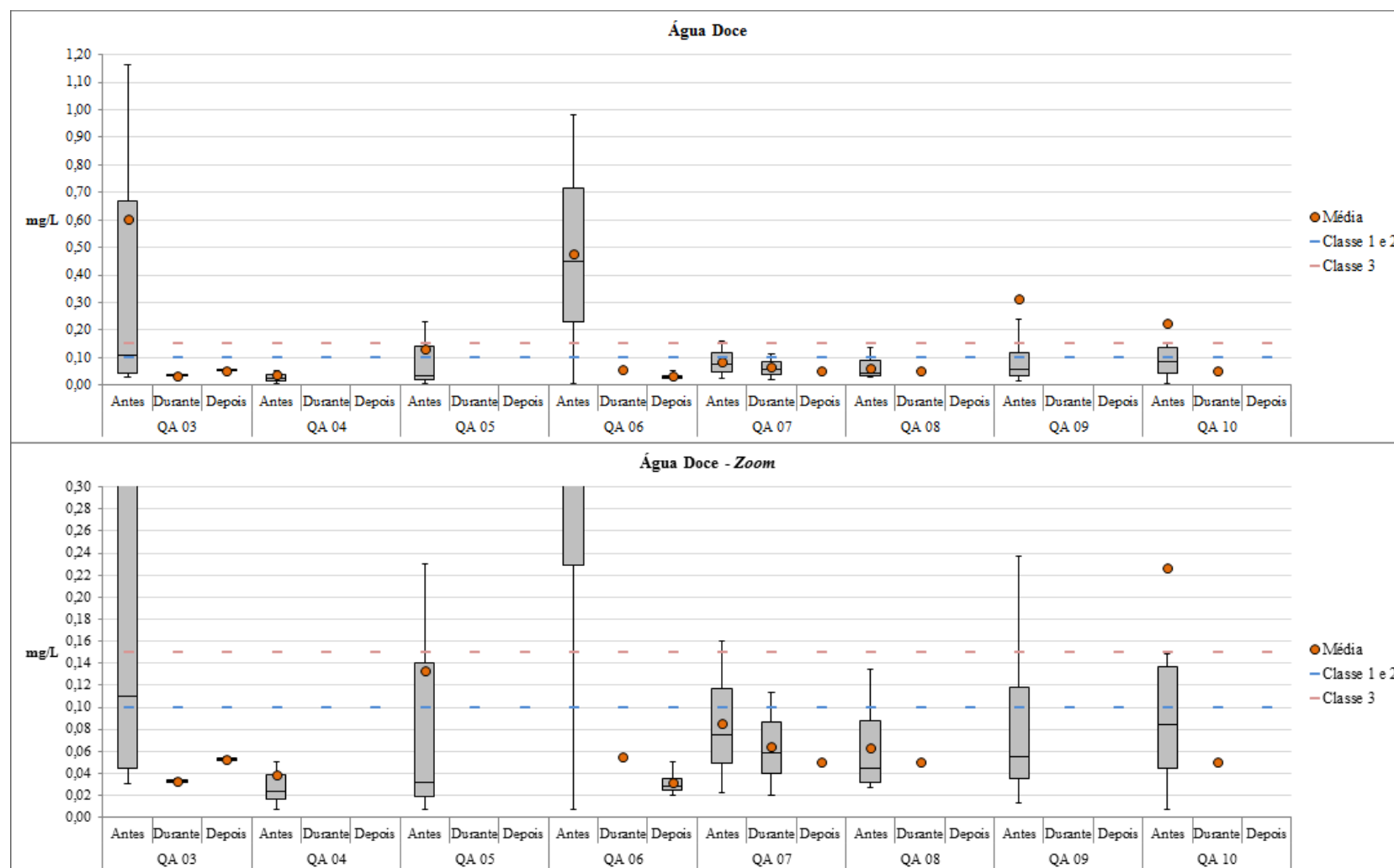
Para os corpos hídricos de água salobra foi observado que antes do início das obras, em que houve a realização de uma campanha de monitoramento, dois deles apresentaram valores bem superiores ao estabelecido pela Resolução Conama 357/2005, o QA 20 e o QA 21. No entanto, a partir do início das obras, a concentração de fósforo obtida nesses rios, nas sete campanhas realizadas, foi sempre inferior à 0,124 mg/L, classificando-os como Classe 1 (Figura 49).

O comportamento da classificação dos corpos hídricos durante os períodos analisados conforme estabelece a Resolução CONAMA 357/2005 pode ser visualizado através da Figura 50 e da Tabela 45.

De acordo com a análise de variância realizada ( $\alpha = 0,05$ ), onde os resultados estão apresentados na Tabela 47, a hipótese nula não foi aceita para os corpos hídricos QA 20 e QA

21, ambos mencionados anteriormente. Esses rios apresentavam altas concentrações de Fósforo antes do início das obras, sendo 1,18 mg/L e 1,20 mg/L respectivamente, e superiores ao limite da Classe 2 ( $\geq 0,186$  mg/L). No entanto, esses valores representaram apenas uma campanha de monitoramento realizada. A partir do início das obras, a concentração de fósforo obtida nesses rios, onde foram realizados sete monitoramentos, foi sempre inferior à 0,124 mg/L, classificando-os como Classe 1 (Figura 49).

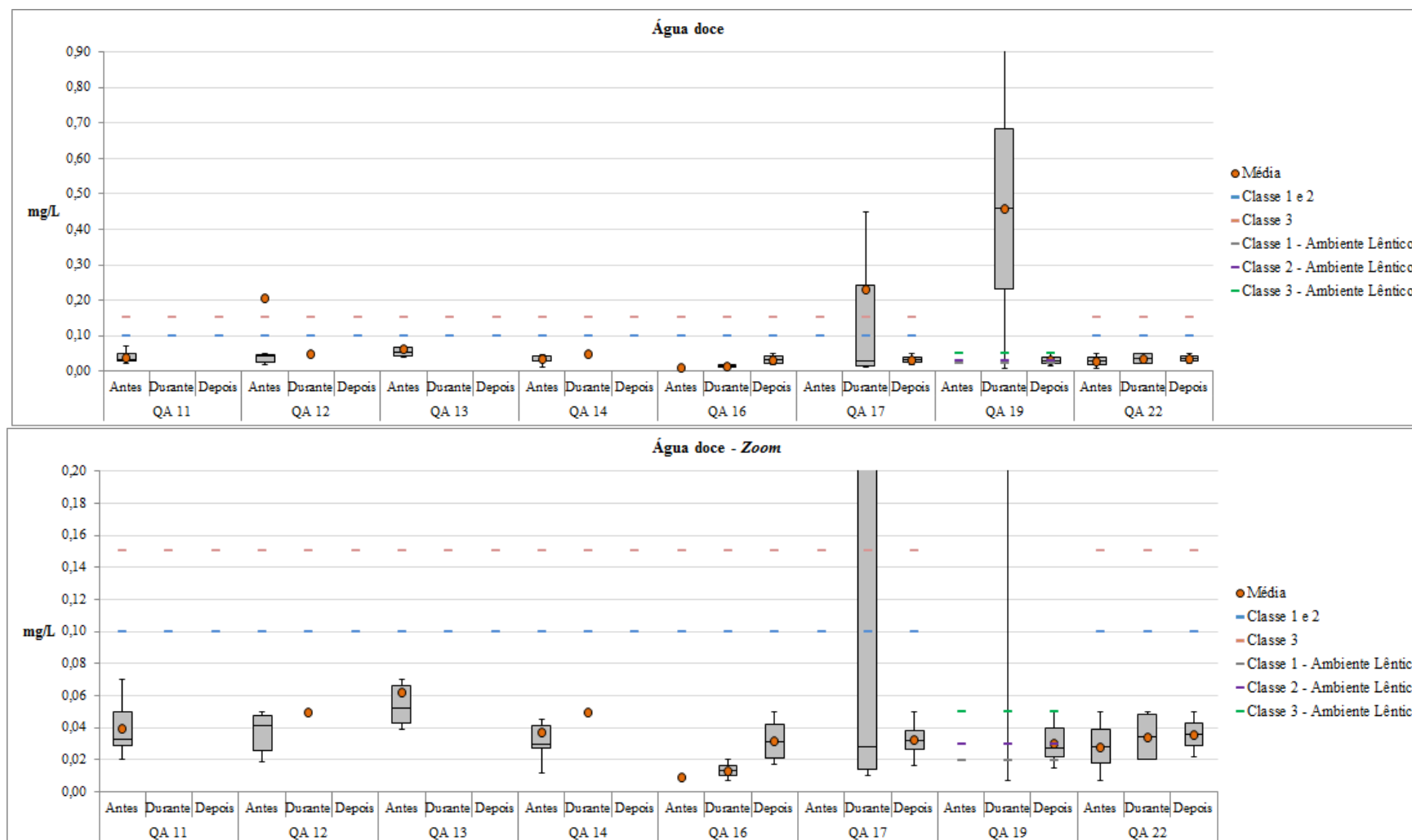
Figura 47 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Fósforo (QA 03 ao QA 10).



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba.

Fonte: Autor, 2020.

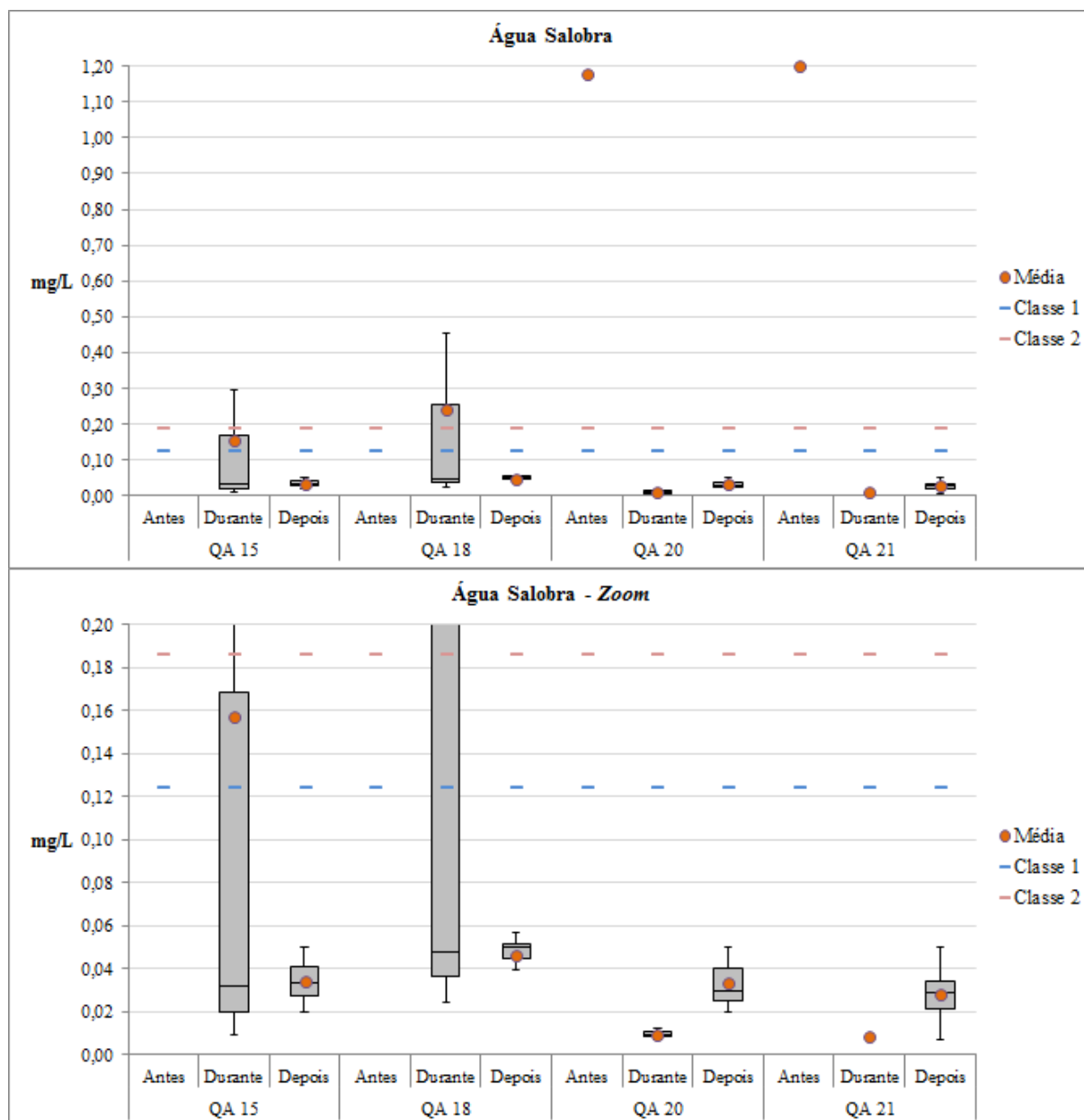
Figura 48 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Fósforo (QA 11 ao QA 22).



Legenda: QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

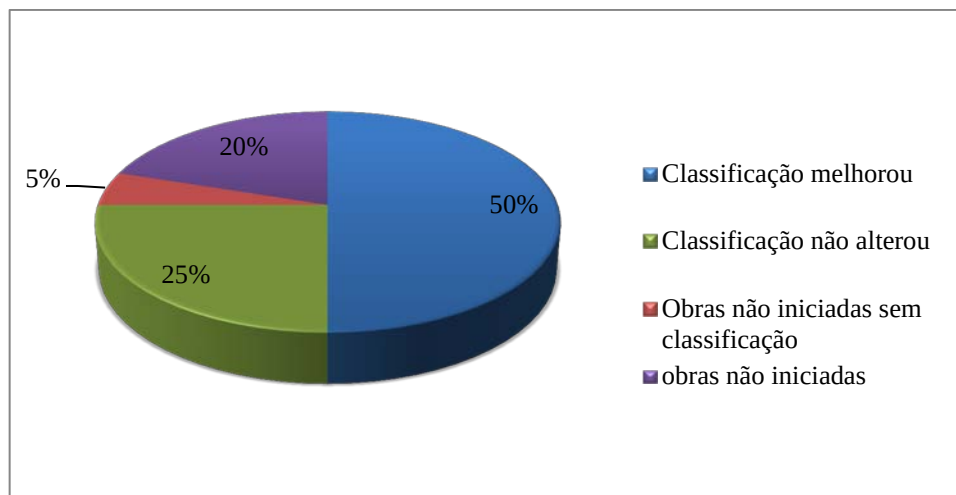
Figura 49 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Fósforo.



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 50 - Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Fósforo conforme a Resolução 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 46 – Classificação dos corpos hídricos para concentração de Fósforo conforme Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos         |         | QA 03 | QA 04 | QA 05 | QA 06 | QA 07 | QA 08 | QA 09 | QA 10 | QA 11 | QA 12 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | S/C   | 1 e 2 | 3     | S/C   | 1 e 2 | 1 e 2 | S/C   | S/C   | 1 e 2 | S/C   |
|                         | Durante | 1 e 2 | -     | -     | 1 e 2 | 1 e 2 | 1 e 2 | -     | 1 e 2 | -     | 1 e 2 |
|                         | Depois  | 1 e 2 | -     | -     | 1 e 2 | 1 e 2 | -     | -     | -     | -     | -     |

| Corpos Hídricos         |         | QA 13 | QA 14 | QA 15 | QA 16 | QA 17 | QA 18 | QA 19 | QA 20 | QA 21 | QA 22 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 1 e 2 | 1 e 2 | -     | 1 e 2 | -     | -     | -     | S/C   | S/C   | 1 e 2 |
|                         | Durante | -     | 1 e 2 | 2     | 1 e 2 | S/C   | S/C   | S/C   | 1     | 1     | 1 e 2 |
|                         | Depois  | -     | -     | 1     | 1 e 2 | 1 e 2 | 1     | 2     | 1     | 1     | 1 e 2 |

Fonte: Autor, 2020. \*S/C: Sem classificação.

Tabela 47 - Análise de variância referente ao Fósforo (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,6025 | 1,0820    | 0,0325  | 0,00001   | 0,0525 | 0,0000125 | 0,483   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,0389 | 0,0020    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,1336 | 0,0406    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,4790 | 0,2373    | 0,0550  | -         | 0,0319 | 0,0002    | 1,934   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,0858 | 0,0048    | 0,0643  | 0,0022    | 0,0500 | -         | 0,1750  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,0634 | 0,0019    | 0,0500  | -         | -      | -         | 0,0803  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,3139 | 0,4719    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,2272 | 0,1627    | 0,0500  | -         | -      | -         | 0,1689  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,0400 | 0,0003    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,2066 | 0,2078    | 0,0500  | -         | -      | -         | 0,1032  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,0624 | 0,0010    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,0372 | 0,0006    | 0,0500  | -         | -      | -         | 0,2560  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 0,1570  | 0,0706    | 0,0344 | 0,0002    | 0,8505  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,0095 | -         | 0,0135  | 0,0001    | 0,0324 | 0,0002    | 1,8173  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,2303  | 0,1736    | 0,0326 | 0,0002    | 0,8987  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,2436  | 0,1663    | 0,0465 | 0,0001    | 0,9340  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 0,4585  | 0,4077    | 0,0306 | 0,0002    | 4,0332  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 1,1800 | -         | 0,0095  | 0,00001   | 0,0331 | 0,000143  | 4982,58 | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 21            | 1,2000 | -         | 0,0085  | -         | 0,0283 | 0,0002    | 2821,36 | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 22            | 0,0285 | 0,0009    | 0,0345  | 0,0003    | 0,0360 | 0,0004    | 0,0768  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.21 Ferro Dissolvido

A análise estatística realizada para a quantidade de ferro dissolvido presente nos rios apontou que a maioria dos corpos hídricos de água doce possuem uma concentração que os classificam como Classe 3, segundo a Resolução Conama 357/2005, independente do período de obras (Figura 51). Classificaram-se como Classe 1 e 2 apenas o QA 06 (durante as obras), QA 16 (durante as obras), QA 19 (após as obras), e o QA 22 (antes e durante às obras).

Em relação a mudança de classe durante os períodos da obra, observou-se que o QA 06 foi classificado como Classe 1 e 2 durante as obras apenas, nos demais períodos a concentração de Fe o classificou como Classe 3. Também ocorreu uma redução de ferro dissolvido no QA 19, porém após as obras, onde deixou de ser classificado como Classe 3 e passou para Classe 1 e 2. Já o QA 22, classificado como Classe 1 e 2 antes e durante as obras, passou a ser classificado como Classe 3 após às obras.

Os corpos hídricos de água salobra apresentaram valores médios, referente à concentração de ferro dissolvido, acima do estabelecido pela legislação em todos os rios, exceto o QA 20, classificado como Classe 1 e 2 (Figura 52).

Através da Figura 53 e Tabela 48 pode-se observar o comportamento dos corpos hídricos em relação a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005.

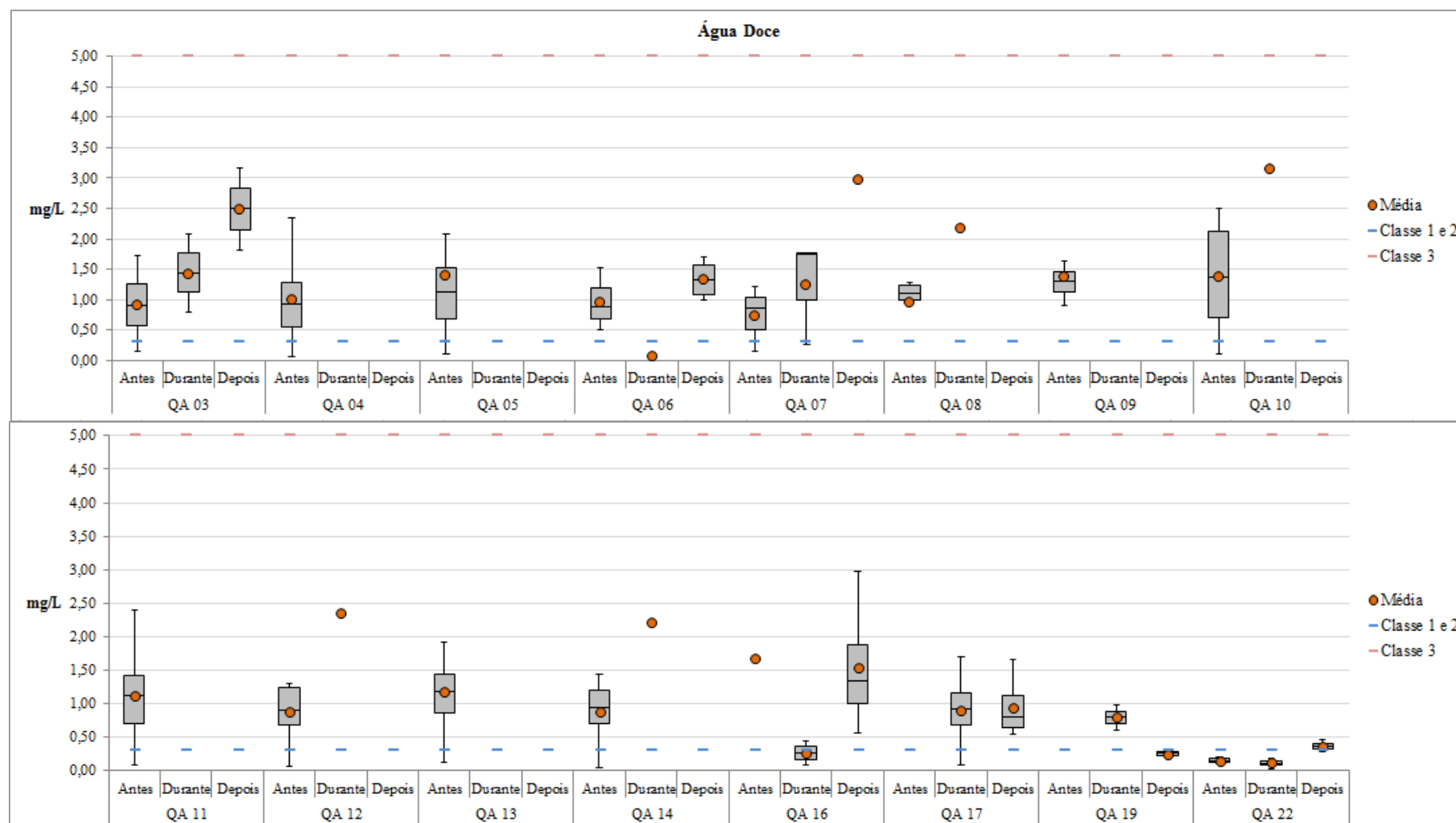
A análise de variância deste parâmetro, com nível de confiança de 95%, apresenta os resultados na Tabela 49, onde mostra que a hipótese nula foi rejeitada para os rios QA 12 e QA 19, ambos de água doce.

Para o QA 12, a variação significativa foi devido ao aumento da concentração de ferro dissolvido após o início das obras, sendo aproximadamente 2,7 vezes maior que antes das obras, permanecendo como Classe 3. No entanto, apenas um monitoramento tinha sido realizado durante a execução das obras, além do que foi registrado que durante a coleta das amostras, o tempo estava chuvoso. Nas águas superficiais, a concentração de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos erosivos nas margens (CETESB, 2005).

Já em relação ao QA 19, a variação ocorreu por conta da redução da concentração de ferro dissolvido após a conclusão das obras, cerca de três vezes menor. Com isso, conseguiu classificar este corpo d'água como Classe 1 e 2, conforme já mencionado anteriormente. Destaca-se que o QA 19 é um açude utilizado para o cultivo de peixes, e as alterações nos parâmetros de qualidade da água podem ter influência dessa atividade.



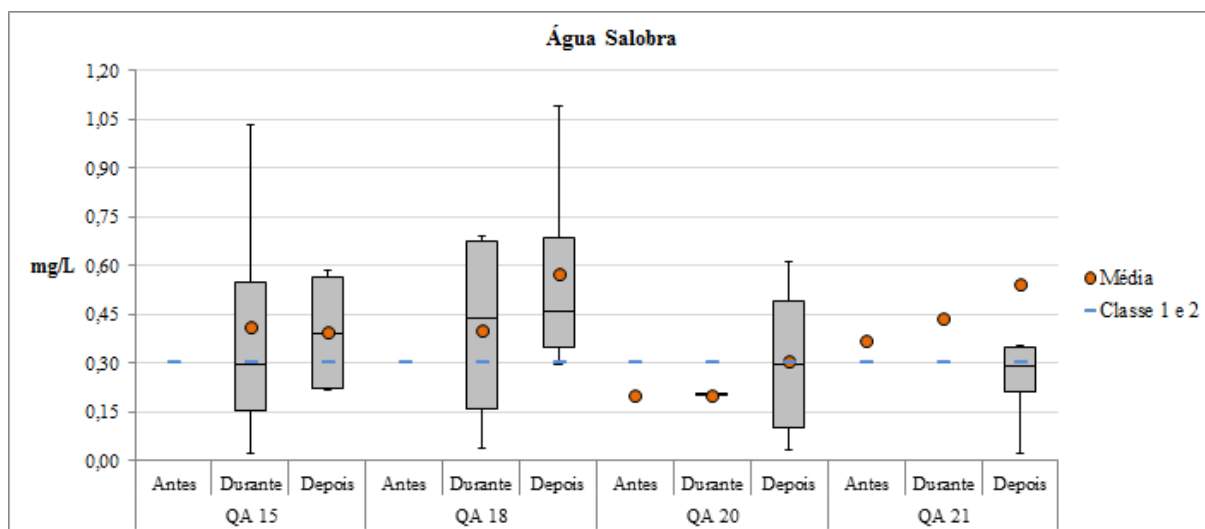
Figura 51 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Ferro Dissolvido.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

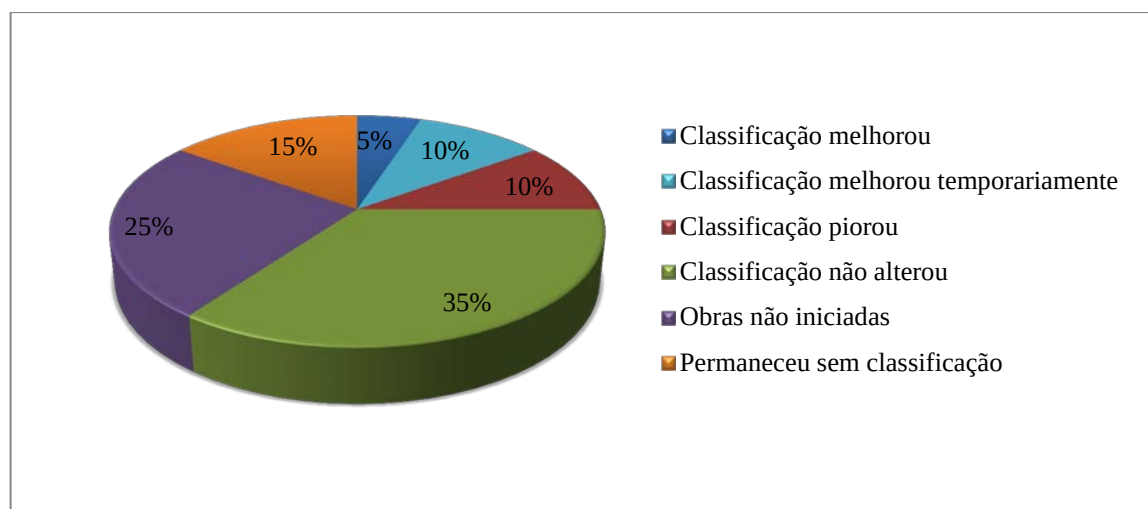
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 52 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Ferro Dissolvido.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 53 - Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Ferro Dissolvido conforme a Resolução 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 48 - Classificação dos corpos hídricos para concentração de Ferro Dissolvido conforme Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos         |         | QA 03 | QA 04 | QA 05 | QA 06 | QA 07 | QA 08 | QA 09 | QA 10 | QA 11 | QA 12 |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     |
|                         | Durante | 3     | -     | -     | 1 e 2 | 3     | 3     | -     | 3     | -     | 3     |
|                         | Depois  | 3     | -     | -     | 3     | 3     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Corpos Hídricos         |         | QA 13 | QA 14 | QA 15 | QA 16 | QA 17 | QA 18 | QA 19 | QA 20 | QA 21 | QA 22 |
| Classes Conama 357/2005 | Antes   | 3     | 3     | -     | 3     | -     | -     | -     | 1 e 2 | S/C   | 1 e 2 |
|                         | Durante | -     | 3     | S/C   | 1 e 2 | 3     | S/C   | 3     | 1 e 2 | S/C   | 1 e 2 |
|                         | Depois  | -     | -     | S/C   | 3     | 3     | S/C   | 1 e 2 | S/C   | S/C   | 3     |

Fonte: Autor, 2020. \*S/C: Sem classificação.

Tabela 49 - Análise de variância referente ao Ferro Dissolvido (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,9275 | 0,4411    | 1,4425  | 0,8256    | 2,4900 | 0,9112    | 2,659   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 1,0109 | 0,5040    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 1,4198 | 1,6831    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,9633 | 0,2685    | 0,0850  | -         | 1,3374 | 0,1090    | 3,714   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,7433 | 0,2877    | 1,2527  | 0,7519    | 2,9950 | -         | 3,6624  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,9723 | 0,1955    | 2,2000  | -         | -      | -         | 6,6076  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 1,3923 | 0,7949    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 1,3816 | 0,8586    | 3,1600  | -         | -      | -         | 3,2230  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 1,1191 | 0,5661    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,8765 | 0,1978    | 2,3500  | -         | -      | -         | 9,6055  | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 13            | 1,1800 | 0,5102    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,8765 | 0,2486    | 2,2250  | -         | -      | -         | 6,2700  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 0,4100  | 0,1937    | 0,3951 | 0,0412    | 0,0038  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 1,6850 | -         | 0,2650  | 0,0685    | 1,5480 | 1,0548    | 1,5269  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,9075  | 0,4364    | 0,9509 | 0,2533    | 0,0109  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,3988  | 0,1101    | 0,5760 | 0,1299    | 0,5236  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 0,7925  | 0,0741    | 0,2384 | 0,0139    | 19,2114 | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 20            | 0,2000 | -         | 0,2025  | 0,00001   | 0,3053 | 0,0616    | 0,2044  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,3700 | -         | 0,4350  | -         | 0,5437 | 0,6029    | 0,0265  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,1500 | 0,0050    | 0,1263  | 0,0126    | 0,3648 | 0,0167    | 3,3813  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

## 5.22 Manganês Total

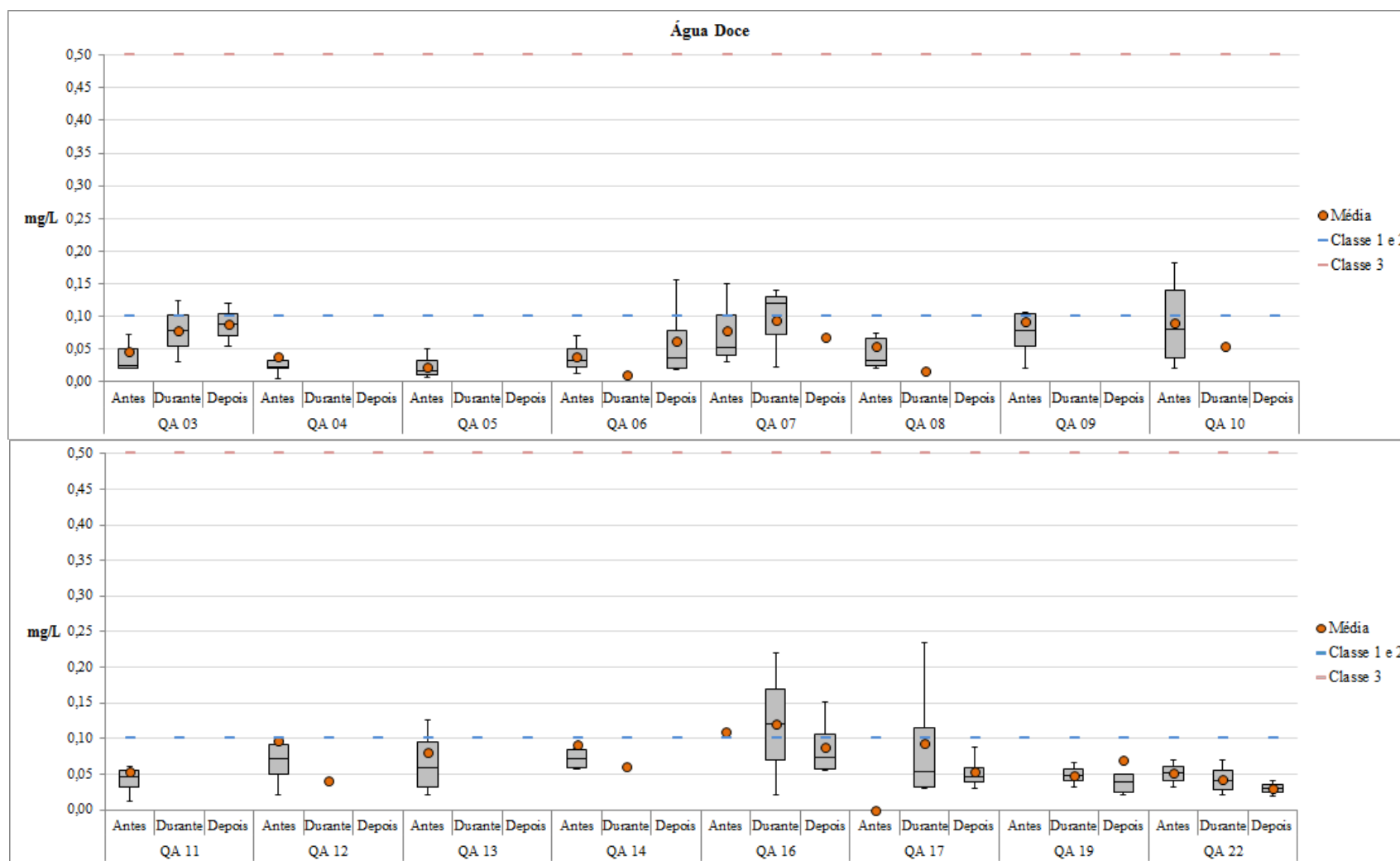
Através da análise estatística realizada para a variação da quantidade de manganês presente nos corpos hídricos (Figura 54), foi observado que a maioria dos rios de água doce apresentaram concentração média inferior a 0,1 mg/L de Mn, classificando-os como Classe 1 e 2 de acordo com a Resolução Conama 357/2005. Apenas o QA 16 foi classificado como Classe 3, antes e durante as obras.

Em relação aos corpos hídricos de água salobra, conforme apresentado na Figura 55, a análise apontou que todos classificaram-se como Classe 1 e 2 ( $\leq 0,1$  mg/L), com exceção do QA 20 (durante as obras), o qual não pôde ser classificado por apresentar concentração de 0,118 mg/L de Mn, próxima ao limite estabelecido, porém superior.

Esse fato se deve ao monitoramento referente a campanha n° 9, ocorrida em setembro/2013, onde o QA 20 apresentou concentração de 0,20 mg/L à montante e à jusante, elevando sua média. Na campanha anterior, também no período com obras, o valor médio tinha sido de 0,036 mg/L Mn. Segundo CETESB (2017), a ocorrência de 0,2 mg/L de manganês ou menos em águas superficiais naturais é normal.

A análise de variância deste parâmetro utilizando nível de confiança de 95% para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, apresenta seus resultados através da Tabela 50, onde não foram observadas variações significativas em sua concentração, e com isso a hipótese nula não foi rejeitada em nenhum corpo hídrico.

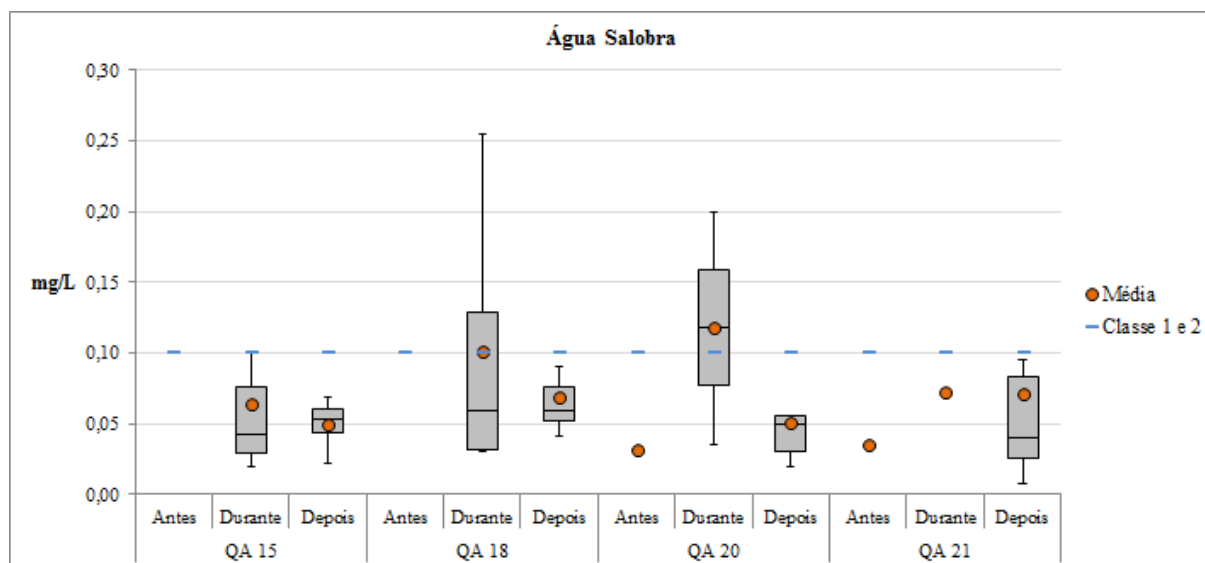
Figura 54 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Manganês.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 55 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Manganês.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 50 - Análise de variância referente ao Manganês (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,0463 | 0,0021    | 0,0775  | 0,0045    | 0,0875 | 0,0021    | 0,525   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,0380 | 0,0020    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,0223 | 0,0002    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,0385 | 0,0008    | 0,0100  | -         | 0,0616 | 0,0041    | 0,435   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,0775 | 0,0041    | 0,0945  | 0,0039    | 0,0675 | -         | 0,0908  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,0551 | 0,0023    | 0,0170  | -         | -      | -         | 0,5327  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,0918 | 0,0050    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,0906 | 0,0040    | 0,0550  | -         | -      | -         | 0,2753  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,0526 | 0,0016    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,0977 | 0,0094    | 0,0410  | -         | -      | -         | 0,2983  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,0812 | 0,0057    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,0920 | 0,0062    | 0,0615  | -         | -      | -         | 0,1296  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 0,0634  | 0,0035    | 0,0493 | 0,0004    | 0,2044  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,1105 | -         | 0,1200  | 0,0200    | 0,0888 | 0,0020    | 0,1091  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,0933  | 0,0094    | 0,0526 | 0,0006    | 0,6582  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,1010  | 0,0112    | 0,0690 | 0,0011    | 0,3325  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 0,0488  | 0,0006    | 0,0693 | 0,0076    | 0,0994  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,0320 | -         | 0,1178  | 0,0135    | 0,0508 | 0,0009    | 1,1103  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,0350 | -         | 0,0720  | -         | 0,0712 | 0,0062    | 0,0929  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,0510 | 0,0007    | 0,0425  | 0,0005    | 0,0300 | 0,0002    | 0,4602  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.23 Mercúrio Total

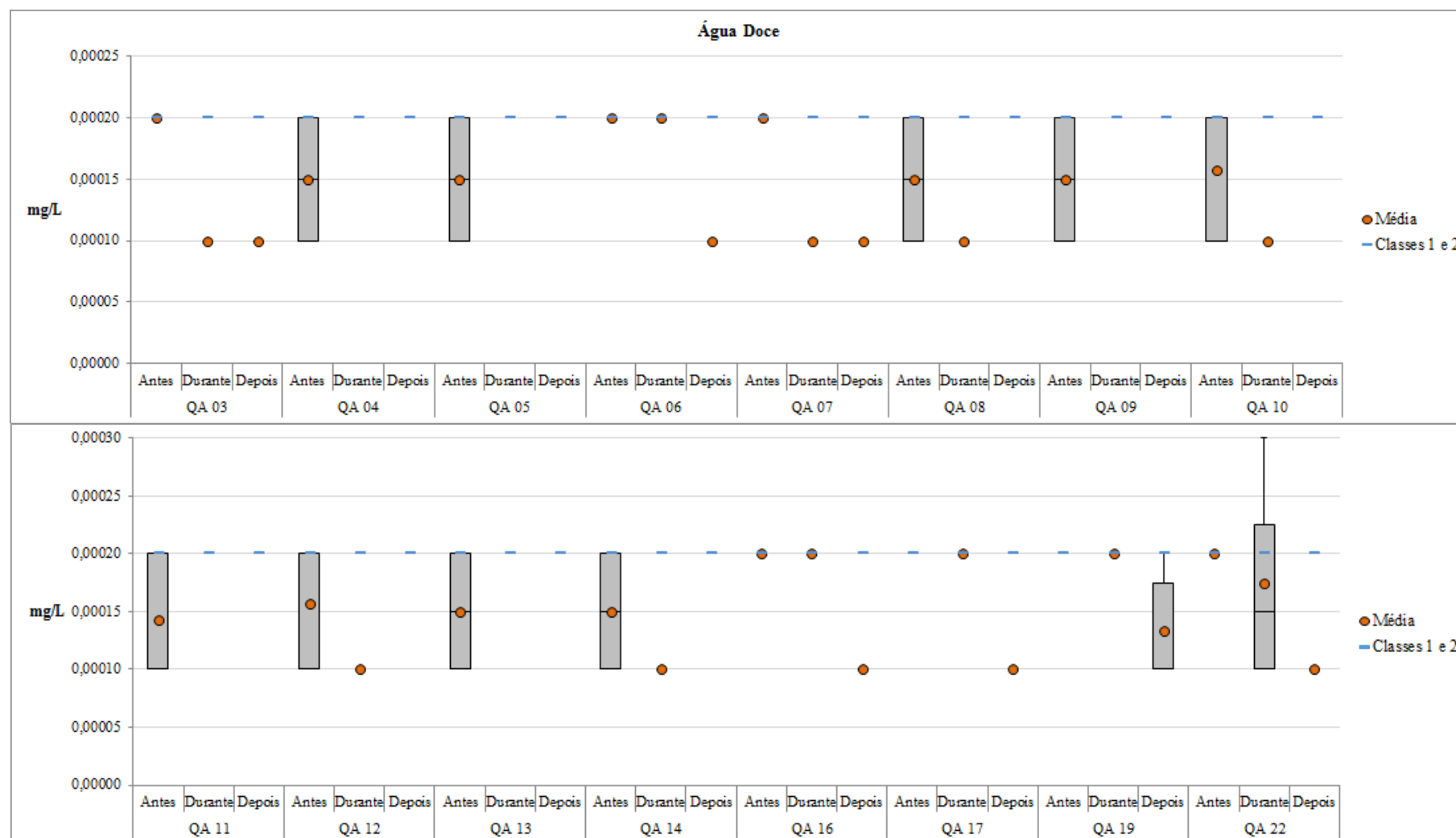
Conforme apresentado na Figura 56 e Figura 57, observa-se que a concentração de Hg permaneceu dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005 durante os três períodos em estudo em todos os corpos hídricos analisados, não sendo superior a 0,0002 mg/L, apesar da variação ocorrida. Sendo assim, foram classificados como Classe 1 e 2 todos rios de água doce, e Classe 1 todos os rios de água salobra.

Nos ecossistemas aquáticos, o mercúrio é encontrado na forma metálica, como Hg iônico, formando compostos organometálicos. O Hg inorgânico nesses ecossistemas é incorporado principalmente nos sedimentos devido sua alta afinidade com partículas (Le Roux, Tuner, Millward, Ebdon, & Appriou, 2001).

Através da análise de variância deste parâmetro com nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 51, onde mostra que a hipótese nula não foi aceita para: QA 03; QA 06; QA 07; QA 15; QA 16; QA 17 e QA 18. Nesses casos, a variação ocorreu devido a redução Hg na água, alterando de 0,0002 mg/L para 0,0001 mg/L, que apesar de significativa, esteve sempre abaixo dos valores limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005.



Figura 56 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Mercúrio.



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 57 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Mercúrio.**

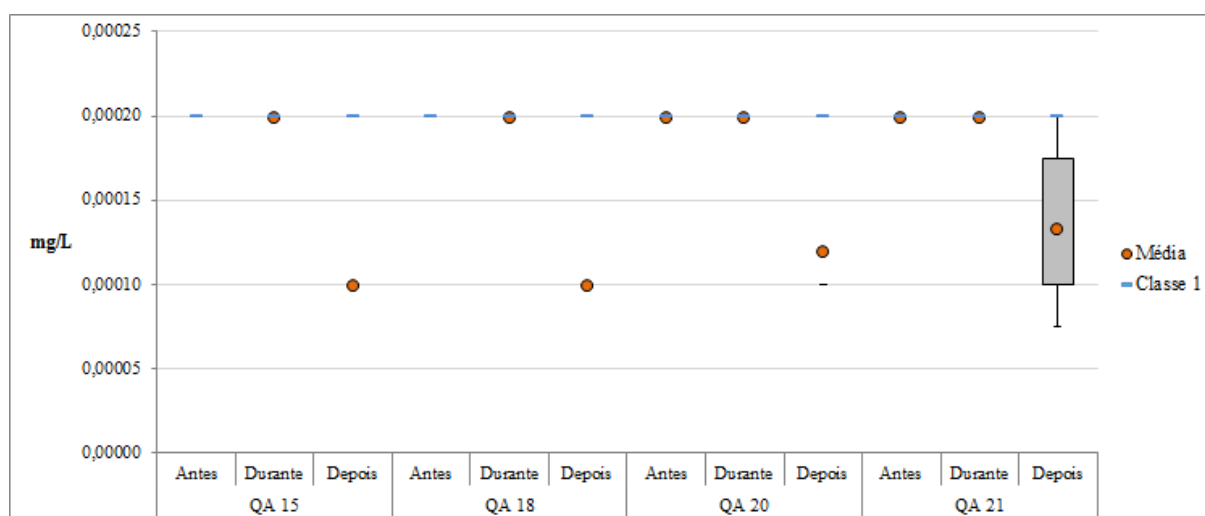


Tabela 51 - Análise de variância referente ao Mercúrio (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |             | DURANTE |             | DEPOIS |             | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-------------|---------|-------------|--------|-------------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA   | MÉDIA   | VARIÂNCIA   | MÉDIA  | VARIÂNCIA   | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,0002 | 0,000000000 | 0,0001  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 04            | 0,0002 | 0,000000003 | -       | -           | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,0002 | 0,000000003 | -       | -           | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,0002 | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 5,7861    | Rejeita H0     |
| QA 07            | 0,0002 | -           | 0,0001  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 6,9443    | Rejeita H0     |
| QA 08            | 0,0002 | 0,000000003 | 0,0001  | -           | -      | -           | 0,7143  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,0002 | 0,000000003 | -       | -           | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,0002 | 0,000000003 | 0,0001  | -           | -      | -           | 1,0000  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,0001 | 0,000000003 | -       | -           | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,0002 | 0,000000003 | 0,0001  | -           | -      | -           | 1,0000  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,0002 | 0,000000003 | -       | -           | -      | -           | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,0002 | 0,000000003 | 0,0001  | -           | -      | -           | 0,7143  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 16            | 0,0002 | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 6,9443    | Rejeita H0     |
| QA 17            | -      | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 18            | -      | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | -           | 65535   | 5,9874    | Rejeita H0     |
| QA 19            | -      | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | 0,000000003 | 3,0000  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,0002 | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | 0,000000002 | 3,7500  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,0002 | -           | 0,0002  | -           | 0,0001 | 0,000000003 | 1,2500  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,0002 | -           | 0,0002  | 0,000000009 | 0,0001 | -           | 1,0227  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.24 Zinco Total

A análise estatística mostrou que todos os corpos hídricos de água doce conseguiram atender os valores estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005 durante os três períodos em estudo, apesar de haver em alguns casos, mudança na classificação do corpo d'água durante o andamento da obra, conforme Figura 58 e Figura 59.

Para o QA 06 e o QA 14, a mudança na classificação ocorreu após o início das obras, onde passaram de Classe 3 ( $\leq 5$  mg/L) para Classes 1 e 2 ( $\leq 0,18$ mg/L). É importante mencionar que, em ambos os corpos d'água, houve apenas um monitoramento durante as obras, não havendo assim variação nesse período. No entanto, após a conclusão das obras, o QA 06 voltou a ser classificado como Classe 3, e o QA 14 não pode ser avaliado nesse período pelo fato de não ter suas obras concluídas.

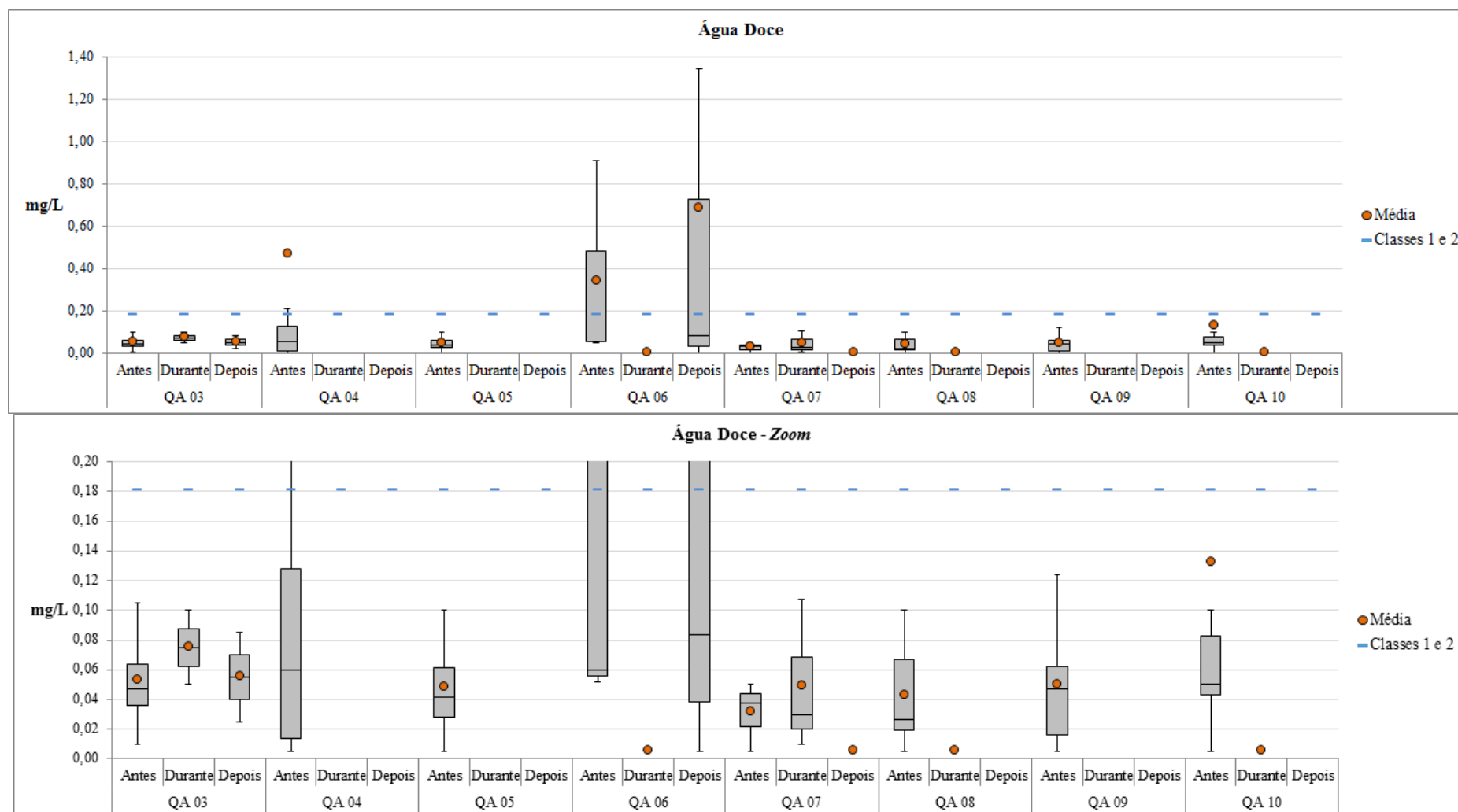
Destaca-se que nos rios de água doce que tiveram suas obras concluídas, apenas o QA 16 e o QA 17 tiveram aumento de concentração de Zn que provocou a mudança na sua classificação, indo para Classe 3. Os demais permaneceram na mesma classificação inicial.

Em relação aos rios de água salobra (Figura 60), durante as obras todos se classificaram como Classe 1 ( $\leq 0,09$  mg/L), no entanto, após a conclusão das obras esses rios não puderam mais ser classificados pelo fato de apresentar concentrações de Zn superiores ao estabelecido pela legislação.

O comportamento da classificação dos corpos hídricos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 está apresentado através da Figura 61 e da Tabela 52. O zinco é amplamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antropogênicos, destacando-se a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, produção de ferro e aço, efluentes domésticos (CETESB, 2006).

De acordo com a análise de variância realizada para o zinco, utilizando nível de confiança de 95% para cada corpo hídrico durante os três períodos de obra, conforme resultado apresentado na Tabela 53, não foram observadas variações significativas em sua concentração, e com isso a hipótese nula não foi rejeitada em nenhum corpo hídrico.

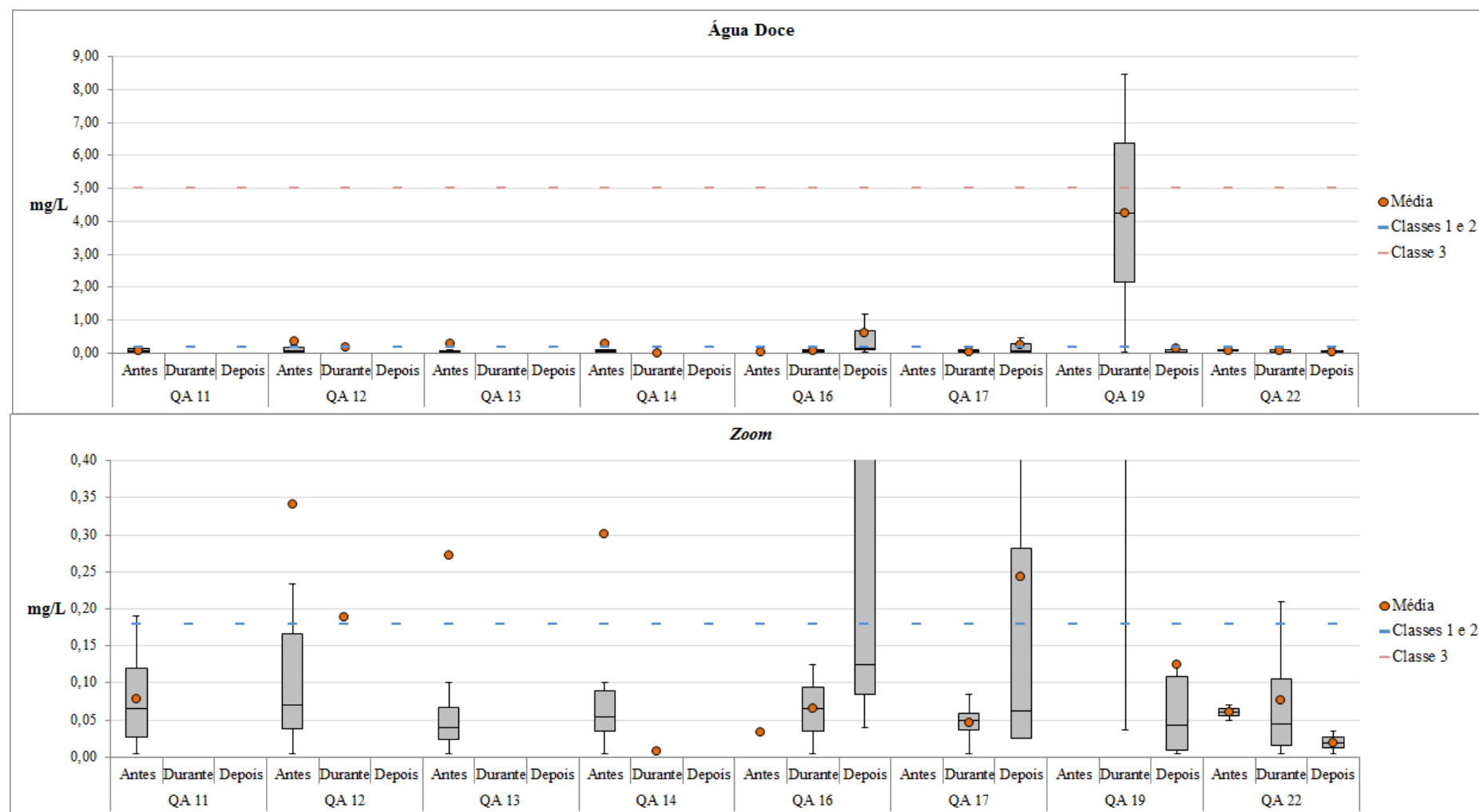
Figura 58 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Zinco (QA 03 ao QA 10).



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba.

Fonte: Autor, 2020.

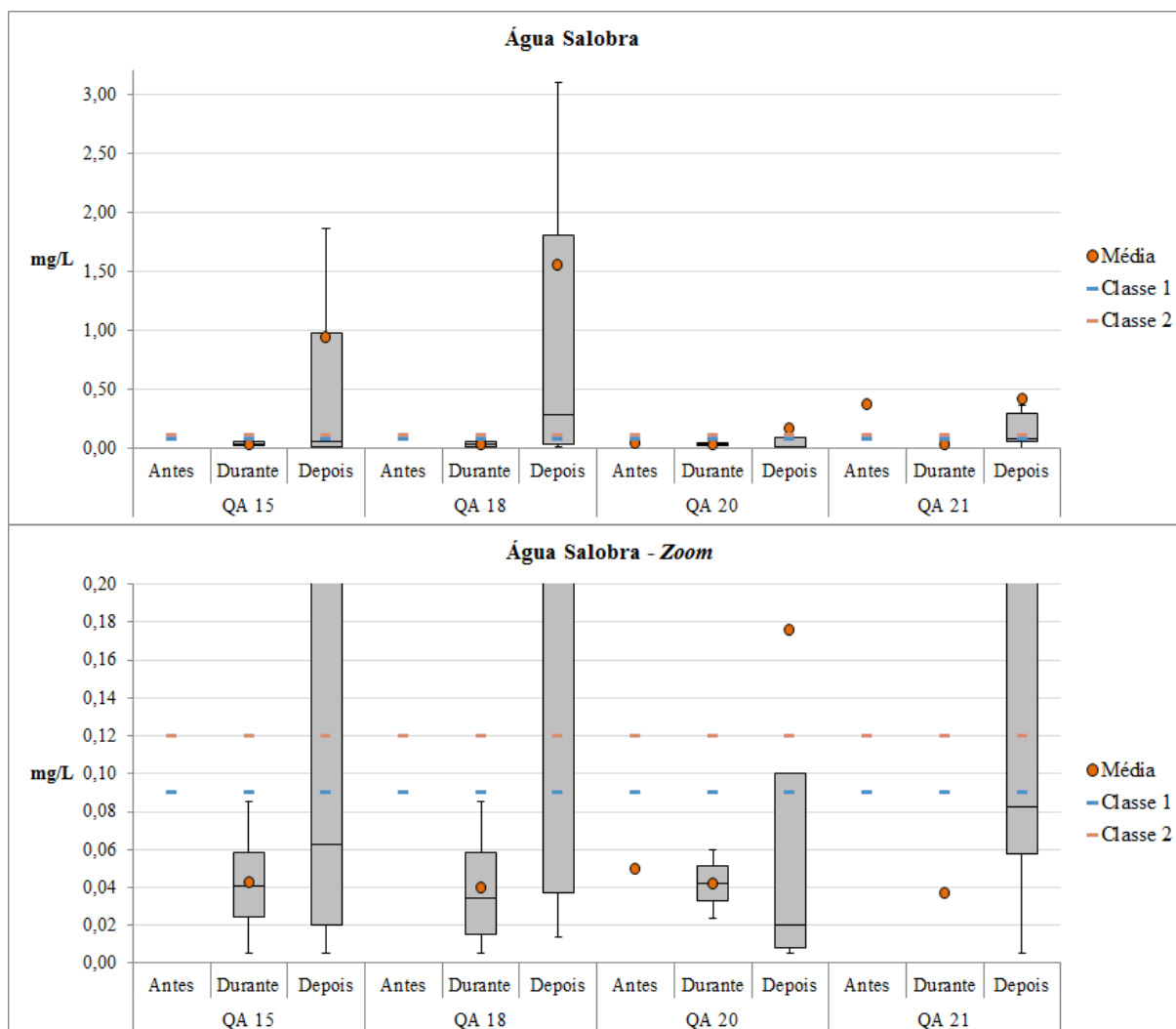
Figura 59 - Análise estatística dos rios de água doce monitorados em relação ao Zinco (QA 11 ao QA 22).



Legenda: QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

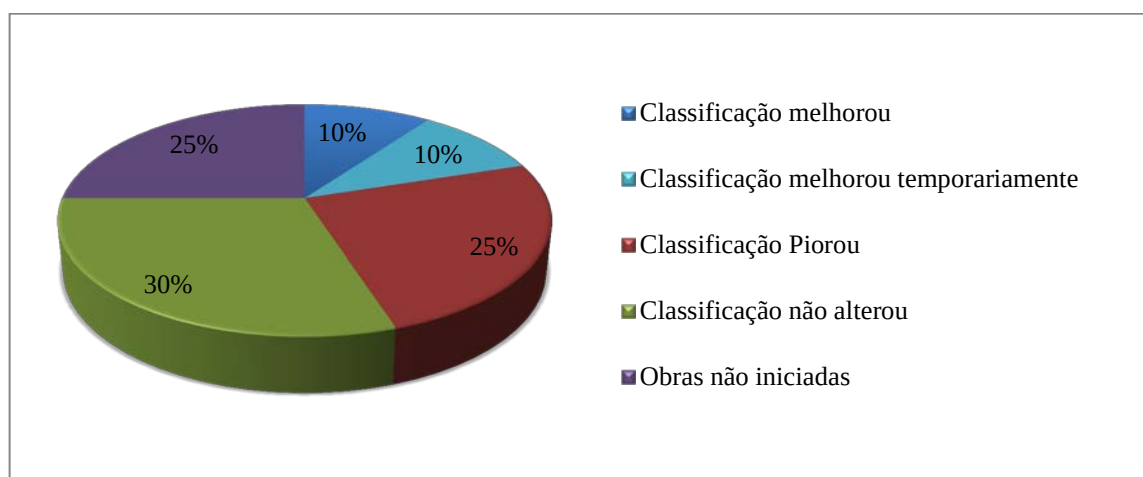
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 60 - Análise estatística dos rios de água salobra monitorados em relação ao Zinco.**



Legenda: QA 15-Rio Coruripe; QA 18-Rio Perucaba; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba;  
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 61- Situação da classificação dos corpos hídricos quanto a concentração de Zinco conforme a Resolução 357/2005.**



Fonte: Autor, 2020.

**Tabela 52- Classificação dos corpos hídricos para concentração de Zinco conforme Resolução CONAMA 357/2005.**

| Corpos Hídricos            |                | QA<br>03 | QA<br>04 | QA<br>05 | QA<br>06 | QA<br>07 | QA<br>08 | QA<br>09 | QA<br>10 | QA<br>11 | QA<br>12 |
|----------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Classes Conama<br>357/2005 | <b>Antes</b>   | 1        | 3        | 1        | 3        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1 e 2    | 3        |
|                            | <b>Durante</b> | 1        | -        | -        | 1        | 1        | 1        | -        | 1        | -        | 3        |
|                            | <b>Depois</b>  | 1        | -        | -        | 3        | 1        | -        | -        |          | -        | -        |
| Corpos Hídricos            |                | QA<br>13 | QA<br>14 | QA<br>15 | QA<br>16 | QA<br>17 | QA<br>18 | QA<br>19 | QA<br>20 | QA<br>21 | QA<br>22 |
| Classes Conama<br>357/2005 | <b>Antes</b>   | 3        | 3        | -        | 1 e 2    | -        | -        | -        | 1        | S/C      | 1 e 2    |
|                            | <b>Durante</b> | -        | 1 e 2    | 1        | 1 e 2    | 1 e 2    | 1        | 3        | 1        | 1        | 1 e 2    |
|                            | <b>Depois</b>  | -        | -        | S/C      | 3        | 3        | S/C      | 1 e 2    | S/C      | S/C      | 1 e 2    |

Fonte: Autor, 2020. \*S/C: Sem classificação



Tabela 53 - Análise de variância referente ao Zinco (mg/L).

| CORPO<br>HÍDRICO | ANTES  |           | DURANTE |           | DEPOIS |           | ANÁLISE |           | RESULTADO      |
|------------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|----------------|
|                  | MÉDIA  | VARIÂNCIA | MÉDIA   | VARIÂNCIA | MÉDIA  | VARIÂNCIA | F       | F crítico | Hipótese       |
| QA 03            | 0,0525 | 0,0015    | 0,0750  | 0,0013    | 0,0550 | 0,0018    | 0,232   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 04            | 0,4673 | 1,2917    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 05            | 0,0477 | 0,0012    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 06            | 0,3423 | 0,2460    | 0,0050  | -         | 0,6853 | 1,5792    | 0,215   | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 07            | 0,0310 | -         | 0,0490  | 0,0026    | 0,0050 | -         | 0,4852  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 08            | 0,0426 | 0,0015    | 0,0055  | -         | -      | -         | 0,8118  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 09            | 0,0498 | 0,0019    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 10            | 0,1322 | 0,0468    | 0,0050  | -         | -      | -         | 0,3026  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 11            | 0,0790 | 0,0046    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 12            | 0,3406 | 0,4784    | 0,1885  | -         | -      | -         | 0,0423  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 13            | 0,2718 | 0,4337    | -       | -         | -      | -         | -       | -         | -              |
| QA 14            | 0,3009 | 0,3836    | 0,0085  | -         | -      | -         | 0,1911  | 6,6079    | Não Rejeita H0 |
| QA 15            | -      | -         | 0,0428  | 0,0011    | 0,9419 | 3,2312    | 1,0004  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 16            | 0,0335 | -         | 0,0650  | 0,0072    | 0,6220 | 1,1087    | 0,3317  | 6,9443    | Não Rejeita H0 |
| QA 17            | -      | -         | 0,0470  | 0,0011    | 0,2438 | 0,1514    | 1,0155  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 18            | -      | -         | 0,0398  | 0,0013    | 1,5635 | 7,5497    | 1,2299  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 19            | -      | -         | 4,2555  | 35,6084   | 0,1243 | 0,0407    | 4,2892  | 5,9874    | Não Rejeita H0 |
| QA 20            | 0,0500 | -         | 0,0420  | 0,0006    | 0,1762 | 0,1037    | 0,1955  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 21            | 0,3800 | -         | 0,0375  | -         | 0,4230 | 0,5709    | 0,1117  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |
| QA 22            | 0,0600 | 0,0002    | 0,0763  | 0,0087    | 0,0198 | 0,0004    | 0,3979  | 5,7861    | Não Rejeita H0 |

Fonte: Autor, 2020.

### 5.25 IQA-NFS (CETESB)

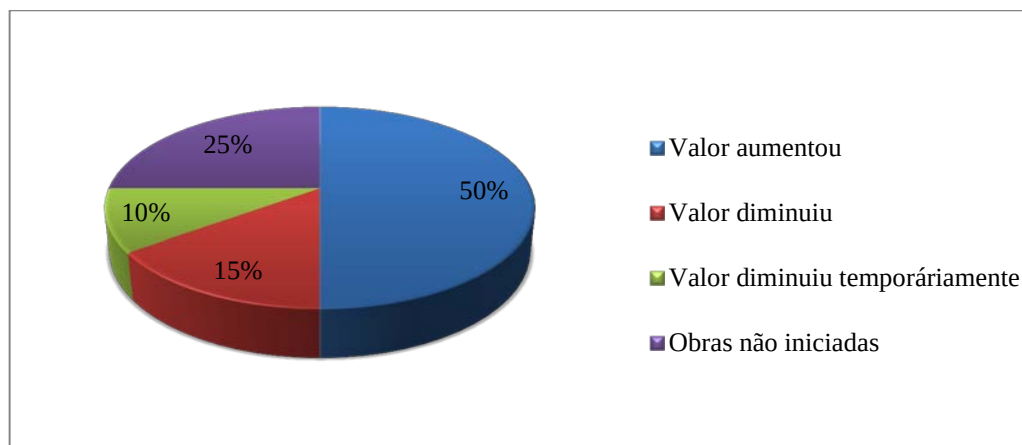
O Índice de Qualidade da Água foi calculado através dos dados obtidos nas campanhas do conjunto completo, que ocorreram entre os anos de 2011 e 2018, efetivamente nos meses de setembro. As campanhas de conjunto básico não contemplavam os parâmetros necessários para o cálculo deste índice. Com base nisso, o IQA foi avaliado para cada corpo hídrico levando em consideração a escala temporal da obra.

Conforme a análise estatística realizada com os valores do IQA obtidos para cada corpo hídrico, observou-se que a variação ocorrida nesses, oscilou entre 51 e 79, caracterizando a água como de boa qualidade, de acordo com a Figura 63.

Apenas três rios obtiveram valores do IQA acima de 79, classificando-os como de ótima qualidade, o QA 10 e o QA 14 (durante as obras), e o QA 22 (antes do início das obras). No entanto foram situações pontuais nos quais somente tinha sido realizada uma campanha.

Os resultados das análises mostraram que dos 11 corpos d'água que tiveram as obras concluídas em suas proximidades, 8 apresentaram melhora do IQA de 23,52% em média quando comparados a fase inicial (sem obras), porém não o suficiente para mudança de categoria conforme apresentado na Figura 62, Figura 63 e na Tabela 54. O aumento do oxigênio dissolvido, a redução da DBO e coliformes termotolerantes nos corpos hídricos, discutidos e abordados anteriormente, contribuíram significativamente para a melhoria deste índice, visto que possuem os maiores pesos para o cálculo desse índice. Pode-se dizer então que, o empreendimento impactou positivamente a qualidade desses corpos hídricos.

**Figura 62 – Comportamento dos valores do IQA em relação aos períodos analisados.**



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 54 – Valores do IQA para os corpos hídricos durante os períodos analisados.

| Tabela 34 – valores do IQA para os corpos hídricos durante os períodos analisados. |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Corpos Hídricos                                                                    |         | QA<br>03 | QA<br>04 | QA<br>05 | QA<br>06 | QA<br>07 | QA<br>08 | QA<br>09 | QA<br>10 | QA<br>11 | QA<br>12 |
| IQA (CETESB)                                                                       | Antes   | 59,49    | 67,69    | 60,15    | 58,40    | 56,72    | 65,28    | 71,23    | 67,33    | 67,51    | 64,45    |
|                                                                                    | Durante | 57,69    | -        | -        | 54,52    | 62,09    | 77,50    | -        | 84,60    | -        | 76,40    |
|                                                                                    | Depois  | 70,83    | -        | -        | 68,34    | 71,95    | -        | -        | -        | -        | -        |
| Corpos Hídricos                                                                    |         | QA<br>13 | QA<br>14 | QA<br>15 | QA<br>16 | QA<br>17 | QA<br>18 | QA<br>19 | QA<br>20 | QA<br>21 | QA<br>22 |
| IQA (CETESB)                                                                       | Antes   | 67,06    | 63,40    | -        | 53,00    | -        | -        | -        | -        | -        | 81,00    |
|                                                                                    | Durante | -        | 90,44    | 57,45    | 55,16    | 62,43    | 57,38    | 72,50    | 66,48    | 64,50    | 64,51    |
|                                                                                    | Depois  | -        | -        | 69,07    | 65,18    | 65,03    | 62,10    | 59,55    | 67,52    | 59,38    | 65,30    |

Fonte: Autor, 2020.

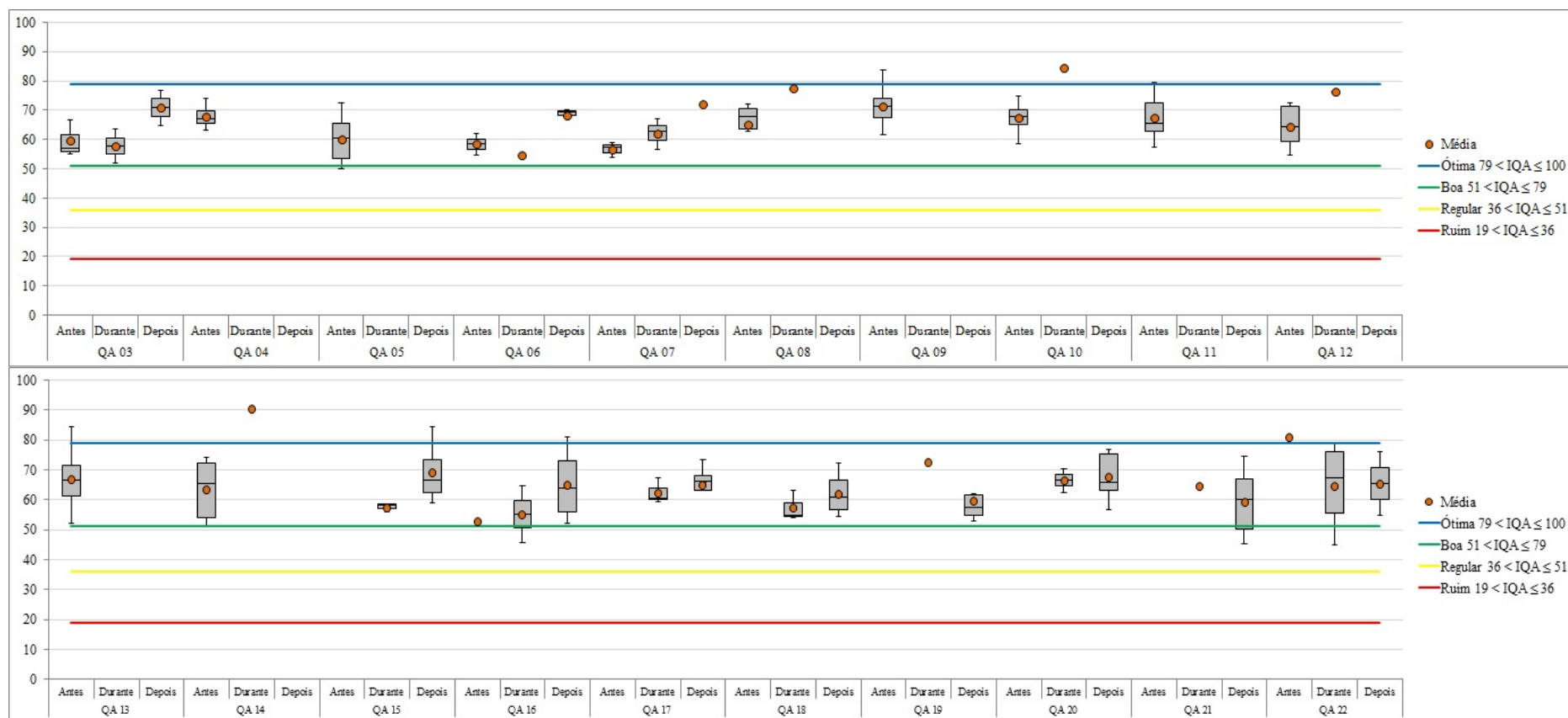
Santos et al. (2018) de avaliou o IQA de corpos hídricos presentes na Bacia Costeira do Sapucaia, localizada no estado de Sergipe, região que apresenta características semelhantes a Alagoas, e observou que 92,5% obtiveram valores entre 51 e 79, sendo classificados como boa qualidade, 5,0% com valores acima de 79 (ótima qualidade), e 2,5% valores que classificam a qualidade como regular. Ainda segundo o autor, os fatores que influenciaram para que a maioria dos corpos hídricos não atingissem a categoria de ótima qualidade foram o pH e a presença de coliformes termotolerantes.

Marques et al. (2011) em estudos semelhantes também no Estado de Sergipe, onde o IQA foi considerado bom na maioria dos corpos hídricos analisados, embora sejam encontradas evidências de contaminação por esgoto, conforme dados dos parâmetros coliformes termotolerantes, nitrogênio total e fósforo

Wanick et al. (2011) avaliou o IQA em corpos hídricos interceptados pela rodovia BR-163, e identificou variações na qualidade da água em decorrência do volume de precipitação ocorrido na região, e ainda que os valores obtidos de parâmetros como nitrogênio, fósforo, OD indicaram possíveis impactos antrópicos relacionados a expansão urbana.

Apesar das obras de adequação da capacidade rodoviária terem influenciado no aumento do valor do IQA na maioria dos corpos hídricos analisados, percebe-se que a origem dos impactos negativos que prejudicam os parâmetros de qualidade da água estão relacionados a fatores externos ao empreendimento, como lançamento inadequado de esgoto doméstico, dessedentação de animais e outras atividades desenvolvidas pela população ribeirinha.

**Figura 63 - Análise estatística dos corpos hídricos monitorados em relação ao IQA.**



Legenda: QA 03-Rio Jacuípe; QA 04-Rio Camaragibe; QA-05 Riacho Tabira; QA 06-Rio Camaragibe-Mirim; QA 07-Rio Mundaú; QA 08- Rio Uruba; QA09-Rio Satuba; QA 10-Rio Paraíba; QA 11-Rio Sumaúma; QA 12-Rio Varrela; QA 13-Rio São Miguel; QA 14-Rio Jequiá; QA 15-Rio Coruripe; QA 16-Rio Pau Ferro; QA 17-Rio Piauí; QA 18-Rio Perucaba; QA 19-Açude Campo Alegre; QA 20-Rio Boacica; QA 21-Rio Itiúba; QA 22-Rio São Francisco.

Fonte: Autor, 2020.

## 6 CONCLUSÕES

Este trabalho avaliou a variação temporal de 26 parâmetros relacionados à qualidade da água em 20 corpos hídricos interceptados por obra rodoviária no estado de Alagoas, onde a análise de variância mostrou alterações significativas nos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, DBO<sub>5</sub>, sólidos dissolvidos totais, pH, sólidos fixos, sólidos totais, coliformes termotolerantes, coliformes totais, clorofila *a*, nitrito, fósforo, ferro e mercúrio. No entanto, com exceção da DBO<sub>5</sub> para o QA 07, as alterações observadas não prejudicaram a classificação dos corpos hídricos segundo a Resolução Conama 357/2005. Pelo contrário, houve melhora na classificação de alguns rios, e outros permaneceram com a mesma classificação.

As melhorias identificadas nos parâmetros, de forma geral, devem-se ao maior controle das ações antrópicas exercidas no leito do rio, visto que devido ao acesso limitado da população local sobre esse durante as obras, o lançamento inadequado de esgoto doméstico, dessedentação de animais e outras atividades desenvolvidas pela população ribeirinha que provocam aumento de parâmetros como DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal entre outros, prejudicando a qualidade da água dos rios, diminuíram ou deixaram de existir naqueles locais.

Nos demais corpos hídricos, onde não foram observadas alterações significativas através da análise de variância, ainda assim houve mudanças favoráveis na classificação de alguns em relação a oxigênio dissolvido (QA 03 e QA 21), coliformes termotolerantes (QA 03, QA 07, QA 08, QA 10, QA 12, QA 14, QA 20 e QA 22), nitrito (QA 15 e QA 18), nitrogênio amoniacal (QA 15), fósforo (QA 06, QA 10, QA 12 e QA 19), manganês (QA 16) e zinco (QA 19).

Entretanto, também foram observadas mudanças desfavoráveis na classificação de alguns corpos hídricos em relação à DBO (QA 07, QA 08 e QA 17), nitrato (QA 18), nitrogênio amoniacal (QA 18 e QA 21) e zinco (QA 15, QA 16, QA 17, QA 18, QA 20 e QA 21). Destaca-se que todos os corpos hídricos de água salobra obtiveram aumento na concentração de zinco após as obras, e não puderam mais ser classificados à luz da Resolução Conama 357/2005. Porém não ficou evidenciado que esse aumento teve influência do empreendimento.

Para essas situações, acredita-se que fatores externos ao empreendimento como o cultivo da cana-de-açúcar, despejos industriais de usina sucroalcooleira, dessedentação de

animais e criação de gado bovino contribuíram para afetar a classificação desses corpos hídricos.

A análise do Índice de Qualidade da Água – IQA-NFS (CETESB) nos corpos hídricos interceptados pelo empreendimento em estudo, demonstrou que, em sua maioria, a água foi caracterizada como de boa qualidade, obtendo valores que oscilaram entre 51 e 79. Apenas três rios apresentaram IQA acima de 79 (ótima qualidade), o QA 10 e o QA 14 (durante as obras), e o QA 22 (antes do início das obras).

Os resultados dessa análise mostraram ainda que dos 11 corpos hídricos que tiveram suas obras concluídas, 8 obtiveram melhora do IQA quando comparados ao período anterior às obras, indicando assim, que o empreendimento impactou positivamente a qualidade dos cursos hídricos interceptados.

De maneira geral, a análise temporal dos parâmetros físico-químicos e exames microbiológicos obteve resultados satisfatórios em relação à qualidade da água com a instalação do empreendimento, conseguindo melhorar a classificação de diversos corpos hídricos que foram interceptados pelas obras. Acredita-se que tal fato se deve tanto pela presença de um gerenciamento ambiental efetivo na obra, realizando o controle e o monitoramento dos impactos ambientais causados pelas construtoras, quanto pela diminuição do acesso antrópico às margens desses rios.

Em relação ao objetivo principal deste estudo, foi possível avaliar a influência das obras de adequação da capacidade rodoviária da BR-101 em Alagoas na qualidade da água dos corpos hídricos presentes às margens da rodovia. No entanto, a melhora observada em boa parte dos parâmetros analisados, em especial aos coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e DBO<sub>5</sub>, favoreceu para o aumento no valor do Índice de Qualidade da Água – IQA, porém não foi suficiente para alterar sua classificação, sendo praticamente de boa qualidade em todos os períodos os corpos hídricos analisados, com ressalva para dois, que conseguiram atingir valores de ótima qualidade durante as obras.

Por fim, observou-se que os principais problemas ambientais identificados ao longo do empreendimento estão relacionados à fatores externos como a contaminação de origem fecal, basicamente devido à despejos de efluentes domésticos e industriais, além de atividades como dessedentação de animais.

## **7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Diante dos resultados alcançados no presente estudo, observa-se a necessidade de realização de trabalhos futuros com o fito de:

- Dar continuidade ao banco de dados de monitoramento dos parâmetros de qualidade de água dos corpos hídricos estudados;
- Avaliar o aumento da concentração de zinco ocorrido apenas em rios de água salobra após conclusão da obra;
- Avaliar a influência de empreendimentos similares na qualidade da água;

## REFERÊNCIAS

- ABBASI, T. e S. ABBASI. Water quality indices. Oxford, UK: **Elsevier**, 2012.
- AFFONSO, A. G., C. BARBOSA e E. M. L. M. NOVO. Water quality changes in floodplain lakes due to the Amazon River flood pulse: Lago Grande de Curuaí (Pará). São Carlos: **Brazilian Journal of Biology**, 2011.
- AKOTYON, I. S., et al. Determination of water quality index and suitability of urban river for municipal water supply in Lagos-Nigeria. **European Journal of Scientific Research**, 2011.
- ALAGOAS, Governo do Estado de Alagoas. Divisão de Planejamento em Recursos Hídricos por Regiões Hidrográficas. **Resolução CERH nº 002/2019**. 2019.
- . Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas. 2009.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Índice de qualidade das águas**. Brasília: ANA, SPR, 2015.
- . AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Panorama de qualidade das águas superficiais no Brasil** / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, 2005.
- ANDRADE, E. M. de, et al. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, 2007.
- ATP e Pesquisa Aplicada Ltda OIKOS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) das obras de adequação de capacidade da BR-101 AL/PE**. 2008.
- BARTHI, N. e D. KATYAL. Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. **International Journal of Earth Sciences and Engineering**, 2011.
- BESSEN, G. C., & HENKES, J. A. Supervisão e gerenciamento ambiental em obras rodoviárias: estudo de caso sobre a duplicação da BR-101 Sul. Florianópolis: **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 2012.
- BOESCH, D. F. Challenges and opportunities for science in reducing nutrient over-enrichment of coastal ecosystems. **Estuaries**. 2002.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Consórcio Skill Engenharia e Serviços Técnicos de Engenharia - **Relatório de Andamento 93 - Gestão Ambiental BR-101/NE** - Contrato PP-210/2011-00. Brasília, 2019.
- . Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual para atividades ambientais rodoviárias**. Rio de Janeiro: (IPR. Pub 730), 2006.
- . Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II. **Índice e indicadores de qualidade da água**: revisão de literatura. Recife, 2001.



—. Portaria Interministerial n° 273, de 03 de novembro de 2004. **Cria e estabelece diretrizes para o Programa Nacional de Regularização Ambiental de Rodovias Federais e dá outras providências.** Brasília: Diário Oficial da União, 2004.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1986.

—. Resolução n° 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.** Diário Oficial da União. Brasília, 1997.

—. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil n° 53, 18 mar. 2005, s.d.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n° 5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema único de Saúde.** Brasília, 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente e Ministério dos Transportes. **Portaria Interministerial MMA/MT n° 288/2013.** Brasília.: Diário Oficial da União, 2013.

BROWN, R. M., et al. **Water quality index-do we dare?** . WaterSew. Works, 1970.

CBHSF, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. **Caracterização da bacia hidrográfica do rio São Francisco.** Maceió: CGHSF, 2011, Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/a-bacia/#regioes>. Acesso em 18 fev. 2019. Maceió: CGHSF, 2011.

—. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025.** 2016.

CETESB, Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Parâmetros de qualidade.** Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/parametros.htm>>. Acesso em: 5 ago 2019. 2005.

—. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo, 2018.

—. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo.** São Paulo, 2006.

—. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo, 2017.

CHEN, Y. C., H. C. YEH e C. WEI. Estimation of river pollution index in a tidal stream using kriging analysis. **Int. J. Environ Res. Public Health**, 2012.

CHORUS, L. e J. BARTRAM. “Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences.” **Monitoring and a Management** (1999): 416.

COPPETEC. **Plano Executivo Ambiental - Obras de Adequação de Capacidade Rodoviária BR-101 NE - Trecho Sul AL/SE/BA (São Miguel dos Campos/AL ao Entroncamento com a Rodovia BR-324/BA)**. Rio de Janeiro: Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 2010.

—. **Plano Executivo Ambiental - Obras de Adequação de Capacidade Rodoviária BR-101 NE - Trecho Sul PE/AL (São Miguel dos Campos/AL a Palmares/PE)**. Rio de Janeiro: Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 2010.

COSTA, M. R. **O papel da supervisão ambiental e proposta de avaliação de desempenho ambiental em obras rodoviárias**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Mineral), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

COSTA, S., A. ALONSO e S. TOMIOKA. **Modernização Negociada: expansão viária e riscos ambientais no Brasil**. Brasília.: IBAMA, 2001.

ESTEVES, F. Fundamentos de limnologia. 3. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2011.

FIGUEIRÊDO, A. C. **Avaliação da qualidade da água do açude de Apipucos**, Recife-PE. Dissertação de Mestrado (Engenharia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2008.

FOGLIATTI, M. C., S. FILIPPO e B. GOUDARD. Avaliação de Impactos Ambientais - Aplicação aos Sistemas de Transportes. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2004.

FRANÇA. **Análise estatística multivariada dos dados de monitoramento de qualidade de água da bacia do alto iguaçu: uma ferramenta para a gestão de recursos hídricos**. Curitiba: Dissertação de Mestrado (Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Universidade Federal do Paraná., 2009.

GALLARDO, A. L. C. F. **Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da rodovia Imigrantes**. Tese de doutorado (Engenharia Mineral), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

GOMES, A. I., et al. Optimization of River Water Quality Surveyes by Multivariate Analysis of Physicochemical, Bacteriological and Ecotoxicological Data. **Water Resources Management**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11269-014-0547-9>>. Acesso em 19 dez. 2018, 2014.

JAFARABADI, A. RNJBAR, et al. Integrated river quality management by CCME WQI as n effective tool to characterize surface water source pollution (Case study: Karun River, Iran). **Pollution**, 2016.

KAMIMURA, K. H. Estruturas de Gestão Ambiental na Fase de Instalação de Empreendimentos de Infraestrutura: **Análise Comparativa em Casos de Obras Lineares**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2012.

Le Roux, S. M., Turner, A., Millward, G. E., Ebdo, L., & Appriou P. Partitioning of mercury onto suspended sediments in estuaries. **Journal of Environmental Monitoring**, 2001.

LEMOS, W. E. D. **Monitoramento e gestão da qualidade da água em reservatórios incorporando processos hidrodinâmicos e climáticos de regiões tropicais semiáridas.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água.** Campinas: **Átomo**, 2010.

LIRA, M. M. P. **Aspectos da gestão dos recursos hídricos na sub bacia do prata (Bonito/PE) - estudo de qualidade da água.** Dissertação de Mestrado (Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2000.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.** 2. ed. Belo Horizonte: CRQ/MG, 2003.

MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF, para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2006.

MAIA, L. M. S. BR 319: **Impacto da Estrada na Qualidade Ambiental nos Cursos D'água.** Lavras: Tese de Doutorado (Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras , 2012.

MARQUES, M. N., et al. **Water quality evaluation of the lower São Francisco river,** Sergipe, Brazil. Porto de Galinhas, 2011.

MEDEIROS, P. R. P. Influência da Agroindústria Canavieira na qualidade da água do rio Mundaú. **Boletim de Estudos de Ciência do Mar.** 1996.

NEVES, F. E. S. e J. A. HENKES. A Gestão Ambiental Aplicada na Implantação de Rodovias no Estado de Santa Catarina. Um Estudo de Caso de três Rodovias Catarinenses e a Implementação de um Plano de Proteção Ambiental ao Meio Socioeconômico. Florianópolis: **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 2013.

NOORI, R., et al. A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index. **Environmental Pollution** 244, 2018, pp. 3-4.

OIKOS, Pesquisa Aplicada Ltda. **Estudo de Impacto Ambiental das Obras de Adequação de Capacidade da BR-101/AL/SE/BA.** 2006.

PANAZZOLO, A. P. et al. **Gestão ambiental na construção de rodovias - O caso da BR-448 - Rodovia do Parque.** Bento Gonçalves: 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2012.

PARANÁ, (Estado) Secretaria dos Transportes. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias.** Curitiba, 2000.

PEIXE, C. R. S. **Águas pluviais para usos não potáveis em escolas municipais: estudo de caso na região da baixada de Jacarepaguá, RJ.** Dissertação de Mestrado (Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

PEREIRA, L.A. et al. **Aplicação da análise estatística multivariada para comparação entre os resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais**

**obtidos a montante e jusante das obras de implantação da BR-448/RS - Rodovia do Parque.** Porto Alegre: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015.

PIMENTA, A. P. O. P. et al. **Gestão para o Licenciamento Ambiental de Obras Rodoviárias: conceitos e procedimentos.** Curitiba: UFPR/ITTI, 2014.

PRAIA, R. S. et al. Caracterização física e química preliminar da água do Lago de Coari. In: Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Amazonas: **Anais... Amazonas:** UFAM, 2010.

ROMAN, M. **Avaliação de Impactos Ambientais de Rodovias: análise de projetos de ampliação da capacidade rodoviária e proposição de diretrizes para o licenciamento ambiental.** Dissertação de Mestrado (Geografia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

SAID, A., D. STEVENS e G. SEHLKE. An innovative index for evaluating water quality in streams. **Environ. Manage.**, 2004.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** Oficina de Textos. São Paulo, 2006.

SÁNCHEZ, L. E. e A. L. C. F. GALLARDO. On the successful implementation of mitigation measures. In ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, 24. Vancouver: **IAIA**, 2004.

SANTA CATARINA, (Estado). Secretaria de Estado da Infra-estrutura. **Instrução de serviço IS-05.** Estudo e projeto de meio ambiente. Florianópolis, 2004.

SANTINI, J. **Adaptação do Índice de Qualidade da Água (IQA) para Aplicação no Monitoramento de Recursos Hídricos em um Empreendimento Rodoviário.** Porto Alegre: Dissertação de Mestrado (Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SANTINI, J., et al. **Diagnóstico de qualidade da água através do índice de qualidade da água para licenciamento ambiental de um empreendimento rodoviário.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre, 2015.

SANTOS, H. J. **Análise do monitoramento da qualidade da água em uma obra rodoviária no estado do Mato Grosso.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental. Universidade Feevale. Novo Hamburgo, 2015.

SANTOS, R. C. L., et al. “Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe.” **Eng Sanit Ambient** (2018): 33-46.

SHYU, G., B. CHENG e W. FANG. The Effect of Developing a Tunnel across a Highway on the Water Quality in an Upstream Reservoir Watershed Area. A Case Study of the Hsuehshan Tunnel in Taiwan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 2012.

SILVA, A. C., SOUZA A. M. e I. S. DUTRA. “Ocorrência de algas cianofíticas em águas de dessedentação de bovinos criados extensivamente.” **Pesquisa Veterinária Brasileira** - SciELO (2014): 415-420.

VAN NIEKERK, H., M. J. SILBERBAUER e M. MALULEKE. Geographical differences in the relationship between total dissolved solids and electrical conductivity in South African rivers. **Water SA**, v. 40, n. 1, p.133-137, 2014.

VIEIRA, P. A. **Avaliação das condições de qualidade da água em tempo seco e durane eventos de chuvas em uma microbacia urbanizada no município de Belo Horizonte. . Belo Horizonte**: Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

WANICK, R. C., et al. **Avaliação do IQA como ferramenta de avaliação da qualidade de água nos corpos hídricos interceptados pela rodovia BR-163 (Guarantã do Norte-MT)**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Maceió (2011).

## **APÊNDICES**

### **APÊNDICE A – RESULTADOS DO HISTÓRICO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA.**

NITROGENIO AMONIAICAL TOTAL

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09 |         |        | QA 10  |         |        | QA 11 |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|         | 0,1    |         | 3,4    | 0,1    |         |        | 0,1    |         |        | 0,1    |         | 0,1    | 0,24   | 0,4     | 0,205  | 0,1    |         | 0,1    | 0,335 |         |        |        |         |        | 0,1   | 0,16    |        |       |  |  |
|         |        | 0,1     |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,65    | 0,1    | 0,115  |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | 0,1    |         | 0,205  | 0,1    |         |        | 0,1    |         |        | 0,19   |         |        | 0,25   |         | 0,1    |        | 0,15    |        | 0,1   |         |        | 0,15   |         |        |       | 0,1     |        |       |  |  |
|         |        | 0,215   |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,335  |        | 0,575   |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | 0,1    |         |        | 0,1    |         |        | 0,1    |         |        | 0,35   |         |        | 0,1    |         | 0,6    |        | 0,1     |        | 0,1   |         |        | 4,15   |         |        |       | 0,1     |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 3      | 3,4    |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | 1,1    |         |        | 0,85   |         |        | 0,5    |         |        |        |         |        | 0,7    |         | 0,1    |        | 0,4     |        | 1,15  |         |        | 0,95   |         |        |       | 1,5     |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        | 0,565   |        |        | 0,1     |        |        |         |        | 0,13   |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,63   |         |        | 0,735  |         |        |        |         |        |        |         | 0,425  |        | 0,635   |        | 0,1   |         |        | 0,15   |         |        |       | 0,145   |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 1,685  |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 3,4    |         |        | 3,25   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,13   |       | 0,1     |        | 0,5    |         |        |       | 0,1     |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,38   |         |        | 0,18   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,48    |        |       |         |        | 0,165  |         |        |       |         |        |       |  |  |
| Média   | 0,350  | 0,158   | 1,803  | 0,766  |         |        | 0,633  |         |        | 0,213  | 0,650   | 0,891  | 0,350  | 1,363   | 0,240  | 0,552  | 0,205   | 0,262  |       | 0,311   | 0,335  | 0,881  |         |        |       | 0,360   | 0,160  |       |  |  |
| Mediana | 0,100  | 0,158   | 1,803  | 0,473  |         |        | 0,140  |         |        | 0,190  | 0,650   | 0,233  | 0,250  | 0,575   | 0,240  | 0,413  | 0,205   | 0,140  |       | 0,100   | 0,335  | 0,165  |         |        |       | 0,100   | 0,160  |       |  |  |
| DP      | 0,500  | 0,081   | 2,259  | 1,101  |         |        | 1,084  |         |        | 0,127  |         | 1,410  | 0,312  | 1,779   |        | 0,589  |         | 0,212  |       | 0,403   |        | 1,474  |         |        |       | 0,521   |        |       |  |  |
| Máximo  | 1,100  | 0,215   | 3,400  | 3,400  |         |        | 3,250  |         |        | 0,350  | 0,650   | 3,000  | 0,700  | 3,400   | 0,240  | 1,685  | 0,205   | 0,635  |       | 1,150   | 0,335  | 4,150  |         |        |       | 1,500   | 0,160  |       |  |  |
| Mínimo  | 0,100  | 0,100   | 0,205  | 0,100  |         |        | 0,100  |         |        | 0,100  | 0,650   | 0,100  | 0,100  | 0,115   | 0,240  | 0,100  | 0,205   | 0,100  |       | 0,100   | 0,335  | 0,100  |         |        |       | 0,100   | 0,160  |       |  |  |
| C.V.    | 0,7000 | 1,9369  | 0,7978 | 0,6955 |         |        | 0,5843 |         |        | 1,6848 |         | 0,6322 | 1,1209 | 0,7665  |        | 0,9368 |         | 1,2357 |       | 0,7728  |        | 0,5977 |         |        |       | 0,6908  |        |       |  |  |

NITROGENIO AMONICAL TOTAL

|         | QA 13  |         |        | QA 14   |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21  |         |        | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 0,1    |         |        | 0,295   | 0,21    |        |        | 0,1     |        | 0,555  | 0,1     | 0,135  |        | 0,23    |        | 0,1    |         | 1,18   |        | 0,1     |        | 1,6    |         | 0,02   |        |         | 0,4    |        |         |        |
|         |        |         |        |         |         | 0,23   |        |         |        |        | 0,75    |        | 0,42   |         | 0,3    |        | 0,575   |        | 0,3    |         | 0,1    |        | 0,15    |        | 0,9    |         | 0,65   |        |         |        |
|         | 0,1    |         |        | 7,54    |         |        |        | 0,59    |        |        |         | 0,785  |        | 0,45    |        | 0,835  |         |        |        | 0,17    |        | 0,1    |         |        |        | 0,145   |        |        |         |        |
|         |        |         |        |         |         | 0,495  |        |         |        |        |         |        | 0,37   |         | 0,57   |        |         |        | 0,19   |         |        |        | 0,1     |        |        | 0,215   |        |        |         |        |
|         | 0,1    |         |        | 0,7     |         |        |        | 20,135  |        |        |         | 0,175  |        | 0,2     |        | 0,26   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |         |         | 0,195  |        |         |        |        |         |        | 0,7    |         | 0,35   |        |         |        |        |         | 0,36   |        |         |        | 0,285  |         | 0,26   |        |         |        |
|         | 0,9    |         |        | 0,215   |         |        |        | 2,25    |        |        |         | 0,185  |        | 0,25    |        | 0,505  |         |        |        |         |        | 0,39   |         |        | 0,33   |         |        |        |         |        |
|         | 0,135  |         |        |         |         | 0,485  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,24   |         |        |        | 0,215   |        |        | 2,52    |        |        |         |        |
|         | 0,285  |         |        |         |         | 0,135  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,41   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
| 1,9     |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,205  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
| Média   | 0,466  |         | 1,562  | 0,210   |         | 5,769  | 0,258  | 0,555   | 0,425  | 0,320  |         | 0,398  | 0,283  |         | 0,330  | 0,425  |         | 0,338  | 0,463  | 0,100   | 0,135  | 0,233  | 0,100   | 1,600  | 0,621  | 0,500   | 0,286  | 0,273  |         |        |
| Mediana | 0,170  |         | 0,390  | 0,210   |         | 1,420  | 0,213  | 0,555   | 0,425  | 0,180  |         | 0,395  | 0,240  |         | 0,325  | 0,383  |         | 0,338  | 0,355  | 0,100   | 0,135  | 0,215  | 0,100   | 1,600  | 0,308  | 0,500   | 0,238  | 0,273  |         |        |
| DP      | 0,639  |         | 2,936  | #DIV/0! |         | 9,622  | 0,166  |         | 0,460  | 0,311  |         | 0,246  | 0,114  |         | 0,193  | 0,320  |         | 0,336  | 0,365  |         | 0,049  | 0,138  |         |        | 0,936  | 0,566   | 0,264  | 0,180  |         |        |
| Máximo  | 1,900  |         | 7,540  | 0,210   |         | 20,135 | 0,495  | 0,555   | 0,750  | 0,785  |         | 0,700  | 0,450  |         | 0,570  | 0,835  |         | 0,575  | 1,180  | 0,100   | 0,170  | 0,390  | 0,100   | 1,600  | 2,520  | 0,900   | 0,650  | 0,400  |         |        |
| Mínimo  | 0,100  |         | 0,135  | 0,210   |         | 0,100  | 0,110  | 0,555   | 0,100  | 0,135  |         | 0,100  | 0,200  |         | 0,100  | 0,100  |         | 0,100  | 0,190  | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100   | 1,600  | 0,100  | 0,100   | 0,020  | 0,145  |         |        |
| C.V.    | 0,7288 |         | 0,5319 | #DIV/0! |         | 0,5996 | 1,5497 |         | 0,9247 | 1,0298 |         | 1,6171 | 2,4881 |         | 1,7094 | 1,3278 |         | 1,0048 | 1,2655 |         | 2,7274 | 1,6850 |         |        | 0,6636 | 0,8839  | 1,0846 | 1,5113 |         |        |



CLOROFILA-a

|  | QA 03   |         |        | QA 04   |         |        | QA 05   |         |        | QA 06  |         |        | QA 07   |         |        | QA 08   |         |        | QA 09   |         |        | QA 10   |         |        | QA 11  |         |        | QA 12   |         |        |
|--|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|
|  | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois |
|  | 0,00375 |         | 0,0001 | 0,006   |         |        | 0,00705 |         |        | 0,0048 |         | 0,0001 |         | 0,0001  | 0,0001 | 0,00345 |         |        | 0,00375 |         |        | 0,00375 | 0,0001  |        | 0,0001 |         |        | 0,006   | 0,0001  |        |
|  |         | 0,0001  |        |         |         |        |         |         |        |        | 0,0001  |        | 0,0001  |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  | 0,00315 |         | 0,0001 | 0,00355 |         |        | 0,00105 |         |        | 0,0031 |         |        | 0,00315 |         |        |         |         |        | 0,00345 |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001 |         |        | 0,00315 |         |        |
|  |         | 0,0001  |        |         |         |        |         |         |        |        |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001 |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001 |         |        | 0,0001  |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        |        |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001 |         |        | 0,0001  |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        | 0,0001 |         |        |         |         |        |
|  |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |

CLOROFILA-a

|         | QA 13   |         |        | QA 14   |         |        | QA 15   |         |        | QA 16  |         |        | QA 17   |         |        | QA 18   |         |        | QA 19  |         |         | QA 20   |         |        | QA 21  |         |        | QA 22  |        |  |
|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--|
|         | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois  | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |        |  |
|         | 0,00705 |         |        | 0,00355 | 0,0001  |        | 0,00375 |         |        | 0,0001 |         |        | 0,00475 |         |        | 0,00385 |         |        | 0,006  | 0,0001  |         | 0,00195 | 0,0001  |        | 0,0031 |         |        | 1,7    |        |  |
|         |         |         |        |         |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0033 | 0,0001  | 0,0001 |         | 0,0001  |        |         | 0,0001  | 0,0001 |        |         |         |         | 0,0001  |        | 0,0001 |         | 1      | 0,0001 | 0,0001 |  |
|         | 0,00355 |         |        | 0,0001  |         |        | 0,00345 |         |        |        | 0,0001  |        | 0,0001  |         |        | 0,00355 |         | 0,0013 | 0,0001 |         | 0,00055 | 0,0001  |         |        |        | 0,0001  |        |        | 0,0001 |  |
|         |         |         |        |         |         |        | 0,0001  |         |        |        |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        |         | 0,0001  |        |        |         |         |         | 0,0001  |        |        |         |        |        | 0,0001 |  |
|         | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        |        |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        | 0,0001  |         |        |        |         |         |         | 0,0001  |        |        |         |        |        | 0,0001 |  |
|         |         |         |        |         |         |        | 0,0001  |         |        |        |         | 0,0001 |         |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        |        |         |         |         | 0,0001  |        |        |         |        |        | 0,0001 |  |
|         | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        | 0,0001  |         |        |        |         | 0,0001 |         | 0,0001  |        | 0,0001  |         | 0,0001 |        |         |         |         |         | 0,0001 |        |         |        |        | 0,0001 |  |
|         |         |         |        |         |         |        | 0,0001  |         |        |        |         | 0,0001 |         |         |        |         | 0,0001  |        |        |         |         |         | 0,0001  |        |        |         |        |        | 0,0001 |  |
|         |         |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
| Média   | 0,0014  |         |        | 0,0007  | 0,0001  |        | 0,0019  | 0,0001  |        | 0,0033 | 0,0001  | 0,0001 | 0,0013  | 0,0001  |        | 0,0019  | 0,0001  |        | 0,0037 | 0,0001  | 0,0071  | 0,0013  | 0,0001  | 0,0048 | 0,0031 | 0,0001  | 0,5019 | 0,4251 | 0,0001 |  |
| Mediana | 0,0001  |         |        | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0018  | 0,0001  |        | 0,0033 | 0,0001  | 0,0001 | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0018  | 0,0001  |        | 0,0037 | 0,0001  | 0,0071  | 0,0013  | 0,0001  | 0,0048 | 0,0031 | 0,0001  | 0,5019 | 0,0001 | 0,0001 |  |
| DP      | 0,0026  |         |        | 0,0014  |         |        | 0,0020  | 0,0000  |        |        | 0,0000  | 0,0000 | 0,0023  | 0,0000  |        | 0,0021  | 0,0000  |        | 0,0033 | 0,0000  |         | 0,0010  | 0,0000  |        | 0,0000 | 0,0000  | 0,7045 | 0,8500 | 0,0000 |  |
| Máximo  | 0,0071  |         |        | 0,0036  | 0,0001  |        | 0,0038  | 0,0001  |        | 0,0033 | 0,0001  | 0,0001 | 0,0048  | 0,0001  |        | 0,0039  | 0,0001  |        | 0,0060 | 0,0001  | 0,0071  | 0,0020  | 0,0001  | 0,0048 | 0,0031 | 0,0001  | 1,0000 | 1,7000 | 0,0001 |  |
| Mínimo  | 0,0001  |         |        | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0033 | 0,0001  | 0,0001 | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0001  | 0,0001  |        | 0,0013 | 0,0001  | 0,0071  | 0,0006  | 0,0001  | 0,0048 | 0,0031 | 0,0001  | 0,0038 | 0,0001 | 0,0001 |  |
| C.V.    | 0,5421  |         |        | 0,4792  |         |        | 0,9138  |         |        |        |         |        | 0,5430  |         |        | 0,9126  |         |        | 1,0983 |         |         | 1,2627  |         |        | 0,7124 | 0,5001  |        |        |        |  |

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

|         | QA 03  |          |         | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|----------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante  | Depois  | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 12600  |          | 1045    | 2350   |         |        | 9150   |         |        | 3500   |         |        |        |         | 920    | 7300   | 445     |        | 16600  |         |        | 34000  | 155     |        |        |         |        | 6350   | 635     |        |
|         |        | 8800     |         |        |         |        |        |         |        |        |         | 118,5  |        | 450     |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 16000  |         |        | 920    |         |        |
|         | 16000  |          |         | 16000  |         |        | 16000  |         |        | 16000  | 16000   |        | 16000  |         |        | 1365   |         |        | 16000  |         |        | 9200   |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        | 8850     | 975     |        |         |        |        |         |        |        |         | 1260   |        | 1900    |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 9200   |        |         |        | 6350   |         |        |
|         | 35000  |          |         | 4450   |         |        | 5150   |         |        | 9750   |         |        | 12600  |         |        | 13150  |         |        | 2950   |         |        | 2020   |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |          |         |        |         |        |        |         |        |        |         | 935    |        | 16000   |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 12600  |        |         |        | 7300   |         |        |
|         | 1600   |          |         | 1600   |         |        | 1600   |         |        |        |         |        | 44500  |         |        | 945    |         |        | 12065  |         |        | 3600   |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |          |         |        |         |        |        |         |        |        |         | 390    |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 170    |        |         |        | 1250   |         |        |
|         |        |          |         | 126    |         |        | 295    |         |        |        |         |        |        |         |        | 1260   |         |        | 185    |         |        | 165    |         |        | 4835   |         |        | 855    |         |        |
|         |        |          |         | 920    |         |        | 4600   |         |        |        |         |        |        |         | 285    |        |         | 483,5  |        |         | 870    |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |          |         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 200    |         |        | 370    |         |        | 389    |         |        | 1789   |         |        |
|         |        |          |         | 1850   |         |        | 815    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 975    |        |         |        |        |         |        |
|         |        |          |         | 445    |         |        | 109,5  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 240    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
| Média   | 16300  | 8825     | 1010    | 3468   |         |        | 4715   |         |        | 9750   | 16000   | 676    | 24367  | 6117    | 920    | 4051   | 445     |        | 6090   |         |        | 7175   | 155     |        | 6310   |         |        | 3545   | 635     |        |
| Mediana | 14300  | 8825     | 1010    | 1725   |         |        | 3100   |         |        | 9750   | 16000   | 663    | 16000  | 1900    | 920    | 1313   | 445     |        | 1717   |         |        | 2020   | 155     |        | 4835   |         |        | 1789   | 635     |        |
| DP      | 13899  | 35       | 49      | 5240   |         |        | 5515   |         |        | 6250   | 16000   | 517    | 17519  | 8590    | 920    | 5142   |         |        | 7459   |         |        | 12235  |         |        | 6393   |         |        | 2953   |         |        |
| Máximo  | 35000  | 8850     | 1045    | 16000  |         |        | 16000  |         |        | 16000  | 16000   | 1260   | 44500  | 16000   | 920    | 13150  | 445     |        | 16600  |         |        | 34000  | 155     |        | 16000  |         |        | 7300   | 635     |        |
| Mínimo  | 1600   | 8800     | 975     | 126    |         |        | 110    |         |        | 3500   | 16000   | 119    | 12600  | 450     | 920    | 285    | 445     |        | 185    |         |        | 165    | 155     |        | 170    |         |        | 855    | 635     |        |
| C.V.    | 1,1727 | 249,6087 | 20,4051 | 0,6618 |         |        | 0,8550 |         |        | 1,5600 |         | 1,3082 | 1,3909 | 0,7121  |        | 0,7878 |         |        | 0,8165 |         |        | 0,5864 |         |        | 0,9870 |         |        | 1,2005 |         |        |

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16 |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21  |         |        | QA 22 |         |        |       |        |        |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |        |        |        |
|         | 22000  |         |        | 160    | 205     |        |       | 2000    |        |       | 5400    |        |        | 2300    |        |        | 13750   |        |        | 10700   |        |        | 5750    |        |        | 3500    |        |       | 2400    |        | 2650  |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 2800   |       | 16000   | 430    |        |         | 305    |        | 5615    |        |        |         | 2400   |        |         | 23     |        | 8650    |        | 1600  |         |        | 635   |        |        |        |
|         | 9200   |         |        | 12600  |         |        |       | 16000   |        |       | 7400    |        |        | 9200    |        |        | 16000   |        |        | 230     |        | 27850  |         |        |        |         | 10700  | 241   |         | 14450  |       |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 280    |       |         | 750    |        |         | 1670   |        | 9750    |        |        |         |        |        | 3500    |        | 170    |         |        | 310   |         |        | 28,5  |        |        |        |
|         | 3500   |         |        | 2550   |         |        |       | 9200    |        |       |         |        |        | 2950    |        |        | 2400    |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         | 100    |       |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 465    |       |         | 2100   |        |         | 595    |        | 1422,5  |        |        |         | 505    |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |        |        |        |
|         | 640    |         |        | 495    |         |        |       | 9750    |        |       |         |        |        | 5150    |        |        | 12600   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 1439  |         |        | 803,9 |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 855    |       |         | 109,5  |        |         | 483    |        | 540     |        |        |         | 1600   |        |         |        |        | 434     |        |       |         |        |       |        |        |        |
|         | 1245   |         |        | 855    |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 1600   |        |         |        |        |         |        | 7300  |         |        |       |        |        |        |
|         | 1600   |         |        | 279    |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 34    |         |        |       |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 9200   |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |        |        |        |
|         | 32,5   |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |        |        |        |
|         | 315    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |        |        |        |
| Média   | 4817   |         |        | 2823   | 205     |        |       | 9238    | 1100   |       | 16000   | 6400   | 847    |         | 4900   | 763    |         | 11188  | 4332   |         | 5465   | 7193   |         | 5750   | 1762   | 2362    |        | 3500  | 1600    | 3697   |       | 1446   | 5118   | 332    |
| Mediana | 1423   |         |        | 675    | 205     |        |       | 9475    | 660    |       | 16000   | 6400   | 590    |         | 4050   | 539    |         | 13175  | 3519   |         | 5465   | 2000   |         | 5750   | 1762   | 434     |        | 3500  | 1600    | 1920   |       | 1446   | 804    | 332    |
| DP      | 7558   |         |        | 4869   |         |        |       | 5726    | 1158   |       |         | 1414   | 875    |         | 3115   | 616    |         | 6026   | 4237   |         | 7403   | 10592  |         |        | 2459   | 3610    |        |       |         | 4329   |       | 1703   | 8089   | 429    |
| Máximo  | 22000  |         |        | 12600  | 205     |        |       | 16000   | 2800   |       | 16000   | 7400   | 2100   |         | 9200   | 1670   |         | 16000  | 9750   |         | 10700  | 27850  |         | 5750   | 3500   | 8650    |        | 3500  | 1600    | 10700  |       | 2650   | 14450  | 635    |
| Mínimo  | 33     |         |        | 160    | 205     |        |       | 2000    | 280    |       | 16000   | 5400   | 110    |         | 2300   | 305    |         | 2400   | 540    |         | 230    | 505    |         | 5750   | 23     | 170     |        | 3500  | 1600    | 34     |       | 241    | 100    | 29     |
| C.V.    | 0,6372 |         |        | 0,5799 |         |        |       | 1,6131  | 0,9496 |       |         | 4,5255 | 0,9684 |         | 1,5729 | 1,2387 |         | 1,8565 | 1,0225 |         | 0,7382 | 0,6790 |         |        | 0,7165 | 0,6543  |        |       |         | 0,8541 |       | 0,8486 | 0,6327 | 0,7736 |

COLIFORMES TOTAIS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06 |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         |        |         | 2200   |        |         |        |        |         |        |       |         | 16000  |        |         | 920    |        |         | 445    |        |         |        |        |         | 155    |        |         |        |        |         | 635    |
|         |        | 16000   |        |        |         | 16000  |        |         |        |       |         |        |        | 17780   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         | 975    |        |         |        |        |         |        |       | 16000   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        | 22000   |        |        |         | 1600   |        |         | 316000 |       |         |        |        | 5400    |        |        | 92000   |        |        | 92000   |        |        |         |        |        |         | 18500  |        |         | 54000  |
|         | 9200   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         | 73000  |        | 24000   |        |        | 14450   |        |        | 17565   |        |        | 9400    |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         | 159,5  |        |         | 1600   |       |         |        |        | 16000   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 16000   |        |        |         | 31600  |
|         | 1600   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        | 44500   |        |        | 11950   |        |        | 6905    |        |        |         |        |        |         | 4190   |        |         | 2710   |
|         |        |         |        |        |         | 1600   |        |         | 2210   |       |         |        |        |         |        |        | 1260    |        |        | 1600    |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         | 5450   |        |         | 4600   |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 7350   |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        | 1805    |        |        | 250     |        |        |         |        |        | 8235    |        |        |         | 1600   |
|         |        |         |        |        |         | 445    |        |         | 1095   |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 1450   |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 16000  |        |         | 2600   |        |         | 10700  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         | 109,5  |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 240     |        |        |         |        |        |         | 975    |        |         |        |
| Média   | 5400   | 19000   | 1588   | 4209   |         |        | 54269  |         |        | 73000 | 16000   | 5584   | 34250  | 13060   | 920    | 24293  | 445     |        | 19760  |         |        | 7560   | 155     |        | 8417   |         |        | 20122  | 635     |        |
| Mediana | 5400   | 19000   | 1588   | 1600   |         |        | 1905   |         |        | 73000 | 16000   | 2973   | 34250  | 16000   | 920    | 11950  | 445     |        | 4253   |         |        | 7350   | 155     |        | 6213   |         |        | 10700  | 635     |        |
| DP      | 5374   | 4243    | 866    | 6079   |         |        | 128230 |         |        |       |         | 7187   | 14496  | 6693    |        | 38307  |         |        | 36000  |         |        | 5650   |         |        | 7298   |         |        | 22441  |         |        |
| Máximo  | 9200   | 22000   | 2200   | 16000  |         |        | 316000 |         |        | 73000 | 16000   | 16000  | 44500  | 17780   | 920    | 92000  | 445     |        | 92000  |         |        | 16000  | 155     |        | 18500  |         |        | 54000  | 635     |        |
| Mínimo  | 1600   | 16000   | 975    | 160    |         |        | 110    |         |        | 73000 | 16000   | 390    | 24000  | 5400    | 920    | 1260   | 445     |        | 240    |         |        | 1450   | 155     |        | 975    |         |        | 1600   | 635     |        |
| C.V.    | 1,0048 | 4,4783  | 1,8327 | 0,6924 |         |        | 0,4232 |         |        |       |         | 0,7769 | 2,3628 | 1,9512  |        | 0,6342 |         |        | 0,5489 |         |        | 1,3381 |         |        | 1,1533 |         |        | 0,8966 |         |        |

COLIFORMES TOTAIS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16   |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21  |         |        | QA 22  |        |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |        |  |
|         |        |         |        |        | 205     |        |        |         |        | 8150    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         | 3400    |        |        | 1050    |        |        | 9350    |        |        | 3600    |        |        |         |        | 10700  |         | 0      |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         | 9200   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 8650    |        |        | 10700   | 660    |        |        |  |
|         |        |         |        |        | 12600   |        |        |         |        |         | 7300    |        |        |         |        |        |         |        |        | 28400   |        |        |         |        |        |         | 14450  |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         | 14700  |        | 920     |        |        | 9750    |        |        |         |        | 2800   |         | 750    |        |         |        | 28,5   |        |  |
| 47150   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 7300    |        |        | 10700   |        |        | 8200    |        |        |         |        | 745    |         |        | 385    |        |  |
|         |        |         |        |        | 16000   |        |        | 5615    |        |         |         |        | 2100   |         | 1700   |        |         | 10150  |        |         |        |        |         | 5400   |        |         |        |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 9400    |        |        |        |  |
| 1045    |        |         |        |        | 4200    |        |        | 9750    |        |         |         |        |        | 2600    |        |        | 12600   |        |        | 1600    |        |        |         |        |        |         | 865    |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         | 109,5  |        | 483     |        |        | 540     |        |        |         |        |        |         | 1315   |        |         |        |        |        |  |
| 6895    |        |         |        |        | 5400    |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 1600    |        |        |         |        |        | 10700   |        |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 355    |        |         |        |        |        |  |
| 1600    |        |         |        |        | 1700    |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 16000   |        |        |         |        |        | 34      |        |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |        |  |
| 4665    |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |        |  |
| 315     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |        |  |
| Média   | 10278  |         |        | 7980   | 205     |        | 7683   | 3318    |        | 7725    | 5077    |        | 4950   | 1038    |        | 11650  | 7448    |        | 9900   |         | 2800   | 3294   |         |        | 7047   |         |        | 3925   | 344    |  |
| Mediana | 3133   |         |        | 5400   | 205     |        | 7683   | 1703    |        | 7725    | 2750    |        | 4950   | 985     |        | 11650  | 9550    |        | 5900   |         | 2800   | 1315   |         |        | 10050  |         |        | 625    | 344    |  |
| DP      | 18234  |         |        | 6043   |         |        | 2924   | 4012    |        | 601     | 6556    |        | 3323   | 503     |        | 1344   | 4617    |        | 10581  |         |        |        |         |        | 5186   |         |        | 7026   | 447    |  |
| Máximo  | 47150  |         |        | 16000  | 205     |        | 9750   | 9200    |        | 8150    | 14700   |        | 7300   | 1700    |        | 12600  | 10150   |        | 28400  |         | 2800   | 8650   |         |        | 10700  |         |        | 14450  | 660    |  |
| Mínimo  | 315    |         |        | 1700   | 205     |        | 5615   | 665     |        | 7300    | 110     |        | 2600   | 483     |        | 10700  | 540     |        | 1600   |         | 2800   | 355    |         |        | 34     |         |        | 0      | 29     |  |
| C.V.    | 0,5637 |         |        | 1,3206 |         |        | 2,6275 | 0,8269  |        | 12,8527 | 0,7744  |        | 1,4894 | 2,0623  |        | 8,6714 | 1,6132  |        | 0,9356 |         |        | 0,9123 |         |        | 1,3588 |         |        | 0,5587 | 0,7709 |  |

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11 |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 94,5   | 90      | 126    | 107    |         |        | 92     |         |        | 110,5  | 47      | 29     | 118    | 151,5   |        | 92,75  | 172     |        | 107    |         |        | 229,5  | 253,5   |        |       |         |        | 112,5  | 134     |        |
|         | 158    | 95,5    | 77,5   | 137,55 |         |        | 52,3   |         |        | 69,8   | 47,5    | 52,5   | 476    | 120,5   | 240    | 67     | 363     |        | 137,55 |         |        | 179,6  | 355,5   |        |       | 67,05   |        | 28,9   | 238     |        |
|         | 109    | 95,5    | 91     | 67,5   |         |        | 55,65  |         |        | 72,45  | 42,5    | 56,5   | 153,8  | 118     | 444,5  | 139,5  |         |        | 67,5   |         |        | 194,6  |         |        |       | 71,8    |        | 116,2  |         |        |
|         | 110    | 133     | 79,5   | 57,3   |         |        | 57,3   |         |        | 68,7   | 22      | 59,5   | 152,05 | 135     |        | 164,5  |         |        | 57,3   |         |        | 206,5  |         |        |       | 82,55   |        | 103,85 |         |        |
|         | 75     | 82,5    | 92     | 22     |         |        | 17     |         |        | 33     | 32      | 48,5   | 135    | 138     |        | 82     |         |        | 22     |         |        | 191    |         |        |       | 34      |        | 68     |         |        |
|         | 116,5  | 94      | 169,5  | 37     |         |        | 33,5   |         |        | 48     |         | 60     | 168,5  | 107,5   |        | 98     |         |        | 37     |         |        | 162,5  |         |        |       | 43,5    |        | 82,5   |         |        |
|         | 111,5  | 129,5   | 333    | 43     |         |        | 44     |         |        | 62     |         | 81     | 195,5  | 195,5   |        | 124    |         |        | 43     |         |        | 243,5  |         |        |       | 53      |        | 119    |         |        |
|         | 66,5   | 168,5   |        | 19     |         |        | 15,5   |         |        | 36     |         | 68     | 161    | 179     |        | 92,5   |         |        | 19     |         |        | 224,5  |         |        |       | 35      |        | 98,5   |         |        |
|         | 84     | 137,5   |        | 22     |         |        | 21     |         |        | 38,5   |         | 69,5   | 187,5  | 178     |        | 98     |         |        | 22     |         |        | 233,5  |         |        |       | 43      |        | 91,5   |         |        |
|         | 112    |         |        | 24     |         |        | 25     |         |        |        |         | 56,5   | 160    | 238,5   |        | 68     |         |        | 24     |         |        | 178,5  |         |        |       | 44      |        | 99     |         |        |
|         | 129,5  |         |        | 31,5   |         |        | 32,5   |         |        |        |         | 44     | 183,5  | 67,5    |        | 84,5   |         |        | 31,5   |         |        | 160    |         |        |       | 46      |        | 105    |         |        |
|         | 104,5  |         |        | 25     |         |        | 23     |         |        |        |         | 53     | 222    | 121     |        | 79     |         |        | 25     |         |        | 252,5  |         |        |       | 46,5    |        | 102,5  |         |        |
|         | 60     |         |        | 9      |         |        | 7      |         |        |        |         | 37,5   | 152,5  | 131     |        | 97,5   |         |        | 9      |         |        | 203    |         |        |       | 33      |        | 75     |         |        |
|         | 63,5   |         |        | 21,5   |         |        | 13     |         |        |        |         | 56     | 152    |         |        | 90,5   |         |        | 21,5   |         |        | 381    |         |        |       | 38,5    |        | 87     |         |        |
|         |        |         |        | 16,5   |         |        | 11,5   |         |        |        |         | 108,5  |        |         |        | 151    |         |        | 16,5   |         |        | 170    |         |        |       | 37      |        | 79     |         |        |
|         |        |         |        | 47     |         |        | 60,5   |         |        |        |         | 207    |        |         |        | 143    |         |        | 47     |         |        | 166    |         |        |       | 59      |        | 91,5   |         |        |
|         |        |         |        | 42,5   |         |        | 33,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 115,5  |         |        | 42,5   |         |        | 190    |         |        |       | 51      |        | 86,5   |         |        |
|         |        |         |        | 46     |         |        | 42     |         |        |        |         |        |        |         |        | 135    |         |        | 46     |         |        | 129,5  |         |        |       | 49      |        | 88,5   |         |        |
|         |        |         |        | 42     |         |        | 35,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 187,5  |         |        | 42     |         |        | 163,5  |         |        |       | 47      |        | 68,5   |         |        |
|         |        |         |        | 33,5   |         |        | 34,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 162,5  |         |        | 33,5   |         |        | 100,5  |         |        |       | 27      |        | 110    |         |        |
|         |        |         |        | 63     |         |        | 60,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 131    |         |        | 63     |         |        | 208,5  |         |        |       | 80,5    |        | 138    |         |        |
|         |        |         |        | 57,5   |         |        | 50,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 83,5   |         |        | 57,5   |         |        | 157,5  |         |        |       | 86      |        | 92,5   |         |        |
|         |        |         |        | 59,5   |         |        | 53,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 122,5  |         |        | 59,5   |         |        | 131    |         |        |       | 61,5    |        | 98     |         |        |
|         |        |         |        | 46     |         |        | 40,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 90,5   |         |        | 46     |         |        | 233    |         |        |       | 65,5    |        | 109    |         |        |
|         |        |         |        | 39     |         |        | 38     |         |        |        |         |        |        |         |        | 133    |         |        | 39     |         |        | 169    |         |        |       | 53,5    |        | 83     |         |        |
|         |        |         |        | 45,5   |         |        | 42     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 45,5   |         |        | 131,5  |         |        |       | 57,5    |        | 89,5   |         |        |
|         |        |         |        | 30     |         |        | 25     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 30     |         |        | 133,5  |         |        |       | 29,5    |        | 76     |         |        |
|         |        |         |        | 63     |         |        | 39     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 63     |         |        | 141,5  |         |        |       | 67      |        | 122    |         |        |
|         |        |         |        | 98,5   |         |        | 94,5   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 98,5   |         |        |        |         |        |       | 194,5   |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 203,5  |         |        | 135    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 203,5  |         |        |        |         |        |       | 174,5   |        |        |         |        |
| Média   | 99,61  | 114,00  | 138,36 | 51,88  |         |        | 42,83  |         |        | 59,88  | 38,20   | 67,94  | 192,26 | 142,12  | 278,67 | 113,31 | 267,50  |        | 51,88  |         |        | 188,04 | 304,50  |        |       | 61,31   |        | 93,62  | 186,00  |        |
| Mediana | 106,75 | 95,50   | 92,00  | 42,75  |         |        | 38,50  |         |        | 62,00  | 42,50   | 56,50  | 161,00 | 131,00  | 240,00 | 98,00  | 267,50  |        | 42,75  |         |        | 179,05 | 304,50  |        |       | 51,00   |        | 92,00  | 186,00  |        |
| DP      | 27,66  | 29,10   | 91,80  | 40,06  |         |        | 27,14  |         |        | 24,47  | 10,99   | 41,27  | 88,35  | 44,55   | 150,28 | 32,66  | 135,06  |        | 40,06  |         |        | 54,31  | 72,12   |        |       | 37,67   |        | 21,00  | 73,54   |        |
| Máximo  | 158,00 | 168,50  | 333,00 | 203,50 |         |        | 135,00 |         |        | 110,50 | 47,50   | 207,00 | 476,00 | 238,50  | 444,50 | 187,50 | 363,00  |        | 203,50 |         |        | 381,00 | 355,50  |        |       | 194,50  |        | 138,00 | 238,00  |        |
| Mínimo  | 60,00  | 82,50   | 77,50  | 9,00   |         |        | 7,00   |         |        | 33,00  | 22,00   | 29,00  | 135,00 | 67,50   | 151,50 | 67,00  | 172,00  |        | 9,00   |         |        | 100,50 | 253,50  |        |       | 27,00   |        | 28,90  | 134,00  |        |
| C.V.    | 0,2777 | 0,2553  | 0,6635 | 0,7723 |         |        | 0,6339 |         |        | 0,4087 | 0,2877  | 0,6075 | 0,4595 | 0,3135  | 0,5393 | 0,2882 | 0,5049  |        | 0,7723 |         |        | 0,2888 | 0,2369  |        |       | 0,6144  |        | 0,2243 | 0,3954  |        |

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

|         | QA 13  |         |        | QA 14   |         |        | QA 15   |         |        | QA 16  |         |         | QA 17  |         |        | QA 18   |         |        | QA 19  |         |        | QA 20   |         |         | QA 21  |         |         | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois |
|         | 210    |         |        | 238,5   | 281,5   |        | 1393    | 1351,5  |        | 331    | 510,5   | 415,5   | 131,45 | 512     |        | 2050    | 2561,5  |        | 374,5  | 797,5   |        | 1696,5  | 2215    | 1602,5  |        | 1395    | 2171,5  | 116,5  | 50,5    | 74,5   |
|         | 73,85  |         |        | 213     | 363,5   |        | 727     | 1224,5  |        | 452    | 441     | 383     | 372    | 633,5   |        | 196,3   | 1492,5  |        | 384    | 761,5   |        | 1697,5  | 2570    | 1202    | 269,5  | 1498,5  | 2032,5  | 66,1   | 36,5    | 74,5   |
|         | 214    |         |        | 248,5   | 504,5   |        | 900     | 192     |        | 332    | 476,5   | 334,5   | 450,5  | 532     |        | 2470    | 2264,5  |        | 439    | 613     |        |         | 2290    | 4323,5  |        | 1769    | 2043,5  | 61,2   | 33,5    | 224,5  |
|         | 241,5  |         |        | 254,5   |         |        | 1462    | 455     |        | 403    | 617,5   | 358,5   | 627    | 576,5   |        | 1881    | 779,5   |        | 489    | 770     |        |         | 2731    | 2399    |        | 2217    | 3192    | 81,6   | 37      | 116,5  |
|         | 206    |         |        | 248     |         |        | 1182    | 883     |        | 522    | 432,5   | 381,5   | 547,5  | 442,5   |        | 1774,5  | 1248    |        | 539    | 901,5   |        |         |         | 2004,5  |        | 2037    | 38      | 56,5   | 62,5    |        |
|         | 215,5  |         |        | 241     |         |        | 832,5   | 1875    |        | 465,5  | 426     | 638,5   | 237    | 891     |        | 1336,5  | 1962,5  |        | 647    | 0,6805  |        |         | 2132    | 3179,5  |        | 2913    | 1769,5  | 44,5   | 38      | 36     |
|         | 258,5  |         |        | 233     |         |        | 1305,5  | 2017,5  |        |        |         | 539,5   | 610    | 833     |        | 2421,5  | 2145,5  |        | 857    | 738     |        |         | 2160    | 2828    |        |         | 2706,5  | 29     | 35      | 84,5   |
|         | 177    |         |        | 232,5   |         |        | 2273    | 421,5   |        |        |         | 324     | 752,5  | 445,5   |        | 3016,5  | 1248    |        |        | 761     |        |         |         |         |        | 2174    | 1604,5  |        | 29,5    | 145,5  |
|         | 345    |         |        | 282     |         |        | 1995    | 344,5   |        |        |         | 563,5   | 438,5  | 570,5   |        | 2456,5  | 1061,5  |        |        | 657     |        |         |         | 867,5   |        |         | 1556    |        | 50,5    | 266,5  |
|         | 346,5  |         |        | 222     |         |        | 1030    | 2709,5  |        |        |         | 478     | 468    | 294     |        | 2100    | 1214    |        |        | 458,5   |        |         |         | 2210,5  |        |         | 2755    |        | 52,5    |        |
|         | 225    |         |        | 193     |         |        | 989,5   | 1411    |        |        |         | 339,5   | 402    | 480,5   |        | 1505    | 1506,5  |        |        | 569,5   |        |         |         | 3548,5  |        |         |         |        | 53      |        |
|         | 298    |         |        | 202,5   |         |        | 3109,5  | 640     |        |        |         | 323,5   | 930,5  | 505     |        | 4342,5  | 606,5   |        |        | 556     |        |         |         | 2354,5  |        |         | 1931    |        | 56      |        |
|         | 203    |         |        | 193,5   |         |        | 2596    | 1138    |        |        |         | 448     | 659    | 499     |        | 2974,5  | 1271    |        |        | 625,5   |        |         |         | 3194    |        |         | 1285    |        | 42,5    |        |
|         | 245    |         |        | 1136,5  |         |        | 952,5   | 1755    |        |        |         | 367,5   | 633,5  | 521     |        | 2815    | 1448    |        |        | 763,5   |        |         |         |         |        | 1458,5  |         | 99,5   |         |        |
|         | 207,5  |         |        | 143     |         |        |         | 1293,5  |        |        |         | 623,5   |        | 759     |        |         | 1216,5  |        |        | 637     |        |         |         | 663     |        |         |         |        |         |        |
|         | 219    |         |        | 144,5   |         |        |         | 1652,5  |        |        |         | 1219,5  |        | 1194,5  |        |         |         |        |        | 853,5   |        |         |         | 1040    |        |         |         | 820    |         |        |
|         | 238    |         |        | 259     |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 612,5   |        |         |         | 620,5   |        |         |         | 812,5  |         |        |
|         | 229,5  |         |        | 310,5   |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 345,5   |        |         |         | 2174    |        |         |         | 2102,5 |         |        |
|         | 152,5  |         |        | 192,5   |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 453     |        |         |         | 1814,5  |        |         |         | 1897,5 |         |        |
|         | 219    |         |        | 159,5   |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 570     |        |         |         | 1752    |        |         |         | 1238,5 |         |        |
|         | 302,5  |         |        | 267,5   |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 490,5   |        |         |         | 0       |        |         |         | 2127,5 |         |        |
|         | 231    |         |        | 161,5   |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 946,5   |        |         |         |         |        |         |         | 0      |         |        |
|         | 307    |         |        | 166     |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 169,5  |         |        | 179     |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        | 1576,5  |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 153,5  |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 180,5  |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 187,5  |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 281,5  |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 319    |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
|         | 568    |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |         |        |         |        |         |         |        |        |         |        |         |         |         |        |         |         |        |         |        |
| Média   | 240,81 |         |        | 255,06  | 383,17  |        | 1481,96 | 1210,25 |        | 417,58 | 484,00  | 483,63  | 518,53 | 605,59  |        | 2238,56 | 1581,94 |        | 532,79 | 672,09  |        | 1697,00 | 2349,67 | 1997,60 | 269,50 | 1958,50 | 1777,05 | 62,41  | 47,89   | 120,56 |
| Mediana | 222,00 |         |        | 227,25  | 363,50  |        | 1243,75 | 1259,00 |        | 427,50 | 458,75  | 399,25  | 507,75 | 526,50  |        | 2260,75 | 1359,50 |        | 489,00 | 637,00  |        | 1697,00 | 2252,50 | 2089,25 | 269,50 | 1769,00 | 1914,25 | 61,20  | 46,50   | 84,50  |
| DP      | 86,12  |         |        | 192,92  | 112,79  |        | 732,01  | 698,45  |        | 76,70  | 72,73   | 222,76  | 206,83 | 218,20  |        | 959,20  | 696,41  |        | 171,32 | 282,99  |        | 0,71    | 244,54  | 1087,59 |        | 621,07  | 731,45  | 29,84  | 17,43   | 78,11  |
| Máximo  | 568,00 |         |        | 1136,50 | 504,50  |        | 3109,50 | 2709,50 |        | 522,00 | 617,50  | 1219,50 | 930,50 | 1194,50 |        | 4342,50 | 3285,00 |        | 857,00 | 1576,50 |        | 1697,50 | 2731,00 | 4323,50 | 269,50 | 2913,00 | 3192,00 | 116,50 | 99,50   | 266,50 |
| Mínimo  | 73,85  |         |        | 143,00  | 281,50  |        | 727,00  | 192,00  |        | 331,00 | 426,00  | 323,50  | 131,45 | 294,00  |        | 196,30  | 606,50  |        | 374,50 | 0,68    |        | 1696,50 | 2132,00 | 0,00    | 269,50 | 1395,00 | 0,00    | 29,00  | 29,50   | 36,00  |
| C.V.    | 0,3576 |         |        | 0,7564  | 0,2944  |        | 0,4939  | 0,5771  |        | 0,1837 | 0,1503  | 0,4606  | 0,3989 | 0,3603  |        | 0,4285  | 0,4402  |        | 0,3216 | 0,4211  |        | 0,0004  | 0,1041  | 0,5444  |        | 0,3171  | 0,4116  | 0,4781 | 0,3640  | 0,6479 |



DBO

|  | QA 03 |         |        | QA 04 |         |        | QA 05 |         |        | QA 06 |         |        | QA 07 |         |        | QA 08 |         |        | QA 09 |         |        | QA 10 |         |        | QA 11 |         |        | QA 12 |  |  |
|--|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|  | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|  | 2,7   | 3,3     |        | 1,3   |         |        | 1,95  |         |        | 1,4   | 1       | 1      |       | 1,1     |        | 5,25  | 4,05    |        | 1,45  |         |        | 1,75  | 2,05    |        |       |         | 2,25   | 2,55  |  |  |
|  | 11,2  | 1,65    | 2,5    | 1     |         |        | 1,55  |         |        | 2,15  | 1       | 1      | 2,2   | 1,1     | 4,25   | 1,4   |         |        | 2,45  |         |        | 1     |         |        |       | 1       |        | 1     |  |  |
|  | 20    | 2,6     |        | 1,75  |         |        | 1     |         |        | 1,5   | 2,15    | 1,35   | 1,5   | 1       |        | 2,6   |         |        | 1,3   |         |        | 1,4   |         |        |       | 1,3     |        | 2     |  |  |
|  | 1,95  |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1,4   | 1       |        | 1,25  |         |        | 2,9   |         |        | 1,45  |         |        | 1     |         |        |       | 1,1     |        | 1     |  |  |
|  | 1,8   |         |        | 1,05  |         |        | 1     |         |        | 3,25  | 1       |        | 2,85  |         |        | 1,4   |         |        | 1     |         |        | 2,45  |         |        |       | 1,05    |        | 2,05  |  |  |
|  | 4     | 1,95    | 2,2    | 1     |         |        | 1,3   |         |        | 1,5   |         |        | 1,2   |         |        | 1,75  |         |        | 1,45  |         |        | 1,3   |         |        |       | 1,1     |        | 1,25  |  |  |
|  | 1,95  |         |        | 0,9   |         |        | 0,95  |         |        | 1     |         | 1,5    | 1,05  | 1,8     |        | 2,25  |         |        | 1     |         |        | 1,5   |         |        |       | 1,25    |        | 0,9   |  |  |
|  | 1,75  |         |        | 1     |         |        | 3,25  |         |        | 1,2   |         |        | 2,3   |         |        | 1     |         |        | 1,05  |         |        | 2     |         |        |       | 4,85    |        | 1,15  |  |  |
|  | 2,05  |         |        | 1,35  |         |        | 1,7   |         |        | 2,45  |         |        | 2,05  |         |        | 2,15  |         |        | 2,1   |         |        | 2,75  |         |        |       | 1,9     |        | 1,95  |  |  |
|  | 12,75 |         |        | 1,1   |         |        | 1     |         |        |       |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        |       | 1       |        | 1     |  |  |
|  | 4,75  |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        |       |         | 2,25   | 1     | 1,4     |        | 1     |         |        | 1,15  |         |        | 2,45  |         |        | 3,435 |         | 1      |       |  |  |
|  | 1,6   |         |        | 2,11  |         |        | 1,93  |         |        |       |         |        | 1,65  |         |        | 1,35  |         |        | 2,135 |         |        | 3,6   |         |        | 2,25  |         | 2,295  |       |  |  |
|  | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        |       |         |        | 1,15  |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         | 1      |       |  |  |
|  | 1,15  |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        |       |         |        | 1,3   |         |        | 2,35  |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         | 1      |       |  |  |
|  |       |         |        | 1,15  |         |        | 1     |         |        |       |         | 1,5    |       |         |        |       |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         | 1      |       |  |  |
|  |       |         |        | 2     |         |        | 1,25  |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1,1   |         | 1      |       |  |  |
|  |       |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 1     |         |        | 1     |         |        | 1     |         | 1      |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 2,35  |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |

**DBO**

[illegible]

FERRO DISSOLVIDO - FE

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |  |  |
|         | 1,115  |         | 1,815  | 0,495  |         |        | 1,085  |         |        | 0,495  |         |        |        | 2,995   |        | 1,255  | 2,2     |        | 0,905  |         |        | 1,37   | 3,16    |        |        |         | 1,24   | 2,35  |  |  |
|         |        | 2,085   |        |        |         |        |        |         |        |        | 1,52    |        | 1,74   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 1,73   |         | 3,165  | 1,185  |         |        | 2,075  |         |        | 1,52   | 0,085   |        | 1,205  |         |        | 1,165  |         |        | 1,625  |         |        | 1,835  |         |        | 1,585  |         | 0,78   |       |  |  |
|         |        | 0,8     |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 1,1215 |        | 0,2515  |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,71   |         |        | 0,565  |         |        | 0,62   |         |        | 0,875  |         |        | 0,87   |         |        | 0,105  |         |        | 1,265  |         |        | 0,92   |         |        | 0,96   |         | 0,6    |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 1,003  |        | 1,7665  |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,155  |         |        | 0,065  |         |        | 0,1    |         |        |        |         |        | 0,155  |         |        | 1,29   |         |        | 0,105  |         |        | 0,11   |         |        | 0,08   |         | 0,07   |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 1,705  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 1,595  |         |        | 1,33   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,9605  |        |        | 1,355   |        |        | 2,43    |        |        | 1,24    |        | 1,24  |  |  |
|         |        |         |        | 0,906  |         |        | 1,1475 |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 1,058   |        |        | 1,397   |        |        | 0,5065  |        |        | 0,462   |        | 0,898 |  |  |
|         |        |         | 0,9315 |        |         | 0,706  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 1,206  |         |        | 2,5    |         |        | 1,112  |         | 1,3075 |       |  |  |
|         |        |         | 2,345  |        |         | 4,295  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 3,28   |         |        |        |         |        | 2,395  |         |        |       |  |  |
| Média   | 0,928  | 1,443   | 2,490  | 1,011  |         |        | 1,420  |         |        | 0,963  | 0,085   | 1,337  | 0,743  | 1,253   | 2,995  | 0,972  | 2,200   |        | 1,392  |         |        | 1,382  | 3,160   |        | 1,119  |         | 0,877  | 2,350 |  |  |
| Mediana | 0,913  | 1,443   | 2,490  | 0,919  |         |        | 1,116  |         |        | 0,875  | 0,085   | 1,321  | 0,870  | 1,740   | 2,995  | 1,112  | 2,200   |        | 1,310  |         |        | 1,370  | 3,160   |        | 1,112  |         | 0,898  | 2,350 |  |  |
| DP      | 0,664  | 0,909   | 0,955  | 0,710  |         |        | 1,297  |         |        | 0,518  |         | 0,330  | 0,536  | 0,867   |        | 0,442  |         |        | 0,892  |         |        | 0,927  |         |        | 0,752  |         | 0,445  |       |  |  |
| Máximo  | 1,730  | 2,085   | 3,165  | 2,345  |         |        | 4,295  |         |        | 1,520  | 0,085   | 1,705  | 1,205  | 1,767   | 2,995  | 1,290  | 2,200   |        | 3,280  |         |        | 2,500  | 3,160   |        | 2,395  |         | 1,308  | 2,350 |  |  |
| Mínimo  | 0,155  | 0,800   | 1,815  | 0,065  |         |        | 0,100  |         |        | 0,495  | 0,085   | 1,003  | 0,155  | 0,252   | 2,995  | 0,105  | 2,200   |        | 0,105  |         |        | 0,110  | 3,160   |        | 0,080  |         | 0,070  | 2,350 |  |  |
| C.V.    | 1,3966 | 1,5876  | 2,6084 | 1,4239 |         |        | 1,0944 |         |        | 1,8591 |         | 4,0514 | 1,3859 | 1,4446  |        | 2,1987 |         |        | 1,5615 |         |        | 1,4911 |         |        | 1,4875 |         | 1,9709 |       |  |  |

FERRO DISSOLVIDO - FE

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19 |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |        |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |        |        |        |
|         | 1,28   |         |        | 1,44   | 2,225   |        | 0,39   |         |        | 0,45   |         |        | 1,695  |         |        | 0,69   |         |        | 0,985 | 0,2     |        | 0,37   | 0,2     |        | 0,2   |         |        |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         | 0,225  |        |         | 1,685  |        | 1,14    |        |        | 0,535   |        | 0,295  |         |        |       | 0,2     |        | 0,205  | 0,03    |        | 0,435 |         | 0,1    |        |        |        |
|         | 1,225  |         |        | 0,735  |         |        | 1,03   |         |        | 0,08   |         |        | 0,97   |         |        | 0,67   |         |        | 0,6   | 0,03    |        |        | 0,02    |        | 0,1   |         | 0,456  |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         | 0,2145 |        |         |        | 1,5215 |         |        | 0,674  |         |        | 0,368  |         |        |       |         | 0,2    |        | 0,295   |        |       |         | 0,2735 |        |        |        |
|         | 0,99   |         |        | 0,045  |         |        | 0,2    |         |        |        |         |        | 0,885  |         |        | 0,2    |         |        |       | 0,28    |        |        | 0,25    |        |       |         | 0,285  |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         | 0,5565 |        |         |        | 0,5605 |         |        | 0,9295 |         |        | 1,0925 |         |        |       |         |        |        | 0,1     |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 0,13   |         |        | 1,21   |         |        | 0,02   |         |        |        |         |        | 0,08   |         |        | 0,035  |         |        |       |         |        |        | 0,327   |        |       | 0,1     |        |        |        |        |
|         |        |         |        |        |         | 0,5845 |        |         |        | 2,97   |         |        | 1,665  |         |        | 0,5485 |         |        |       |         |        | 0,613  |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 1,125  |         |        | 0,691  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        | 2,11    |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 0,44   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        | 0,4885 |         |        | 0,355 |         |        |        |        |        |
|         |        |         |        | 1,138  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       | 0,383   |        |        |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 2,33   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 1,92   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |        |        |
| Média   | 1,180  |         |        | 0,877  | 2,225   |        | 0,410  | 0,395   |        | 1,685  | 0,265   | 1,548  |        | 0,908   | 0,951  |        | 0,399   | 0,576  |       | 0,793   | 0,238  | 0,200  | 0,203   | 0,305  | 0,370 | 0,435   | 0,544  | 0,150  | 0,126  | 0,365  |
| Mediana | 1,175  |         |        | 0,937  | 2,225   |        | 0,295  | 0,391   |        | 1,685  | 0,265   | 1,331  |        | 0,928   | 0,802  |        | 0,435   | 0,458  |       | 0,793   | 0,268  | 0,200  | 0,203   | 0,295  | 0,370 | 0,435   | 0,289  | 0,150  | 0,100  | 0,365  |
| DP      | 0,714  |         |        | 0,499  |         |        | 0,440  | 0,203   |        |        | 0,262   | 1,027  |        | 0,661   | 0,503  |        | 0,332   | 0,360  |       | 0,272   | 0,118  |        | 0,004   | 0,248  |       | 0,776   |        | 0,071  | 0,112  | 0,129  |
| Máximo  | 2,330  |         |        | 1,440  | 2,225   |        | 1,030  | 0,585   |        | 1,685  | 0,450   | 2,970  |        | 1,695   | 1,665  |        | 0,690   | 1,093  |       | 0,985   | 0,383  | 0,200  | 0,205   | 0,613  | 0,370 | 0,435   | 2,110  | 0,200  | 0,285  | 0,456  |
| Mínimo  | 0,130  |         |        | 0,045  | 2,225   |        | 0,020  | 0,215   |        | 1,685  | 0,080   | 0,561  |        | 0,080   | 0,535  |        | 0,035   | 0,295  |       | 0,600   | 0,030  | 0,200  | 0,200   | 0,030  | 0,370 | 0,435   | 0,020  | 0,100  | 0,020  | 0,274  |
| C.V.    | 1,6520 |         |        | 1,7580 |         |        | 0,9317 | 1,9476  |        |        | 1,0129  | 1,5073 |        | 1,3737  | 1,8891 |        | 1,2019  | 1,5980 |       | 2,9111  | 2,0191 |        | 57,2756 | 1,2304 |       | 0,7002  |        | 2,1213 | 1,1237 | 2,8265 |

**MERCÚRIO - Hg**

| QA 03   |  |         |        | QA 04  |  |         | QA 05  |       |  | QA 06   |        |       | QA 07  |         |        | QA 08  |  |         | QA 09  |       |  | QA 10   |        |       | QA 11  |         |        | QA 12  |  |         |        |  |  |
|---------|--|---------|--------|--------|--|---------|--------|-------|--|---------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--|---------|--------|-------|--|---------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--|---------|--------|--|--|
| Antes   |  | Durante | Depois | Antes  |  | Durante | Depois | Antes |  | Durante | Depois | Antes |        | Durante | Depois | Antes  |  | Durante | Depois | Antes |  | Durante | Depois | Antes |        | Durante | Depois | Antes  |  | Durante | Depois |  |  |
|         |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0001 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0001 |  |  |
|         |  |         |        | 0,0001 |  |         |        |       |  |         |        |       | 0,0001 |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0002 |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        | 0,0001 |  |         |        |       |  |         |        |       | 0,0001 |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0002 |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       | 0,0001 |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       | 0,0001 |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
|         |  |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       | 0,0001 |         |        |        |  |         |        |       |  |         |        |       |        |         |        |        |  |         |        |  |  |
| Média   |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0001 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         |        |  |  |
| Mediana |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0002  |        |       | 0,0001 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         |        |  |  |
| DP      |  |         |        | 0,0000 |  |         | 0,0001 |       |  | 0,0000  |        |       | 0,0000 |         |        | 0,0001 |  |         | 0,0001 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0001 |         |        | 0,0001 |  |         |        |  |  |
| Máximo  |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0001 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         | 0,0002 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0001 |  |  |
| Mínimo  |  |         |        | 0,0002 |  |         | 0,0001 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0002 |         |        | 0,0001 |  |         | 0,0001 |       |  | 0,0001  |        |       | 0,0001 |         |        | 0,0001 |  |         | 0,0001 |  |  |
| C.V.    |  |         |        | 0,0002 |  |         | 2,8062 |       |  | 2,8062  |        |       | 0,0002 |         |        | 2,7386 |  |         | 2,8062 |       |  | 2,9399  |        |       | 2,6726 |         |        | 2,9399 |  |         |        |  |  |

MERCÚRIO - Hg

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21  |         |        | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 0,0002 |         |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0001  |        | 0,0002 |         | 0,0001 |        | 0,0001  |        | 0,0001 |         |        |        | 0,0002  |        |        | 0,0002  |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         | 0,0003 |
|         | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         | 0,0002 | 0,0002 |         | 0,0002 |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0001  |        |        |         | 0,0001 |        | 0,0001  |        | 0,0001 |         |        |        | 0,0002  |        |        | 0,0002  |        |        |         |        | 0,0002 |         | 0,0001 |
|         | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        |        |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        |        |         |        | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         | 0,0001 |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0001  |        |        |         | 0,0001 |        | 0,0001  |        | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,0001 |         |        |        | 0,0001  |        |
|         | 0,0002 |         |        | 0,0001 |         |        | 0,0002 |         |        |        |         |        | 0,0002 |         |        | 0,0002 |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,0001 |         |        |        | 0,0001  |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0001  |        |        |         | 0,0001 |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,0001  |        |
|         | 0,0001 |         |        | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,0001 |         |        | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,0001 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
| Média   | 0,0002 |         |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 |
| Mediana | 0,0002 |         |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 |
| DP      | 0,0001 |         |        | 0,0001 |         |        | 0,0000 | 0,0000  |        | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000  |        | 0,0000 | 0,0000  |        | 0,0000 | 0,0001  |        | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001  | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000  | 0,0000 |
| Máximo  | 0,0002 |         |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0002 | 0,0002 | 0,0003  | 0,0001 |
| Mínimo  | 0,0001 |         |        | 0,0001 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0001  |        | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002  | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001  | 0,0001 |
| C.V.    | 2,8062 |         |        | 2,7386 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 2,5820 |         |        | 2,6833 |         |        | 2,5820 |         |        | 1,8278 |         |        |

ZINCO - Zn

|         | QA 03 |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06 |         |        | QA 07 |         |        | QA 08  |         |        | QA 09 |         |        | QA 10 |         |        | QA 11 |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|         | 0,05  |         | 0,085  | 3,275  |         |        | 0,05   |         |        | 0,915 |         |        |       | 0,005   | 0,028  | 0,0055 |         | 0,05   |       |         | 0,05   | 0,005 |         |        |       | 1,9     | 0,1885 |       |  |  |
|         |       | 0,05    |        |        |         |        |        |         |        |       | 0,005   |        | 0,03  |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       | 0,045   |        | 0,015  |         |        |        | 0,0325  |        |       | 0,052   |        | 0,038 |         |        |        | 0,0445  |        | 0,047 |         |        | 0,023 |         |        |       | 0,0405  |        |       |  |  |
|         |       |         | 0,025  |        |         |        |        |         |        |       |         | 0,117  |       | 0,01    |        | 0,08   |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       | 0,1     |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | 0,105 |         |        | 0,06   |         |        | 0,095  |         |        | 0,06  |         |        | 0,05  |         |        | 0,005  |         | 0,05   |       | 0,065   |        | 0,065 |         |        |       | 0,07    |        |       |  |  |
|         |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       | 2,569   |        | 0,107 |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | 0,01  |         |        | 0,005  |         |        | 0,005  |         |        |       |         |        | 0,005 |         |        | 0,025  |         | 0,005  |       | 0,005   |        | 0,005 |         |        |       | 0,005   |        |       |  |  |
|         |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        | 0,06   |         |        | 0,05   |         |        |       |         |        |       |         |        | 0,1    |         | 0,02   |       | 0,04    |        | 0,03  |         |        |       | 0,035   |        |       |  |  |
|         |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        | 0,1    |         |        | 0,1    |         |        |       |         |        |       |         |        | 0,0175 |         | 0,1    |       | 0,1     |        | 0,1   |         |        |       | 0,1     |        |       |  |  |
|         |       |         |        | 0,2125 |         |        | 0,0335 |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         | 0,124  |       | 0,6185  |        | 0,19  |         |        |       | 0,2335  |        |       |  |  |
|         |       |         |        | 0,0105 |         |        | 0,0155 |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         | 0,005  |       |         |        | 0,14  |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         | Média | 0,05    | 0,08   | 0,06   | 0,47    |        |        | 0,05    |        |       | 0,34    | 0,01   | 0,69  | 0,03    | 0,05   | 0,01   | 0,04    | 0,01   | 0,05  |         | 0,13   | 0,01  | 0,08    |        |       | 0,34    | 0,19   |       |  |  |
| Mediana | 0,05  | 0,08    | 0,06   | 0,06   |         |        | 0,04   |         |        | 0,06  | 0,01    | 0,08   | 0,04  | 0,03    | 0,01   | 0,03   | 0,01    | 0,05   |       | 0,05    | 0,01   | 0,07  |         |        | 0,07  | 0,19    |        |       |  |  |
| DP      | 0,04  | 0,04    | 0,04   | 1,14   |         |        | 0,03   |         |        | 0,50  |         | 1,26   | 0,02  | 0,05    |        | 0,04   |         | 0,04   |       | 0,22    |        | 0,07  |         |        | 0,69  |         |        |       |  |  |
| Máximo  | 0,11  | 0,10    | 0,09   | 3,28   |         |        | 0,10   |         |        | 0,92  | 0,01    | 2,57   | 0,05  | 0,11    | 0,01   | 0,10   | 0,01    | 0,12   |       | 0,62    | 0,01   | 0,19  |         |        | 1,90  | 0,19    |        |       |  |  |
| Mínimo  | 0,01  | 0,05    | 0,03   | 0,01   |         |        | 0,01   |         |        | 0,05  | 0,01    | 0,01   | 0,01  | 0,01    | 0,01   | 0,01   | 0,01    | 0,01   |       | 0,01    | 0,01   | 0,01  |         |        | 0,01  | 0,19    |        |       |  |  |
| C.V.    | 1,34  | 2,12    | 1,30   | 0,41   |         |        | 1,39   |         |        | 0,69  |         | 0,55   | 1,33  | 0,96    |        | 1,12   |         | 1,16   |       | 0,61    |        | 1,16  |         |        | 0,49  |         |        |       |  |  |

ZINCO - Zn

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16  |         |        | QA 17 |         |        | QA 18  |         |        | QA 19 |         |        | QA 20 |         |        | QA 21  |         |        | QA 22 |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |
|         | 1,9    |         |        | 0,047  | 0,0085  |        | 0,05  |         |        | 0,125  |         |        | 0,05  |         |        | 0,05   |         |        | 8,475 |         | 0,06   | 0,05  |         |        | 0,38   |         | 0,055  | 0,05  |         | 0,07   |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,025   |        | 0,0335 |         | 0,04   |       | 0,025   |        | 0,045  |         |        |       |         | 0,024  |       | 0,005   |        | 0,0375 |         |        |       |         | 0,005  |
|         | 0,035  |         |        | 0,06   |         |        | 0,031 |         |        | 0,005  |         |        | 0,048 |         | 0,019  |        | 0,036   |        | 0,005 |         |        |       |         |        |        | 0,005   | 0,07   |       | 0,005   |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,1     |        |        |         | 0,1    |       | 0,1     |        | 0,5255 |         |        |       | 0,06    |        | 0,02  |         |        |        |         |        |       |         | 0,0345 |
|         | 0,055  |         |        | 0,005  |         |        | 0,085 |         |        |        |         |        | 0,085 |         | 0,085  |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        | 0,065   |        |       | 0,02    |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 3,6375  |        |        |         | 0,148  |       | 0,825   |        | 5,67   |         |        |       |         |        |       |         | 0,1    |        |         |        |       |         | 0,02   |
|         | 0,005  |         |        | 0,03   |         |        | 0,005 |         |        |        |         |        | 0,005 |         | 0,005  |        | 0,005   |        |       |         |        |       |         |        |        | 0,1     |        |       |         | 0,21   |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,005   |        |        |         | 2,2    |       | 0,025   |        | 0,0135 |         |        |       |         |        |       |         | 0,748  |        |         |        |       |         |        |
|         | 0,03   |         |        | 0,1    |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        | 1,9425  |        |       |         |        |
|         | 0,1    |         |        | 1,5635 |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 0,008  |        |         | 0,3705 |       |         |        |
|         | 0,0445 |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        | 0,125 |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |
|         | 0,005  |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |
| Média   | 0,27   |         |        | 0,30   | 0,01    |        | 0,04  | 0,94    |        | 0,03   | 0,07    | 0,62   | 0,05  | 0,24    |        | 0,04   | 1,56    |        | 4,26  | 0,12    | 0,05   | 0,04  | 0,18    | 0,38   | 0,04   | 0,42    | 0,06   | 0,08  | 0,02    |        |
| Mediana | 0,04   |         |        | 0,05   | 0,01    |        | 0,04  | 0,06    |        | 0,03   | 0,07    | 0,12   | 0,05  | 0,06    |        | 0,03   | 0,29    |        | 4,26  | 0,04    | 0,05   | 0,04  | 0,02    | 0,38   | 0,04   | 0,08    | 0,06   | 0,05  | 0,02    |        |
| DP      | 0,66   |         |        | 0,62   |         |        | 0,03  | 1,80    |        | 0,08   | 0,08    | 1,05   | 0,03  | 0,39    |        | 0,04   | 2,75    |        | 5,97  | 0,20    | 0,03   | 0,03  | 0,32    |        |        | 0,76    | 0,01   | 0,09  | 0,02    |        |
| Máximo  | 1,90   |         |        | 1,56   | 0,01    |        | 0,09  | 3,64    |        | 0,03   | 0,13    | 2,20   | 0,09  | 0,83    |        | 0,09   | 5,67    |        | 8,48  | 0,53    | 0,05   | 0,06  | 0,75    | 0,38   | 0,04   | 1,94    | 0,07   | 0,21  | 0,03    |        |
| Mínimo  | 0,01   |         |        | 0,01   | 0,01    |        | 0,01  | 0,01    |        | 0,03   | 0,01    | 0,04   | 0,01  | 0,03    |        | 0,01   | 0,01    |        | 0,04  | 0,01    | 0,05   | 0,02  | 0,01    | 0,38   | 0,04   | 0,01    | 0,05   | 0,01  | 0,01    |        |
| C.V.    | 0,41   |         |        | 0,49   |         |        | 1,27  | 0,52    |        | 0,77   | 0,59    |        | 1,44  | 0,63    |        | 1,12   | 0,57    |        | 0,71  | 0,62    |        | 1,65  | 0,55    |        |        | 0,56    | 4,24   | 0,82  | 0,95    |        |



TURBIDEZ

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |  |  |
|         | 3      | 20      | 52     | 3,205  |         |        | 4,11   |         |        | 5,74   | 3,865   | 8,25   |        | 10,85   | 30,325 | 20,685 | 8,605   |        | 3,695  |         |        | 7,815  | 13,56   |        |        |         | 6,325  | 11,12  |  |  |
|         | 8,5    | 15      | 23     | 1      |         |        | 1      |         |        | 13,005 | 5,145   | 12,7   |        | 16,24   | 13,45  | 10,945 | 5,5     | 8,695  |        | 1,31    |        |        | 17,745  | 13,5   |        | 15,86   | 17,86  | 7,465  |  |  |
|         | 4,5    | 15      | 5,5    | 1,92   |         |        | 3,96   |         |        | 2,385  | 2,55    | 9,03   |        | 2,015   | 15,22  | 2,075  | 5,385   |        | 3,245  |         |        | 6,035  |         |        |        | 5,765   | 10,535 |        |  |  |
|         | 67,5   | 20,5    | 26,5   | 6,865  |         |        | 3,115  |         |        | 4,405  | 11,05   | 7,35   |        | 5,325   | 5,7    |        | 2,115   |        | 8,615  |         |        | 2,73   |         |        |        | 8,535   | 8,205  |        |  |  |
|         | 31     | 27,5    | 17,5   | 0,055  |         |        | 0,1    |         |        | 0,1    | 7,95    | 7,32   |        | 13,2    | 10,295 |        | 8,705   |        | 8,5    |         |        | 44,2   |         |        |        | 59,2    | 10,8   |        |  |  |
|         | 6,5    | 117,5   | 12     | 4,935  |         |        | 11,96  |         |        | 5,205  |         | 38,9   |        | 3,115   | 67,7   |        | 9,5     |        | 12,41  |         |        | 12,41  |         |        |        | 5,85    | 5,12   |        |  |  |
|         | 2      | 4,5     | 8      | 2,865  |         |        | 5,655  |         |        | 3,09   |         | 3,59   |        | 0,99    | 4,725  |        | 1,94    |        | 1,66   |         |        | 27,935 |         |        |        | 3,95    | 3,355  |        |  |  |
|         | 9      | 40,5    |        | 7,255  |         |        | 4,4    |         |        | 8,305  |         | 7,215  |        | 8,725   | 3,98   |        | 1       |        | 8,73   |         |        | 8,715  |         |        |        | 4,85    | 8,695  |        |  |  |
|         | 10     | 4       |        | 4,25   |         |        | 1,9    |         |        | 4,75   |         | 5,225  |        | 9,45    | 6,95   |        | 3,25    |        | 8,3    |         |        | 6,4    |         |        |        | 7,95    | 6,95   |        |  |  |
|         | 38,5   |         |        | 3,75   |         |        | 2,595  |         |        |        |         | 36,9   |        | 13,305  | 137,9  |        | 18,05   |        | 3,77   |         |        | 16,38  |         |        |        | 11,42   | 10,405 |        |  |  |
|         | 6,5    |         |        | 2,03   |         |        | 3,82   |         |        |        |         | 16,46  |        | 1,405   | 22,645 |        | 10,75   |        | 1,1    |         |        | 8,64   |         |        |        | 4,68    | 3,855  |        |  |  |
|         | 6      |         |        | 1,85   |         |        | 1,65   |         |        |        |         | 8,105  |        | 11,95   | 7,165  |        | 11,2    |        | 4,8    |         |        | 54,45  |         |        |        | 5,5     | 12,5   |        |  |  |
|         | 33,5   |         |        | 13,3   |         |        | 12,1   |         |        |        |         | 6,675  |        | 32,95   | 26,485 |        | 9,55    |        | 24,2   |         |        | 30,05  |         |        |        | 15,1    | 18     |        |  |  |
|         | 12     |         |        | 9,05   |         |        | 9,65   |         |        |        |         | 12,545 |        | 35,65   |        |        | 9,965   |        | 18,1   |         |        | 19,35  |         |        |        | 17,7    | 19     |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,1    |         |        | 11,35  |         |        |        |         | 7,64   |        |         |        |        | 10,805  |        | 13,5   |         |        | 27,85  |         |        |        | 14,35   | 7,8    |        |  |  |
|         |        |         |        | 13,35  |         |        | 39,55  |         |        |        |         | 3,095  |        |         |        |        | 9,16    |        | 17,1   |         |        | 16,95  |         |        |        | 15,15   | 11,3   |        |  |  |
|         |        |         |        | 10,45  |         |        | 10,35  |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 118,95  |        | 16,21  |         |        | 16,54  |         |        |        | 12,605  | 12,26  |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,75   |         |        | 10,7   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 5,95    |        | 9,405  |         |        | 10,18  |         |        |        | 11,125  | 8,605  |        |  |  |
|         |        |         |        | 11     |         |        | 16,135 |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 30,3    |        | 12,935 |         |        | 22,45  |         |        |        | 15,605  | 6,975  |        |  |  |
|         |        |         |        | 138,5  |         |        | 106    |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 8,025   |        | 148,85 |         |        | 107,9  |         |        |        | 87,05   | 65,95  |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,06   |         |        | 7,36   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 31,8    |        | 9,97   |         |        | 50,6   |         |        |        | 10,98   | 16,455 |        |  |  |
|         |        |         |        | 8,63   |         |        | 14,56  |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 14,79   |        | 9,625  |         |        | 14,89  |         |        |        | 11,285  | 9,36   |        |  |  |
|         |        |         |        | 4,01   |         |        | 9,975  |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 26,56   |        | 4,315  |         |        | 11,3   |         |        |        | 11,605  | 8,25   |        |  |  |
|         |        |         |        | 55,8   |         |        | 29,7   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 20,28   |        | 42     |         |        | 68,4   |         |        |        | 29      | 38,1   |        |  |  |
|         |        |         |        | 11,27  |         |        | 5,96   |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 19,505  |        | 17,655 |         |        | 41,25  |         |        |        | 20,76   | 40,915 |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,475  |         |        | 6,895  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 7,49   |        | 7,895   |        |        | 12,19   |        |        |         | 12,395 |        |  |  |
|         |        |         |        | 16,43  |         |        | 9,72   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 25,5   |        |         |        | 20,405 |         |        |        | 25,575  | 24,155 |        |  |  |
|         |        |         |        | 11,185 |         |        | 6,745  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 25,14  |        |         |        | 7,6    |         |        |        | 18,27   | 24,36  |        |  |  |
|         |        |         |        | 9,37   |         |        | 6,74   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 9,805  |        |         |        |        |         |        |        | 13,105  |        |        |  |  |
|         |        |         |        | 4,635  |         |        | 9,4    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 3,755  |        |         |        |        |         |        |        | 6,27    |        |        |  |  |
| Média   | 17,04  | 29,39   | 20,64  | 12,81  |         |        | 12,24  |         |        | 5,22   | 6,11    | 11,94  | 11,87  | 25,62   | 14,45  | 16,55  | 8,65    |        | 16,06  |         |        | 24,54  | 13,53   |        | 16,60  |         | 15,30  | 9,29   |  |  |
| Mediana | 8,75   | 20,00   | 17,50  | 6,96   |         |        | 7,13   |         |        | 4,75   | 5,15    | 7,87   | 9,45   | 10,85   | 10,95  | 9,97   | 8,65    |        | 9,52   |         |        | 16,75  | 13,53   |        | 12,19  |         | 10,67  | 9,29   |  |  |
| DP      | 18,83  | 34,89   | 15,79  | 25,69  |         |        | 19,50  |         |        | 3,71   | 3,41    | 10,68  | 11,15  | 37,74   | 14,45  | 22,98  | 0,06    |        | 26,64  |         |        | 23,22  | 0,04    |        | 17,19  |         | 13,49  | 2,58   |  |  |
| Máximo  | 67,50  | 117,50  | 52,00  | 138,50 |         |        | 106,00 |         |        | 13,01  | 11,05   | 38,90  | 35,65  | 137,90  | 30,33  | 118,95 | 8,70    |        | 148,85 |         |        | 107,90 | 13,56   |        | 87,05  |         | 65,95  | 11,12  |  |  |
| Mínimo  | 2,00   | 4,00    | 5,50   | 0,06   |         |        | 0,10   |         |        | 0,10   | 2,55    | 3,10   | 0,99   | 3,98    | 2,08   | 1,00   | 8,61    |        | 1,10   |         |        | 2,73   | 13,50   |        | 3,95   |         | 3,36   | 7,47   |  |  |
| C.V.    | 1,1054 | 1,1870  | 0,7651 | 2,0050 |         |        | 1,5933 |         |        | 0,7105 | 0,5574  | 0,8949 | 0,9396 | 1,4729  | 0,9999 | 1,3889 | 0,0074  |        | 1,6590 |         |        | 0,9465 | 0,0031  |        | 1,0360 |         | 0,8818 | 0,2781 |  |  |

TURBIDEZ

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 8,315  |         |        | 6,845  | 21,425  |        | 6,32   | 3,85    |        | 6,23   | 1,7     | 33,8   | 6,595  | 9,55    |        | 8,24   | 7,45    |        | 7,445  | 4,845   |        | 7,22   | 1       | 3,9    |       | 1,675   | 2,25   | 3,165  | 1,7     | 1      |
|         | 14,515 |         |        | 50,7   | 9,065   |        | 16,245 | 3,75    |        | 3,57   | 7,91    | 30,85  | 21,07  | 8,95    |        | 8,67   | 18,6    |        | 6,56   | 3,75    |        | 5,94   | 6,92    | 1,79   | 8,13  | 0,775   | 1,5    | 6,245  | 5       | 1,985  |
|         | 7,38   |         |        | 12,4   | 5,655   |        | 4,675  | 6,875   |        | 20,15  | 8,42    | 14,37  | 15,11  | 7,995   |        | 1      | 5,055   |        | 1      | 14,73   |        |        | 15,4    | 1,15   |       | 28,15   | 1      | 1      | 1       | 45,5   |
|         | 3,71   |         |        | 3,35   |         |        | 6,59   | 7,405   |        | 11,25  | 1,85    | 9,405  | 8,365  | 10,955  |        | 5,23   | 9,495   |        | 2,23   | 2,37    |        | 7,885  | 10,55   |        | 5,2   | 1,2     | 1,675  | 1,75   | 5,01    |        |
|         | 25,2   |         |        | 8,81   |         |        | 16,7   | 2,43    |        | 5,66   | 6,95    | 9,625  | 45,5   | 9,365   |        | 16,65  | 7,795   |        | 14,9   | 2,85    |        |        |         | 8,1    |       | 8       | 0,1    | 1,8    | 0,63    |        |
|         | 5,49   |         |        | 9,5    |         |        | 4,945  | 5,24    |        | 2,385  | 24,95   | 28,15  | 12,41  | 15,47   |        | 5,1    | 19,025  |        | 3,88   | 10,9    |        |        | 5,15    | 3,1    | 3,89  | 7,3     | 4,935  | 1      | 2,685   |        |
|         | 2,025  |         |        | 16,69  |         |        | 0,9    | 3,025   |        |        |         | 15,085 | 9,325  | 9,605   |        | 2,245  | 19,615  |        | 1,24   | 5       |        |        | 2,15    | 3,7    |       | 3,05    | 4,9    | 2,255  | 0,5     |        |
|         | 8,805  |         |        | 8,055  |         |        | 8,855  | 11,965  |        |        |         | 49     | 8,795  | 12,01   |        | 8,81   | 5,725   |        |        | 6,5     |        |        |         | 3,155  |       | 3,25    |        | 0,5    | 0,5     |        |
|         | 8,15   |         |        | 11,2   |         |        | 5,5    | 4,42    |        |        |         | 6,775  | 7,8    | 16,445  |        | 2,05   | 4,865   |        |        | 3,3     |        |        |         | 2,59   |       | 3,18    |        | 1,15   | 0,5     |        |
|         | 18,165 |         |        | 16,45  |         |        | 3,995  | 107,5   |        |        |         | 40     | 14,825 | 151,1   |        | 7,455  | 210,4   |        |        | 4,135   |        |        |         | 4,63   |       | 4,665   |        | 1,81   |         |        |
|         | 5,115  |         |        | 12,95  |         |        | 2,925  | 16,765  |        |        |         | 5,125  | 3,145  | 13,095  |        | 2,545  | 23,32   |        |        | 2,595   |        |        |         | 4,835  |       |         |        | 2,15   |         |        |
|         | 8,35   |         |        | 7,1    |         |        | 2,95   | 4,735   |        |        |         | 11,985 | 6,6    | 15,545  |        | 13,25  | 7,62    |        |        | 3,605   |        |        |         | 4,795  |       | 6,865   |        | 4,51   |         |        |
|         | 30,3   |         |        | 12,4   |         |        | 5,55   | 13,68   |        |        |         | 9,625  | 15,75  | 10,09   |        | 8,95   | 8,305   |        |        | 8,38    |        |        |         | 8,105  |       | 2,935   |        | 1,24   |         |        |
|         | 26,05  |         |        | 12,855 |         |        | 10,5   | 17,15   |        |        |         | 5,66   | 15,7   | 13,975  |        | 7,1    | 93,8    |        |        | 7,35    |        |        |         |        |       | 17,51   |        | 1      |         |        |
|         | 11,15  |         |        | 16,565 |         |        |        | 2,885   |        |        |         | 4,07   |        | 7,6     |        |        | 5,885   |        |        | 4,82    |        |        |         | 198,8  |       |         |        |        |         |        |
|         | 16,35  |         |        | 7,935  |         |        |        | 0,54    |        |        |         | 53,06  |        | 7,46    |        |        | 0,455   |        |        | 3,05    |        |        |         |        |       | 10,54   |        | 234,8  |         |        |
|         | 13,7   |         |        | 18,895 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 14,19   |        |        |         |        |       | 4,015   |        | 28,775 |         |        |
|         | 5,67   |         |        | 11,235 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 6,595   |        |        |         |        |       | 2,705   |        | 2,305  |         |        |
|         | 4,82   |         |        | 6,055  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 2,18    |        |        |         |        |       | 5,495   |        | 2,88   |         |        |
|         | 118,05 |         |        | 9,775  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 2,825   |        |        |         |        |       | 4,325   |        | 0,635  |         |        |
|         | 7,06   |         |        | 34,4   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 5       |        |        |         |        | 0     |         | 0,5    |        |         |        |
|         | 5,03   |         |        | 26,365 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 4,355   |        |        |         |        |       |         | 0      |        |         |        |
|         | 2,5    |         |        | 10,28  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,5     |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 34,1   |         |        | 13,99  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 23,28  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 13,905 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 21,335 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 31,795 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 7,555  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 4,365  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
| Média   | 16,41  |         |        | 14,37  | 12,05   |        | 6,90   | 13,26   |        | 8,21   | 8,63    | 20,41  | 13,64  | 19,95   |        | 6,95   | 27,96   |        | 5,32   | 5,38    |        | 6,58   | 6,42    | 14,31  | 8,13  | 7,94    | 16,63  | 3,15   | 1,92    | 6,48   |
| Mediana | 8,58   |         |        | 11,82  | 9,07    |        | 5,53   | 4,99    |        | 5,95   | 7,43    | 13,18  | 10,87  | 10,52   |        | 7,28   | 8,05    |        | 3,88   | 4,36    |        | 6,58   | 6,04    | 4,17   | 8,13  | 3,89    | 2,99   | 3,17   | 1,73    | 1,00   |
| DP      | 21,33  |         |        | 10,23  | 8,30    |        | 4,71   | 25,65   |        | 6,60   | 8,53    | 16,35  | 10,37  | 35,10   |        | 4,42   | 53,32   |        | 4,91   | 3,66    |        | 0,91   | 5,14    | 43,51  |       | 11,43   | 51,80  | 2,31   | 1,30    | 14,71  |
| Máximo  | 118,05 |         |        | 50,70  | 21,43   |        | 16,70  | 107,50  |        | 20,15  | 24,95   | 53,06  | 45,50  | 151,10  |        | 16,65  | 210,40  |        | 14,90  | 14,73   |        | 7,22   | 15,40   | 198,80 | 8,13  | 28,15   | 234,80 | 6,25   | 5,00    | 45,50  |
| Mínimo  | 2,03   |         |        | 3,35   | 5,66    |        | 0,90   | 0,54    |        | 2,39   | 1,70    | 4,07   | 3,15   | 7,46    |        | 1,00   | 0,46    |        | 1,00   | 0,50    |        | 5,94   | 1,00    | 0,00   | 8,13  | 0,78    | 0,00   | 0,10   | 0,50    | 0,50   |
| C.V.    | 1,3003 |         |        | 0,7119 | 0,6887  |        | 0,6829 | 1,9341  |        | 0,8039 | 0,9883  | 0,8009 | 0,7600 | 1,7591  |        | 0,6354 | 1,9067  |        | 0,9229 | 0,6790  |        | 0,1376 | 0,8014  | 3,0400 |       | 1,4404  | 3,1149 | 0,7333 | 0,6791  | 2,2703 |

TEMPERATURA °C

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11 |         |        | QA 12  |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |        |  |  |
|         | 25     | 30      | 26,5   | 24,95  |         |        | 25,6   | 27,75   | 29     | 25,1   | 27,75   | 29     |        | 30,85   | 28,4   | 24,3   | 26,25   |        | 25,7   |         |        | 26,1   | 27,1    |        |       |         | 24,5   | 24,7   |  |  |
|         | 30     | 26,5    | 24,5   | 28,55  |         |        | 27,65  | 26,7    | 26,3   |        | 27,7    | 26,7   | 26,3   | 30,1    | 28,4   | 28,4   | 25,05   | 28,05  |        | 27,55   |        |        | 28,6    | 29,4   |       | 24,45   | 25,8   |        |  |  |
|         | 31     | 26      | 29     | 29,35  |         |        | 28,6   | 25      | 24,75  | 28,25  | 25      | 24,75  | 28,95  | 26,7    | 30,85  | 26,4   |         |        |        | 26,6    |        |        | 29,4    |        |       | 27,15   | 27,35  |        |  |  |
|         | 26,5   | 30,55   | 30     | 23,45  |         |        | 23,55  | 25,45   | 28,7   | 23,75  | 25,45   | 28,7   | 24,625 | 30,25   |        | 25,95  |         |        |        | 24,55   |        |        | 27,425  |        |       | 25,65   | 24,5   |        |  |  |
|         | 26     | 30      | 27     | 25,75  |         |        | 25,4   | 26,95   | 28,3   |        | 25,9    | 26,95  | 28,3   | 27,15   | 27,05  |        | 24      |        |        | 24,9    |        |        | 27,6    |        |       | 24,05   | 24,1   |        |  |  |
|         | 30     | 26      | 25     | 28,15  |         |        | 27,3   |         | 26     | 28,05  |         | 26     | 27,45  | 25,35   |        | 25,15  |         |        |        | 26,65   |        |        | 29,1    |        |       | 25,95   | 26,15  |        |  |  |
|         | 28     | 25,5    | 29     | 28,5   |         |        | 27,8   |         | 23,4   | 27,4   |         | 23,4   | 27,75  | 25,45   |        | 27,9   |         |        |        | 26,25   |        |        | 28,45   |        |       | 27,15   | 27,9   |        |  |  |
|         | 27     | 27,5    |        | 25,85  |         |        | 25,35  |         | 27,5   | 25,05  |         | 27,5   | 25,4   | 29,35   |        | 25,5   |         |        |        | 24,45   |        |        | 24,9    |        |       | 23,45   | 24,15  |        |  |  |
|         | 25     | 27,5    |        | 24,75  |         |        | 24,7   |         | 27,25  |        | 24,3    |        | 27,25  | 26,15   | 27,7   |        | 25,45   |        |        | 25,25   |        |        | 25,1    |        |       | 22,95   | 23,75  |        |  |  |
|         | 29     |         |        | 28,8   |         |        | 27,85  |         | 26     |        |         | 26     | 31,65  | 25,25   |        | 25,5   |         |        |        | 27,95   |        |        | 29,3    |        |       | 27,2    | 26,15  |        |  |  |
|         | 28     |         |        | 26,75  |         |        | 26,85  |         | 25,6   |        |         | 25,6   | 27,95  | 27,4    |        | 27,05  |         |        |        | 26,65   |        |        | 28,75   |        |       | 25,9    | 25,95  |        |  |  |
|         | 25     |         |        | 25,4   |         |        | 25,3   |         | 27,9   |        |         | 27,9   | 27,45  | 31      |        | 28,3   |         |        |        | 25,4    |        |        | 26,45   |        |       | 24,75   | 25,3   |        |  |  |
|         | 26     |         |        | 26,3   |         |        | 25,6   |         | 28,1   |        |         | 28,1   | 27,35  | 30      |        | 26,65  |         |        |        | 25,85   |        |        | 26,5    |        |       | 24,9    | 25,25  |        |  |  |
|         | 29,5   |         |        | 28,4   |         |        | 27,05  |         | 26,35  |        |         |        | 26,35  | 29,5    |        | 25,35  |         |        |        | 26,85   |        |        | 28,25   |        |       | 26,5    | 26,5   |        |  |  |
|         |        |         |        | 30,75  |         |        | 28,9   |         | 27,05  |        |         |        | 27,05  |         |        | 26,65  |         |        |        | 27,65   |        |        | 28,9    |        |       | 25,05   | 26     |        |  |  |
|         |        |         |        | 28,6   |         |        | 26,4   |         | 29,05  |        |         |        | 29,05  |         |        | 25,9   |         |        |        | 26,65   |        |        | 27,25   |        |       | 25,25   | 25,55  |        |  |  |
|         |        |         |        | 24,6   |         |        | 24,75  |         |        |        |         |        | 24,65  |         |        | 24,65  |         |        |        | 25,35   |        |        | 26,55   |        |       | 24,45   | 25,05  |        |  |  |
|         |        |         |        | 29,3   |         |        | 28,5   |         |        |        |         |        | 24,25  |         |        | 24,25  |         |        |        | 26,55   |        |        | 28,8    |        |       | 24,75   | 25,4   |        |  |  |
|         |        |         |        | 29,75  |         |        | 28     |         |        |        |         |        | 28,1   |         |        | 28,1   |         |        |        | 25,75   |        |        | 28,8    |        |       | 26,6    | 26,7   |        |  |  |
|         |        |         |        | 26     |         |        | 26,25  |         |        |        |         |        | 26,05  |         |        | 26,05  |         |        |        | 25,1    |        |        | 26,45   |        |       | 26,7    | 25,5   |        |  |  |
|         |        |         |        | 23,5   |         |        | 23,6   |         |        |        |         |        | 24,95  |         |        | 24,95  |         |        |        | 25,1    |        |        | 26,45   |        |       | 24,55   | 24,25  |        |  |  |
|         |        |         |        | 28,7   |         |        | 29,1   |         |        |        |         |        | 27,6   |         |        | 27,6   |         |        |        | 29,25   |        |        | 28,85   |        |       | 24,6    | 25,3   |        |  |  |
|         |        |         |        | 28,3   |         |        | 27,25  |         |        |        |         |        | 29,7   |         |        | 29,7   |         |        |        | 27,1    |        |        | 27,4    |        |       | 25,95   | 27,05  |        |  |  |
|         |        |         | 26,05  |        |         | 26,85  |        |         |        |        |         | 26,6   |        |         | 26,6   |        |         |        | 25,95  |         |        | 25,6   |         |        | 25,45 | 25,5    |        |        |  |  |
|         |        |         | 25,9   |        |         | 26,95  |        |         |        |        |         | 27,4   |        |         | 27,4   |        |         |        | 26,65  |         |        | 23,8   |         |        | 23,8  | 24,6    |        |        |  |  |
|         |        |         | 29,05  |        |         | 29,5   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 28,9   |         |        | 30,45  |         |        | 28,05 | 27,5    |        |        |  |  |
|         |        | 28,85   |        |        | 28,2    |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 28,2   |        |         | 30,6   |        |         | 27,65  | 27,5  |         |        |        |  |  |
|         |        | 26,7    |        |        | 26,45   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 25,5   |        |         | 25,85  |        |         | 26     | 25,35 |         |        |        |  |  |
|         |        | 25,7    |        |        | 26,15   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 25,9   |        |         |        |        |         | 23,55  |       |         |        |        |  |  |
|         |        | 29,65   |        |        | 29,85   |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 28,3   |        |         |        |        |         | 26,6   |       |         |        |        |  |  |
| Média   | 27,57  | 27,73   | 27,29  | 27,21  |         |        | 26,84  |         |        | 26,17  | 26,37   | 26,95  | 27,81  | 28,06   | 29,22  | 26,18  | 27,15   |        | 26,42  |         |        | 27,56  | 28,25   |        |       | 25,48   | 25,66  | 25,70  |  |  |
| Mediana | 27,50  | 27,50   | 27,00  | 27,45  |         |        | 26,90  |         |        | 25,90  | 26,70   | 27,15  | 27,45  | 27,70   | 28,40  | 25,95  | 27,15   |        | 26,40  |         |        | 27,51  | 28,25   |        |       | 25,45   | 25,50  | 25,70  |  |  |
| DP      | 2,07   | 1,96    | 2,12   | 1,99   |         |        | 1,65   |         |        | 1,72   | 1,13    | 1,59   | 1,91   | 2,09    | 1,41   | 1,43   | 1,27    |        | 1,26   |         |        | 1,71   | 1,63    |        |       | 1,34    | 1,13   | 1,41   |  |  |
| Máximo  | 31,00  | 30,55   | 30,00  | 30,75  |         |        | 29,85  |         |        | 28,25  | 27,75   | 29,05  | 31,65  | 31,00   | 30,85  | 29,70  | 28,05   |        | 29,25  |         |        | 30,60  | 29,40   |        |       | 28,05   | 27,90  | 26,70  |  |  |
| Mínimo  | 25,00  | 25,50   | 24,50  | 23,45  |         |        | 23,55  |         |        | 23,75  | 25,00   | 23,40  | 24,63  | 25,25   | 28,40  | 24,00  | 26,25   |        | 24,45  |         |        | 23,80  | 27,10   |        |       | 22,95   | 23,75  | 24,70  |  |  |
| C.V.    | 0,0752 | 0,0708  | 0,0776 | 0,0731 |         |        | 0,0614 |         |        | 0,0656 | 0,0427  | 0,0590 | 0,0687 | 0,0744  | 0,0484 | 0,0546 | 0,0469  |        | 0,0478 |         |        | 0,0620 | 0,0576  |        |       | 0,0526  | 0,0439 | 0,0550 |  |  |

TEMPERATURA °C

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |         |        |       |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |
|         | 25,75  |         |        | 25,7   | 28,55   |        | 25,95  | 27,55   |        | 28,7   | 25,7    | 26,6   | 22,5   | 29,5    |        | 24,3   | 29,8    |        | 25     | 28,55   |        | 27,55  | 31,35   | 31,95  |       |         |        | 23,55  | 26,5    | 29,5   |       |
|         | 27,85  |         |        | 24,75  | 26,7    |        | 26,85  | 26,3    |        | 23,9   | 28,1    | 25,45  | 28,95  | 26,8    |        | 30,25  | 25,7    |        | 29,9   | 29      |        | 31,35  | 27,025  | 27,25  |       | 27,55   | 27,4   | 37,25  | 28,8    | 27,95  | 29,65 |
|         | 28,85  |         |        | 30,85  | 29,1    |        | 29,55  | 26,1    |        | 26,4   | 27,1    | 25     | 29,5   | 25,6    |        | 26,95  | 25,65   |        | 29,35  | 30,4    |        |        | 30,9    | 26,75  |       |         | 28     | 27,9   | 28,85   | 27,9   | 27,5  |
|         | 25,525 |         |        | 30,4   |         |        | 26,95  | 32,2    |        | 27,25  | 24,6    | 28     | 24,25  | 29,8    |        | 23,35  | 29      |        | 25,675 | 28,45   |        |        | 31,8    | 28,85  |       |         | 35,1   | 27,65  | 26      | 28,4   | 26,45 |
|         | 26,2   |         |        | 25     |         |        | 29,55  | 29      |        | 29,8   | 25,7    | 29,05  | 27,25  | 30,1    |        | 28,8   | 29,6    |        | 30,05  | 27,05   |        |        |         | 29,5   |       |         | 29,3   | 25,95  | 27,95   | 29,55  |       |
|         | 28,2   |         |        | 25,55  |         |        | 30,85  | 25,85   |        | 23,6   | 26,4    | 26,9   | 29,1   | 27,15   |        | 30,1   | 26,3    |        | 31,05  | 31,25   |        |        | 28,35   | 29,95  |       | 27,25   | 31,05  | 27,6   | 26,7    | 31,4   |       |
|         | 28,35  |         |        | 28,5   |         |        | 33     | 25,45   |        |        |         | 25,6   | 30     | 24,95   |        | 31,9   | 24,5    |        | 31,8   | 30,55   |        |        | 27,1    | 28,25  |       |         | 32,55  | 29,1   | 28,9    | 28,05  |       |
|         | 25,1   |         |        | 26,6   |         |        | 24,95  | 28,55   |        |        |         | 28,85  | 25,85  | 29,15   |        | 25,25  | 27,75   |        |        | 31,35   |        |        |         | 26,8   |       |         | 29,2   | 29,25  | 29,2    |        |       |
|         | 25,3   |         |        | 26,3   |         |        | 26,5   | 29      |        |        |         | 30,8   | 25,7   | 28,2    |        | 26,05  | 28,5    |        |        | 28      |        |        |         | 29,2   |       |         | 30,35  | 27,85  | 30,55   |        |       |
|         | 27,75  |         |        | 25,6   |         |        | 29,15  | 27,05   |        |        |         | 27,1   | 28,95  | 24,5    |        | 29,75  | 24,75   |        |        | 26,95   |        |        |         | 29,4   |       |         | 31     | 26,9   |         |        |       |
|         | 26,65  |         |        | 27,8   |         |        | 30,75  | 26,95   |        |        |         | 27,35  | 27,15  | 27      |        | 25,65  | 25,95   |        |        | 27,45   |        |        |         | 27,7   |       |         |        | 29,35  |         |        |       |
|         | 26,1   |         |        | 27,75  |         |        | 24,8   | 28,2    |        |        |         | 29,2   | 25,15  | 30,25   |        | 24,75  | 32,15   |        |        | 31,3    |        |        |         | 25,65  |       |         | 29     | 30,95  |         |        |       |
|         | 25,9   |         |        | 26,55  |         |        | 26,4   | 35,6    |        |        |         | 31,45  | 29,25  | 31,75   |        | 27     | 31,05   |        |        | 28      |        |        |         | 31,35  |       |         | 27,05  | 29,65  |         |        |       |
|         | 28,1   |         |        | 28,35  |         |        | 28,5   | 29,15   |        |        |         | 26,55  | 27,9   | 27,4    |        | 29,45  | 25,85   |        |        | 26,35   |        |        |         |        |       |         | 29,85  |        | 27,45   |        |       |
|         | 27,8   |         |        | 27,85  |         |        |        | 27,1    |        |        |         | 27,05  |        | 28,35   |        |        | 27,1    |        |        | 30,2    |        |        |         | 26,2   |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 26,7   |         |        | 28,2   |         |        |        | 28,4    |        |        |         | 28,25  |        | 29,25   |        |        | 30,15   |        |        | 30,15   |        |        |         | 24,9   |       |         |        | 25,7   |         |        |       |
|         | 27,3   |         |        | 26,6   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 27,5    |        |        |         | 31,75  |       |         |        | 25,55  |         |        |       |
|         | 28,05  |         |        | 24,85  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 27,75   |        |        |         | 34,4   |       |         |        | 33,25  |         |        |       |
|         | 29,2   |         |        | 27,5   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 31,7    |        |        |         | 29,15  |       |         |        | 38,15  |         |        |       |
|         | 26,1   |         |        | 29,8   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 31,95   |        |        |         | 28,05  |       |         |        | 28     |         |        |       |
|         | 25,85  |         |        | 26,4   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 28,7    |        |        |         | 0      |       |         |        | 29,4   |         |        |       |
|         | 27     |         |        | 25,7   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 30,4    |        |        |         |        |       |         |        | 0      |         |        |       |
|         | 28,3   |         |        | 28,4   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 29,5    |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 26,05  |         |        | 30     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 25,5   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 28,6   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 29,95  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 26,55  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 27,85  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
|         | 28,9   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |
| Média   | 27,18  |         |        | 27,29  | 28,12   |        | 28,13  | 28,28   |        | 26,61  | 26,27   | 27,70  | 27,25  | 28,11   |        | 27,40  | 27,74   |        | 28,98  | 29,24   |        | 29,45  | 29,42   | 27,35  | 27,55 | 30,23   | 28,58  | 27,12  | 28,26   | 29,09  |       |
| Mediana | 27,15  |         |        | 27,05  | 28,55   |        | 27,73  | 27,88   |        | 26,83  | 26,05   | 27,23  | 27,58  | 28,28   |        | 26,98  | 27,43   |        | 29,90  | 29,00   |        | 29,45  | 29,63   | 28,55  | 27,55 | 28,00   | 29,35  | 27,60  | 27,95   | 29,50  |       |
| DP      | 1,32   |         |        | 1,79   | 1,26    |        | 2,45   | 2,56    |        | 2,51   | 1,22    | 1,83   | 2,26   | 2,04    |        | 2,63   | 2,36    |        | 2,62   | 1,70    |        | 2,69   | 2,18    | 6,85   | -     | 3,73    | 7,48   | 2,05   | 1,25    | 1,53   |       |
| Máximo  | 29,95  |         |        | 30,85  | 29,10   |        | 33,00  | 35,60   |        | 29,80  | 28,10   | 31,45  | 30,00  | 31,75   |        | 31,90  | 32,15   |        | 31,80  | 31,95   |        | 31,35  | 31,80   | 34,40  | 27,55 | 35,10   | 38,15  | 29,10  | 30,95   | 31,40  |       |
| Mínimo  | 25,10  |         |        | 24,75  | 26,70   |        | 24,80  | 25,45   |        | 23,60  | 24,60   | 25,00  | 22,50  | 24,50   |        | 23,35  | 24,50   |        | 25,00  | 26,35   |        | 27,55  | 27,03   | 0,00   | 27,55 | 27,25   | 0,00   | 23,55  | 26,50   | 26,45  |       |
| C.V.    | 0,0487 |         |        | 0,0654 | 0,0447  |        | 0,0870 | 0,0907  |        | 0,0942 | 0,0466  | 0,0661 | 0,0831 | 0,0727  |        | 0,0962 | 0,0850  |        | 0,0904 | 0,0582  |        | 0,0912 | 0,0742  | 0,2504 | -     | 0,1234  | 0,2616 | 0,0758 | 0,0442  | 0,0526 |       |

SÓLIDOS VOLÁTEIS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         |        |         | 95     | 74     |         |        | 65     |         |        |        |         |        | 54     |         |        | 30     |         |        |        |         |        | 64     |         |        |        |         |        | 118    |         |        |
|         |        |         |        | 50     |         |        | 55     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 57     |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         | 43     | 123    |         |        | 138    |         |        |        |         | 50     |        |         |        |        |         | 12     |        |         | 41     |        |         | 144    |        |         |        |        |         |        |
|         |        | 138     | 101    |        |         |        |        |         |        | 63     |         |        | 38     |         |        |        |         | 70     |        |         | 131    |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        | 96      | 69     | 71     |         |        | 61     |         |        | 38     |         |        | 103    |         |        |        |         | 172,3  |        |         | 177    |        |         |        | 89     |         |        |        |         |        |
|         |        | 112     |        | 62     |         |        | 55     |         |        | 73     |         |        | 131    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 22     |         |        |        |         |        |
|         |        |         | 79     | 76     |         |        | 45     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 35     |        |         | 103    |        |         |        | 78     |         |        |        |         |        |
|         |        | 42      |        |        |         |        |        |         |        | 41     |         |        | 93     |         |        |        |         | 26     |        |         | 74     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        | 49      |        | 35     |         |        | 35     |         |        | 12     |         |        | 10     |         |        |        |         | 112    |        |         | 93     |        |         |        | 88     |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 30     |         |        | 35     |         |        | 26     |         |        | 141    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 78     |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 65     |         |        | 47     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 12     |        |         | 86     |        |         | 20     |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 35     |         |        | 23     |         |        |        |         | 65     |        |         | 93     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 35,5   |         |        | 60     |         |        | 47     |         |        | 134    |         |        |        |         | 41     |        |         |        |        | 45      |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 61     |         |        |        |         |        | 93     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 42     |         |        |        |         |        | 151    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 20      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 108    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 24      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 124     |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 69      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 18      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 48      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 34      |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 120     |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 44      |        |
| Média   | 87,40  | 77,40   |        | 62,15  |         |        | 59,60  |         |        | 43,80  |         |        | 84,13  | 52,00   |        | 91,22  | 30,00   |        | 58,53  |         |        | 99,75  |         |        | 68,50  |         |        | 55,67  | 118,00  |        |
| Mediana | 96,00  | 79,00   |        | 63,50  |         |        | 55,00  |         |        | 41,50  |         |        | 98,00  | 52,00   |        | 106,00 | 30,00   |        | 40,50  |         |        | 93,00  |         |        | 71,00  |         |        | 44,00  | 118,00  |        |
| DP      | 41,16  | 23,04   |        | 27,39  |         |        | 29,44  |         |        | 18,19  |         |        | 53,07  | 2,83    |        | 39,33  |         |        | 50,08  |         |        | 40,27  |         |        | 36,36  |         |        | 40,84  |         |        |
| Máximo  | 138,00 | 101,00  |        | 123,00 |         |        | 138,00 |         |        | 73,00  |         |        | 141,00 | 54,00   |        | 151,00 | 30,00   |        | 172,30 |         |        | 177,00 |         |        | 144,00 |         |        | 124,00 | 118,00  |        |
| Mínimo  | 42,00  | 43,00   |        | 30,00  |         |        | 35,00  |         |        | 12,00  |         |        | 10,00  | 50,00   |        | 25,00  | 30,00   |        | 12,00  |         |        | 41,00  |         |        | 20,00  |         |        | 18,00  | 118,00  |        |
| C.V.    | 2,1236 | 3,3595  |        | 2,2694 |         |        | 2,0242 |         |        | 2,4080 |         |        | 1,5853 | 18,3848 |        | 2,3195 |         |        | 1,1688 |         |        | 2,4773 |         |        | 1,8838 |         |        | 1,3630 |         |        |

## SÓLIDOS VOLÁTEIS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16 |         |        | QA 17 |         |        | QA 18 |         |        | QA 19 |         |        | QA 20 |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |        |     |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|-----|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |        |        |     |
|         | 45     |         |        |        |         | 93     |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 27     |        |     |
|         | 74     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 72     |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 21     |        |     |
|         | 195    |         |        |        |         | 99     |       |         |        |       |         | 167    |       |         | 89     |       |         | 325    |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 107    |        |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 478    |       |         | 212    |       |         | 611    |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |     |
|         | 40     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 595    |       |         | 274    |       |         | 407    |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 39     |        |     |
|         | 68     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 474    |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 107    |        |     |
|         | 120    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 276    |       |         | 91     |       |         | 640    |       |         |        |       |         | 182    |       |         |        | 100    |        |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 60     |       |         | 148    |       |         | 95     |       |         |        |       |         | 971    |       |         |        |        |        |     |
|         | 138    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 104    |       |         | 164    |       |         | 89     |       |         |        |       |         | 245    |       |         |        |        |        |     |
|         | 48     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 185    |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 290    |       |         |        | 30     |        |     |
|         | 91     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 94     |       |         | 193    |       |         | 318    |       |         |        |       |         | 263    |       |         | 82     | 772    |        |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 71     |       |         | 170    |       |         | 94     |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        | 14     |     |
|         | 138    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 238    |       |         | 124    |       |         | 165    |       |         |        |       |         | 324    |       |         | 142    |        | 645    |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        | 362   |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 85     |       |         |        |        | 109    |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 79     |       |         | 1356   |       |         |        |       |         | 74     |       |         | 239    |        | 193    |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 142   |         |        |        |        |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        | 201   |         |        | 465    |        | 123 |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 77,5   |       |         |        |        |        |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 301    |       |         | 0      |        | 95     |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        | 123    |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       | 334     |        |        | 120    |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        | 0      |     |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |     |
| Média   | 95,70  |         |        | 71,74  | 96,00   |        |       | 211,95  |        |       | 214,50  |        |       | 154,40  |        |       | 410,00  |        |       | 219,45  |        |       | 379,56  |        |       | 258,88  |        | 54,00  | 61,57  |     |
| Mediana | 82,50  |         |        | 77,50  | 96,00   |        |       |         |        |       | 176,00  |        |       | 156,00  |        |       | 321,50  |        |       | 254,00  |        |       | 182,00  |        |       | 123,00  |        | 39,00  | 39,00  |     |
| DP      | 50,81  |         |        | 33,00  | 4,24    |        |       | 187,58  |        |       | 131,25  |        |       | 61,82   |        |       | 389,60  |        |       | 104,32  |        |       | 421,76  |        |       | 284,56  |        | 49,24  | 40,73  |     |
| Máximo  | 195,00 |         |        | 108,00 | 99,00   |        |       | 595,00  |        |       | 474,00  |        |       | 274,00  |        |       | 1356,00 |        |       | 334,00  |        |       | 1193,00 |        |       | 772,00  |        | 109,00 | 107,00 |     |
| Mínimo  | 40,00  |         |        | 13,00  | 93,00   |        |       | 49,00   |        |       | 72,00   |        |       | 79,00   |        |       | 89,00   |        |       | 74,00   |        |       | 0,00    |        |       | 0,00    |        | 14,00  | 21,00  |     |
| C.V.    | 1,8834 |         |        | 2,1738 | 22,6274 |        |       | 1,1299  |        |       | 1,6343  |        |       | 2,4976  |        |       | 1,0524  |        |       | 2,1035  |        |       | 0,9099  |        |       | 0,9097  |        | 1,0966 | 1,5118 |     |

**SÓLIDOS TOTAIS**

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10 |         |        | QA 11  |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |  |  |
|         |        |         | 139    |        |         | 93     |        |         | 92     |        |         |        |        |         | 74     |        |         | 111    |        |         | 157    |       |         | 102    |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         | 76     |        |         | 77     |        |         |        |        |         |        |        |         | 109    |        |         | 174    |       |         | 80     |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         | 50     |        |         | 165    |        |         | 154    |        |         |        |        |         | 120    |        |         | 156    |        |         | 269    |       |         | 187    |        |         | 119    |       |  |  |
|         |        | 200     | 132    |        |         |        |        |         |        |        |         | 112    |        |         | 109    |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 135     | 81     |        |         | 103    |        |         | 85     |        |         | 55     |        |         | 140    |        |         |        |        | 54      |        |       | 146     |        |        | 149     |        |       |  |  |
|         |        | 177     |        |        |         | 78     |        |         | 66     |        |         | 116    |        |         | 158    |        |         |        |        | 132     |        |       | 152     |        |        | 61      |        |       |  |  |
|         |        |         | 111    |        |         | 93     |        |         | 75     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 146     |        |       | 158     |        |        | 95      |        |       |  |  |
|         |        | 144     |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 67     |        |         | 163    |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 124     |        |        |         | 40     |        |         | 42     |        |         | 88     |        |         | 119    |        |         |        |        | 41      |        |       | 95      |        |        | 147     |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         | 50     |        |         | 49     |        |         | 41     |        |         | 256    |        |         |        |        | 112     |        |       | 158     |        |        | 95      |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         | 86     |        |         | 58     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 53      |        |       |         |        |        | 28      |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 50     |        |         | 105    |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         | 43     |        |         | 74     |        |         | 77     |        |         | 184    |        |         |        |        | 129     |        |       |         |        | 112    |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 75     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 57     |        |         |        |        |         | 271    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 228    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 164    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 165    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 203    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 76     |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 128    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 132    |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 70     |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |  |  |
| Média   | 156,00 | 102,60  |        | 82,70  |         |        | 77,20  |         |        | 73,80  |         |        | 154,25 | 97,00   |        | 159,67 | 156,00  |        | 115,60 |         | 156,38 |       | 105,60  |        | 96,56  | 119,00  |        |       |  |  |
| Mediana | 144,00 | 111,00  |        | 82,00  |         |        | 74,50  |         |        | 71,00  |         |        | 149,00 | 97,00   |        | 164,00 | 156,00  |        | 111,50 |         | 157,50 |       | 98,50   |        | 77,00  | 119,00  |        |       |  |  |
| DP      | 31,57  | 25,63   |        | 36,43  |         |        | 15,33  |         |        | 25,34  |         |        | 49,64  |         |        | 66,89  |         |        | 44,30  |         | 26,63  |       | 43,75   |        | 47,13  |         |        |       |  |  |
| Máximo  | 200,00 | 139,00  |        | 165,00 |         |        | 154,00 |         |        | 116,00 |         |        | 256,00 | 120,00  |        | 271,00 | 156,00  |        | 269,00 |         | 211,00 |       | 187,00  |        | 162,00 | 119,00  |        |       |  |  |
| Mínimo  | 124,00 | 50,00   |        | 40,00  |         |        | 42,00  |         |        | 41,00  |         |        | 105,00 | 74,00   |        | 70,00  | 156,00  |        | 41,00  |         | 95,00  |       | 28,00   |        | 37,00  | 119,00  |        |       |  |  |
| C.V.    | 4,9418 | 4,0028  |        | 2,2701 |         |        | 5,0344 |         |        | 2,9128 |         |        | 3,1075 |         |        | 2,3869 |         |        | 2,6094 |         | 5,8720 |       | 2,4137  |        | 2,0489 |         |        |       |  |  |

**SÓLIDOS TOTAIS**

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16 |         |        | QA 17 |         |        | QA 18 |         |         | QA 19 |         |        | QA 20 |         |         | QA 21 |         |         | QA 22 |        |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois  |       |        |        |
|         |        |         |        |        | 114     |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         | 42    |        |        |
|         |        |         |        |        | 178     |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 353    |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         | 62    |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 284    |       |         | 287    |       |         | 351    |       |         | 840     |       |         |        |       |         |         |       |         |         | 151   |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 709    |       |         | 251    |       |         | 866    |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         | 69    |        |        |
|         | 127    |         |        |        |         |        |       |         | 985    |       |         | 378    |       |         | 369    |       |         | 545     |       |         |        |       |         |         |       |         |         | 151   |        |        |
|         | 110    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 146    |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         | 291    |         |        |        |         |        |       |         | 292    |       |         | 742    |       |         | 369    |       |         | 708     |       |         |        |       |         |         | 1849  |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 238    |       |         | 423    |       |         | 176    |       |         | 619     |       |         |        |       |         |         | 593   |         |         |       |        |        |
|         | 162    |         |        |        |         |        |       |         | 135    |       |         | 210    |       |         | 141    |       |         | 1497    |       |         |        |       |         |         | 1016  |         |         |       | 42     |        |
|         | 189    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 338    |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         | 162    |         |        |        |         |        |       |         | 151    |       |         | 231    |       |         | 177    |       |         | 523     |       |         | 575    |       |         |         |       |         | 33      |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 109    |       |         | 210    |       |         | 158    |       |         | 146     |       |         | 373    |       |         |         |       |         | 262     |       | 157    |        |
|         | 93     |         |        |        |         |        |       |         | 290    |       |         | 151    |       |         |        |       |         | 226     |       |         | 308    |       |         |         |       |         | 58      |       |        |        |
|         | 77     |         |        |        | 119     |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 362    |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       | 161     |         |       |        |        |
|         | 125    |         |        |        | 117     |        |       |         | 574,5  |       |         | 721    |       |         |        |       |         | 1833    |       |         | 411    |       |         |         |       |         |         | 161   |        |        |
|         |        |         |        |        | 154     |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         | 477    |       |         |         |       |         |         | 161   |        |        |
|         | 186    |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         | 132    |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         | 281    |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         | 133    |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         | 404    |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |         |       | 401     |        |       |         |         |       |         |         |       |        |        |
| Média   | 152,20 |         |        | 127,63 | 146,00  |        |       |         | 376,75 |       |         | 360,40 |       |         | 279,90 |       |         | 644,70  |       |         | 349,50 |       |         | 591,78  |       |         | 515,71  |       | 82,67  | 86,17  |
| Mediana | 144,50 |         |        | 127,00 | 146,00  |        |       |         | 287,00 |       |         | 269,00 |       |         | 344,50 |       |         | 582,00  |       |         | 387,00 |       |         | 357,00  |       |         | 161,00  |       | 58,00  | 65,50  |
| DP      |        |         |        | 61,71  | 45,25   |        |       |         | 287,35 |       |         | 211,63 |       |         | 100,31 |       |         | 495,12  |       |         | 140,50 |       |         | 655,47  |       |         | 675,25  |       | 65,58  | 51,36  |
| Máximo  | 291,00 |         |        | 154,00 | 178,00  |        |       |         | 985,00 |       |         | 742,00 |       |         | 369,00 |       |         | 1833,00 |       |         | 575,00 |       |         | 1872,00 |       |         | 1849,00 |       | 157,00 | 151,00 |
| Mínimo  | 77,00  |         |        | 100,00 | 114,00  |        |       |         | 109,00 |       |         | 151,00 |       |         | 146,00 |       |         | 141,00  |       |         | 132,00 |       |         | 0,00    |       |         | 0,00    |       | 33,00  | 42,00  |
| C.V.    | 2,4665 |         |        | 7,6079 |         |        |       |         | 1,3111 |       |         | 1,7030 |       |         | 2,7903 |       |         | 1,3021  |       |         | 2,4876 |       |         | 0,9028  |       |         | 0,7637  |       | 1,2606 | 1,6779 |



## SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 15     | 39,5    | 25     | 10     |         |        | 20     |         |        | 11     | 10      | 20,5   | 139    |         | 15     | 10     |         |        | 10     |         |        | 13     |         |        |        |         |        | 24     |         |        |
|         | 35     | 11      |        | 25     |         |        | 62     |         |        | 55     | 27      | 5      | 84     | 5       |        | 10     | 12      |        | 55     |         |        | 10     | 17      |        | 10     |         |        | 10     | 24      |        |
|         | 16     | 22      | 20     | 10     |         |        | 12,5   |         |        | 20     | 10      | 19     | 10     | 10      | 12     | 10     |         |        | 12,5   |         |        | 14     |         |        | 11,5   |         |        | 10     |         |        |
|         | 100    | 18,5    | 19     | 23     |         |        | 14     |         |        | 32     | 15      | 10     | 39     | 10      |        | 16     |         |        | 70     |         |        | 43     |         |        | 45     |         |        | 48     |         |        |
|         | 10     | 20      | 10     | 10     |         |        | 14,4   |         |        | 5      | 20,5    | 19     | 10     | 10      |        | 19     |         |        | 10     |         |        | 23     |         |        | 33     |         |        | 10     |         |        |
|         | 33     | 88      |        | 17     |         |        | 20     |         |        | 24     |         | 15     | 10     | 26      |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 15     |         |        | 12     |         |        | 18     |         |        |
|         | 12     |         | 19     | 9,9    |         |        | 20     |         |        | 15     |         |        | 12,95  |         |        | 10     |         |        | 15     |         |        | 37     |         |        | 24     |         |        | 44     |         |        |
|         | 19     | 62      |        | 10     |         |        | 17     |         |        | 12     |         | 12     | 26     | 23      |        | 10     |         |        | 25     |         |        | 10     |         |        | 13     |         |        | 12     |         |        |
|         | 24     | 10      |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 10,5   |         | 14     | 10     | 13      |        | 5,5    |         |        | 10     |         |        | 17     |         |        | 11     |         |        | 15     |         |        |
|         | 10     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         | 13     | 10     | 142     |        | 33     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |
|         | 38     |         |        | 11     |         |        | 11     |         |        |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 21     |         |        | 17     |         |        | 16     |         |        |
|         | 21     |         |        | 16     |         |        | 10     |         |        |        |         | 14     | 10     | 13      |        | 5,5    |         |        | 10     |         |        | 81     |         |        | 10     |         |        | 20     |         |        |
|         | 37     |         |        | 33     |         |        | 11     |         |        | 11     |         | 11     | 51     | 11      |        | 7      |         |        | 27     |         |        | 52     |         |        | 37     |         |        | 41     |         |        |
|         | 26     |         |        | 12,5   |         |        | 22     |         |        |        |         | 10     | 27,5   |         |        | 23     |         |        | 11     |         |        | 23,5   |         |        | 24,5   |         |        | 18,5   |         |        |
|         |        |         |        | 14     |         |        | 21     |         |        |        |         |        |        |         |        | 31,5   |         |        | 6,5    |         |        | 17     |         |        | 32     |         |        | 11     |         |        |
|         |        |         |        | 7      |         |        | 8,5    |         |        |        |         | 16     |        |         |        | 33     |         |        | 10,5   |         |        | 6,5    |         |        | 5      |         |        | 5,5    |         |        |
|         |        |         |        | 11     |         |        | 23     |         |        |        |         |        |        |         |        | 54     |         |        | 13     |         |        | 18     |         |        | 13     |         |        | 10     |         |        |
|         |        |         |        | 13,5   |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 25     |         |        | 43     |         |        | 49,5   |         |        | 38     |         |        |
|         |        |         |        | 14     |         |        | 12     |         |        |        |         |        |        |         |        | 11     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 19     |         |        | 10     |         |        |
|         |        |         |        | 100    |         |        | 50     |         |        |        |         |        |        |         |        | 12     |         |        | 63     |         |        | 38     |         |        | 19     |         |        | 36     |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 41     |         |        | 27     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 11     |         |        | 26     |         |        | 13     |         |        | 67     |         |        |
|         |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        | 17     |         |        | 10     |         |        | 13     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |
|         |        |         |        | 21     |         |        | 12     |         |        |        |         |        |        |         |        | 5,5    |         |        | 23     |         |        | 67     |         |        | 12     |         |        | 12     |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 20     |         |        | 15     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 15     |         |        | 13     |         |        | 23     |         |        | 67     |         |        |
|         |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 10     |         |        | 16     |         |        | 13     |         |        | 14     |         |        |
|         |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        | 11     |         |        |
|         |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 10     |         |        |        |         |        | 12     |         |        |        |         |        |
| Média   | 28,29  | 33,88   | 18,60  | 18,11  |         |        | 17,50  |         |        | 20,50  | 16,50   | 13,73  | 23,88  | 25,14   | 13,50  | 21,39  | 12,00   |        | 18,61  |         |        | 24,88  | 17,00   |        | 18,79  |         |        | 22,62  | 24,00   |        |
| Mediana | 22,50  | 21,00   | 19,00  | 11,00  |         |        | 12,50  |         |        | 15,00  | 15,00   | 14,00  | 10,00  | 13,00   | 13,50  | 10,00  | 12,00   |        | 10,50  |         |        | 17,00  | 17,00   |        | 13,00  |         |        | 14,50  | 24,00   |        |
| DP      | 22,88  | 27,81   | 5,41   | 18,16  |         |        | 12,31  |         |        | 15,28  | 7,30    | 4,31   | 22,48  | 39,22   | 2,12   | 28,22  |         |        | 16,89  |         |        | 18,96  |         |        | 11,63  |         |        | 17,80  |         |        |
| Máximo  | 100,00 | 88,00   | 25,00  | 100,00 |         |        | 62,00  |         |        | 55,00  | 27,00   | 20,50  | 84,00  | 142,00  | 15,00  | 139,00 | 12,00   |        | 70,00  |         |        | 81,00  | 17,00   |        | 49,50  |         |        | 67,00  | 24,00   |        |
| Mínimo  | 10,00  | 10,00   | 10,00  | 7,00   |         |        | 8,50   |         |        | 5,00   | 10,00   | 5,00   | 10,00  | 5,00    | 12,00  | 5,50   | 12,00   |        | 6,50   |         |        | 6,50   | 17,00   |        | 5,00   |         |        | 5,50   | 24,00   |        |
| C.V.    | 0,8089 | 0,8211  | 0,2910 | 1,0030 |         |        | 0,7034 |         |        | 0,7454 | 0,4423  | 0,3142 | 0,9413 | 1,5604  | 0,1571 | 1,3193 |         |        | 0,9077 |         |        | 0,7621 |         |        | 0,6190 |         |        | 0,7871 |         |        |

SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 18     |         |        | 46     | 41      |        | 10     | 20      |        | 12     | 21      | 7      | 21     | 5       |        | 13     | 5       |        | 10     | 17      |        | 10     | 21      | 10     |       | 24,5    | 12     | 10     | 10      | 10     |
|         | 10     |         |        | 19     |         |        | 17     | 17      |        | 10     | 10      | 5,5    | 10     | 5,5     |        | 10     | 13      |        | 10     | 16      |        | 10     | 27      | 10     | 10    | 23,5    | 10     | 12     | 5       | 10     |
|         | 10     |         |        | 66     | 23      |        | 16     | 18      |        | 11     | 16      | 10     | 10     | 16      |        | 15     | 11      |        | 10     | 10      |        | 10     | 10      | 12     |       | 19      | 10     | 17     | 5       | 42,5   |
|         | 29     |         |        | 18     |         |        | 15     | 38      |        | 22     | 13      | 48,5   | 30     | 96      |        | 27     |         |        | 40     | 12      |        | 21     | 45      |        | 12    | 12      | 31     | 5      |         |        |
|         | 10     |         |        | 29     |         |        | 10     | 12      |        | 22     | 27      | 32     | 20     | 10      |        | 10     | 16      |        | 13     | 18      |        |        | 10,5    |        | 45    | 10      | 23     | 10     |         |        |
|         | 8      |         |        | 59     |         |        | 5,7    | 30      |        | 12     | 11      |        | 15     | 37      |        | 10     | 22      |        | 10     | 49      |        | 14     | 12      |        | 11    | 17      | 31     | 24     | 30      |        |
|         | 23     |         |        | 10     |         |        | 17     |         |        |        |         | 21     | 24     |         |        | 20,95  |         |        | 12,95  | 14      |        | 14     | 5       |        | 13    | 9,9     | 12     | 10     |         |        |
|         | 32,1   |         |        | 22     |         |        | 29     | 19      |        |        |         |        | 20     | 10      |        | 25     | 10      |        |        | 14,5    |        |        |         |        | 10    |         |        | 5      |         |        |
|         | 10     |         |        | 19     |         |        | 43     | 10      |        |        |         | 10     | 31,5   | 10      |        | 24     | 10      |        |        | 5       |        |        |         |        | 12    |         | 9      | 10     |         |        |
|         | 10     |         |        | 47     |         |        | 10     | 133     |        |        |         | 26     | 10     |         |        | 10     | 85      |        |        | 10      |        |        |         |        | 28    |         |        | 10     |         |        |
|         | 22     |         |        | 10     |         |        | 12     |         |        |        |         |        | 10     |         |        | 10     |         |        |        | 31      |        |        | 41      |        |       |         | 30     |        |         |        |
|         | 17     |         |        | 5      |         |        | 19     | 14      |        |        |         | 16     | 13     | 14      |        | 41     | 19      |        |        | 10      |        |        |         |        | 27    |         | 10     |        |         |        |
|         | 37     |         |        | 7      |         |        | 29     | 14      |        |        |         | 10     | 25     | 10      |        | 45     | 19      |        |        | 41      |        |        | 13      |        |       |         | 10     |        |         |        |
|         | 24     |         |        | 12     |         |        | 10,5   | 14      |        |        |         | 10     | 12     | 10      |        | 22     | 10      |        |        |         |        |        |         |        | 55    |         |        |        |         |        |
|         | 13     |         |        | 58     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 34      |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 5      |         |        | 10     |         |        |        | 173     |        |        |         | 68     |        | 10      |        |        | 10      |        |        | 10      |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 10     |         |        | 22     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 47,5    |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 49,5   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 10     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 62     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 15     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 10     |         |        | 38     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 50     |         |        | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 10      |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 15     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 10     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 38     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 14     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
| Média   | 20,61  |         |        | 24,64  | 32,00   |        | 17,37  | 39,38   |        | 14,83  | 16,33   | 22,00  | 17,96  | 19,46   |        | 20,21  | 19,17   |        | 15,14  | 19,60   |        | 10,00  | 17,83   | 13,91  | 10,00 | 18,00   | 17,69  | 17,27  | 12,15   | 17,50  |
| Mediana | 14,00  |         |        | 18,50  | 32,00   |        | 15,50  | 18,00   |        | 12,00  | 14,50   | 13,00  | 17,50  | 10,00   |        | 17,98  | 12,00   |        | 10,00  | 15,25   |        | 10,00  | 17,50   | 10,00  | 10,00 | 19,00   | 12,00  | 12,00  | 10,00   | 10,00  |
| DP      | 15,05  |         |        | 18,92  | 12,73   |        | 10,05  | 51,64   |        | 5,60   | 6,56    | 19,18  | 7,62   | 25,49   |        | 11,55  | 21,31   |        | 11,05  | 13,30   |        | 0,00   | 6,24    | 11,83  |       | 6,29    | 14,35  | 9,70   | 8,21    | 13,31  |
| Máximo  | 62,00  |         |        | 66,00  | 41,00   |        | 43,00  | 173,00  |        | 22,00  | 27,00   | 68,00  | 31,50  | 96,00   |        | 45,00  | 85,00   |        | 40,00  | 49,00   |        | 10,00  | 27,00   | 45,00  | 10,00 | 24,50   | 55,00  | 31,00  | 30,00   | 42,50  |
| Mínimo  | 5,00   |         |        | 5,00   | 23,00   |        | 5,70   | 10,00   |        | 10,00  | 10,00   | 5,50   | 10,00  | 5,00    |        | 10,00  | 5,00    |        | 10,00  | 5,00    |        | 10,00  | 10,00   | 0,00   | 10,00 | 11,00   | 0,00   | 9,90   | 5,00    | 10,00  |
| C.V.    | 0,7298 |         |        | 0,7679 | 0,3977  |        | 0,5785 | 1,3112  |        | 0,3776 | 0,4018  | 0,8716 | 0,4240 | 1,3101  |        | 0,5715 | 1,1116  |        | 0,7303 | 0,6786  |        | 0,0000 | 0,3500  | 0,8509 |       | 0,3497  | 0,8114 | 0,5618 | 0,6759  | 0,7604 |

SÓLIDOS FIXOS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |  |  |
|         |        |         | 44     | 19     |         |        | 28     |         |        |        |         |        | 20     |         |        | 126    |         |        |        |         |        | 38     |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         | 10     | 26     |         |        | 22     |         |        |        |         |        | 70     |         |        |        |         |        | 117    |         |        | 23     |         |        |        | 10      |        |       |  |  |
|         |        | 61      | 32     |        | 42      |        |        | 16      |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 43     |         |        | 43     |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 39      | 14     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 34     |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 65      |        |        | 32      |        |        | 24      |        |        | 51      |        |        | 70      |        |        |         |        | 100    |         |        | 60     |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        | 16      |        |        | 11      |        |        | 17      |        |        | 37      |        |        |         |        | 39     |         |        | 39     |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         | 32     |        | 17      |        |        | 30      |        |        | 43      |        |        | 27      |        |        |         |        | 78     |         |        | 17     |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 52      |        |        |         |        |        |         |        |        | 26      |        |        | 70      |        |        |         |        | 96,7   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 75     |         |        |        |         |        | 10     |         |        | 78     |         |        | 114    |         |        |        |         |        |        |         | 59     |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 15     |         |        | 14     |         |        | 15     |         |        | 115    |         |        |        |         | 19     |        |         | 17     |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 21     |         |        | 13     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 106    |        |         | 12     |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 15     |         |        | 82     |         |        |        |         | 34     |        |         | 65     |        |         | 10     |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 30     |         |        | 50     |         |        |        |         |        |        |         | 11     |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 11     |         |        | 19     |         |        | 16     |         |        |        |         |        |        |         | 33     |        |         |        |        |         | 68     |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 47     |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 178    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 77     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 56     |         |        | 89     |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 48     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 178    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 23     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 15     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 26     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 16     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
| Média   | 58,40  | 26,40   |        | 20,90  |         |        | 18,70  |         |        | 31,00  |         |        | 70,63  | 45,00   |        | 68,56  | 126,00  |        | 57,57  |         |        | 84,00  |         |        | 37,40  |         |        |       |  |  |
| Mediana | 61,00  | 32,00   |        | 18,00  |         |        | 17,50  |         |        | 22,50  |         |        | 70,00  | 45,00   |        | 48,00  | 126,00  |        | 43,00  |         |        | 43,00  |         |        | 38,50  |         |        |       |  |  |
| DP      | 13,63  | 14,10   |        | 9,94   |         |        | 7,07   |         |        | 20,70  |         |        | 32,60  | 35,36   |        | 65,31  |         |        | 36,28  |         |        | 106,20 |         |        | 20,38  |         |        |       |  |  |
| Máximo  | 75,00  | 44,00   |        | 42,00  |         |        | 30,00  |         |        | 78,00  |         |        | 115,00 | 70,00   |        | 178,00 | 126,00  |        | 106,00 |         |        | 353,00 |         |        | 68,00  |         |        |       |  |  |
| Mínimo  | 39,00  | 10,00   |        | 10,00  |         |        | 10,00  |         |        | 15,00  |         |        | 27,00  | 20,00   |        | 15,00  | 126,00  |        | 12,00  |         |        | 11,00  |         |        | 10,00  |         |        |       |  |  |
| C.V.    | 4,2844 | 1,8724  |        | 2,1030 |         |        | 2,6443 |         |        | 1,4977 |         |        | 2,1663 | 1,2728  |        | 1,0497 |         |        | 1,5869 |         |        | 0,7910 |         |        | 1,8351 |         |        |       |  |  |

SÓLIDOS FIXOS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16 |         |        | QA 17 |         |        | QA 18 |         |        | QA 19 |         |        | QA 20  |         |         | QA 21 |         |        | QA 22 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|         | 82     |         |        | 21     |         |        |       |         |        |       |         |        | 138   |         |        |       |         |        |       |         |        | 461    |         |         | 1077  |         |        | 14    |  |  |
|         | 36     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        | 139   |         |        |       |         |        |       |         |        | 526    |         |         |       |         |        | 41    |  |  |
|         | 96     |         |        | 79     |         |        |       |         |        |       |         |        | 95    |         |        |       |         |        |       |         |        | 679    |         |         | 371   |         |        | 44    |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 235    |       |         | 217    |       |         |        |       |         | 515    |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         | 122    |         |        |        |         |        |       |         | 231    |       |         | 84     |       |         | 59     |       |         | 255    |       |         |        | 41     |         |         | 69    |         |        | 30    |  |  |
|         | 121    |         |        |        |         |        |       |         | 390    |       |         | 94     |       |         | 221    |       |         | 138    |       |         |        |        |         |         |       |         | 44     |       |  |  |
|         | 42     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        | 12    |         |        |       |         |        |       |         | 31     |        |         | 38      |       |         | 24     |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 118    |       |         | 268    |       |         |        |       |         | 68     |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         | 29     |         |        |        |         |        |       |         | 178    |       |         | 147    |       |         | 277    |       |         | 524    |       |         |        | 118    |         |         | 66    |         |        | 16    |  |  |
|         | 29     |         |        |        |         |        |       |         | 31     |       |         | 98     |       |         | 12     |       |         | 52     |       |         |        | 31     |         |         | 38    |         |        |       |  |  |
|         | 34     |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        | 34    |         |        |       |         |        |       | 330     |        | 73     |         | 46      |       |         | 19     |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 57     |       |         | 46     |       |         |        |       |         | 205    |       |         | 83     |        |         |         |       |         | 48     |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         | 38     |       |         | 98     |       |         | 283    |       |         | 52     |       |         | 45     |        | 0       |         | 0     |         | 19     |       |  |  |
|         | 53     |         |        |        |         |        |       |         | 52     |       |         | 50     |       |         |        |       |         | 61     |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 107    |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 87     |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 46,1   |         |        |       |         | 288    |       |         | 359    |       |         |        |       |         | 477    |       |         |        | 392    |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 58     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 58     |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 52     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 80     |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 97     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 58     |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 25     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 103    |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 47     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 67     |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 18     |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |         |       |         |        |       |  |  |
| Média   | 64,40  |         |        | 56,26  | 50,00   |        |       | 161,80  |        |       | 146,10  |        |       | 127,00  |        |       | 234,70  |        |       | 130,30  |        | 217,78 |         | 213,13  |       | 28,67   | 30,43  |       |  |  |
| Mediana | 47,50  |         |        | 49,50  | 50,00   |        |       | 148,00  |        |       | 98,00   |        |       | 116,50  |        |       | 171,50  |        |       | 81,50   |        | 73,00  |         | 56,00   |       | 19,00   | 30,00  |       |  |  |
| DP      | 37,56  |         |        | 31,36  | 41,01   |        |       | 122,84  |        |       | 103,10  |        |       | 103,65  |        |       | 198,98  |        |       | 123,60  |        | 261,31 |         | 368,07  |       | 16,74   | 12,91  |       |  |  |
| Máximo  | 122,00 |         |        | 107,00 | 79,00   |        |       | 390,00  |        |       | 359,00  |        |       | 283,00  |        |       | 524,00  |        |       | 392,00  |        | 679,00 |         | 1077,00 |       | 48,00   | 44,00  |       |  |  |
| Mínimo  | 29,00  |         |        | 18,00  | 21,00   |        |       | 31,00   |        |       | 46,00   |        |       | 12,00   |        |       | 52,00   |        |       | 45,00   |        | 0,00   |         | 0,00    |       | 19,00   | 14,00  |       |  |  |
| C.V.    | 1,7145 |         |        | 1,7939 | 1,2191  |        |       | 1,3172  |        |       | 1,4171  |        |       | 1,2253  |        |       | 1,1795  |        |       | 1,0542  |        | 0,8334 |         | 0,5790  |       | 1,7121  | 2,3573 |       |  |  |

## SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 63     | 58      | 81,5   | 54,5   |         |        | 63     |         |        | 40,5   | 30      | 18     |        | 76      | 104,5  | 46,5   | 111,5   |        | 10     |         |        | 134    | 164,5   |        |        |         | 65     | 86,5   |         |        |
|         | 78,5   | 62      | 50     | 68     |         |        | 26     |         |        | 35     | 30,5    | 33,5   | 236,5  | 78      | 155,5  | 43     | 235,5   |        | 71,5   |         |        | 90     | 231     |        |        | 33,5    | 20     | 154,5  |         |        |
|         | 54,5   | 62      | 58,5   | 34,5   |         |        | 28     |         |        | 36     | 27      | 50     | 77     | 76,5    | 288,5  | 90,5   |         |        | 60     |         |        | 98,5   |         |        | 36     |         | 58,5   |        |         |        |
|         | 55,5   | 86      | 51     | 29     |         |        | 27     |         |        | 34,5   | 13,5    | 38,5   | 76,5   | 87      |        | 106,5  |         |        | 60,5   |         |        | 104    |         |        | 41,5   |         | 52     |        |         |        |
|         | 74,5   | 53      | 59,5   | 13,5   |         |        | 11     |         |        | 21     | 20,5    | 31     | 85,5   | 89      |        | 53     |         |        | 51     |         |        | 124    |         |        | 21,5   |         | 43,5   |        |         |        |
|         | 75,5   | 61      | 110    | 23,5   |         |        | 21,5   |         |        | 31     |         | 39     | 109    | 69,5    |        | 63,5   |         |        | 64     |         |        | 105    |         |        | 27,5   |         | 53     |        |         |        |
|         | 72     | 83,5    | 216    | 27     |         |        | 28     |         |        | 39,5   |         | 52     | 127    | 127     |        | 80     |         |        | 75,5   |         |        | 157,5  |         |        | 34     |         | 77     |        |         |        |
|         | 42,5   | 109     |        | 12     |         |        | 9,5    |         |        | 23     |         | 43,5   | 104    | 115,5   |        | 59,5   |         |        | 49,5   |         |        | 145,5  |         |        | 22,5   |         | 63,5   |        |         |        |
|         | 54     | 89      |        | 14     |         |        | 13     |         |        | 24,5   |         | 44,5   | 121,5  | 115     |        | 63     |         |        | 62,5   |         |        | 151,5  |         |        | 27,5   |         | 59     |        |         |        |
|         | 72,5   |         |        | 15     |         |        | 16     |         |        |        |         | 36,5   | 104    | 154,5   |        | 43,5   |         |        | 63     |         |        | 115,5  |         |        | 28     |         | 64     |        |         |        |
|         | 84     |         |        | 20     |         |        | 20,5   |         |        |        |         | 28     | 119    | 43,5    |        | 54,5   |         |        | 72     |         |        | 103,5  |         |        | 29,5   |         | 68     |        |         |        |
|         | 67,5   |         |        | 15,5   |         |        | 14     |         |        |        |         | 34     | 144    | 78      |        | 51     |         |        | 75     |         |        | 163,5  |         |        | 30     |         | 66     |        |         |        |
|         | 38,5   |         |        | 5,5    |         |        | 4      |         |        |        |         | 24     | 99     | 84,5    |        | 63     |         |        | 48     |         |        | 131    |         |        | 21     |         | 48,5   |        |         |        |
|         | 40,5   |         |        | 13,5   |         |        | 8      |         |        |        |         | 36     | 98,5   |         |        | 58,5   |         |        | 56,5   |         |        | 247,5  |         |        | 24,5   |         | 56     |        |         |        |
|         |        |         |        | 10     |         |        | 7      |         |        |        |         | 70,5   |        |         |        | 97,5   |         |        | 72     |         |        | 110    |         |        | 24     |         | 51     |        |         |        |
|         |        |         |        | 30     |         |        | 39     |         |        |        |         | 134    |        |         |        | 92,5   |         |        | 62,5   |         |        | 107    |         |        | 38     |         | 59     |        |         |        |
|         |        |         |        | 26,5   |         |        | 21,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 74,5   |         |        | 56     |         |        | 123    |         |        | 33     |         | 55,5   |        |         |        |
|         |        |         |        | 29,5   |         |        | 27     |         |        |        |         |        |        |         |        | 87,5   |         |        | 66     |         |        | 83,5   |         |        | 31,5   |         | 57     |        |         |        |
|         |        |         |        | 26,5   |         |        | 22,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 121,5  |         |        | 54,5   |         |        | 106    |         |        | 30     |         | 44     |        |         |        |
|         |        |         |        | 21,5   |         |        | 22     |         |        |        |         |        |        |         |        | 105    |         |        | 53,5   |         |        | 64,5   |         |        | 17,5   |         | 71     |        |         |        |
|         |        |         |        | 40,5   |         |        | 39     |         |        |        |         |        |        |         |        | 85     |         |        | 89,5   |         |        | 135    |         |        | 52     |         | 89,5   |        |         |        |
|         |        |         |        | 37     |         |        | 32,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 53,5   |         |        | 81,5   |         |        | 102    |         |        | 55     |         | 60     |        |         |        |
|         |        |         |        | 38,5   |         |        | 34,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 79     |         |        | 70,5   |         |        | 84,5   |         |        | 39,5   |         | 63     |        |         |        |
|         |        |         |        | 29     |         |        | 26     |         |        |        |         |        |        |         |        | 58,5   |         |        | 70,5   |         |        | 151    |         |        | 42     |         | 70     |        |         |        |
|         |        |         |        | 25     |         |        | 24,5   |         |        |        |         |        |        |         |        | 80     |         |        | 46,5   |         |        | 109    |         |        | 34,5   |         | 53     |        |         |        |
|         |        |         |        | 29     |         |        | 27     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 53     |         |        | 85     |         |        | 37     |         | 57,5   |        |         |        |
|         |        |         |        | 19     |         |        | 15,5   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 46,5   |         |        | 86     |         |        | 18,5   |         | 49     |        |         |        |
|         |        |         |        | 45,5   |         |        | 25     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 53     |         |        | 106,5  |         |        | 43     |         | 67     |        |         |        |
|         |        |         |        | 63,5   |         |        | 61     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 117,5  |         |        |        |         |        | 126    |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 132    |         |        | 87     |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 192    |         |        |        |         |        | 113    |         |        |        |         |        |
| Média   | 62,36  | 73,72   | 89,50  | 31,62  |         |        | 26,68  |         |        | 31,67  | 24,30   | 44,56  | 115,50 | 91,85   | 182,83 | 72,42  | 173,50  |        | 66,80  |         |        | 118,71 | 197,75  |        | 38,33  |         | 58,59  | 120,50 |         |        |
| Mediana | 65,25  | 62,00   | 59,50  | 26,75  |         |        | 24,75  |         |        | 34,50  | 27,00   | 37,50  | 104,00 | 84,50   | 155,50 | 63,50  | 173,50  |        | 62,50  |         |        | 108,00 | 197,75  |        | 33,00  |         | 58,75  | 120,50 |         |        |
| DP      | 14,91  | 18,83   | 59,71  | 24,17  |         |        | 17,67  |         |        | 7,23   | 7,23    | 26,81  | 41,24  | 28,94   | 95,00  | 21,64  | 87,68   |        | 29,51  |         |        | 35,47  | 47,02   |        | 24,30  |         | 12,50  | 48,08  |         |        |
| Máximo  | 84,00  | 109,00  | 216,00 | 132,00 |         |        | 87,00  |         |        | 40,50  | 30,50   | 134,00 | 236,50 | 154,50  | 288,50 | 121,50 | 235,50  |        | 192,00 |         |        | 247,50 | 231,00  |        | 126,00 |         | 89,50  | 154,50 |         |        |
| Mínimo  | 38,50  | 53,00   | 50,00  | 5,50   |         |        | 4,00   |         |        | 21,00  | 13,50   | 18,00  | 76,50  | 43,50   | 104,50 | 43,00  | 111,50  |        | 10,00  |         |        | 64,50  | 164,50  |        | 17,50  |         | 20,00  | 86,50  |         |        |
| C.V.    | 0,2392 | 0,2555  | 0,6671 | 0,7645 |         |        | 0,6623 |         |        | 0,2283 | 0,2977  | 0,6017 | 0,3570 | 0,3151  | 0,5196 | 0,2988 | 0,5054  |        | 0,4418 |         |        | 0,2987 | 0,2378  |        | 0,6339 |         | 0,2133 | 0,3990 |         |        |

## SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15   |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18   |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |         | QA 21  |         |         | QA 22  |         |        |       |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|-------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois |       |
|         | 102    |         |        | 119    | 150     |        | 681     | 895,5   |        | 165    | 331,5   | 270    | 65,5   | 332,5   |        | 1072    | 1664,5  |        | 154    | 517,5   |        | 720    | 1108,5  | 1041    |        | 696     | 1411    |        | 94      | 32     | 48    |
|         | 62,5   |         |        | 138,5  | 236     |        | 364,5   | 795,5   |        | 212    | 286     | 248    | 186    | 411     |        | 129     | 970     |        | 192    | 494,5   |        | 849,5  | 1205    | 781     | 195,5  | 702     | 1320,5  |        | 34      | 23,5   | 48    |
|         | 107    |         |        | 161    | 327,5   |        | 473,5   | 124     |        | 216    | 301,5   | 217    | 226    | 345,5   |        | 1234    | 1471,5  |        | 219    | 398     |        |        | 1487,5  | 2810    |        | 1149    | 1156,5  |        | 30,5    | 21,5   | 145,5 |
|         | 121,5  |         |        | 165    |         |        | 733     | 295,5   |        | 261,5  | 401     | 232,5  | 293    | 374,5   |        | 881,5   | 506,5   |        | 229,5  | 500     |        |        | 1774,5  | 1558,5  |        | 1441    | 2074,5  |        | 38,5    | 23,5   | 75,5  |
|         | 133    |         |        | 160,5  |         |        | 470,5   | 573,5   |        | 338,5  | 281     | 243,5  | 354    | 287,5   |        | 1152    | 810,5   |        | 350    | 585,5   |        |        | 1302,5  | 1302,5  |        |         | 1323,5  |        | 25,5    | 36     | 40    |
|         | 139,5  |         |        | 156    |         |        | 540,5   | 1218    |        | 302,5  | 276,5   | 414,5  | 153,5  | 579     |        | 868     | 1275,5  |        | 420    | 442     |        |        | 1385,5  | 2066    |        | 1893    | 1150    |        | 28,5    | 36     | 23    |
|         | 167,5  |         |        | 151    |         |        | 848     | 1311    |        |        |         | 350    | 396    | 541     |        | 1573,5  | 1394    |        | 556,5  | 479,5   |        |        | 1403,5  | 1837,5  |        |         | 1759    |        | 18      | 22,5   | 54    |
|         | 114,5  |         |        | 150,5  |         |        | 1477    | 273,5   |        |        |         | 210    | 489    | 289     |        | 1960,5  | 810,5   |        |        | 494     |        |        |         | 1413    |        |         | 1042,5  |        |         | 18,5   | 94    |
|         | 224    |         |        | 183    |         |        | 1296,5  | 223,5   |        |        |         | 365,5  | 284,5  | 370     |        | 1596,5  | 689,5   |        |        | 426,5   |        |        |         | 563     |        |         | 1011    |        |         | 32     | 172,5 |
|         | 225    |         |        | 143,5  |         |        | 669     | 1761    |        |        |         | 310    | 303,5  | 191     |        | 1364,5  | 788,5   |        |        | 297,5   |        |        |         | 1436,5  |        |         | 1790,5  |        |         | 33,5   |       |
|         | 145,5  |         |        | 125    |         |        | 643     | 916,5   |        |        |         | 220    | 261    | 312     |        | 977,5   | 978,5   |        |        | 370     |        |        |         | 2306    |        |         |         |        |         | 34     |       |
|         | 193,5  |         |        | 131    |         |        | 2021    | 415,5   |        |        |         | 210    | 604,5  | 328     |        | 2822    | 394     |        |        | 361     |        |        |         | 1530    |        |         | 1254,5  |        |         | 36     |       |
|         | 131,5  |         |        | 125,5  |         |        | 1687    | 739,5   |        |        |         | 290,5  | 428    | 324     |        | 1933    | 825,5   |        |        | 406     |        |        |         | 2075,5  |        |         | 834,5   |        |         | 27,5   |       |
|         | 159    |         |        | 738,5  |         |        | 618,5   | 1140,5  |        |        |         | 238,5  | 411,5  | 338     |        | 1829    | 940,5   |        |        | 496     |        |        |         |         |        |         | 947,5   |        |         | 64,5   |       |
|         | 134,5  |         |        | 92,5   |         |        |         | 840,5   |        |        |         | 404,5  |        | 493     |        |         | 790     |        |        | 413,5   |        |        |         | 430,5   |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 142    |         |        | 93,5   |         |        |         | 1073,5  |        |        |         | 792    |        | 776     |        |         | 2135    |        |        | 554,5   |        |        |         | 675,5   |        |         | 532,5   |        |         |        |       |
|         | 154,5  |         |        | 168    |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 397,5   |        |        |         | 402,5   |        |         | 527,5   |        |         |        |       |
|         | 148,5  |         |        | 201,5  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 224     |        |        |         | 1412,5  |        |         | 1473    |        |         |        |       |
|         | 99     |         |        | 125    |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 294     |        |        |         | 1179    |        |         | 1233    |        |         |        |       |
|         | 142    |         |        | 103,5  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 370     |        |        |         | 1138,5  |        |         | 804,5   |        |         |        |       |
|         | 196    |         |        | 173,5  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 318,5   |        |        |         | 0       |        |         | 1382,5  |        |         |        |       |
|         | 150    |         |        | 104,5  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 614,5   |        |        |         |         |        |         | 0       |        |         |        |       |
|         | 199    |         |        | 107,5  |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        | 1024,5  |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 109,5  |         |        | 116    |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 99     |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 117    |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 121    |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 170    |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 202,5  |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
|         | 368,5  |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |         |        |         |         |        |         |        |       |
| Média   | 152,63 |         |        | 163,90 | 237,83  |        | 894,50  | 787,31  |        | 249,25 | 312,92  | 313,53 | 318,29 | 393,25  |        | 1385,21 | 1027,78 |        | 303,00 | 455,61  |        | 784,75 | 1394,08 | 1297,95 | 195,50 | 1176,20 | 1151,43 | 38,43  | 31,50   | 77,83  |       |
| Mediana | 142,00 |         |        | 141,00 | 236,00  |        | 675,00  | 818,00  |        | 238,75 | 293,75  | 259,00 | 298,25 | 341,75  |        | 1299,25 | 883,00  |        | 229,50 | 426,50  |        | 784,75 | 1394,50 | 1357,50 | 195,50 | 1149,00 | 1194,75 | 30,50  | 32,00   | 54,00  |       |
| DP      | 56,44  |         |        | 125,78 | 88,76   |        | 513,31  | 454,29  |        | 64,10  | 47,55   | 144,86 | 141,82 | 141,80  |        | 645,32  | 452,70  |        | 145,57 | 157,49  |        | 91,57  | 232,77  | 706,91  | -      | 509,93  | 476,91  | 25,34  | 11,28   | 50,74  |       |
| Máximo  | 368,50 |         |        | 738,50 | 327,50  |        | 2021,00 | 1761,00 |        | 338,50 | 401,00  | 792,00 | 604,50 | 776,00  |        | 2822,00 | 2135,00 |        | 556,50 | 1024,50 |        | 849,50 | 1774,50 | 2810,00 | 195,50 | 1893,00 | 2074,50 | 94,00  | 64,50   | 172,50 |       |
| Mínimo  | 62,50  |         |        | 92,50  | 150,00  |        | 364,50  | 124,00  |        | 165,00 | 276,50  | 210,00 | 65,50  | 191,00  |        | 129,00  | 394,00  |        | 154,00 | 224,00  |        | 720,00 | 1108,50 | 0,00    | 195,50 | 696,00  | 0,00    | 18,00  | 18,50   | 23,00  |       |
| C.V.    | 0,3698 |         |        | 0,7674 | 0,3732  |        | 0,5738  | 0,5770  |        | 0,2572 | 0,1519  | 0,4620 | 0,4456 | 0,3606  |        | 0,4659  | 0,4405  |        | 0,4804 | 0,3457  |        | 0,1167 | 0,1670  | 0,5446  | -      | 0,4335  | 0,4142  | 0,6595 | 0,3581  | 0,6519 |       |

SALINIDADE

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12     |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-----------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes     | Durante | Depois |
|         |        | 0,03    |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,015   | 0,010  | 0,04   | 0,040   |        | 0,02   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |           |         |        |
|         |        | 0,03    |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,02    | 0,020  | 0,04   | 0,035   |        | 0,03   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |           |         |        |
|         | 0,035  | 0,03    |        |        | 0,02    |        |        | 0,02    |        |        | 0,02    | 0,01   | 0,06   | 0,053   |        | 0,065  |         |        | 0,03   |         |        | 0,05   |         |        | 0,03   |         |        | 0,045     |         |        |
|         | 0,03   |         |        |        | 0,02    |        |        | 0,02    |        |        | 0,02    | 0,01   | 0,08   |         |        | 0,05   |         |        | 0,03   |         |        | 0,065  |         |        | 0,02   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,04   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0       |        |        | 0,01    | 0,01   | 0,06   |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,09   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,05   |         |        |        | 0,015   |        |        | 0,01    |        |        | 0,02    |        | 0,05   |         |        | 0,03   |         |        | 0,045  |         |        | 0,08   |         |        | 0,02   |         |        | 0,035     |         |        |
|         | 0,035  |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        | 0,02    |        | 0,06   |         |        | 0,04   |         |        | 0,04   |         |        | 0,08   |         |        | 0,02   |         |        | 0,04      |         |        |
|         | 0,02   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        | 0,05   |         |        | 0,03   |         |        | 0,02   |         |        | 0,07   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,03   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        | 0,06   |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,07   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,04   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        |         |        | 0,07   |         |        | 0,02   |         |        | 0,03   |         |        | 0,06   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,04   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        |         |        | 0,05   |         |        | 0,03   |         |        | 0,04   |         |        | 0,05   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,03   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        |         |        | 0,025  |         |        | 0,025  |         |        | 0,04   |         |        | 0,08   |         |        | 0,015  |         |        | 0,03      |         |        |
|         | 0,02   |         |        |        | 0,01    |        |        | 0,01    |        |        |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,02   |         |        | 0,06   |         |        | 0,01   |         |        | 0,02      |         |        |
|         | 0,02   |         |        |        | 0,005   |        |        | 0       |        |        |         |        |        |         |        | 0,033  |         |        | 0,03   |         |        | 0,12   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
|         |        |         |        |        | 0,005   |        |        | 0       |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,04   |         |        | 0,055  |         |        | 0,01   |         |        | 0,025     |         |        |
|         |        |         |        |        | 0,015   |        |        | 0,02    |        |        |         |        |        |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,05   |         |        | 0,02   |         |        | 0,03      |         |        |
|         |        |         |        |        | 0,011   |        |        | 0,01    |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,0325 |         |        | 0,07   |         |        | 0,0146 |         |        | 0,0310714 |         |        |
| Média   | 0,03   | 0,03    |        | 0,01   |         |        | 0,01   |         |        | 0,02   | 0,01    | 0,01   | 0,06   | 0,04    |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,07   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
| Mediana | 0,03   | 0,03    |        | 0,01   |         |        | 0,01   |         |        | 0,02   | 0,01    | 0,01   | 0,06   | 0,05    |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,07   |         |        | 0,01   |         |        | 0,03      |         |        |
| DP      | 0,01   |         |        | 0,00   |         |        | 0,01   |         |        | 0,01   | 0,00    |        | 0,01   |         |        | 0,01   |         |        | 0,01   |         |        | 0,02   |         |        | 0,01   |         |        | 0,01      |         |        |
| Máximo  | 0,05   | 0,03    |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   | 0,01    | 0,01   | 0,08   | 0,05    |        | 0,07   |         |        | 0,05   |         |        | 0,12   |         |        | 0,03   |         |        | 0,05      |         |        |
| Mínimo  | 0,02   | 0,03    |        | 0,01   |         |        | 0,00   |         |        | 0,01   | 0,01    | 0,01   | 0,05   | 0,05    |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,05   |         |        | 0,01   |         |        | 0,02      |         |        |
| C.V.    | 0,2897 |         |        | 0,3853 |         |        | 0,6547 |         |        | 0,3402 | 0,0000  |        | 0,1781 |         |        | 0,3677 |         |        | 0,2233 |         |        | 0,2659 |         |        | 0,4175 |         |        | 0,1843    |         |        |

SALINIDADE

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17   |         |        | QA 18   |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21  |         |        | QA 22 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,09   |         |        | 0,65   |         | 0,13   | 0,19   | 0,13    |        | 0,215   |         | 1,315  |         | 0,335   |        | 1,08   | 0,79    |        | 0,62   | 1,095   |        |        | 0,02    |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,105  |         |        | 0,58   |         | 0,165  | 0,14   | 0,12    |        | 0,265   |         | 0,7    |         | 0,32    |        | 1,145  | 0,565   |        | 0,405  | 1,015   |        |        | 0,01    |        |       |  |  |
|         | 0,07   |         |        | 0,12   |         |        | 0,739  |         | 0,16   | 0,21   | 0,1671  |        | 0,23179 |         | 1,235  | 1,19571 |         | 0,17   | 0,26   |         | 1,14   | 2,285  |         | 0,88   | 1,025  | 0,01    | 0,01   |       |  |  |
|         | 0,07   |         |        | 0,08   |         |        | 0,65   |         | 0,195  | 0,255  |         | 0,26   |         | 0,855   |        | 0,17    | 0,325   |        | 1,36   | 1,21    |        | 1,1    | 1,655   |        | 0,01   | 0,01    |        |       |  |  |
|         | 0,1    |         |        | 0,08   |         |        | 0,57   |         | 0,22   | 0,14   |         | 0,27   |         | 0,88    |        | 0,265   | 0,38    |        |        | 1       |        | 1,025  |         | 0,01   | 0,02   |         |        |       |  |  |
|         | 0,105  |         |        | 0,08   |         |        | 0,415  |         | 0,15   | 0,135  |         | 0,115  |         | 0,665   |        | 0,32    | 0,285   |        | 1,075  | 1,65    |        | 1,495  | 0,87    | 0,02   | 0,015  |         |        |       |  |  |
|         | 0,08   |         |        | 0,07   |         |        | 0,615  |         |        |        |         | 0,26   |         | 1,22    |        | 0,36    | 0,31    |        | 1,085  | 1,445   |        |        | 1,39    | 0,01   | 0,01   |         |        |       |  |  |
|         | 0,06   |         |        | 0,07   |         |        | 1,145  |         |        |        |         | 0,315  |         | 1,565   |        |         | 0,32    |        |        | 1,2177  |        |        | 0,79    |        | 0,01   |         |        |       |  |  |
|         | 0,11   |         |        | 0,09   |         |        | 0,995  |         |        |        |         | 0,14   |         | 1,24    |        |         | 0,275   |        |        |         |        | 1,0265 |         |        | 0,02   |         |        |       |  |  |
|         | 0,11   |         |        | 0,07   |         |        | 0,49   |         |        |        |         | 0,15   |         | 1,06    |        |         | 0,2937  |        |        |         |        |        |         |        | 0,0132 |         |        |       |  |  |
|         | 0,07   |         |        | 0,06   |         |        | 0,415  |         |        |        |         | 0,13   |         | 0,74    |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,095  |         |        | 0,065  |         |        | 1,605  |         |        |        |         | 0,39   |         | 2,295   |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,065  |         |        | 0,06   |         |        | 1,33   |         |        |        |         | 0,28   |         | 1,525   |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,08   |         |        | 0,08   |         |        | 0,4    |         |        |        |         | 0,265  |         | 1,445   |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,07   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,07   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,0825 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |         |         |        |         |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |  |  |
| Média   | 0,08   |         |        | 0,08   |         |        | 0,76   | 0,66    | 0,17   | 0,18   | 0,14    | 0,23   | 0,24    | 1,23    | 1,07   | 0,26    | 0,31    | 1,15   | 1,27   | 0,90    | 1,10   | 0,01   | 0,01    |        |        |         |        |       |  |  |
| Mediana | 0,08   |         |        | 0,08   |         |        | 0,59   | 0,74    | 0,18   | 0,18   | 0,17    | 0,26   | 0,23    | 1,23    | 1,20   | 0,27    | 0,30    | 1,11   | 1,33   | 1,10    | 1,03   | 0,01   | 0,01    |        |        |         |        |       |  |  |
| DP      | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,41   |         | 0,03   | 0,06   |         | 0,08   |         | 0,45    |        | 0,09    | 0,04    | 0,13   | 0,46   | 0,31    | 0,30   | 0,00   | 0,00    |        |        |         |        |       |  |  |
| Máximo  | 0,11   |         |        | 0,12   |         |        | 1,61   | 0,74    | 0,22   | 0,26   | 0,17    | 0,39   | 0,23    | 2,30    | 1,20   | 0,36    | 0,38    | 1,36   | 2,29   | 1,50    | 1,66   | 0,02   | 0,02    |        |        |         |        |       |  |  |
| Mínimo  | 0,06   |         |        | 0,06   |         |        | 0,40   | 0,74    | 0,15   | 0,14   | 0,17    | 0,12   | 0,23    | 0,67    | 1,20   | 0,17    | 0,26    | 1,08   | 1,00   | 0,88    | 0,79   | 0,01   | 0,01    |        |        |         |        |       |  |  |
| C.V.    | 0,2071 |         |        | 0,2038 |         |        | 0,5366 |         | 0,1897 | 0,3246 |         | 0,3684 |         | 0,3670  |        | 0,3357  | 0,1200  | 0,1160 | 0,3606 | 0,3462  | 0,2772 | 0,3727 | 0,3187  |        |        |         |        |       |  |  |



|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |  |  |
|         | 7,585  | 6,865   | 8,42   | 7,45   |         |        | 7,125  |         |        | 7,18   | 6,285   | 6,895  |        | 7,17    | 7,74   | 6,455  | 7,295   |        | 7,23   |         |        | 7,17   | 7,69    |        |        |         | 7,1    | 7,025  |  |  |
|         | 6,325  | 7,855   | 8,845  | 7,36   |         |        | 6,425  |         |        | 7,61   | 5,715   | 7,15   | 9,25   | 7,745   | 7,665  | 7,305  | 7,73    |        | 7,12   |         |        | 8,835  | 7,575   |        | 7,18   |         | 6,615  | 7,025  |  |  |
|         | 6,89   | 7,745   | 6,715  | 7,75   |         |        | 7,245  |         |        | 7,67   | 6,615   | 6,785  | 7,755  | 8,325   | 7,84   | 7,195  |         |        | 7,89   |         |        | 8,4    |         |        | 7,5    |         | 7,57   |        |  |  |
|         | 7,175  | 7,73    | 6,13   | 7,32   |         |        | 6,795  |         |        | 7,3    | 6,95    | 7,375  | 7,41   | 7,785   |        | 6,99   |         |        | 7,495  |         |        | 8,05   |         |        | 7,01   |         | 7,13   |        |  |  |
|         | 7,29   | 7,98    | 7,455  | 7,21   |         |        | 6,23   |         |        | 7,415  | 6,72    | 7,535  | 7,52   | 8,03    |        | 6,565  |         |        | 7,565  |         |        | 7,64   |         |        | 6,835  |         | 6,94   |        |  |  |
|         | 6,67   | 7,92    | 6,935  | 7,27   |         |        | 6,5    |         |        | 7,61   |         | 7,8    | 7,41   | 6,915   |        | 6,68   |         |        | 7,55   |         |        | 7,225  |         |        | 7,3    |         | 7,255  |        |  |  |
|         | 6,88   | 7,055   | 6,89   | 7,11   |         |        | 6,48   |         |        | 7,7    |         | 6,605  | 7,145  | 6,69    |        | 6,6    |         |        | 7,43   |         |        | 6,925  |         |        | 7,145  |         | 7,24   |        |  |  |
|         | 7,325  | 8,38    |        | 6,695  |         |        | 6,145  |         |        | 7,46   |         | 8,125  | 7,13   | 8,485   |        | 6,88   |         |        | 6,97   |         |        | 6,445  |         |        | 5,765  |         | 7,195  |        |  |  |
|         | 6,43   | 7,53    |        | 6,75   |         |        | 5,1    |         |        | 5,36   |         | 7,32   | 6,205  | 7,385   |        | 7,075  |         |        | 6,8    |         |        | 7,425  |         |        | 7,15   |         | 5,975  |        |  |  |
|         | 6,325  |         |        | 5,87   |         |        | 5,49   |         |        |        |         | 7,235  | 7,995  | 7,14    |        | 7,545  |         |        | 7,04   |         |        | 7,24   |         |        | 5,83   |         | 6,47   |        |  |  |
|         | 6,125  |         |        | 5,93   |         |        | 5,33   |         |        |        |         | 8,735  | 6,615  | 8,235   |        | 7,3    |         |        | 6,44   |         |        | 6,82   |         |        | 6,38   |         | 5,655  |        |  |  |
|         | 6,69   |         |        | 6,92   |         |        | 6,02   |         |        |        |         | 6,855  | 7,125  | 7,49    |        | 7,19   |         |        | 7,03   |         |        | 6,905  |         |        | 6,37   |         | 6,825  |        |  |  |
|         | 7,185  |         |        | 7,435  |         |        | 6,18   |         |        |        |         | 6,75   | 7,445  | 6,835   |        | 7,825  |         |        | 7,545  |         |        | 7,59   |         |        | 7,33   |         | 6,95   |        |  |  |
|         | 6,725  |         |        | 6,815  |         |        | 6,265  |         |        |        |         | 7,635  | 6,99   |         |        | 8,495  |         |        | 7,235  |         |        | 7,415  |         |        | 7,2    |         | 6,745  |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,865  |         |        | 6,105  |         |        |        |         |        | 7,28   |         |        | 6,46   |         |        | 7,155  |         |        | 7,25   |         |        | 7      |         | 6,87   |        |  |  |
|         |        |         |        | 8,37   |         |        | 6,945  |         |        |        |         |        | 7,475  |         |        | 8,005  |         |        | 7,785  |         |        | 7,345  |         |        | 7,79   |         | 7,495  |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,785  |         |        | 6,32   |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,445  |         |        | 8,18   |         |        | 8,205  |         |        | 8,16   |         | 7,435  |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,445  |         |        | 6,915  |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,19   |         |        | 7,33   |         |        | 7,785  |         |        | 7,365  |         | 7,1    |        |  |  |
|         |        |         |        | 8,295  |         |        | 7,325  |         |        |        |         |        |        |         |        | 8,94   |         |        | 8,26   |         |        | 8,42   |         |        | 8,485  |         | 8,24   |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,9    |         |        | 7,575  |         |        |        |         |        |        |         |        | 8,02   |         |        | 7,545  |         |        | 8,065  |         |        | 7,38   |         | 7,595  |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,265  |         |        | 6,16   |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,59   |         |        | 7,29   |         |        | 7,48   |         |        | 7,375  |         | 6,695  |        |  |  |
|         |        |         |        | 8,3    |         |        | 7,705  |         |        |        |         |        |        |         |        | 8,735  |         |        | 8,195  |         |        | 8,8    |         |        | 7,535  |         | 7,845  |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,325  |         |        | 6,775  |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,425  |         |        | 8,205  |         |        | 7,645  |         |        | 7,72   |         | 7,935  |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,63   |         |        | 7,055  |         |        |        |         |        |        |         |        | 6,785  |         |        | 7,48   |         |        | 7,99   |         |        | 7,485  |         | 7,115  |        |  |  |
|         |        |         |        | 9,15   |         |        | 9,465  |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,65   |         |        | 8,79   |         |        | 8,61   |         |        | 8,12   |         | 8,315  |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,865  |         |        | 6,965  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,645  |         |        | 7,445  |         |        | 6,475  |         | 6,83   |        |  |  |
|         |        |         |        | 6,7    |         |        | 6,52   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 6,28   |         |        | 6,6    |         |        | 7,205  |         | 6,6    |        |  |  |
|         |        |         |        | 7,22   |         |        | 6,635  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 8,93   |         |        | 7,86   |         |        | 7,505  |         | 7,1    |        |  |  |
|         |        |         | 6,775  |        |         | 6,08   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 7,36   |        |         |        |        |         | 7,275  |        |         |        |        |  |  |
|         |        |         | 7,535  |        |         | 6,795  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 7,29   |        |         |        |        |         | 7,175  |        |         |        |        |  |  |
| Média   | 6,83   | 7,67    | 7,34   | 7,28   |         |        | 6,62   |         |        | 7,26   | 6,46    | 7,35   | 7,38   | 7,56    | 7,75   | 7,37   | 7,51    |        | 7,50   |         |        | 7,63   | 7,63    |        | 7,21   |         | 7,10   | 7,03   |  |  |
| Mediana | 6,80   | 7,75    | 6,94   | 7,27   |         |        | 6,51   |         |        | 7,46   | 6,62    | 7,30   | 7,41   | 7,49    | 7,74   | 7,30   | 7,51    |        | 7,46   |         |        | 7,54   | 7,63    |        | 7,28   |         | 7,10   | 7,03   |  |  |
| DP      | 0,44   | 0,47    | 0,97   | 0,69   |         |        | 0,81   |         |        | 0,73   | 0,48    | 0,55   | 0,73   | 0,60    | 0,09   | 0,68   | 0,31    |        | 0,60   |         |        | 0,64   | 0,08    |        | 0,61   |         | 0,60   | 0,00   |  |  |
| Máximo  | 7,59   | 8,38    | 8,85   | 9,15   |         |        | 9,47   |         |        | 7,70   | 6,95    | 8,74   | 9,25   | 8,49    | 7,84   | 8,94   | 7,73    |        | 8,93   |         |        | 8,84   | 7,69    |        | 8,49   |         | 8,32   | 7,03   |  |  |
| Mínimo  | 6,13   | 6,87    | 6,13   | 5,87   |         |        | 5,10   |         |        | 5,36   | 5,72    | 6,61   | 6,21   | 6,69    | 7,67   | 6,46   | 7,30    |        | 6,28   |         |        | 6,45   | 7,58    |        | 5,77   |         | 5,66   | 7,03   |  |  |
| C.V.    | 0,0642 | 0,0610  | 0,1324 | 0,0942 |         |        | 0,1227 |         |        | 0,1009 | 0,0742  | 0,0754 | 0,0984 | 0,0789  | 0,0113 | 0,0922 | 0,0409  |        | 0,0797 |         |        | 0,0835 | 0,0107  |        | 0,0853 |         | 0,0839 | 0,0000 |  |  |

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17 |         |        | pH    |         |        | QA 18 |         |        | QA 19 |         |        | QA 20  |             |        | QA 21  |         |        | QA 22  |             |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|-------------|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante     | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |             |  |
|         | 7,475  |         |        | 6,765  | 7,43    |        | 8,105  | 7,055   |        | 6,815  | 7,405   | 6,485  |       | 7,755   | 6,705  |       | 7,83    | 7,25   |       | 6,865   | 7,75   |       | 7,205   | 8,685  | 8,23   |             | 8,685  | 8,41   |         | 7,435  | 7,52   | 8,397142857 |  |
|         | 7,565  |         |        | 7,465  | 7,22    |        | 8,28   | 7,725   |        | 7,28   | 6,47    | 7,405  |       | 7,725   | 7,48   |       | 8,33    | 7,66   |       | 7,225   | 7,315  |       | 9,49    | 8,47   | 7,58   | 8,325       | 8,3    | 8,715  | 8,78    | 8,71   | 9,72   |             |  |
|         | 7,56   |         |        | 6,29   | 7,06    |        | 8,19   | 8,75    |        | 6,76   | 6,78    | 7,645  |       | 7,53    | 8,3    |       | 8,02    | 8,59   |       | 7,51    | 7,8    |       |         | 8,84   | 8,42   |             | 7,715  | 6,755  | 8,445   | 7,155  | 8,53   |             |  |
|         | 6,94   |         |        | 7,55   |         |        | 7,57   | 7,93    |        | 6,97   |         | 7      | 7,92  |         | 7,65   | 7,74  |         | 8      | 8,45  |         | 7,7    | 7,31  |         | 8,225  | 8,935  |             | 7,61   | 8,335  | 8,205   | 8,07   | 10,305 |             |  |
|         | 7,625  |         |        | 7,49   |         |        | 7,845  | 8,45    |        | 6,975  | 8,215   | 8,58   |       | 7,74    | 8,45   |       | 8,2     | 8,91   |       | 7,85    | 7,51   |       |         |        |        |             |        | 8,99   | 7,87    | 8,76   | 8,44   |             |  |
|         | 7,05   |         |        | 7,14   |         |        | 7,395  | 8,28    |        | 6,865  | 7,2     | 8,06   |       | 7,4     | 7,97   |       | 7,71    | 8,08   |       | 7,81    | 8,465  |       | 8,695   | 8,31   |        | 8,51        | 8,155  | 8,245  | 9,255   | 8,365  |        |             |  |
|         | 7,105  |         |        | 6,89   |         |        | 7,575  | 7,075   |        |        |         | 7,41   |       | 7,915   | 7,04   |       | 8,375   | 7,635  |       | 7,455   | 8,275  |       | 8,09    | 8,47   |        |             | 8,25   | 8,16   | 8,8     | 8,25   |        |             |  |
|         | 7,115  |         |        | 6,865  |         |        | 7,705  | 8,735   |        |        |         | 8,88   |       | 7,925   | 9,35   |       | 7,92    | 9,545  |       |         | 6,955  |       |         |        |        |             | 8,73   | 8,74   | 8,35    | 8,1    |        |             |  |
|         | 6,215  |         |        | 6,97   |         |        | 7,845  | 7,905   |        |        |         | 8,055  |       | 7,7     | 6,475  |       | 7,935   | 9,205  |       |         | 7,645  |       |         |        |        |             | 8,695  | 9,27   | 7,63    | 8,18   |        |             |  |
|         | 6,92   |         |        | 8,605  |         |        | 7,06   | 7,935   |        |        |         | 8,005  |       | 6,925   | 7,11   |       | 8,125   | 7,58   |       |         | 7,985  |       |         |        |        |             | 7,64   | 9,27   | 9,365   |        |        |             |  |
|         | 6,985  |         |        | 7,295  |         |        | 6,985  | 9,565   |        |        |         | 9,685  |       | 6,6     | 9,655  |       | 6,805   | 10,075 |       |         | 7,615  |       |         |        |        |             | 8,355  |        | 9,665   |        |        |             |  |
|         | 6,92   |         |        |        |         |        | 6,68   | 7,71    | 7,71   |        |         | 8,095  |       | 7,24    | 7,96   |       | 7,82    | 8,855  |       |         | 9,2    |       |         |        |        |             | 8,205  |        | 8,685   | 9,585  |        |             |  |
|         | 7,2    |         |        | 7,62   |         |        | 8,545  | 7,015   |        |        |         | 7,15   |       | 8,49    | 7,885  |       | 8,76    | 8,095  |       |         | 8,055  |       |         | 8,384  |        |             | 8,065  |        | 9,125   |        |        |             |  |
|         | 6,945  |         |        | 8,93   |         |        | 7,755  | 8,165   |        |        |         | 7,535  |       | 7,525   | 7,63   |       | 8,035   | 8      |       |         | 7,765  |       |         |        |        | 8,398447712 |        |        | 7,21    |        |        |             |  |
|         | 6,345  |         |        | 7,64   |         |        |        | 7,975   |        |        |         | 7,23   |       |         | 7,67   |       |         | 8,135  |       |         | 9,835  |       |         | 7,63   |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,29   |         |        | 8,175  |         |        |        | 7,27    |        |        |         | 6,935  |       |         | 7,595  |       |         | 8,475  |       |         | 8,705  |       |         | 8,895  |        |             | 8,59   |        |         |        |        |             |  |
|         | 8,28   |         |        | 7,965  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 7,585  |       |         |        |        |             | 8,5    | 9,99   |         |        |        |             |  |
|         | 7,71   |         |        | 6,635  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 9,8    |       |         |        |        |             | 8,27   | 7,51   |         |        |        |             |  |
|         | 8,185  |         |        | 9,01   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 8,205  |       |         |        |        |             | 7,715  | 8,77   |         |        |        |             |  |
|         | 7,75   |         |        | 7,9    |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 6,47   |       |         |        |        |             | 8,69   |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,08   |         |        | 7,005  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 8,56   |       |         | 0      |        |             | 8,7    |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,685  |         |        | 8,965  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 8,365  |       |         |        |        |             | 0      |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,65   |         |        | 7,85   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 8,08   |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,355  |         |        | 6,775  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 9,125  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,25   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 6,775  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,58   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,51   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
|         | 7,03   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |             |        |        |         |        |        |             |  |
| Média   | 7,34   |         |        | 7,52   | 7,24    |        | 7,75   | 7,97    |        | 6,94   | 7,18    | 7,82   |       | 7,58    | 7,81   |       | 7,99    | 8,41   |       | 7,49    | 8,05   |       | 8,35    | 8,50   | 7,94   | 8,33        | 8,16   | 8,06   | 8,16    | 8,51   | 8,70   |             |  |
| Mediana | 7,27   |         |        | 7,48   | 7,22    |        | 7,73   | 7,93    |        | 6,92   | 7,10    | 7,78   |       | 7,68    | 7,71   |       | 8,01    | 8,29   |       | 7,51    | 7,99   |       | 8,35    | 8,58   | 8,39   | 8,33        | 8,30   | 8,50   | 8,21    | 8,74   | 8,40   |             |  |
| DP      | 0,57   |         |        | 0,78   | 0,19    |        | 0,44   | 0,70    |        | 0,19   | 0,60    | 0,78   |       | 0,46    | 0,85   |       | 0,44    | 0,77   |       | 0,35    | 0,81   |       | 1,62    | 0,29   | 1,91   | -           | 0,48   | 2,02   | 0,43    | 0,87   | 0,77   |             |  |
| Máximo  | 9,13   |         |        | 9,01   | 7,43    |        | 8,55   | 9,57    |        | 7,28   | 8,22    | 9,69   |       | 8,49    | 9,66   |       | 8,76    | 10,08  |       | 7,85    | 9,84   |       | 9,49    | 8,84   | 8,94   | 8,33        | 8,69   | 9,99   | 8,78    | 9,67   | 10,31  |             |  |
| Mínimo  | 6,22   |         |        | 6,29   | 7,06    |        | 6,99   | 7,02    |        | 6,76   | 6,47    | 6,49   |       | 6,60    | 6,48   |       | 6,81    | 7,25   |       | 6,87    | 6,47   |       | 7,21    | 8,09   | 0,00   | 8,33        | 7,61   | 0,00   | 7,44    | 7,16   | 8,10   |             |  |
| C.V.    | 0,0773 |         |        | 0,1041 | 0,0256  |        | 0,0566 | 0,0874  |        | 0,0267 | 0,0840  | 0,1003 |       | 0,0601  | 0,1085 |       | 0,0545  | 0,0912 |       | 0,0469  | 0,1008 |       | 0,1936  | 0,0346 | 0,2403 | -           | 0,0587 | 0,2503 | 0,0521  | 0,1022 | 0,0886 |             |  |

FÓSFORO - P

|         | QA 03  |         |         | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 2,16   |         | 0,055   | 0,145  |         |        | 0,41   |         |        | 0,98   |         |        |        |         | 0,05   | 0,0275 | 0,05    |        | 2,005  |         |        | 1,135  | 0,05    |        |        |         |        | 1,24   | 0,05    |        |
|         |        | 0,035   |         |        |         |        |        |         |        |        | 0,031   |        | 0,114  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,03   |         | 0,05    | 0,007  |         |        | 0,5035 |         |        | 0,007  | 0,055   |        | 0,0225 |         |        | 0,135  |         |        | 0,013  |         | 0,007  |        |         | 0,032  |        |         |        | 0,0185 |         |        |
|         |        | 0,03    |         |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,02   | 0,02   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,17   |         |         | 0,007  |         |        | 0,007  |         |        | 0,45   |         |        | 0,16   |         |        | 0,055  |         |        | 0,0785 |         |        | 0,125  |         |        | 0,07   |         |        |        | 0,045   |        |
|         |        |         |         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0265  |        | 0,059  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,05   |         |         | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        |        |         |        | 0,075  |         |        | 0,098  |         |        | 0,06   |         |        | 0,06   |         |        | 0,06   |         |        |        | 0,05    |        |
|         |        |         |         |        |         |        |        |         |        |        | 0,05    |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |         | 0,035  |         |        | 0,0325 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,2375 |         |        | 0,149  |         |        | 0,02   |         |        |        | 0,02    |        |
|         |        |         |         | 0,025  |         |        | 0,03   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        | 0,04   |         |        |        | 0,0415  |        |
|         |        |         |         | 0,022  |         |        | 0,016  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,037  |         |        | 0,0845 |         |        | 0,0255 |         |        |        | 0,031   |        |
|         |        |         |         | 0,05   |         |        | 0,05   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,05   |         |        |        |         | 0,0325 |        |         |        |        |         |        |
| Média   | 0,603  | 0,033   | 0,053   | 0,039  |         |        | 0,134  |         |        | 0,479  | 0,055   | 0,032  | 0,086  | 0,064   | 0,050  | 0,063  | 0,050   |        | 0,314  |         |        | 0,227  | 0,050   |        | 0,040  |         |        | 0,207  | 0,050   |        |
| Mediana | 0,110  | 0,033   | 0,053   | 0,024  |         |        | 0,031  |         |        | 0,450  | 0,055   | 0,029  | 0,075  | 0,059   | 0,050  | 0,045  | 0,050   |        | 0,055  |         |        | 0,085  | 0,050   |        | 0,033  |         |        | 0,042  | 0,050   |        |
| DP      | 1,040  | 0,004   | 0,004   | 0,045  |         |        | 0,201  |         |        | 0,487  |         | 0,013  | 0,069  | 0,047   |        | 0,044  |         |        | 0,687  |         |        | 0,403  |         |        | 0,018  |         |        | 0,456  |         |        |
| Máximo  | 2,160  | 0,035   | 0,055   | 0,145  |         |        | 0,504  |         |        | 0,980  | 0,055   | 0,050  | 0,160  | 0,114   | 0,050  | 0,135  | 0,050   |        | 2,005  |         |        | 1,135  | 0,050   |        | 0,070  |         |        | 1,240  | 0,050   |        |
| Mínimo  | 0,030  | 0,030   | 0,050   | 0,007  |         |        | 0,007  |         |        | 0,007  | 0,055   | 0,020  | 0,023  | 0,020   | 0,050  | 0,028  | 0,050   |        | 0,013  |         |        | 0,007  | 0,050   |        | 0,020  |         |        | 0,019  | 0,050   |        |
| C.V.    | 0,5792 | 9,1924  | 14,8492 | 0,8611 |         |        | 0,6635 |         |        | 0,9833 |         | 2,4710 | 1,2370 | 1,3622  |        | 1,4469 |         |        | 0,4569 |         |        | 0,5633 |         |        | 2,1744 |         |        | 0,4531 |         |        |

FÓSFORO - P

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20 |         |        | QA 21  |         |        | QA 22  |        |       |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |        |       |
|         | 0,07   |         |        | 0,012  | 0,05    |        | 0,555  |         |        | 0,007  |         |        | 0,855  |         |        | 0,855  |         |        | 0,91   |         |        | 1,18  |         |        | 1,2    |         | 0,007  | 0,007  | 0,05   |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,0375  | 0,0095 |        | 0,022   |        |        | 0,034   |        |        | 0,0565  |        |        |         | 0,015  |       | 0,012   |        | 0,0085 |         |        | 0,022  |        |       |
|         | 0,043  |         |        | 0,045  |         |        | 0,0095 |         | 0,02   |        |         | 0,01   |        |         | 0,0245 |        | 0,007   |        | 0,025  |         |        |       |         |        | 0,025  | 0,05    |        | 0,02   |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,03    |        |        | 0,04    |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        |        | 0,007   |        | 0,04  |         |        |        |         |        | 0,05   |        |       |
|         | 0,135  |         |        | 0,03   |         |        | 0,0235 |         |        |        |         | 0,016  |        |         | 0,055  |        |         |        |        |         | 0,043  |       |         |        | 0,0345 |         |        | 0,048  |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,02    |        | 0,0175 |         |        | 0,0165 |         |        | 0,0495 |         |        |        |         |        | 0,02  |         |        |        | 0,02    |        |        |        |       |
|         | 0,055  |         |        | 0,08   |         |        | 0,04   |         |        |        |         | 0,04   |        |         | 0,04   |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         | 0,02   |        |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,05   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        | 0,02   |        |       |
|         | 0,065  |         |        | 0,03   |         |        |        | 0,05    |        |        | 0,05    |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,0255 |       |         |        | 0,0335 |         |        |        |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |        |       |
|         | 0,039  |         |        | 0,026  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,05   |       |         |        |        | 0,05    |        |        |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |        |       |
|         | 0,0425 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |        |       |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |        |       |
|         | 0,05   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |        |       |
| Média   | 0,062  |         |        | 0,037  | 0,050   |        | 0,157  | 0,034   | 0,032  | 0,010  | 0,014   | 0,032  | 0,230  | 0,033   |        | 0,244  | 0,047   |        | 0,459  | 0,031   |        | 1,180 | 0,010   | 0,033  | 1,200  | 0,009   | 0,028  | 0,029  | 0,035  | 0,036 |
| Mediana | 0,053  |         |        | 0,030  | 0,050   |        | 0,032  | 0,034   | 0,031  | 0,010  | 0,014   | 0,031  | 0,028  | 0,032   |        | 0,048  | 0,050   |        | 0,459  | 0,028   |        | 1,180 | 0,010   | 0,030  | 1,200  | 0,009   | 0,029  | 0,029  | 0,034  | 0,036 |
| DP      | 0,031  |         |        | 0,023  |         |        | 0,266  | 0,013   | 0,009  | 0,015  |         |        | 0,417  | 0,014   |        | 0,408  | 0,011   |        | 0,639  | 0,013   |        |       | 0,004   | 0,012  |        | 0,015   | 0,030  | 0,017  | 0,020  |       |
| Máximo  | 0,135  |         |        | 0,080  | 0,050   |        | 0,555  | 0,050   | 0,010  | 0,020  | 0,050   |        | 0,855  | 0,050   |        | 0,855  | 0,057   |        | 0,910  | 0,050   |        | 1,180 | 0,012   | 0,050  | 1,200  | 0,009   | 0,050  | 0,050  | 0,050  | 0,050 |
| Mínimo  | 0,039  |         |        | 0,012  | 0,050   |        | 0,010  | 0,020   | 0,010  | 0,007  | 0,018   |        | 0,010  | 0,017   |        | 0,025  | 0,030   |        | 0,007  | 0,015   |        | 1,180 | 0,007   | 0,020  | 1,200  | 0,009   | 0,007  | 0,007  | 0,020  | 0,022 |
| C.V.    | 1,9940 |         |        | 1,5828 |         |        | 0,5911 | 2,7185  |        | 1,4686 | 2,1230  |        | 0,5526 | 2,3654  |        | 0,5975 | 4,0601  |        | 0,7181 | 2,2705  |        |       | 2,6870  | 2,7675 |        | 1,9370  | 0,9373 | 2,0581 | 1,8183 |       |

ÓLEOS E GRAXAS

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         |        | 33      | 13,7   |        |         |        |        |         |        |        | 5       | 9,4    |        | 13      | 0      | 5      | 5       |        |        |         |        | 9,3    |         |        |        |         |        |        | 5       |        |
|         |        | 9       | 34     |        |         |        |        |         |        |        | 12,4    | 13,6   |        | 5,7     | 5      | 67,2   | 5,6     |        |        |         |        | 5,1    |         |        |        |         |        |        | 5       |        |
|         |        | 20,5    | 17,5   | 8,7    | 18,4    |        |        | 5,6     |        |        | 18,3    | 6,3    | 41,4   | 17,4    | 38,8   | 5      | 7       |        |        | 14,5    |        |        | 5       |        |        | 13,7    |        |        | 5       |        |
|         |        | 5       | 13     | 7,8    | 16,8    |        |        | 12,4    |        |        | 9,7     | 6,9    | 13,8   | 27,4    | 11,4   |        | 6,25    |        |        | 16,6    |        |        | 19,6    |        |        | 16,4    |        |        | 12,4    |        |
|         |        | 5       | 22,5   |        | 5       |        |        | 11,2    |        |        | 5,9     | 5      | 17     | 10,9    | 61     |        | 10      |        |        | 24,4    |        |        | 8,5     |        |        | 18,2    |        |        | 5       |        |
|         |        | 24      | 16,5   | 14,7   | 26,4    |        |        | 16      |        |        | 32      |        | 14,6   | 5       | 7,5    |        | 19,2    |        |        | 7,7     |        |        | 5,5     |        |        | 5       |        |        | 5       |        |
|         |        | 23,5    | 8,5    | 11,3   | 18,65   |        |        | 36,4    |        |        | 9,8     |        | 5      | 18,8    | 14,5   |        | 7,2     |        |        | 15,2    |        |        | 18,2    |        |        | 8,8     |        |        | 21,6    |        |
|         |        | 16,5    | 5      |        | 8,6     |        |        | 10,4    |        |        | 14,2    |        | 5      | 5       | 5      |        | 5,7     |        |        | 5,8     |        |        | 10      |        |        | 13,6    |        |        | 6,1     |        |
|         |        | 15,5    | 7,7    |        | 6,25    |        |        | 15      |        |        | 5,3     |        | 5      | 24,4    | 9,1    |        | 9       |        |        | 17,2    |        |        | 12      |        |        | 5,9     |        |        | 5       |        |
|         |        | 13,5    |        |        | 7,6     |        |        | 5       |        |        |         |        | 9      | 5       | 12     |        | 5,7     |        |        | 5,3     |        |        | 5       |        |        | 5       |        |        | 5       |        |
|         |        | 10,5    |        |        | 5       |        |        | 17,2    |        |        |         |        | 24,6   | 6,8     | 20,2   |        | 6,5     |        |        | 6,7     |        |        | 13,2    |        |        | 15,2    |        |        | 11,5    |        |
|         |        | 12      |        |        | 10,3    |        |        | 7,5     |        |        |         |        | 5,9    | 6,8     | 25,8   |        | 8,9     |        |        | 15,4    |        |        | 21      |        |        | 10,6    |        |        | 16,6    |        |
|         |        | 8       |        |        | 8       |        |        | 7,2     |        |        |         |        | 5      | 5       | 8,5    |        | 5       |        |        | 5       |        |        | 5,4     |        |        | 5       |        |        | 5,3     |        |
|         |        | 6       |        |        | 10,5    |        |        | 6,6     |        |        |         |        |        | 13      |        |        | 20,2    |        |        | 5       |        |        | 9,9     |        |        | 5       |        |        | 5       |        |
|         |        |         |        |        | 22,6    |        |        | 5       |        |        |         |        | 20     |         |        |        | 7,3     |        |        | 7,9     |        |        | 6,7     |        |        | 17,8    |        |        | 10      |        |
|         |        |         |        |        | 9,4     |        |        | 15,8    |        |        |         |        | 5      |         |        |        | 12,4    |        |        | 5       |        |        | 5       |        |        | 5       |        |        | 5       |        |
|         |        |         |        |        | 6,3     |        |        | 27,6    |        |        |         |        |        |         |        |        | 18,4    |        |        | 5       |        |        | 11,8    |        |        | 5,9     |        |        | 9,3     |        |
|         |        |         |        |        | 17,4    |        |        | 18      |        |        |         |        |        |         |        |        | 5       |        |        | 14,2    |        |        | 12,4    |        |        | 8,8     |        |        | 5,9     |        |
|         |        |         |        |        | 27,4    |        |        | 14,6    |        |        |         |        |        |         |        |        | 9,3     |        |        | 10,4    |        |        | 8,4     |        |        | 32,8    |        |        | 14      |        |
|         |        |         |        |        | 8,4     |        |        | 15,4    |        |        |         |        |        |         |        |        | 5       |        |        | 6,1     |        |        | 16,4    |        |        | 7,5     |        |        | 6,9     |        |
|         |        |         |        | 8,5    |         |        | 8,1    |         |        |        |         |        |        |         |        | 29,5   |         |        | 5      |         |        | 27,2   |         |        | 5      |         |        | 5      |         |        |
|         |        |         |        | 5      |         |        | 5      |         |        |        |         |        |        |         |        | 7,6    |         |        | 5,9    |         |        | 9,3    |         |        | 12     |         |        | 8,3    |         |        |
|         |        |         |        | 8,9    |         |        | 21,8   |         |        |        |         |        |        |         |        | 11,2   |         |        | 5      |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        |
|         |        |         |        | 6,3    |         |        | 15,4   |         |        |        |         |        |        |         |        | 29,5   |         |        | 20     |         |        | 29     |         |        | 28     |         |        | 45,5   |         |        |
|         |        |         |        | 5,1    |         |        | 7,4    |         |        |        |         |        |        |         |        | 0      |         |        | 25,6   |         |        | 22,4   |         |        | 17     |         |        | 10,2   |         |        |
|         |        |         |        | 11,1   |         |        | 31,8   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 12,6   |         |        | 10,4   |         |        | 13,2   |         |        | 5      |         |        |
|         |        |         |        | 5      |         |        | 5      |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 20     |         |        | 29     |         |        | 28     |         |        | 50,5   |         |        |
|         |        |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        | 0      |         |        |
|         |        |         |        | 8,7    |         |        | 8,8    |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 13     |         |        |        |         |        | 15,2   |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 5      |         |        | 5      |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 18,7   |         |        |        |         |        | 24,6   |         |        |        |         |        |
| Média   | 13,33  | 14,74   | 15,03  | 10,59  |         |        | 12,69  |         |        | 13,60  | 7,12    | 12,95  | 12,13  | 17,88   | 3,33   | 12,72  | 5,30    |        | 11,19  |         |        | 12,36  | 7,20    |        | 12,26  |         |        | 10,73  | 5,00    |        |
| Mediana | 12,75  | 13,00   | 12,50  | 8,55   |         |        | 10,80  |         |        | 9,80   | 6,30    | 9,40   | 8,85   | 12,00   | 5,00   | 7,60   | 5,30    |        | 9,15   |         |        | 10,20  | 7,20    |        | 11,30  |         |        | 6,00   | 5,00    |        |
| DP      | 6,84   | 8,83    | 9,67   | 6,88   |         |        | 8,60   |         |        | 9,30   | 3,07    | 10,03  | 8,08   | 15,98   | 2,89   | 13,55  | 0,42    |        | 6,76   |         |        | 8,26   | 2,97    |        | 8,49   |         |        | 11,97  | 0,00    |        |
| Máximo  | 24,00  | 33,00   | 34,00  | 27,40  |         |        | 36,40  |         |        | 32,00  | 12,40   | 41,40  | 27,40  | 61,00   | 5,00   | 67,20  | 5,60    |        | 25,60  |         |        | 29,00  | 9,30    |        | 32,80  |         |        | 50,50  | 5,00    |        |
| Mínimo  | 5,00   | 5,00    | 7,80   | 0,00   |         |        | 0,00   |         |        | 5,30   | 5,00    | 5,00   | 5,00   | 5,00    | 0,00   | 0,00   | 5,00    |        | 0,00   |         |        | 0,00   | 5,10    |        | 0,00   |         |        | 0,00   | 5,00    |        |
| C.V.    | 0,5128 | 0,5988  | 0,6435 | 0,6497 |         |        | 0,6782 |         |        | 0,6838 | 0,4305  | 0,7745 | 0,6665 | 0,8935  | 0,8660 | 1,0654 | 0,0800  |        | 0,6046 |         |        | 0,6682 | 0,4125  |        | 0,6924 |         |        | 1,1149 | 0,0000  |        |

ÓLEOS E GRAXAS

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22 |         |        |        |        |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |        |        |        |
|         |        |         |        | 6,9    |         | 0      |       |         | 12,2   | 25,7   | 10,4    | 11,2   |        |         | 10,3   |        |         | 14,3   |        |         | 19     |        |         | 16,5   | 5     |         | 5,7    | 32,4  |         | 5      |        |        |        |
|         |        |         |        | 16,2   |         | 19     |       |         | 11,2   | 21,4   | 5,1     | 8,2    |        |         | 8,7    |        |         | 5,3    |        |         | 30,4   |        |         | 20,6   | 5     |         | 13,1   | 6,2   |         | 5      |        |        |        |
|         | 13,6   |         |        | 5      |         | 9,5    |       |         | 16,4   | 10,2   | 8,5     | 10,6   | 8,3    |         | 23,1   | 20,4   |         | 24,1   | 10,6   |         | 15,6   | 5      |         | 13,8   | 8,7   |         | 9,2    | 6,9   | 6,6     | 5      |        |        |        |
|         | 16,9   |         |        |        |         |        |       |         | 5      | 14,6   | 5       | 8      | 15,4   |         | 6,9    | 12     |         | 12,2   | 13,2   |         | 5      | 5      |         | 12     | 11    |         | 9,2    | 6,9   | 22,6    | 5      |        |        |        |
|         | 19,2   |         |        | 8      |         |        |       |         | 5      | 5      | 25,8    | 5      | 10,4   |         | 5      | 5,1    |         | 7,5    | 37,2   |         | 5      | 8,4    |         |        | 7,7   |         | 12,6   | 5     | 10,7    | 11,8   |        |        |        |
|         | 5      |         |        | 7,4    |         |        |       |         | 5      | 5      | 12      | 5,1    | 5      |         | 5      | 5,7    |         | 5      | 5      |         | 5      | 8,1    |         |        | 19,2  | 19,8    | 5,9    | 7,3   | 11,1    | 5      |        |        |        |
|         | 13,6   |         |        | 5,2    |         |        |       |         | 13,8   | 5,5    |         |        | 8,2    |         | 13,4   | 14,6   |         | 8,85   | 10,3   |         | 16,2   | 8,8    |         |        | 28,2  | 5       |        | 8,3   | 4,9     | 5,7    |        |        |        |
|         | 16,2   |         |        | 17,7   |         |        |       |         | 11,4   | 5      |         |        | 5      |         | 30,8   | 5      |         | 8,5    | 5      |         |        | 8,7    |         |        | 5     |         | 5,7    |       | 2,75    | 20     |        |        |        |
|         | 5,9    |         |        | 9,1    |         |        |       |         | 14,6   | 0      |         |        | 0      |         | 10,4   | 0      |         | 27,2   | 0      |         |        | 5      |         |        | 9,8   |         | 10,3   |       | 20,8    | 5      |        |        |        |
|         | 5,3    |         |        | 16,4   |         |        |       |         | 5,3    | 27     |         |        | 43,5   |         | 6,4    | 63,5   |         | 5,5    | 66     |         |        | 10,5   |         |        |       | 2,5     |        | 8,7   |         | 15     |        |        |        |
|         | 10,2   |         |        | 9,6    |         |        |       |         | 11,8   | 5      |         |        | 5,1    |         | 5,2    | 26,6   |         | 5      | 15,4   |         |        | 10,4   |         |        |       | 8,9     |        |       | 7,1     |        |        |        |        |
|         | 20,2   |         |        | 23,2   |         |        |       |         | 5      | 16,6   |         |        | 8,6    |         | 6,1    | 7,6    |         | 10,6   | 20,4   |         |        | 15,2   |         |        |       | 5,3     |        | 5,3   |         | 14,8   |        |        |        |
|         | 22,6   |         |        | 17,1   |         |        |       |         | 5      | 24,5   |         |        | 40,5   |         | 5      | 9,6    |         | 9,3    | 5      |         |        | 8,7    |         |        |       | 5,6     |        | 10    |         | 8,5    |        |        |        |
|         | 8,9    |         |        | 12,5   |         |        |       |         | 5,9    | 0      |         |        | 0      |         | 5      | 0      |         | 6,9    | 0      |         |        | 10,6   |         |        |       |         | 5      |       | 5,7     |        |        |        |        |
|         | 9,2    |         |        | 13,6   |         |        |       |         |        | 11,6   |         |        | 9,1    |         |        | 7      |         |        | 15,8   |         |        | 8,3    |         |        |       | 42,5    |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 13,3   |         |        | 35,6   |         |        |       |         |        | 15,8   |         |        | 17,3   |         |        | 15,65  |         |        | 17     |         |        | 0      |         |        |       | 19      |        |       | 51      |        |        |        |        |
|         | 7,9    |         |        | 5      |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 7,2    |         |        | 8,3    |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 7,4    |         |        | 8,6    |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5      |         |        | 0      |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5,1    |         |        | 47,5   |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5,1    |         |        | 5      |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 0      |         |        | 18,6   |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 39     |         |        | 32,5   |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5      |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5      |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 24     |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 0      |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 11,4   |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
|         | 5      |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |        |        |
| Média   | 10,97  |         |        | 14,45  |         | 9,50   |       |         | 8,68   | 10,58  | 16,40   | 7,37   | 12,24  |         | 10,19  | 13,23  |         | 10,89  | 15,03  |         |        | 9,36   | 12,04   |        |       | 18,38   | 9,74   |       | 8,62    | 10,86  | 10,04  | 8,29   | 12,48  |
| Mediana | 8,40   |         |        | 11,05  |         | 9,50   |       |         | 5,60   | 10,70  | 16,70   | 6,55   | 8,45   |         | 6,25   | 9,15   |         | 8,68   | 11,90  |         |        | 5,00   | 8,70    |        |       | 17,85   | 8,20   |       | 9,20    | 7,10   | 6,60   | 5,70   | 11,80  |
| DP      | 8,42   |         |        | 11,10  |         | 9,50   |       |         | 4,52   | 7,84   | 9,07    | 2,68   | 12,50  |         | 8,40   | 15,10  |         | 7,26   | 16,36  |         |        | 5,97   | 12,79   |        |       | 5,78    | 9,33   |       | 3,03    | 11,61  | 7,46   | 5,18   | 12,67  |
| Máximo  | 39,00  |         |        | 47,50  |         | 19,00  |       |         | 16,40  | 27,00  | 25,80   | 10,60  | 43,50  |         | 30,80  | 63,50  |         | 27,20  | 66,00  |         |        | 16,20  | 63,50   |        |       | 28,20   | 42,50  |       | 13,10   | 51,00  | 22,60  | 20,80  | 40,50  |
| Mínimo  | 0,00   |         |        | 0,00   |         | 0,00   |       |         | 5,00   | 0,00   | 5,00    | 5,00   | 0,00   |         | 5,00   | 0,00   |         | 5,00   | 0,00   |         |        | 5,00   | 0,00    |        |       | 12,00   | 0,00   |       | 5,70    | 0,00   | 4,90   | 2,75   | 0,00   |
| C.V.    | 0,7677 |         |        | 0,7682 |         | 1,0000 |       |         | 0,5207 | 0,7412 | 0,5532  | 0,3639 | 1,0212 |         | 0,8243 | 1,1409 |         | 0,6673 | 1,0887 |         |        | 0,6382 | 1,0621  |        |       | 0,3146  | 0,9575 |       | 0,3512  | 1,0699 | 0,7429 | 0,6254 | 1,0156 |

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |         | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11 |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois  | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 4,3    | 0,965   | 5,27   | 5,85   |         |        | 3,75   |         |        | 5,9    | 8,2     | 9,215   |        | 11,98   | 8,07   | 7,375  | 7,68    |        | 5,85   |         |        | 4,8    | 7,545   |        |       |         | 5      | 7,84   |         |        |
|         | 1,1    | 7,62    | 7,28   | 5,6    |         |        | 4      |         |        | 6,05   | 7,855   | 10,465  |        | 5,4     | 9,605  | 7,59   | 8,585   | 8,39   |        | 5,6     |        |        | 4       | 8,32   |       |         | 4,85   | 5,1    | 8,425   |        |
|         | 3      | 6,43    | 4,91   | 7,2    |         |        | 5,6    |         |        | 7      | 7,255   | 7,5675  |        | 5,95    | 6,1475 | 8,695  | 3,52    |        |        | 7,2     |        |        | 5,35    |        |       | 6,3     |        | 5,55   |         |        |
|         | 6,06   | 0,08    | 5,985  | 5,8    |         |        | 6,3    |         |        | 7,45   | 8,4     | 1,13    |        | 5,5     | 2,02   |        | 2,425   |        |        | 5,8     |        |        | 5,525   |        |       | 6,825   |        | 7,325  |         |        |
|         | 6,8    | 1,99    | 7,495  | 9,015  |         |        | 3,53   |         |        | 7,485  | 8,685   | 3,855   |        | 7,55    | 2,64   |        | 8,53    |        |        | 9,015   |        |        | 6,85    |        |       | 7,855   |        | 7,92   |         |        |
|         | 0,395  | 9,43    | 7,585  | 8,4    |         |        | 3,09   |         |        | 8,175  |         | 7,31592 |        | 5,09    | 7,97   |        | 8,47    |        |        | 8,4     |        |        | 3,285   |        |       | 7,34    |        | 7,29   |         |        |
|         | 1,525  | 5,77    | 4,59   | 7,635  |         |        | 1,055  |         |        | 7,72   |         | 7,215   |        | 4,225   | 5,615  |        | 4,45    |        |        | 7,635   |        |        | 0,495   |        |       | 6,255   |        | 6,57   |         |        |
|         | 6,625  | 1,005   |        | 8,17   |         |        | 2,625  |         |        | 8,11   |         | 6,035   |        | 7,8     | 2,945  |        | 8,03    |        |        | 8,17    |        |        | 7,445   |        |       | 6,165   |        | 6,82   |         |        |
|         | 7,135  | 2,905   |        | 8,26   |         |        | 3,855  |         |        | 8,485  |         | 5,19    |        | 8,93    | 0,84   |        | 7,795   |        |        | 8,26    |        |        | 8,165   |        |       | 7,345   |        | 7,605  |         |        |
|         | 0,49   |         |        | 8,1    |         |        | 3,4    |         |        |        |         | 6,765   |        | 11,655  | 6,575  |        | 8,155   |        |        | 8,1     |        |        | 8,05    |        |       | 7,03    |        | 6,915  |         |        |
|         | 2,985  |         |        | 8,32   |         |        | 2,805  |         |        |        |         | 9,06    |        | 8,525   | 6,575  |        | 8,24    |        |        | 8,32    |        |        | 3,44    |        |       | 6,87    |        | 7,125  |         |        |
|         | 6,22   |         |        | 7,45   |         |        | 2,96   |         |        |        |         | 6,375   |        | 6,98    | 7,71   |        | 8,12    |        |        | 7,45    |        |        | 6,405   |        |       | 7,35    |        | 7,39   |         |        |
|         | 7,47   |         |        | 8,225  |         |        | 4,045  |         |        |        |         | 7,265   |        | 8,11    | 7,1    |        | 10,28   |        |        | 8,225   |        |        | 8,125   |        |       | 6,685   |        | 7,775  |         |        |
|         | 5,9    |         |        | 8,31   |         |        | 3,005  |         |        |        |         | 8,235   |        | 9,165   |        |        | 6,3025  |        |        | 8,31    |        |        | 8,07    |        |       | 6,29    |        | 6,43   |         |        |
|         |        |         |        | 9,28   |         |        | 3,29   |         |        |        |         | 7,155   |        |         |        |        | 1,285   |        |        | 9,28    |        |        | 9,405   |        |       | 7,115   |        | 7,635  |         |        |
|         |        |         |        | 10,72  |         |        | 0,59   |         |        |        |         | 8,885   |        |         |        |        | 0,94    |        |        | 10,72   |        |        | 9,12    |        |       | 8,605   |        | 9,025  |         |        |
|         |        |         |        | 7,8375 |         |        | 3,795  |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 6,3325  |        |        | 7,838   |        |        | 6,985   |        |       | 5,471   |        | 7,075  |         |        |
|         |        |         |        | 1,195  |         |        | 0,475  |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 7,27    |        |        | 1,195   |        |        | 5,76    |        |       | 4,850   |        | 5,31   |         |        |
|         |        |         |        | 3,965  |         |        | 0,93   |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 2,065   |        |        | 3,965   |        |        | 3,62    |        |       | 3,150   |        | 3,345  |         |        |
|         |        |         |        | 7,96   |         |        | 8,94   |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 3,825   |        |        | 7,960   |        |        | 6,05    |        |       | 7,059   |        | 6,695  |         |        |
|         |        |         |        | 7,165  |         |        | 3,015  |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 6,055   |        |        | 7,165   |        |        | 7,66    |        |       | 6,885   |        | 6,88   |         |        |
|         |        |         |        | 7,28   |         |        | 3,77   |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 6,05455 |        |        | 7,28    |        |        | 3,40    |        |       | 7,665   |        | 8,03   |         |        |
|         |        |         |        | 6,32   |         |        | 0,31   |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 6,51    |        |        | 6,32    |        |        | 0,26    |        |       | 7,040   |        | 8,685  |         |        |
|         |        |         |        | 6,085  |         |        | 5,275  |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 6,74    |        |        | 6,085   |        |        | 5,75    |        |       | 7,820   |        | 8,985  |         |        |
|         |        |         |        | 8,635  |         |        | 7,625  |         |        |        |         |         |        |         |        |        | 8,355   |        |        | 8,635   |        |        | 5,75    |        |       | 6,535   |        | 7,4    |         |        |
|         |        |         |        | 6,48   |         |        | 7,13   |         |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        | 6,48   |         |        | 7,79   |         |        | 6,330 |         | 6,51   |        |         |        |
|         |        |         |        | 6,965  |         |        | 3,245  |         |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        | 6,965  |         |        | 6,655  |         |        | 6,375 |         | 6,325  |        |         |        |
|         |        |         |        | 7,865  |         |        | 5,775  |         |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        | 7,865  |         |        | 8,47   |         |        | 7,9   |         | 7,76   |        |         |        |
|         |        |         |        | 7,34   |         |        | 5,79   |         |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        | 7,34   |         |        |        |         |        | 7,38  |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 8,375  |         |        | 4,93   |         |        |        |         |         |        |         |        |        |         |        | 8,375  |         |        |        |         |        | 8,35  |         |        |        |         |        |
| Média   | 4,29   | 4,02    | 6,16   | 7,33   |         |        | 3,83   |         |        | 7,38   | 8,08    | 6,98    | 7,30   | 5,98    | 8,12   | 6,23   | 8,04    |        | 7,33   |         |        | 5,95   | 7,93    |        |       | 6,75    |        | 6,95   | 8,13    |        |
| Mediana | 5,10   | 2,91    | 5,99   | 7,74   |         |        | 3,64   |         |        | 7,49   | 8,20    | 7,24    | 7,55   | 6,57    | 8,07   | 6,74   | 8,04    |        | 7,74   |         |        | 6,23   | 7,93    |        |       | 6,89    |        | 7,10   | 8,13    |        |
| DP      | 2,63   | 3,36    | 1,29   | 1,74   |         |        | 2,10   |         |        | 0,91   | 0,55    | 2,25    | 2,06   | 3,17    | 0,55   | 2,56   | 0,50    |        | 1,74   |         |        | 2,37   | 0,55    |        |       | 1,13    |        | 1,25   | 0,41    |        |
| Máximo  | 7,47   | 9,43    | 7,59   | 10,72  |         |        | 8,94   |         |        | 8,49   | 8,69    | 10,47   | 11,66  | 11,98   | 8,70   | 10,28  | 8,39    |        | 10,72  |         |        | 9,41   | 8,32    |        |       | 8,61    |        | 9,03   | 8,43    |        |
| Mínimo  | 0,40   | 0,08    | 4,59   | 1,20   |         |        | 0,31   |         |        | 5,90   | 7,26    | 1,13    | 4,23   | 0,84    | 7,59   | 0,94   | 7,68    |        | 1,20   |         |        | 0,26   | 7,55    |        |       | 3,15    |        | 3,35   | 7,84    |        |
| C.V.    | 0,6146 | 0,8359  | 0,2087 | 0,2377 |         |        | 0,5484 |         |        | 0,1234 | 0,0682  | 0,3219  | 0,2816 | 0,5304  | 0,0683 | 0,4108 | 0,0625  |        | 0,2377 |         |        | 0,3977 | 0,0691  |        |       | 0,1671  |        | 0,1805 | 0,0509  |        |

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17 |         |         | QA 18 |         |         | QA 19 |         |        | QA 20 |         |        | QA 21   |         |        | QA 22  |         |        |        |        |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes   | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |        |  |
|         | 4,75   |         |        | 4,775  | 7,45    |        | 4,8    | 7,48    |        | 2      | 6,795   | 1,595  |       | 4,35    | 8,8     |       | 5,25    | 8,095   |       | 3,2     | 5,695  |       | 4,6     | 5,15   | 11,745  |         | 5,55   | 10,37  |         | 5,4    | 8,72   | 8,605  |  |
|         | 4,85   |         |        | 7,935  | 7,6     |        | 6      | 10,36   |        | 7,05   | 1,8     | 1,03   |       | 5,35    | 7,99    |       | 4,5     | 8,74    |       | 3,65    | 3,95   |       | 5,1     | 4,95   | 9,295   | 4,3     | 4,775  | 18,87  | 6,1     | 10,79  | 8,600  |        |  |
|         | 5,25   |         |        | 4,305  | 7,485   |        | 5,7    | 6,29    |        | 3,915  | 0,985   | 3,14   |       | 5,85    | 7,09125 |       | 5,85    | 7,86375 |       | 3,85    | 6,41   |       |         | 4,955  | 7,595   |         | 8,75   | 7,10   | 6,4     | 8,835  | 8,605  |        |  |
|         | 7      |         |        | 5,29   |         |        | 5,1    | 4,24    |        | 1,345  | 1,485   | 1,12   |       | 6,5     | 7,445   |       | 4,775   | 9,79    |       | 5,325   | 5,185  |       |         | 10,93  | 9,27    |         | 4,82   | 8,42   | 7,25    | 7,495  | 8,605  |        |  |
|         | 6,405  |         |        | 7,61   |         |        | 7,63   | 3,37    |        | 1,635  | 2,985   | 1,87   |       | 8,25    | 3,275   |       | 8,585   | 4,12    |       | 6,445   | 4,985  |       |         |        | 6,855   |         |        | 8,95   | 8,84    | 7,52   | 8,020  |        |  |
|         | 4,405  |         |        | 8,315  |         |        | 6,275  | 6,33    |        | 3,285  | 0,985   | 6,155  |       | 8,11    | 9,185   |       | 7,2     | 7,5110  |       | 7,2450  | 8,1800 |       |         | 8,8400 | 12,100  |         | 9,965  | 7,75   | 8,1450  | 9,34   | 8,3400 |        |  |
|         | 1,48   |         |        | 6,76   |         |        | 5,155  | 6,64    |        |        |         | 6,625  |       | 8,215   | 6,445   |       | 9,29    | 7,38    |       | 4,92    | 5,67   |       |         | 9,22   | 15,135  |         |        | 13,12  | 9,085   | 7,97   | 8,35   |        |  |
|         | 6,58   |         |        | 6,915  |         |        | 7,575  | 7,09    |        |        |         | 4,345  |       | 6,76    | 5,76    |       | 7,03    | 11,545  |       |         | 7,69   |       |         |        | 7,01125 |         |        | 14,95  |         | 10,41  | 6,54   |        |  |
|         | 7,05   |         |        | 7,36   |         |        | 9,605  | 7,29    |        |        |         | 5,02   |       | 8,485   | 4,16    |       | 9,81    | 7,69    |       |         | 6,26   |       |         |        | 9,125   |         |        | 7,02   |         | 12,81  | 7,55   |        |  |
|         | 6,415  |         |        | 8,005  |         |        | 5,91   | 6,42    |        |        |         | 9,265  |       | 8,49    | 6,925   |       | 10,95   | 7,685   |       |         | 6,355  |       |         |        |         |         | 7,78   |        | 9,28    |        | 8,59   |        |  |
|         | 5,39   |         |        | 5,925  |         |        | 2,725  | 6,42    |        |        |         | 3,383  |       | 7,865   | 6,9301  |       | 8,64    | 9,475   |       |         | 4,625  |       |         |        | 8,3142  |         |        |        |         | 8,50   |        |        |  |
|         | 6,99   |         |        | 6,695  |         |        | 7,355  | 5,96    |        |        |         | 1,915  |       | 6,77    | 7,015   |       | 7,485   | 8,485   |       |         | 5,615  |       |         |        | 8,1100  |         |        | 9,1319 |         | 9,42   |        |        |  |
|         | 7,88   |         |        | 8,86   |         |        | 8,545  | 6,36    |        |        |         | 1,11   |       | 7,28    | 6,285   |       | 7,81    | 6,275   |       |         | 6,191  |       |         |        | 8,304   |         |        |        | 8,7600  |        | 8,51   |        |  |
|         | 5,975  |         |        | 7,47   |         |        | 6,25   | 8,50    |        |        |         | 5,645  |       | 6,97    | 7,46    |       | 6,925   | 7,755   |       |         | 6,590  |       |         |        |         |         | 9,1106 |        |         | 10,61  |        |        |  |
|         | 5,555  |         |        | 6,225  |         |        |        | 7,63    |        |        |         | 5,915  |       |         | 7,56    |       |         | 7,18    |       |         | 11,150 |       |         |        |         | 8,3     |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 5,925  |         |        | 3,39   |         |        |        | 8,01    |        |        |         | 6,175  |       |         | 8,705   |       |         | 8,29    |       |         |        |       |         |        |         | 5,945   |        |        | 8,91    |        | 9,11   |        |  |
|         | 6,521  |         |        | 6,421  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 7,315  |       |         |        |         | 8,675   |        |        | 9,375   |        |        |        |  |
|         | 4,435  |         |        | 8,225  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 5,923  |       |         |        |         |         |        |        | 9,76    |        |        |        |  |
|         | 2,435  |         |        | 6,984  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 6,525  |       |         |        |         | 8,68    |        |        | 7,14    |        |        |        |  |
|         | 7,5851 |         |        | 8,010  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 6,445  |       |         |        |         | 7,275   |        |        | 8,31    |        |        |        |  |
|         | 5,395  |         |        | 8,315  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 8,590  |       |         |        | 0       |         |        |        | 6,47    |        |        |        |  |
|         | 5,85   |         |        | 8,21   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 7,170  |       |         |        |         |         |        | 0      |         |        |        |        |  |
|         | 1,615  |         |        | 5,805  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         | 8,305  |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 8,16   |         |        | 5,725  |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 9,085  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 5,315  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 5,715  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 7,94   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 6,98   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
|         | 6,78   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |         |       |         |         |       |         |        |       |         |        |         |         |        |        |         |        |        |        |  |
| Média   | 5,86   |         |        | 6,81   | 7,51    |        | 6,33   | 6,77    |        | 3,21   | 2,51    | 4,02   |       | 7,09    | 6,94    |       | 7,44    | 7,99    |       | 4,95    | 6,56   |       | 4,85    | 7,34   | 8,61    |         | 4,30   | 6,77   | 9,13    | 7,32   | 9,25   | 8,14   |  |
| Mediana | 5,95   |         |        | 6,95   | 7,49    |        | 6,13   | 6,53    |        | 2,64   | 1,64    | 3,86   |       | 7,13    | 7,05    |       | 7,34    | 7,81    |       | 4,92    | 6,36   |       | 4,85    | 7,00   | 8,49    |         | 4,30   | 5,55   | 9,03    | 7,25   | 8,78   | 8,35   |  |
| DP      | 1,77   |         |        | 1,42   | 0,08    |        | 1,73   | 1,60    |        | 2,13   | 2,23    | 2,49   |       | 1,27    | 1,57    |       | 1,92    | 1,60    |       | 1,51    | 1,53   |       | 0,35    | 2,64   | 2,82    |         |        | 2,42   | 3,64    | 1,42   | 1,47   | 0,70   |  |
| Máximo  | 9,09   |         |        | 8,86   | 7,60    |        | 9,61   | 10,36   |        | 7,05   | 6,80    | 9,27   |       | 8,49    | 9,19    |       | 10,95   | 11,55   |       | 7,25    | 11,15  |       | 5,10    | 10,93  | 15,14   |         | 4,30   | 9,97   | 18,87   | 9,09   | 12,81  | 8,61   |  |
| Mínimo  | 1,48   |         |        | 3,39   | 7,45    |        | 2,73   | 3,37    |        | 1,35   | 0,99    | 1,03   |       | 4,35    | 3,28    |       | 4,50    | 4,12    |       | 3,20    | 3,95   |       | 4,60    | 4,95   | 0,00    |         | 4,30   | 4,78   | 0,00    | 5,40   | 7,50   | 6,54   |  |
| C.V.    | 0,3029 |         |        | 0,2079 | 0,0104  |        | 0,2731 | 0,2366  |        | 0,6644 | 0,8886  | 0,6187 |       | 0,1786  | 0,2260  |       | 0,2579  | 0,2002  |       | 0,3043  | 0,2335 |       | 0,0729  | 0,3597 | 0,3273  |         |        | 0,3572 | 0,3992  | 0,1943 | 0,1585 | 0,0855 |  |



**NITROGENIO TOTAL KJELDAH**

|         | QA 03 |         |        | QA 04 |         |         | QA 05 |         |        | QA 06 |         |        | QA 07 |         |        | QA 08  |         |        | QA 09 |         |        | QA 10 |         |        | QA 11 |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois  | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|         |       |         | 3,85   |       |         |         |       |         |        |       |         | 1,2    |       |         | 1      |        |         |        |       |         | 1      |       |         |        |       |         | 2,1    |       |  |  |
|         |       | 5,25    | 1,75   |       |         |         |       |         | 4,2    |       |         |        | 1,2   |         |        |        |         |        |       |         |        | 2,1   |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         | 4,55    |       |         |        |       |         | 3,85   |       |         | 2,8    |        |         |        |       |         |        | 2,1   |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         | 4,2     |       |         | 1,75   |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         | 1,2    |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         | 4,55    |       |         | 3,5    |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         | 2,1    |       |         |        |        |         | 1,55   |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |        |       |         | 2,1    |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |        |       |         | 3,5    |        |         | 5,25   |       |         | 3,15   |       |         |        |       |         | 2,45   |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         | 1,55   |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|         |       |         |        |       |         |         |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       | 1,75    |        |       |         |        |       |         | 2,8    |       |  |  |
| Média   |       | 5,250   | 2,800  |       |         | 4,433   |       |         | 3,150  |       |         | 3,267  |       | 2,000   | 1,200  | 2,800  | 1,000   | 2,783  |       | 2,450   | 1,000  |       | 1,800   |        |       | 2,625   | 2,100  |       |  |  |
| Mediana |       | 5,250   | 2,800  |       |         | 4,550   |       |         | 3,500  |       |         | 3,850  |       | 2,000   | 1,200  | 2,800  | 1,000   | 1,550  |       | 2,450   | 1,000  |       | 2,100   |        |       | 2,625   | 2,100  |       |  |  |
| DP      |       |         | 1,485  |       |         | 0,202   |       |         | 1,262  |       |         | 1,010  |       | 0,990   |        | 0,990  |         | 2,136  |       | 0,990   |        |       | 0,520   |        |       | 0,247   |        |       |  |  |
| Máximo  |       | 5,250   | 3,850  |       |         | 4,550   |       |         | 4,200  |       |         | 3,850  |       | 2,800   | 1,200  | 3,500  | 1,000   | 5,250  |       | 3,150   | 1,000  |       | 2,100   |        |       | 2,800   | 2,100  |       |  |  |
| Mínimo  |       | 5,250   | 1,750  |       |         | 4,200   |       |         | 1,750  |       |         | 2,100  |       | 1,200   | 1,200  | 2,100  | 1,000   | 1,550  |       | 1,750   | 1,000  |       | 1,200   |        |       | 2,450   | 2,100  |       |  |  |
| C.V.    |       |         | 1,8856 |       |         | 21,9393 |       |         | 2,4962 |       |         | 3,2332 |       | 1,7678  |        | 2,8284 |         | 1,3029 |       | 2,4749  |        |       | 3,4641  |        |       | 10,6066 |        |       |  |  |

NITROGENIO TOTAL KJELDAHL

|  | QA 13 |         |        | QA 14 |         |        | QA 15 |         |        | QA 16 |         |        | QA 17 |         |        | QA 18 |         |        | QA 19 |         |        | QA 20 |         |        | QA 21 |         |        | QA 22 |  |  |
|--|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--|--|
|  | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,45    | 3,5    | 1,4   | 2,45    | 1,9    |       |  |  |
|  | 3,15  | 2,45    | 1,75   | 2,8   | 1,75    | 2,1    | 2,45  | 5,25    | 2,45   | 1,75  | 1,4     | 2,45   | 1,9   | 2,45    | 2,1    | 3,15  | 2,8     | 3,15   | 2,1   | 4,55    | 1,75   | 2,1   | 2,4     |        |       |         |        |       |  |  |

NITRATO

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 0,04   |         | 0,52   | 0,04   |         |        | 0,0265 |         |        | 0,07   |         |        |        |         | 0,245  | 0,09   | 0,14    |        | 0,04   |         |        | 0,05   | 0,13    |        |        |         |        | 0,045  | 0,34    |        |
|         |        | 0,085   |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,075   |        | 0,02   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,105  |         |        |        |         |        |
|         | 0,115  |         | 0,31   | 0,165  |         |        | 0,0185 |         |        | 0,04   | 0,02    |        | 0,075  |         |        | 0,18   |         |        | 0,03   |         |        | 0,03   |         |        |        |         |        | 0,03   |         |        |
|         |        | 0,26    |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 2,22   | 1,76   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,14   |        |         |        |        |         |        |
|         | 1,15   |         |        | 1,005  |         |        | 1,375  |         |        | 0,66   |         |        | 0,705  |         |        | 0,05   |         |        | 0,14   |         |        | 0,36   |         |        |        |         |        | 0,21   |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,825  | 0,645  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |
|         | 0,065  |         |        | 0,02   |         |        | 0,015  |         |        |        |         |        | 0,17   |         |        | 0,02   |         |        | 0,035  |         |        | 0,09   |         |        | 0,085  |         |        | 0,115  |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,095  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        |
|         |        |         |        | 0,06   |         |        | 0,05   |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,205  |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        |        |         |        | 0,02   |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,265  |        |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        | 0,17   |         |        | 0,275  |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,725  |         |        | 0,31   |         |        | 0,4    |         |        | 0,73   |         |        | 0,385  |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,895  |         |        | 0,9    |         |        |        |         |        | 0,93   |         |        |
|         |        |         |        | 0,075  |         |        | 0,065  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,09   |         |        |        |         | 0,245  |        |         |        |        |         |        |
| Média   | 0,34   | 0,17    | 0,42   | 0,28   |         |        | 0,36   |         |        | 0,26   | 0,02    | 0,80   | 0,32   | 0,81    | 0,25   | 0,21   | 0,14    |        | 0,20   |         |        | 0,26   | 0,13    |        | 0,23   |         |        | 0,25   | 0,34    |        |
| Mediana | 0,09   | 0,17    | 0,42   | 0,12   |         |        | 0,06   |         |        | 0,07   | 0,02    | 0,46   | 0,17   | 0,65    | 0,25   | 0,14   | 0,14    |        | 0,07   |         |        | 0,09   | 0,13    |        | 0,14   |         |        | 0,12   | 0,34    |        |
| DP      | 0,54   | 0,12    | 0,15   | 0,37   |         |        | 0,54   |         |        | 0,35   |         | 1,01   | 0,34   | 0,88    |        | 0,26   |         |        | 0,30   |         |        | 0,32   |         |        | 0,24   |         |        | 0,33   |         |        |
| Máximo  | 1,15   | 0,26    | 0,52   | 1,01   |         |        | 1,38   |         |        | 0,66   | 0,02    | 2,22   | 0,71   | 1,76    | 0,25   | 0,73   | 0,14    |        | 0,90   |         |        | 0,90   | 0,13    |        | 0,73   |         |        | 0,93   | 0,34    |        |
| Mínimo  | 0,04   | 0,09    | 0,31   | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,04   | 0,02    | 0,08   | 0,08   | 0,02    | 0,25   | 0,02   | 0,14    |        | 0,02   |         |        | 0,02   | 0,13    |        | 0,02   |         |        | 0,02   | 0,34    |        |
| C.V.    | 0,6352 | 1,3940  | 2,7948 | 0,7612 |         |        | 0,6651 |         |        | 0,7341 |         | 0,7985 | 0,9323 | 0,9171  |        | 0,8091 |         |        | 0,6527 |         |        | 0,8205 |         |        | 0,9539 |         |        | 0,7567 |         |        |

NITRATO

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16 |         |        | QA 17  |         |        | QA 18 |         |        | QA 19  |         |        | QA 20 |         |        | QA 21 |         |        | QA 22 |        |        |        |      |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |       |        |        |        |      |
|         | 0,0265 |         |        | 0,04   | 0,165   |        | 1,015  |         |        | 0,14  |         |        | 0,0265 |         |        | 0,1   |         |        | 0,28   |         |        | 0,195 |         |        | 0,05  |         | 0,39   | 0,003 |        | 1      |        |      |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,02    |        | 0,03  |         | 0,02   |        |         | 0,02   |       | 0,565   |        |        |         | 0,165  |       | 0,0165  |        | 0,115 |         | 0,085  |       |        | 0,73   |        |      |
|         | 0,035  |         |        | 0,14   |         |        | 0,205  |         |        | 0,035 |         |        | 0,03   |         |        | 0,03  |         |        | 0,0715 |         |        | 0,035 |         |        | 0,02  |         | 1      |       | 0,02   |        |        |      |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,095   |        |       | 0,14    |        |        | 0,155   |        |       | 0,195   |        |        |         |        | 0,14  |         |        | 0,265 |         |        |       |        | 0,08   |        |      |
|         | 0,225  |         |        | 0,115  |         |        | 0,15   |         |        |       |         |        | 0,14   |         |        | 0,615 |         |        |        |         |        |       |         |        | 0,02  |         |        |       |        | 0,02   |        |      |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,835   |        |       | 0,9     |        |        | 0,94    |        |       | 0,57    |        |        |         |        |       |         |        | 0,17  |         |        |       |        |        |        |      |
|         | 0,135  |         |        | 0,02   |         |        | 0,06   |         |        |       |         |        | 0,055  |         |        | 0,465 |         |        |        |         |        |       |         |        | 0,285 |         |        | 0,155 |        |        | 0,14   |      |
|         |        |         |        |        |         |        |        | 0,29    |        |       | 0,065   |        |        | 0,1     |        |       | 1,43    |        |        |         |        |       |         |        | 0,915 |         |        | 0,81  |        |        |        |      |
| 0,02    |        |         | 0,115  |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |        |        |        |      |
| 0,565   |        |         | 0,56   |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         | 0,105  |       |         | 0,06   |       |        |        |        |      |
| 0,82    |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |        |        |        |      |
| 0,285   |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |        |        |        |      |
| Média   | 0,26   |         |        | 0,17   | 0,17    |        | 0,36   | 0,31    |        | 0,03  | 0,09    | 0,28   |        | 0,06    | 0,30   |       | 0,30    | 0,69   |        | 0,18    | 0,30   |       | 0,20    | 0,08   | 0,31  |         | 0,05   | 0,09  | 0,24   | 0,50   | 0,30   | 0,41 |
| Mediana | 0,18   |         |        | 0,12   | 0,17    |        | 0,18   | 0,19    |        | 0,03  | 0,09    | 0,10   |        | 0,04    | 0,13   |       | 0,28    | 0,57   |        | 0,18    | 0,23   |       | 0,20    | 0,08   | 0,17  |         | 0,05   | 0,09  | 0,11   | 0,50   | 0,08   | 0,41 |
| DP      | 0,29   |         |        | 0,20   |         |        | 0,44   | 0,37    |        |       | 0,07    | 0,42   |        | 0,05    | 0,43   |       | 0,28    | 0,52   |        | 0,15    | 0,25   |       |         | 0,09   | 0,34  |         |        |       | 0,31   | 0,70   | 0,47   | 0,46 |
| Máximo  | 0,82   |         |        | 0,56   | 0,17    |        | 1,02   | 0,84    |        | 0,03  | 0,14    | 0,90   |        | 0,14    | 0,94   |       | 0,62    | 1,43   |        | 0,28    | 0,63   |       | 0,20    | 0,14   | 0,92  |         | 0,05   | 0,09  | 0,81   | 1,00   | 1,00   | 0,73 |
| Mínimo  | 0,02   |         |        | 0,02   | 0,17    |        | 0,06   | 0,02    |        | 0,03  | 0,04    | 0,02   |        | 0,03    | 0,02   |       | 0,03    | 0,20   |        | 0,07    | 0,04   |       | 0,20    | 0,02   | 0,11  |         | 0,05   | 0,09  | 0,02   | 0,00   | 0,02   | 0,08 |
| C.V.    | 0,9117 |         |        | 0,8285 |         |        | 0,8081 | 0,8423  |        |       | 1,1785  | 0,6770 |        | 1,1872  | 0,7101 |       | 1,0710  | 1,3177 |        | 1,1921  | 1,1950 |       | 0,8961  | 0,9184 |       |         | 0,7796 |       | 0,7114 | 0,6232 | 0,8812 |      |

NITRITO NO2

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12 |  |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|--|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |       |  |  |
|         | 0,003  |         | 0,009  | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  |         | 0,0105 | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,0165  |        |        |         | 0,0075 | 0,009  |         |        |       |  |  |
|         |        | 0,006   |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        | 0,003  |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,003  |         | 0,0255 | 0,003  |         |        | 0,0315 |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        |        |         | 0,34   |        | 0,003   |        |        |         | 0,003  |        |         |        |       |  |  |
|         |        | 0,003   |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        | 0,003   |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,32   |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,415  |         |        | 0,29   |         |        | 0,275  |         |        | 0,295  |         |        | 0,365  |         |        |        |         | 0,009  |        | 0,35    |        | 0,3    |         |        |        | 0,305   |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        | 0,012   |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        |         |        |       |  |  |
|         | 0,0075 |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        |        |         |        | 0,009  |         |        |        |         | 0,003  |        | 0,003   |        | 0,009  |         |        |        | 0,003   |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,006  |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        | 0,003  |         |        |        | 0,003   |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,0105 |        | 0,003   |        | 0,003  |         |        |        | 0,003   |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,009   |        | 0,015  |         |        |        | 0,0135  |        |       |  |  |
|         |        |         |        | 0,0045 |         |        | 0,003  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,0045 |        |         |        |       |  |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |        |         |        |       |  |  |
| Média   | 0,107  | 0,005   | 0,017  | 0,039  |         |        | 0,041  |         |        | 0,100  | 0,003   | 0,003  | 0,126  | 0,006   | 0,011  | 0,061  | 0,003   |        | 0,047  |         |        | 0,048  | 0,017   |        | 0,049  |         | 0,048  | 0,009 |  |  |
| Mediana | 0,005  | 0,005   | 0,017  | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,003   | 0,003  | 0,009  | 0,003   | 0,011  | 0,006  | 0,003   |        | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,017   |        | 0,003  |         | 0,003  | 0,009 |  |  |
| DP      | 0,205  | 0,002   | 0,012  | 0,101  |         |        | 0,095  |         |        | 0,169  | 0,002   | 0,000  | 0,207  | 0,005   |        | 0,137  |         |        | 0,122  |         |        | 0,111  |         |        | 0,120  |         | 0,113  |       |  |  |
| Máximo  | 0,415  | 0,006   | 0,026  | 0,290  |         |        | 0,275  |         |        | 0,295  | 0,003   | 0,003  | 0,365  | 0,012   | 0,011  | 0,340  | 0,003   |        | 0,350  |         |        | 0,300  | 0,017   |        | 0,320  |         | 0,305  | 0,009 |  |  |
| Mínimo  | 0,003  | 0,003   | 0,009  | 0,003  |         |        | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,003   | 0,003  | 0,003  | 0,003   | 0,011  | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,017   |        | 0,003  |         | 0,003  | 0,009 |  |  |
| C.V.    | 0,5219 | 2,1213  | 1,4785 | 0,3852 |         |        | 0,4259 |         |        | 0,5951 |         |        | 0,6062 | 1,1547  |        | 0,4499 |         |        | 0,3850 |         |        | 0,4316 |         |        | 0,4093 |         | 0,4263 |       |  |  |

NITRITO NO2

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16  |         |        | QA 17  |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |         |        |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |
|         | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  |         |        | 0,3    |         |        | 0,003  |         |        | 0,0045 |         |        | 0,0075 |         |        | 0,003  |         |        | 0,003 |         |        | 0,003  |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,003  | 0,018   |        |        | 0,062   |        | 0,0215 |         |        |        | 0,285   |        |        | 0,1015  | 0,003  |       | 0,003   |        |        | 0,05    |        |
|         | 0,0065 |         |        |        |         | 0,0045 |        |         |        | 0,003  |         |        | 0,006  |         |        | 0,0075 |         |        | 0,003  |         |        |        | 0,003   |        | 0,3   |         | 0,003  |        | 0,003   |        |
|         |        | 0,325   |        |        |         | 0,003  |        |         |        |        | 0,003   |        |        | 0,003   |        | 0,003  |         |        |        | 0,003   |        |        | 0,285   | 0,003  |       |         |        |        | 0,009   |        |
|         | 0,305  |         |        |        |         | 0,003  |        | 0,35    |        |        |         |        | 0,31   |         |        | 0,34   |         |        |        | 0,0165  |        |        |         | 0,003  |       |         |        | 0,003  |         |        |
|         |        | 0,003   |        |        |         |        |        |         | 0,0075 |        |         | 0,009  |        | 0,006   |        | 0,009  |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        |       |         | 0,003  |        |         |        |
|         | 0,006  |         |        |        |         | 0,003  |        | 0,003   |        |        | 0,003   |        | 0,003  |         |        | 0,0105 |         |        |        |         |        |        |         |        |       | 0,003   |        |        | 0,003   |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        |        | 0,003   |        |        | 0,04    |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        | 0,003   |        |
|         | 0,003  |         |        |        |         | 0,003  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        | 0,0075 |         |        |       | 0,0075  |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 0,003  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,003   |        |       |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,003  |       |         |        |        |         |        |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 0,0135 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
|         | 0,009  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |
| Média   | 0,044  |         |        | 0,057  | 0,003   |        | 0,090  | 0,005   | 0,003  | 0,152  | 0,008   |        | 0,081  | 0,019   |        | 0,091  | 0,018   |        | 0,005  | 0,053   |        | 0,003  | 0,193   | 0,004  | 0,003 | 0,003   | 0,053  | 0,152  | 0,015   | 0,006  |
| Mediana | 0,006  |         |        | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  | 0,004   | 0,003  | 0,152  | 0,006   |        | 0,005  | 0,005   |        | 0,009  | 0,015   |        | 0,005  | 0,004   |        | 0,003  | 0,193   | 0,003  | 0,003 | 0,003   | 0,003  | 0,152  | 0,003   | 0,006  |
| DP      | 0,106  |         |        | 0,131  |         |        | 0,174  | 0,002   |        | 0,210  | 0,007   |        | 0,153  | 0,029   |        | 0,166  | 0,016   |        | 0,003  | 0,114   |        |        | 0,130   | 0,002  |       | 0,121   | 0,210  | 0,024  | 0,004   |        |
| Máximo  | 0,305  |         |        | 0,325  | 0,003   |        | 0,350  | 0,008   | 0,003  | 0,300  | 0,018   |        | 0,310  | 0,062   |        | 0,340  | 0,040   |        | 0,008  | 0,285   |        | 0,003  | 0,285   | 0,008  | 0,003 | 0,003   | 0,300  | 0,300  | 0,050   | 0,009  |
| Mínimo  | 0,003  |         |        | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  | 0,003   | 0,003  | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  | 0,003   |        | 0,005  | 0,003   |        | 0,003  | 0,003   |        | 0,003  | 0,102   | 0,003  | 0,003 | 0,003   | 0,003  | 0,003  | 0,003   | 0,003  |
| C.V.    | 0,4128 |         |        | 0,4380 |         |        | 0,5173 | 2,1213  |        | 0,7214 | 1,1638  |        | 0,5261 | 0,6372  |        | 0,5451 | 1,1240  |        | 1,6499 | 0,4604  |        |        | 1,4894  | 1,9379 |       | 0,4405  | 0,7214 | 0,6277 | 1,4142  |        |

MANGANÈS - Mn

|         | QA 03  |         |        | QA 04  |         |        | QA 05  |         |        | QA 06  |         |        | QA 07  |         |        | QA 08  |         |        | QA 09  |         |        | QA 10  |         |        | QA 11  |         |        | QA 12  |       |  |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|--|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois |        |       |  |
|         | 0,03   |         | 0,12   | 0,032  |         |        | 0,032  |         |        | 0,032  |         | 0,0675 | 0,029  | 0,017   |        | 0,037  |         |        | 0,0405 | 0,055   |        |        |         | 0,056  | 0,041  |         |        |        |       |  |
|         |        | 0,125   |        |        |         |        |        |         |        |        | 0,01    |        | 0,12   |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |       |  |
|         | 0,02   |         | 0,055  | 0,005  |         |        | 0,008  |         |        | 0,0135 |         |        | 0,0525 |         |        | 0,06   |         |        | 0,0795 |         |        | 0,045  |         |        | 0,0715 |         |        |        |       |  |
|         |        | 0,03    |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,02   | 0,023  |         | 0,075  |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |       |  |
|         | 0,115  |         |        | 0,035  |         |        | 0,035  |         |        | 0,07   |         |        | 0,15   |         | 0,02   | 0,25   |         |        | 0,14   |         |        | 0,135  |         |        | 0,31   |         |        |        |       |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,0525 | 0,1405 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |       |  |
|         | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,015  |         |        |        |         |        | 0,03   |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        |        |       |  |
|         |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,019  |        |         |        | 0,145  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |        |       |  |
|         |        |         |        |        |         |        | 0,145  |         |        | 0,05   |         |        |        |         |        | 0,024  |         |        | 0,09   |         |        | 0,14   |         |        | 0,05   |         |        | 0,1    |       |  |
|         |        |         |        |        |         |        | 0,02   |         |        | 0,02   |         |        |        |         |        | 0,0375 |         |        | 0,106  |         |        | 0,0325 |         |        | 0,06   |         |        | 0,0445 |       |  |
|         |        |         |        | 0,025  |         |        | 0,006  |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,1045 |        |         | 0,182  |        |         | 0,046  |        |         | 0,082  |        |       |  |
|         |        |         |        | 0,022  |         |        | 0,0125 |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         | 0,067  |        |         |        |        |         | 0,012  |        |         |        |        |       |  |
| Média   | 0,046  | 0,078   | 0,088  | 0,038  |         |        | 0,022  |         |        | 0,039  | 0,010   | 0,062  | 0,078  | 0,095   | 0,068  | 0,055  | 0,017   |        | 0,092  |         |        | 0,091  | 0,055   |        | 0,053  |         |        | 0,098  | 0,041 |  |
| Mediana | 0,025  | 0,078   | 0,088  | 0,024  |         |        | 0,018  |         |        | 0,032  | 0,010   | 0,036  | 0,053  | 0,120   | 0,068  | 0,033  | 0,017   |        | 0,079  |         |        | 0,080  | 0,055   |        | 0,046  |         |        | 0,072  | 0,041 |  |
| DP      | 0,046  | 0,067   | 0,046  | 0,044  |         |        | 0,015  |         |        | 0,029  |         | 0,064  | 0,064  | 0,063   |        | 0,048  |         |        | 0,071  |         |        | 0,064  |         |        | 0,040  |         |        | 0,097  |       |  |
| Máximo  | 0,115  | 0,125   | 0,120  | 0,145  |         |        | 0,050  |         |        | 0,070  | 0,010   | 0,155  | 0,150  | 0,141   | 0,068  | 0,145  | 0,017   |        | 0,250  |         |        | 0,182  | 0,055   |        | 0,135  |         |        | 0,310  | 0,041 |  |
| Mínimo  | 0,020  | 0,030   | 0,055  | 0,005  |         |        | 0,006  |         |        | 0,014  | 0,010   | 0,019  | 0,030  | 0,023   | 0,068  | 0,020  | 0,017   |        | 0,020  |         |        | 0,020  | 0,055   |        | 0,012  |         |        | 0,020  | 0,041 |  |
| C.V.    | 1,0038 | 1,1537  | 1,9037 | 0,8603 |         |        | 1,4544 |         |        | 1,3366 |         | 0,9604 | 1,2150 | 1,5057  |        | 1,1403 |         |        | 1,2951 |         |        | 1,4264 |         |        | 1,3099 |         |        | 1,0059 |       |  |

MANGANÊS - Mn

|         | QA 13  |         |        | QA 14  |         |        | QA 15 |         |        | QA 16  |         |        | QA 17 |         |        | QA 18 |         |        | QA 19 |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22  |        |        |       |  |      |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--|------|
|         | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |        |        |        |       |  |      |
|         | 0,0355 |         |        | 0,0645 | 0,0615  |        |       | 0,032   |        |        | 0,22    |        |       | 0,032   |        |       | 0,032   |        |       | 0,032   |        |        | 0,032   |        |       | 0,035   |        | 0,22   |        | 0,032  |       |  | 0,07 |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,05    |        | 0,1105 |         | 0,09   |       |         | 0,05   |       |         | 0,055  |       |         | 0,245  |        |         | 0,0355 |       |         | 0,072  |        |        |        | 0,019 |  |      |
|         | 0,0845 |         |        | 0,245  |         |        |       | 0,0515  |        |        | 0,02    |        |       | 0,076   |        |       | 0,087   |        |       | 0,0655  |        |        |         | 0,03   |       |         | 0,03   |        | 0,07   |        |       |  |      |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,057   |        |        |         | 0,151  |       |         | 0,029  |       |         | 0,063  |       |         |        | 0,03   |         | 0,2    |       |         |        |        | 0,03   |        | 0,041 |  |      |
|         | 0,245  |         |        | 0,02   |         |        |       | 0,15    |        |        |         |        | 0,235 |         |        | 0,255 |         |        |       |         |        | 0,05   |         |        |       | 0,05    |        |        |        | 0,05   |       |  |      |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,0685  |        |        |         | 0,056  |       |         | 0,0885 |       |         | 0,1165 |       |         |        |        |         |        | 0,02  |         |        |        |        |        |       |  |      |
|         | 0,02   |         |        | 0,08   |         |        |       | 0,02    |        |        |         |        | 0,03  |         |        | 0,03  |         |        |       |         |        | 0,0225 |         |        |       | 0,0245  |        |        |        | 0,02   |       |  |      |
|         |        |         |        |        |         |        |       | 0,0215  |        |        |         | 0,058  |       |         | 0,043  |       |         | 0,0415 |       |         |        |        |         | 0,055  |       |         |        | 0,0945 |        |        |       |  |      |
|         | 0,07   |         |        | 0,057  |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |        |        |       |  |      |
|         | 0,02   |         |        | 0,0855 |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         | 0,099  |       |         |        | 0,008  |        |        |       |  |      |
| 0,126   |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         | 0,0475 |        |         |        |       |         |        |        |        |        |       |  |      |
| 0,0485  |        |         |        |        |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |       |         |        |        |        |        |       |  |      |
| Média   | 0,081  |         |        | 0,092  | 0,062   |        |       | 0,063   | 0,049  | 0,111  | 0,120   | 0,089  |       | 0,093   | 0,053  |       | 0,101   | 0,069  |       | 0,049   | 0,069  | 0,032  | 0,118   | 0,051  | 0,035 | 0,072   | 0,071  | 0,051  | 0,043  | 0,030  |       |  |      |
| Mediana | 0,059  |         |        | 0,072  | 0,062   |        |       | 0,042   | 0,054  | 0,111  | 0,120   | 0,074  |       | 0,054   | 0,047  |       | 0,060   | 0,059  |       | 0,049   | 0,039  | 0,032  | 0,118   | 0,050  | 0,035 | 0,072   | 0,040  | 0,051  | 0,040  | 0,030  |       |  |      |
| DP      | 0,075  |         |        | 0,078  |         |        |       | 0,059   | 0,020  |        | 0,141   | 0,044  |       | 0,097   | 0,025  |       | 0,106   | 0,033  |       | 0,024   | 0,087  |        | 0,116   | 0,031  |       | 0,079   | 0,027  | 0,022  | 0,016  |        |       |  |      |
| Máximo  | 0,245  |         |        | 0,245  | 0,062   |        |       | 0,150   | 0,069  | 0,111  | 0,220   | 0,151  |       | 0,235   | 0,089  |       | 0,255   | 0,117  |       | 0,066   | 0,245  | 0,032  | 0,200   | 0,099  | 0,035 | 0,072   | 0,220  | 0,070  | 0,070  | 0,041  |       |  |      |
| Mínimo  | 0,020  |         |        | 0,020  | 0,062   |        |       | 0,020   | 0,022  | 0,111  | 0,020   | 0,056  |       | 0,030   | 0,029  |       | 0,030   | 0,042  |       | 0,032   | 0,021  | 0,032  | 0,036   | 0,020  | 0,035 | 0,072   | 0,008  | 0,032  | 0,020  | 0,019  |       |  |      |
| C.V.    | 1,0791 |         |        | 1,1729 |         |        |       | 1,0707  | 2,4612 |        | 0,8485  | 2,0021 |       | 0,9628  | 2,0669 |       | 0,9527  | 2,0981 |       | 2,0580  | 0,7976 |        | 1,0123  | 1,6652 |       |         | 0,9037 | 1,8980 | 1,9167 | 1,9285 |       |  |      |



### ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IOA (CETESQ)

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Média   | 59,49 | 57,69 | 70,83 | 67,69 | 60,15 | 58,40 | 54,52 | 68,34 | 56,72 | 62,09 | 71,95 | 65,28 | 77,50 | 71,23 | 67,33 | 84,60 | 67,51 | 64,45 | 76,40 |
| Mediana | 57,00 | 57,69 | 70,83 | 67,00 | 60,25 | 58,40 | 54,52 | 69,17 | 57,20 | 62,71 | 71,95 | 67,83 | 77,50 | 71,30 | 67,88 | 84,60 | 65,65 | 64,15 | 76,40 |
| DP      | 6,18  | 8,00  | 8,52  | 3,72  | 8,52  | 5,09  |       | 2,22  | 2,55  | 5,10  |       | 8,11  |       | 6,99  | 5,59  |       | 7,63  | 7,47  |       |
| Máximo  | 66,53 | 63,35 | 76,85 | 73,85 | 72,60 | 62,00 | 54,52 | 69,95 | 59,00 | 66,85 | 71,95 | 72,10 | 77,50 | 83,55 | 74,97 | 84,60 | 79,50 | 72,50 | 76,40 |
| Mínimo  | 54,95 | 52,03 | 64,80 | 63,00 | 50,00 | 54,80 | 54,52 | 65,05 | 53,97 | 56,70 | 71,95 | 50,23 | 77,50 | 61,50 | 58,50 | 84,60 | 57,50 | 54,48 | 76,40 |
| C.V.    | 9,63  | 7,21  | 8,31  | 18,20 | 7,06  | 11,47 |       | 30,75 | 22,23 | 12,17 |       | 8,05  |       | 10,19 | 12,04 |       | 8,84  | 8,63  |       |

INDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA - IQA (CETESB)

|         | QA 13 |         |        | QA 14  |         |        | QA 15  |         |        | QA 16 |         |        | QA 17 |         |        | QA 18  |         |        | QA 19  |         |        | QA 20  |         |        | QA 21 |         |        | QA 22 |         |        |
|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|
|         | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes  | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois | Antes | Durante | Depois |
|         |       |         |        |        |         |        |        |         |        | 64,55 |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
|         |       |         |        | 74     | 90,435  |        |        | 63,635  | 53     | 57,17 |         | 66,225 |       | 64,405  |        | 59,85  |         | 70,5   | 56,58  | 64,5    |        | 44,95  |         | 54,65  |       |         |        |       |         |        |
| 60,5    |       |         |        | 61,46  |         |        | 56     |         | 45,77  |       | 59,5    |        | 54    |         | 72,5   | 53,035 |         | 62,45  | 76,785 | 47,665  | 81     | 59,06  |         | 75,95  |       |         |        |       |         |        |
| 62,2    |       |         |        | 51,65  |         |        | 58,23  |         | 69,51  |       | 70,4    |        | 65,75 |         | 67,4   | 63,3   |         | 55,175 |        | 61,94   |        | 78,725 |         |        |       |         |        |       |         |        |
| 69,935  |       |         |        | 50,825 |         |        | 58,795 |         | 52,2   |       | 54,95   |        | 54,3  |         |        |        |         |        | 63,15  |         | 68,6   |        | 75,3    |        |       |         |        |       |         |        |
|         |       |         |        |        |         |        | 58,115 |         | 84,34  |       | 80,95   |        | 73,2  |         |        | 72,3   |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
| 52,255  |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        | 65,7   |         | 45,3   |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
| 66,65   |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        | 75,4   |         | 74,5   |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
| 73,35   |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
| 84,55   |       |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |        |         |        |        |         |        |        |         |        |       |         |        |       |         |        |
| Média   | 67,06 |         |        | 63,40  | 90,44   |        | 57,45  | 69,07   | 53,00  | 55,16 | 65,18   |        | 62,43 | 65,03   |        | 57,38  | 62,10   |        | 72,50  | 59,55   |        | 66,48  | 67,52   |        | 64,50 | 59,38   |        | 81,00 | 64,51   | 65,30  |
| Mediana | 66,65 |         |        | 65,25  | 90,44   |        | 58,12  | 66,57   | 53,00  | 55,16 | 63,79   |        | 60,39 | 65,99   |        | 54,83  | 60,90   |        | 72,50  | 57,51   |        | 66,48  | 65,70   |        | 64,50 | 60,12   |        | 81,00 | 67,18   | 65,30  |
| DP      | 10,33 |         |        | 10,43  |         |        | 1,26   | 11,08   |        |       | 13,28   | 13,02  |       | 4,33    | 7,53   |        | 5,15    | 8,01   |        | 7,15    |        |        | 5,69    | 8,52   |       | 11,46   |        |       | 15,61   | 15,06  |
| Máximo  | 84,55 |         |        | 74,00  | 90,44   |        | 58,23  | 84,34   | 53,00  | 64,55 | 80,95   |        | 67,40 | 73,20   |        | 63,30  | 72,30   |        | 72,50  | 72,45   |        | 70,50  | 76,79   |        | 64,50 | 74,50   |        | 81,00 | 78,73   | 75,95  |
| Mínimo  | 52,26 |         |        | 50,83  | 90,44   |        | 56,00  | 58,80   | 53,00  | 45,77 | 52,20   |        | 59,50 | 54,95   |        | 54,00  | 54,30   |        | 72,50  | 53,04   |        | 62,45  | 56,58   |        | 64,50 | 45,30   |        | 81,00 | 44,95   | 54,65  |
| C.V.    | 6,49  |         |        | 6,08   |         |        | 45,75  | 6,23    |        | 4,15  | 5,01    |        | 14,42 | 8,63    |        | 11,15  | 7,76    |        |        | 8,32    |        | 11,68  | 7,93    |        |       | 5,18    |        |       | 4,13    | 4,34   |