

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da  
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região  
Marinha e Costeira Adjacente**

**Material Suplementar Ambiente Dulcícola – Tema Qualidade de  
Água e Sedimento**

**RT- 43/ JUN 23**

**RA2022 PMBA/Fest**

Vitória,

Junho de 2023

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>5</b>
2.1	COLETA .....	5
2.2	ANÁLISE.....	5
2.2.1	METAIS EM ÁGUA .....	5
2.2.2	METAIS EM SEDIMENTO.....	6
2.2.3	ORGÂNICOS EM ÁGUA.....	7
2.2.4	ORGÂNICOS EM SEDIMENTO.....	12
2.3	HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES DE METODOLOGIAS.....	17
<b>3</b>	<b>RESULTADOS DOS INDICADORES .....</b>	<b>17</b>
3.1	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – METAIS DISSOLVIDOS.....	18
3.2	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – METAIS TOTAIS .....	34
3.3	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA - METAIS.....	59
3.4	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – FENÓIS .....	75
3.5	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – ESTERÓIS.....	82
3.6	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – BIFENILAS POLICLORADAS (PCB'S) .....	85
3.7	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – PESTICIDAS .....	88
3.8	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPAS).....	93
3.9	QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS.....	98
3.10	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – FENÓIS .....	99
3.11	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – ESTERÓIS .....	103
3.12	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – BIFENILAS POLICLORADAS (PCB'S) .....	105
3.13	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – PESTICIDAS .....	106
3.14	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPAS).....	109

3.15	QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS.....	112
4	ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS .....	113
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113

## 1 HISTÓRICO DE MALHA E FREQUÊNCIA AMOSTRAL

O histórico de malha e frequência amostrais do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I (PMBA/Fest) abrange informações de suma importância para o balizamento do presente programa, uma vez que passou por modificações ao longo do tempo, visando melhor atender aos objetivos do PMBA/Fest. Estas alterações foram aprovadas pela Câmara Técnica da Biodiversidade (CTBio) por meio de: (1) ofício SEI nº 1/2020-CTBio/DIBIO/ICMBio, de outubro de 2019 (para o período de transição) e (2) Proposta Técnica de continuação do monitoramento, apresentada no primeiro semestre de 2022 visando o “Novo Ciclo do PMBA/Fest”.

As modificações implementadas se encontram nos seguintes Materiais Suplementares: 1) **MS - Malha e frequência amostrais**, onde as diferentes malhas e frequências amostrais são apresentadas nas abas “Ano 1”, “Transição”, “Novo Ciclo” e “Histórico Frequências” e 2) **MS – Mapas das malhas amostrais**, com a espacialização referente às malhas amostrais dos Ambientes. Como forma de esclarecer os períodos contemplados em cada uma delas, “Ano 1” se refere às estações amostrais coletadas entre setembro de 2018 e setembro de 2019, “Transição” às estações entre outubro de 2019 e julho de 2022 e “Novo Ciclo” referente às estações amostrais coletadas a partir de agosto de 2022.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia apresentada contempla o escopo em vigência no momento de entrega deste relatório, ou seja, as amostragens e análises previstas para o Novo Ciclo do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática – PMBA submetidas à Fundação Renova através do FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PLANO DE TRABALHO em 31 de agosto de 2022. Após a descrição da metodologia implementada, será apresentado um breve descritivo sobre as modificações metodológicas (parâmetros, análise de parâmetros ou grupo de parâmetros, dentre outros) que ocorreram ao longo da evolução do PMBA/Fest a fim de determinar os indicadores.

### **2.1 COLETA**

Nas estações amostrais fluviais a amostragem será feita no meio da calha do rio. Para coleta de água subsuperficial será utilizada garrafa de Niskin (2,8L) com montagem horizontal e para coleta de sedimento de fundo será utilizada draga de van Veen.

Nas estações lacustres do tipo lagos será feita coleta de água com garrafa de Niskin (2,8L) com montagem vertical nas profundidades de subsuperfície, 1% de luz (i.e., radiação fotossintética ativa) e 1,0 m próximo ao fundo. Nas lagoas e na laguna a coleta de água será feita no meio da coluna d'água. Nos reservatórios a amostragem será feita conforme os lagos.

As amostras de água serão acondicionadas em frascos de polipropileno (1 L), previamente descontaminados. Os frascos com as amostras de água para determinação das concentrações de material particulado em suspensão (MPS) serão armazenados refrigerados e ao abrigo da luz. As amostras para determinação da fração dissolvida de metais serão mantidas resfriadas até a filtração (membranas de acetato/éster de celulose 47 mm e 0,45 µm) e posteriormente congeladas até o momento das análises no Laboratório de Ensaio de Combustíveis – LEC da UFMG.

Em todas as estações amostrais lacustres as coletas de sedimento de fundo serão feitas com amostrador do tipo Ekman, sendo que devido ao sedimento arenoso da estação E25 (Laguna de Monsarás) será utilizado o coletor do tipo van Veen. Para evitar a contaminação da amostra para determinação de metais-traço serão coletadas alíquotas de sedimento úmido na parte central e superficial da amostra com colheres de plástico e acondicionadas em frascos de polipropileno (250 mL) com tampa, previamente descontaminados.

### **2.2 ANÁLISE**

#### **2.2.1 METAIS EM ÁGUA**

As amostras de água coletadas nas estações foram analisadas, pela técnica de Espectrometria Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado com detecção por Espectrometria de Massas (ICP-MS), sob três aspectos: Metais Totais; Metais Dissolvidos; Metais no Material Particulado em Suspensão (MPS). Para

todas as amostras foram determinadas as concentrações, em  $\mu\text{g L}^{-1}$ , de 30 elementos: Al, As, Ba, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Gd, Hg, Ho, La, Lu, Mn, Nd, Ni, Pb, Pr, Sm, Sn, Th, Tm, U, V, Yb e Zn. Para tal utilizou-se equipamento ICP-MS da marca Agilent – Modelo 8800-QQQ. As curvas analíticas foram construídas usando-se materiais de referência rastreáveis e solventes de elevada pureza.

#### 2.2.1.1 Metais traço totais

A fração de metais totais é obtida pela digestão em micro-ondas da amostra adicionada de uma mistura de ácidos ( $\text{HNO}_3$  e  $\text{HCl}$ ) segundo norma EPA3515A.

#### 2.2.1.2 Metais traço particulados

A fração de metais em MPS foi obtida pela digestão da membrana utilizada na filtração da amostra para a análise de metais dissolvidos, em micro-ondas da amostra adicionada de uma mistura de ácidos ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), seguida de uma neutralização do  $\text{HF}$  com solução saturada de ácido bórico. Este procedimento segue a norma EPA3052.

#### 2.2.1.3 Metais traço dissolvidos

A fração de metais dissolvidos é obtida no filtrado em membrana de  $0,45 \mu\text{m}$  da amostra coletada. A análise é feita de forma direta.

### 2.2.2 METAIS EM SEDIMENTO

As amostras de sedimentos coletadas nas estações foram analisadas, pela técnica de Espectrometria Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado com detecção por Espectrometria de Massas (ICP-MS), sob dois aspectos:

1. Metais Totais,
2. Metais Biodisponíveis;
3. Extração sequencial:
  - a. Fração 1 – metais adsorvidos;
  - b. Fração 2 – metais ligados a carbonatos;
  - c. Fração 3 – metais ligados a óxidos de ferro e manganês;
  - d. Fração 4 – metais ligados a matéria orgânica;

Para todas as amostras foram determinadas as concentrações, em ppm ou  $\text{mg kg}^{-1}$ , de 30 elementos: Al, As, Ba, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Gd, Hg, Ho, La, Lu, Mn, Nd, Ni, Pb, Pr, Sm, Sn, Th, Tm, U, V, Yb e Zn. Para tal, utilizou-se equipamento ICP-MS da marca Agilent – Modelo 8800-QQQ. As curvas analíticas foram construídas usando-se materiais de referência rastreáveis e solventes de elevada pureza.

#### 2.2.2.1 Metais totais

A fração de metais totais foi obtida pela digestão em forno micro-ondas da amostra adicionada de uma mistura de ácidos ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), seguida de uma neutralização do  $\text{HF}$  com solução saturada de ácido bórico, conforme metodologia EPA 3052.

#### 2.2.2.2 Metais biodisponíveis

A fração de metais biodisponíveis foi obtida pela digestão em forno micro-ondas da amostra adicionada de uma mistura de ácidos ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ , e  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), seguida de uma filtração e análise do filtrado, conforme metodologia EPA 3051A.

#### 2.2.2.3 Metais traço na fração trocável (extração sequencial 1)

A Fração 1 foi obtida a partir da extração dos metais no sedimento por uma solução de cloreto de magnésio  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , a pH 7, sob agitação contínua por uma hora à temperatura ambiente, seguida de uma filtração e análise do filtrado.

#### 2.2.2.4 Metais traço na fração adsorvida/carbonática (extração sequencial 2)

A Fração 2 foi obtida a partir da extração dos metais no sedimento por uma solução de acetato de sódio  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , a pH 5, sob agitação contínua por cinco horas à temperatura ambiente, seguida de uma filtração e análise do filtrado.

#### 2.2.2.5 Metais traço na fração reduzível (extração sequencial 3)

A Fração 3 foi obtida a partir da extração dos metais no sedimento por uma solução de  $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$   $0,04 \text{ mol L}^{-1}$ , com 25% de ácido acético, sob agitação esporádica por seis horas à temperatura de  $96^\circ\text{C}$ , seguida de uma filtração à frio e análise do filtrado.

#### 2.2.2.6 Metais traço na fração sulfídica/orgânica (extração sequencial 4)

A Fração 4 foi obtida a partir da extração dos metais no sedimento em três etapas: mistura de  $\text{HNO}_3$   $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 volumes, sob agitação esporádica por duas horas à temperatura de  $85^\circ\text{C}$ ; nova adição de  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 volumes, sob agitação esporádica por três horas à temperatura de  $85^\circ\text{C}$ ; após resfriamento, adição de acetato de amônio  $3,2 \text{ mol L}^{-1}$ , em 20 % de  $\text{HNO}_3$ , seguida de agitação contínua por trinta minutos à temperatura ambiente, de uma filtração e análise do filtrado.

### 2.2.3 ORGÂNICOS EM ÁGUA

De acordo com a Proposta Técnica do Novo Ciclo do PMBA, as análises de orgânicos em água foram excluídas, sendo realizadas nas coletas até julho de 2022.

#### 2.2.3.1 Éter-aminas e aminas

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração em fase sólida e analisadas, pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), conforme recomendado pelo termo de Referência 4 (TR4).

### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise das aminas aromáticas e éter-minas consiste em um processo de extração em fase sólida (SPE), em que 800 mL das amostras de água permeiam por um cartucho (EN Lichrolut), no qual são retidos os analitos de interesse. Esse processo dura em média 12 horas para cada amostra. Os cartuchos são secos à vácuo (15 minutos), e posteriormente as aminas são extraídas com acetona, seguida de acetato de etila (20 minutos), e o extrato seco com nitrogênio por 10 minutos. O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

O resíduo seco é solubilizado com acetato de etila e submetido à análise cromatográfica, utilizando um padrão interno. A análise cromatográfica dos 5 analitos, um padrão interno e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

#### **2.2.3.2 Bifenilos policlorados – PCBs**

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, um cleanup conforme recomendado pela UNEP (1992), e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de captura de elétrons (GC-ECD), conforme sugerido pela USEPA 8082A.

### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise dos PCBs consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano, seguida de rotaevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano, onde são quantificados 7 analitos, um padrão interno e dois surrogates, esse procedimento possui um tempo de eluição de duas hora por amostra. O tratamento de dados requer a conferência manual da integração de cada um dos picos.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\text{ng L}^{-1}$ .



### 2.2.3.3 Pesticidas

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, um cleanup conforme recomendado pela UNEP (1992), e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de captura de elétrons (GC-ECD), conforme sugerido pela USEPA 8082A.

#### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise dos pesticidas consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano, seguida de rotoevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

#### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica dos 11 analitos, um padrão interno e dois surrogates, o procedimento tem um tempo de eluição de duas horas por amostra. O tratamento de dados requer a conferência manual da integração de cada um dos picos.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

### 2.2.3.4 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPAs

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, conforme recomendado pela USEPA 3510c, um cleanup segundo a USEPA 3630C e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

#### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise dos HPAs consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano (segunda fração coletada), seguida de rotoevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

#### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica. A análise cromatográfica dos 16 analitos, os seis padrões internos e um

surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, e as áreas de cada pico são checadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

#### 2.2.3.5 Hidrocarbonetos alifáticos

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, conforme recomendado pela USEPA 3510c, um *cleanup* segundo a USEPA 3630C e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de ionização por chama (GC-FID), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

#### Metodologia Preparo de Amostra

A metodologia de preparo de amostras para análise dos Hidrocarbonetos alifáticos consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano (primeira fração coletada), seguida de rotaevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

#### Metodologia de Análise

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano e a análise dos 34 analitos, um padrão interno e três surrogates, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são checadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

#### 2.2.3.6 Esteróis

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, conforme recomendado pela USEPA 3510c, um *cleanup* segundo a USEPA 3630c e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

#### Metodologia Preparo de Amostra

A metodologia de preparo de amostras para análise dos esteróis consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com acetato de etila, sendo a terceira fração recolhida, seguida de rotaevaporação

(30 minutos/amostra) e secagem com nitrogênio (5 minutos/por amostra). Adiciona-se padrão interno e derivatizante (BSTFA:TMS) levando à estufa (70 °C) por uma hora e meia, seguida de secagem com nitrogênio. O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, adiciona-se padrão interno e derivatizante (BSTFA:TMS) levando à estufa (70 °C) por uma hora e meia, seguida de secagem com nitrogênio para finalizar, a amostra é solubilizada com n-hexano para a análise cromatográfica dos 11 analitos, um padrão interno e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são checadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

#### **2.2.3.7 Fenóis**

As amostras de água coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração líquido-líquido, conforme recomendado pela USEPA 3510c, um *cleanup* segundo a USEPA 3630A e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8041A .

### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise dos fenóis consiste em um processo de extração líquido-líquido com diclorometano (3 h/amostra), em que são utilizados 800 mL da amostra de água, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma colunade vidro com sílica, eluindo-se com três porções diferentes de tolueno em n-hexano e uma porção 2-propanol em tolueno, sendo as quatro frações reunidas e secas por de rotoevaporação (30 minutos/amostra) e nitrogênio (5 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica dos 22 analitos, dois padrões internos e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são checadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

## 2.2.4 ORGÂNICOS EM SEDIMENTO

### 2.2.4.1 Éter-aminas e aminas

As amostras de sedimento coletadas nas estações foram submetidas a um processo de extração em fase sólida e analisadas, pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS).

#### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia de preparo de amostras para análise das aminas aromáticas e éter-aminas em sedimentos consiste em um processo de extração por ultrassom seguida de centrifugação (3 horas por amostra). O extrato é rotaevaporado (30 minutos/amostra) e seco com nitrogênio por 10 minutos. O processo de extração dura em média 2 dias.

#### **Metodologia de Análise**

O resíduo é solubilizado com acetato de etila e submetido à análise cromatográfica, utilizando um padrão interno. São analisados 5 analitos, um padrão interno e um surrogate, tendo um tempo de eluição de uma hora por amostra.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

### 2.2.4.2 Bifenilos policlorados – PCBs

As amostras de sedimentos coletadas nas estações, previamente liofilizadas, foram submetidas a um processo de extração Soxhlet, a um cleanup conforme recomendado pela UNEP (1992) de Outubro de 2018 até o mês de Maio de 2022. Amostras de sedimentos coletadas a partir de Agosto de 2022 foram submetidas a um novo procedimento de preparo, extração por Ultrassom, conforme sugerido pelo protocolo USEPA 3550C, e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de captura de elétrons (GC-ECD), conforme sugerido pela USEPA 8082A.

#### **Metodologia Preparo de Amostra Outubro/2018 à Maio/2022**

A metodologia para análise de PCBs baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano e n-hexano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano, seguida de rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem em nitrogênio (5 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

#### **Metodologia Preparo de Amostra a partir de Agosto/2022**

A metodologia de preparo de amostras para análise de PCBs baseou-se em um processo de extração

por Ultrassom, em que são utilizados 1 g da amostra liofilizada e masserada de sedimento, acrescido de aproximadamente 1 g de sulfato de sódio. A extração é realizada por 15 minutos com acetona e n-hexano (1:1), sendo este realizado três vezes visando garantir solubilização completa dos analitos presentes na amostra, entre cada batelada, a solução é centrifugada por 10 minutos e o resíduo solubilizado recolhido. Para finalizar, o resíduo solubilizado passa então pelo processo de concentração, onde é seco em nitrogênio (10 minutos/amostra). O processo de extração dura em média duas horas e é realizado em duplicata.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica e a análise cromatográfica dos 7 analitos, um padrão interno e dois surrogates, tem um tempo de eluição de duas horas por amostra. O tratamento de dados requer a conferência manual da integração de cada um dos picos.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

#### **2.2.4.3 Pesticidas**

As amostras de sedimentos coletadas nas estações, previamente liofilizadas, foram submetidas a um processo de extração Soxhlet, a um cleanup conforme recomendado pela UNEP(1992) de Outubro de 2018 até o mês de Maio de 2022. Amostras de sedimentos coletadas a partir de Agosto de 2022 foram submetidas a um novo procedimento de preparo, extração por Ultrassom, conforme sugerido pelo protocolo USEPA 3550C, e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de captura de elétrons (GC-ECD), conforme sugerido pela USEPA 8082A.

### **Metodologia Preparo de Amostra Outubro/2018 à Maio/2022**

A metodologia para análise de pesticidas baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano e n-hexano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano, seguida de rotoevaporação (30 minutos/amostra) O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia Preparo de Amostra a partir de Agosto/2022**

A metodologia para análise de Pesticidas baseou-se em um processo de extração por Ultrassom, em que são utilizados 1 g da amostra liofilizada e masserada de sedimento, acrescido de aproximadamente 1 g de sulfato de sódio. A extração é realizada por 15 minutos com acetona e n-hexano (1:1), o procedimento de extração é realizado três vezes visando garantir solubilização completa dos analitos presentes na amostra, entre cada batelada, a solução é centrifugada por 10 minutos e o resíduo solubilizado recolhido. Para finalizar, o resíduo solubilizado passa então pelo

processo de concentração, onde é seco em nitrogênio (10 minutos/amostra). O processo de extração dura em média duas horas e é realizado em duplicata.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise dos 11 analitos, um padrão interno e dois surrogates, tem um tempo de eluição de duas horas por amostra. O tratamento de dados requer a conferência manual da integração de cada um dos picos.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

#### **2.2.4.4 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos – HPAs**

As amostras de sedimentos coletadas nas estações, previamente liofilizadas, foram submetidas a um processo de extração Soxhlet conforme recomendado pela USEPA 3540c, a um *cleanup* segundo a USEPA 3630C, de Outubro de 2018 até o mês de Maio de 2022. Amostras de sedimentos coletadas a partir de Agosto de 2022 foram submetidas a um novo procedimento de preparo, extração por Ultrassom, conforme sugerido pelo protocolo USEPA 3550C, e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

### **Metodologia Preparo de Amostra Outubro/2018 à Maio/2022**

A metodologia para análise de HPA baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo foi solubilizado em n-hexano, passando por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano (segunda fração coletada), seguida de rotoevaporação (30 minutos / amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia Preparo de Amostra a partir de Agosto/2022**

A metodologia para análise de HPA's baseou-se em um processo de extração por Ultrassom, em que são utilizados 1 g da amostra liofilizada e masserada de sedimento, acrescido de aproximadamente 1 g de sulfato de sódio. A extração é realizada por 15 minutos com acetona e n-hexano (1:1), o procedimento de extração é realizado três vezes visando garantir solubilização completa dos analitos presentes na amostra, entre cada batelada, a solução é centrifugada por 10 minutos e o resíduo solubilizado recolhido. Para finalizar, o resíduo solubilizado passa então pelo processo de concentração, onde é seco em nitrogênio (10 minutos/amostra), processo de extração dura em média duas horas e é realizado em duplicata.



### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica dos 16 analitos, os seis padrões internos e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são quantificadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e os resultados são reportados em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

#### **2.2.4.5 Hidrocarbonetos alifáticos**

As amostras de sedimentos coletadas nas estações, previamente liofilizadas, foram submetidas a um processo de extração Soxhlet conforme recomendado pela USEPA 3540C, a um *cleanup* segundo a USEPA 3630C e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a um detector de ionização por chamas (GC-FID), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia para análise de Hidrocarbonetos alifáticos baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo foi solubilizado em n-hexano, passando por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com n-hexano (primeira fração coletada), seguida de rotaevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração durou em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica. Procedem-se a análise cromatográfica dos 34 analitos, o padrão interno e três surrogates, em um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico foram quantificadas manualmente.

A análise quantitativa foi feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno, em função da concentração do analito, e os resultados foram reportados em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

#### **2.2.4.6 Esteróis**

As amostras de sedimentos coletadas nas estações, previamente liofilizadas, foram submetidas a um processo de extração Soxhlet conforme recomendado pela USEPA 3540C, a um *cleanup* segundo a USEPA 3630c e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

### **Metodologia Preparo de Amostra**

A metodologia para análise de esteroides baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo é solubilizado em n-hexano, passa por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com acetato de etila, sendo a terceira fração recolhida, seguida de rotoevaporação (30 minutos/amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, adiciona-se padrão interno e derivatizante (BSTFA:TMS) levando à estufa (70 °C) por uma hora e meia, seguida de secagem com nitrogênio e solubilização com n-hexano para a análise cromatográfica dos 11 analitos, um padrão interno e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são checadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

#### **2.2.4.7 Fenóis**

As amostras de sedimentos coletadas nas estações serão submetidas a um processo de Head Space, conforme recomendado pela USEPA 5021A, e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8041A de Outubro de 2018 até o mês de Maio de 2022. Amostras de sedimentos coletadas a partir de Agosto de 2022 foram submetidas a um novo procedimento de preparo, extração por Ultrassom, conforme sugerido pelo protocolo USEPA 3550C, e analisadas pela técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS), conforme sugerido pelo protocolo USEPA 8270D.

### **Metodologia Preparo de Amostra Outubro/2018 à Maio/2022**

A metodologia para análise de Fenóis baseou-se em um processo de extração Soxhlet com diclorometano (8 h/amostra), em que são utilizados 10 g da amostra liofilizada de sedimento, acrescido de 2 g de cobre, seguida de uma rotaevaporação (30 minutos/amostra) e secagem do extrato em nitrogênio (5 minutos/amostra). O resíduo foi solubilizado em n-hexano, passando por uma coluna de vidro com sílica e alumina, eluindo-se com mistura de n-hexano e diclorometano (segunda fração coletada), seguida de rotoevaporação (30 minutos / amostra). O processo de extração dura em média 2 dias.

### **Metodologia Preparo de Amostra a partir de Agosto/2022**

A metodologia para análise de Fenóis baseou-se em um processo de extração por Ultrassom, em que são utilizados 1 g da amostra liofilizada e masserada de sedimento, acrescido de aproximadamente 1 g de sulfato de sódio. A extração é realizada por 15 minutos com acetona e n-hexano (1:1), o



procedimento de extração é realizado três vezes visando garantir solubilização completa dos analitos presentes na amostra, entre cada batelada, a solução é centrifugada por 10 minutos e o resíduo solubilizado recolhido. Para finalizar, o resíduo solubilizado passa então pelo processo de concentração, onde é seco em nitrogênio (10 minutos/amostra), processo de extração dura em média duas horas e é realizado em duplicata.

### **Metodologia de Análise**

Para o procedimento de análise cromatográfica, o extrato final é solubilizado com n-hexano para a análise cromatográfica dos 21 analitos, os 2 padrões internos e um surrogate, tem um tempo de eluição de uma hora por amostra, onde as áreas de cada pico são quantificadas manualmente.

A análise quantitativa é feita segundo o método da curva analítica utilizando-se a razão entre as áreas do analito e do padrão interno apropriado, em função da concentração do analito, e as concentrações foram reportadas em  $\text{mg kg}^{-1}$ .

## **2.3 HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES E ADAPTAÇÕES DE METODOLOGIAS**

De acordo com a Proposta Técnica do Novo Ciclo do PMBA, as seguintes alterações ocorreram no escopo do tema:

- Excluídos: Isótopos no MPS; Análise elementar no MPS;
- Excluídos: Análises de lipídios totais e ácidos graxos em água e sedimentos;
- Excluídos aminas, esteróis, hidrocarbonetos totais em sedimentos.
- Excluídas todas as análises de orgânicos em água.

Ao longo do monitoramento do PMBA/Fest observou-se ausência de correlação dos parâmetros e análises supracitados com o rejeito. Assim, visando a otimização das análises, decidiu-se por sua exclusão.

Além disso, foram alteradas as metodologias de preparo de amostra de orgânicos em sedimentos a partir das coletas de agosto/2022 (Novo Ciclo do PMBA), substituindo a extração por soxhlet pela extração por ultrassom, conforme também está previsto na norma USEPA 3550C.

## **3 RESULTADOS DOS INDICADORES**

Nesta seção serão apresentados os resultados dos indicadores de qualidade ambiental e da biodiversidade aquática do Tema, os quais foram desenvolvidos pelo PMBA/Fest e obtidos ao longo do monitoramento (setembro/2018 – setembro/2022) na área ambiental I. Vale ressaltar que, os indicadores aqui apresentados têm como propósito clarificar e sintetizar a historicidade dos resultados, interpretação e conclusões do monitoramento, promovendo o acompanhamento espaço-temporal da qualidade ambiental e biodiversidade, além de configurarem importantes ferramentas de suporte a

gestores ambientais. A partir destes indicadores, pode-se identificar os impactos com relação direta ou indireta ao rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana (MG).

Os indicadores do PMBA/Fest vêm se consolidando ao longo de quatro anos de monitoramento, onde seus principais resultados foram discutidos em todos os relatórios técnicos entregues até o presente, entretanto a partir do novo modelo de relatório solicitado via ofício SEI nº 85/2022-CTBio/DIBIO/ICMBio, proposto via ofício FR.2023.0214 (SEI13515133) e aprovado via ofício SEI nº4/2023-CTBio/DIBIO/ICMBio, a apresentação dos resultados será exclusivamente a partir da apresentação dos indicadores, acompanhados de legenda estendida com a explicação de sua variação espaço-temporal de forma mais direta e objetiva como se segue:

### 3.1 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – METAIS DISSOLVIDOS

Tabela 1 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais dissolvidos em água em 290 amostras dos lagos provenientes de quatro estações de coleta.

Lagos - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	100	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	300	16,7%	11,1%	25,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%

Lagos - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	1000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 2 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais dissolvidos em água nas 113 amostras das lagoas, provenientes de cinco estações de coleta.

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	100	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	5,6%	66,7%	33,3%
Cu	9	0,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	300	80,0%	50,0%	80,0%	44,4%	44,4%	100,0%	66,7%

Lagoas - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	5,6%	73,3%	33,3%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	6,7%	8,3%
Cu	9	0,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	1000	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	8,3%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	6,7%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	80	45,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 3 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais dissolvidos em água de 33 amostras das calhas dos rios Guandú (out/18 a mai/22) e Manhuaçu (ago/22 em diante), provenientes de duas estações de coleta.

Rios Guandú e Manhuaçu - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	100	0,0%	0,0%	75,0%	100,0%	16,7%	100,0%	66,7%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	300	33,3%	0,0%	25,0%	0,0%	16,7%	60,0%	33,3%

Rios Guandú e Manhuaçu - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	0,0%	0,0%	75,0%	100,0%	33,3%	100,0%	66,7%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	1000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	16,7%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 4 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais dissolvidos em água das 129 amostras da calha do Rio Doce, provenientes de seis estações de coleta.

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	100	0,0%	0,0%	94,4%	41,7%	8,3%	94,7%	61,5%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	300	36,4%	0,0%	44,4%	8,3%	4,2%	57,9%	7,7%

Rio Doce - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Dissolvidos								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	9,1%	0,0%	94,4%	41,7%	8,3%	94,7%	76,9%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	95,8%	84,2%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cu	9	0,0%	0,0%	0,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Fe	1000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	9,1%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 5 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivas porcentagens de não conformidades, em metais dissolvidos em água nas quatro amostras dos reservatórios de Aimorés de Mascarenhas, provenientes de duas estações de coleta.

Reservatórios - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 – Água – Metais Dissolvidos		
Elemento	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	abr22 a set/22
Al	100	0,0%
Cu	9	0,0%
Fe	300	0,0%

Reservatórios - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Dissolvidos		
Elemento	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	abr22 a set/22
Al	87	0,0%
As	150	0,0%
Ba	3,9	100,0%
Cd	0,25	0,0%
Co	3	0,0%
Cu	9	0,0%
Fe	1000	0,0%
Hg	0,77	0,0%
La	0,04	0,0%
Mn	80	0,0%
Ni	52	0,0%
Pb	2,5	0,0%
U	0,5	0,0%
V	19	0,0%
Zn	120	0,0%

Os dados das Tabelas 1 a 5 e das figuras que seguem mostram que as não conformidades foram maiores para os períodos chuvosos, destacando-se out/21 a mar/22. O indicador **Al dissolvido** (Figura 1) apresentou elevados índices de não conformidade para os rios e lagoas, destacando-se a E24 (Areal) e E25A (Monsarás). No Rio Doce, a foz mostra-se bastante impactada (E26) com a presença de metais como Al e Fe. Elevados índices médios de não conformidade para **Fe dissolvido** foram constatados nos Rios Doce e Guandu e para as lagoas, diferentemente dos lagos também foram constatados usando os limites do CONAMA classe 2, ou seja, tem-se 100% de não conformidade para as lagoas, 60% para o Rio Guandu e 57,9% para o Rio Doce, no período de out/21 a mar/22. Desde o início do PMBA, esse período chuvoso foi o que apresentou os teores mais elevados de Fe solúvel, como se um novo desastre tivesse acontecido. Os locais de maiores valores de Fe dissolvido são nas

Lagoas a E25 (Monsarás) a e E25A e no Rio Doce são as estações E0 (Resplendor) e E21 (Linhares) (Figura 4). Todos os pontos monitorados de todos os ambientes apresentaram valores de **Ba solúvel** acima do limite do NOAA crônico (Figura 2). Observou-se tendência de redução do teor de **Cu e Mn dissolvido** (Figuras 3 e 5) para as lagoas, ao longo do PMBA, e valores sempre baixos para os outros ambientes. Os valores de **Pb dissolvido** (Figura 6) também foram baixos ao longo de todo o período de monitoramento. Já o **Co dissolvido** apresentou alguns valores acima do limite NOAA crônico para a lagoa Monsarás (E25A), conforme mostra a Figura 7. As Figuras 10, 11 e 12 são muito relevantes, pois apresentam os dados pretéritos de Fe, Al e Mn dissolvidos nas diversas estações do Rio Doce e mostram uma redução ao longo do tempo, o que era esperado. Nessas figuras também são apresentados os fluxos com as vazões do Rio Doce, o que mostra que nesse último período monitorado os valores foram os mais altos do PMBA, devido às chuvas intensas.

Figura 1 - Concentração de Alumínio dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

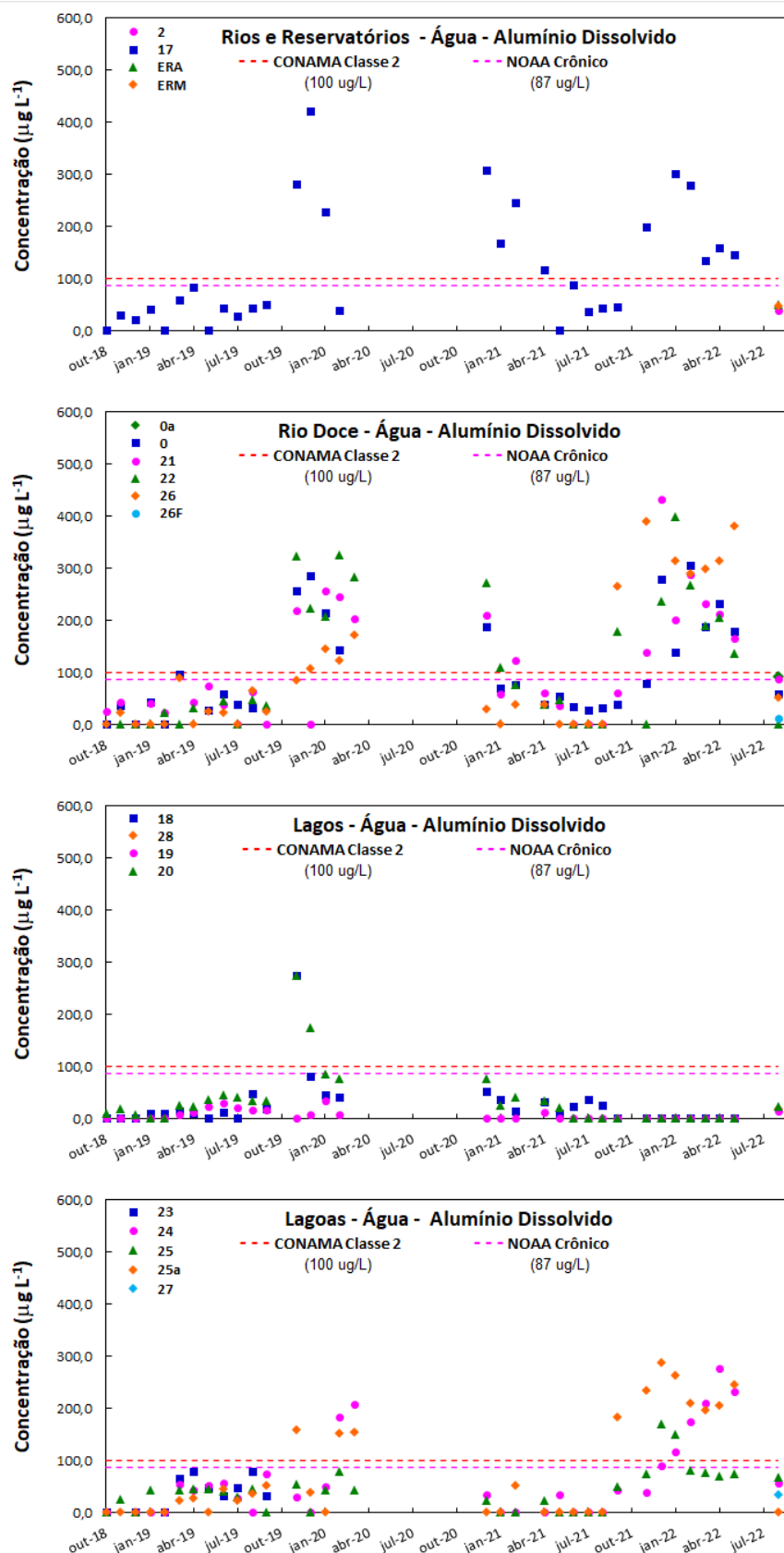




Figura 2 - Concentração de Bário dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

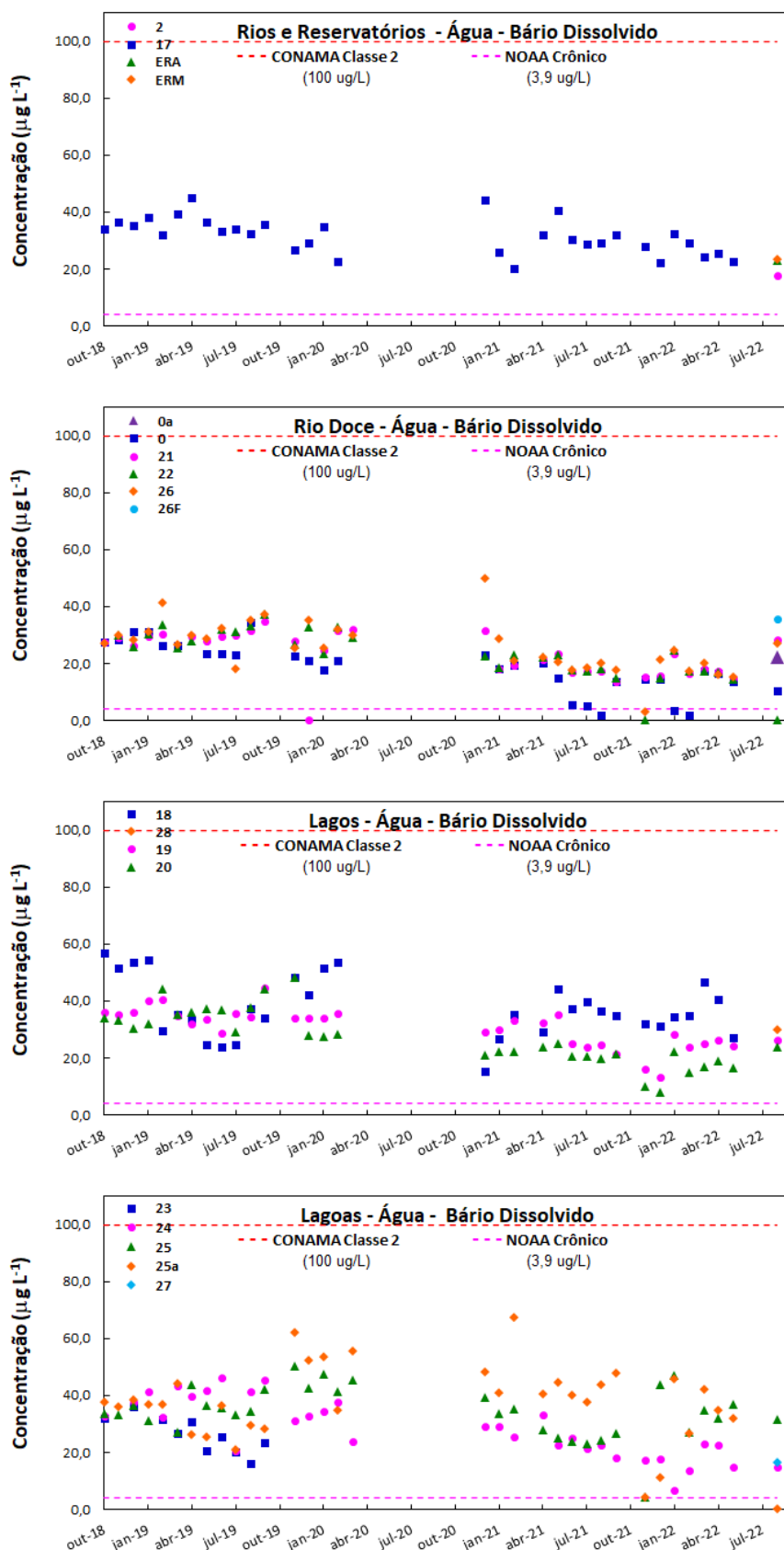


Figura 3 - Concentração de Cobre dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

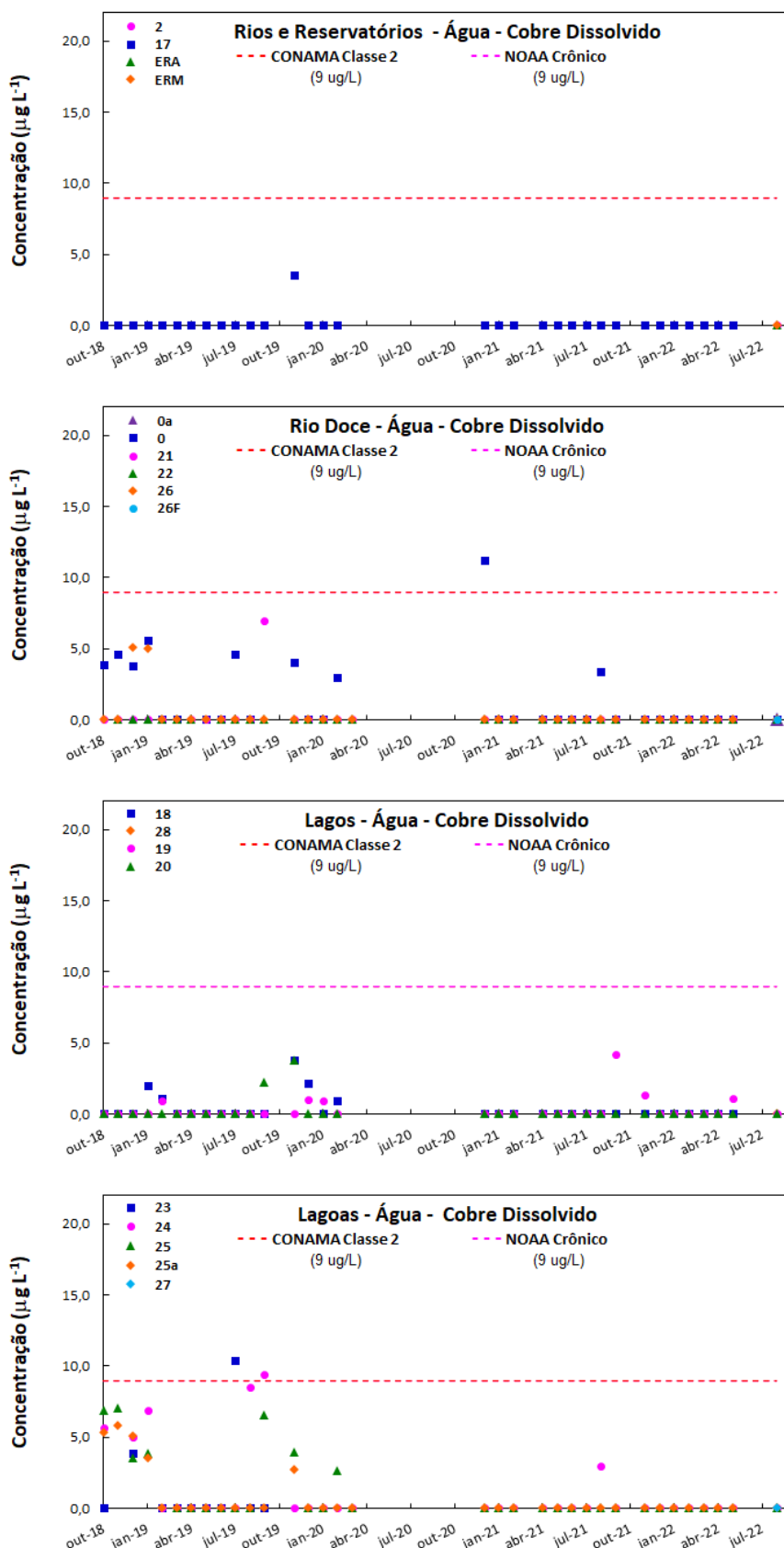


Figura 4 - Concentração de Ferro dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

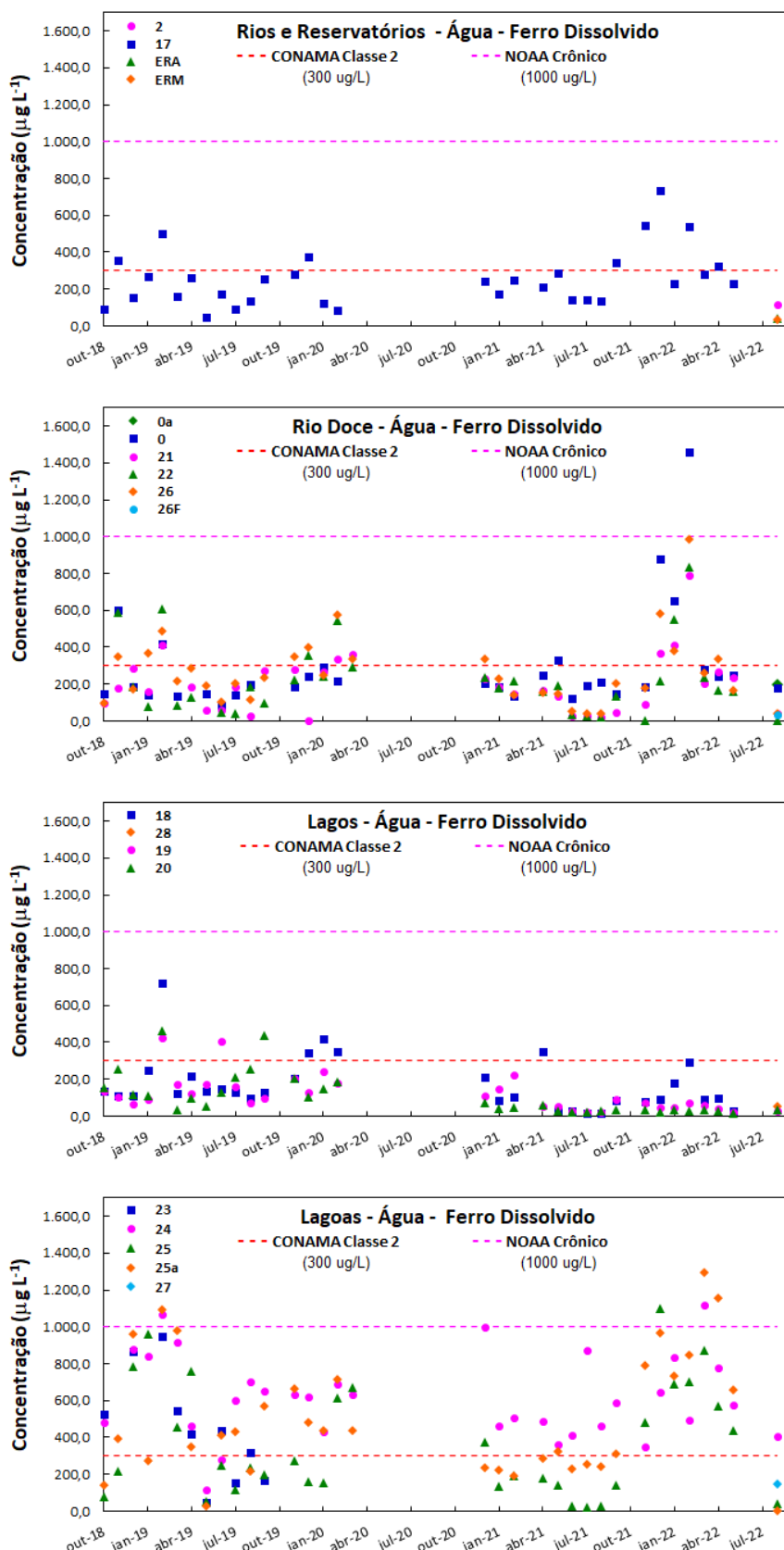


Figura 5 - Concentração de Manganês dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

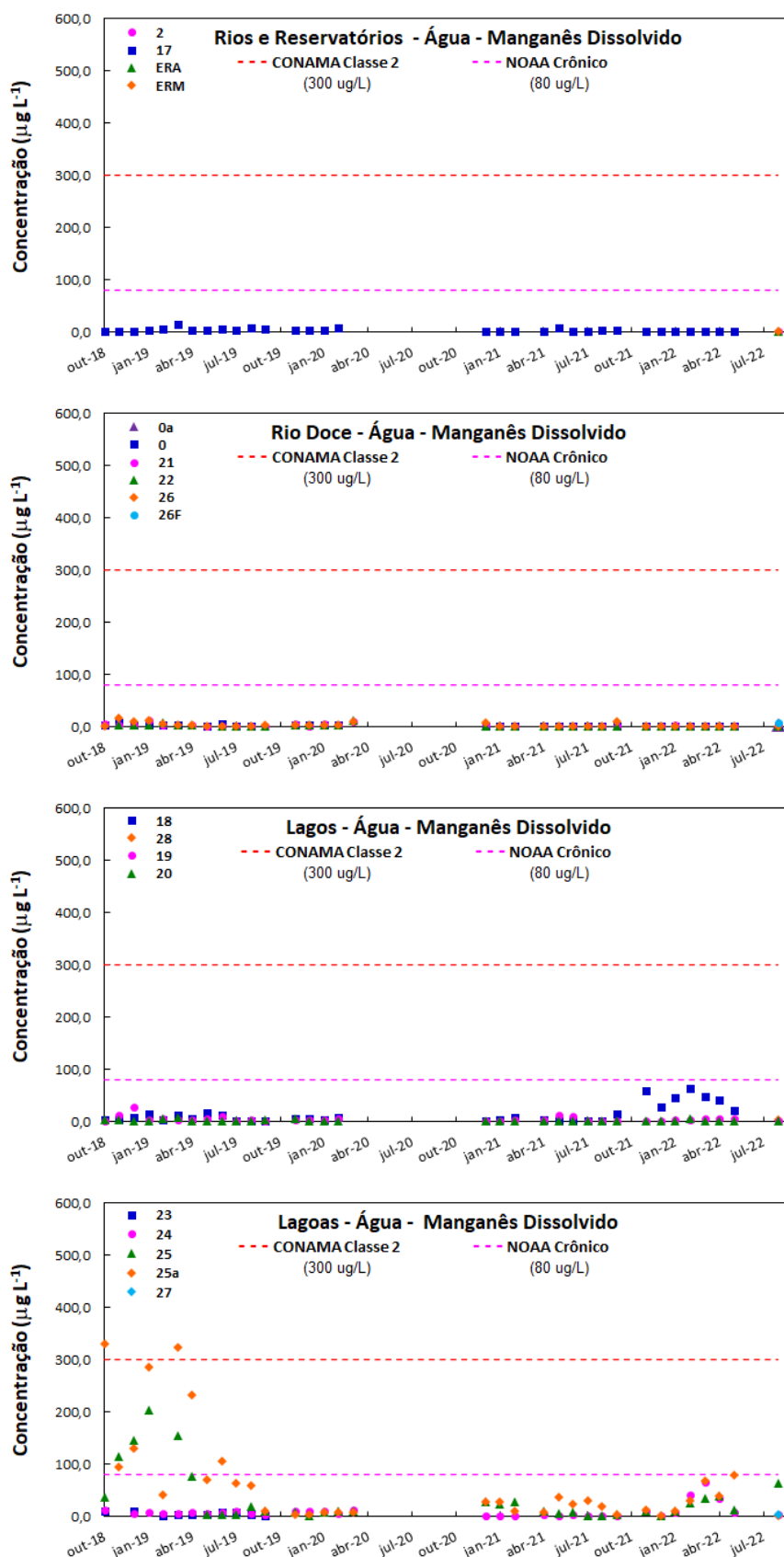


Figura 6 - Concentração de Chumbo dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

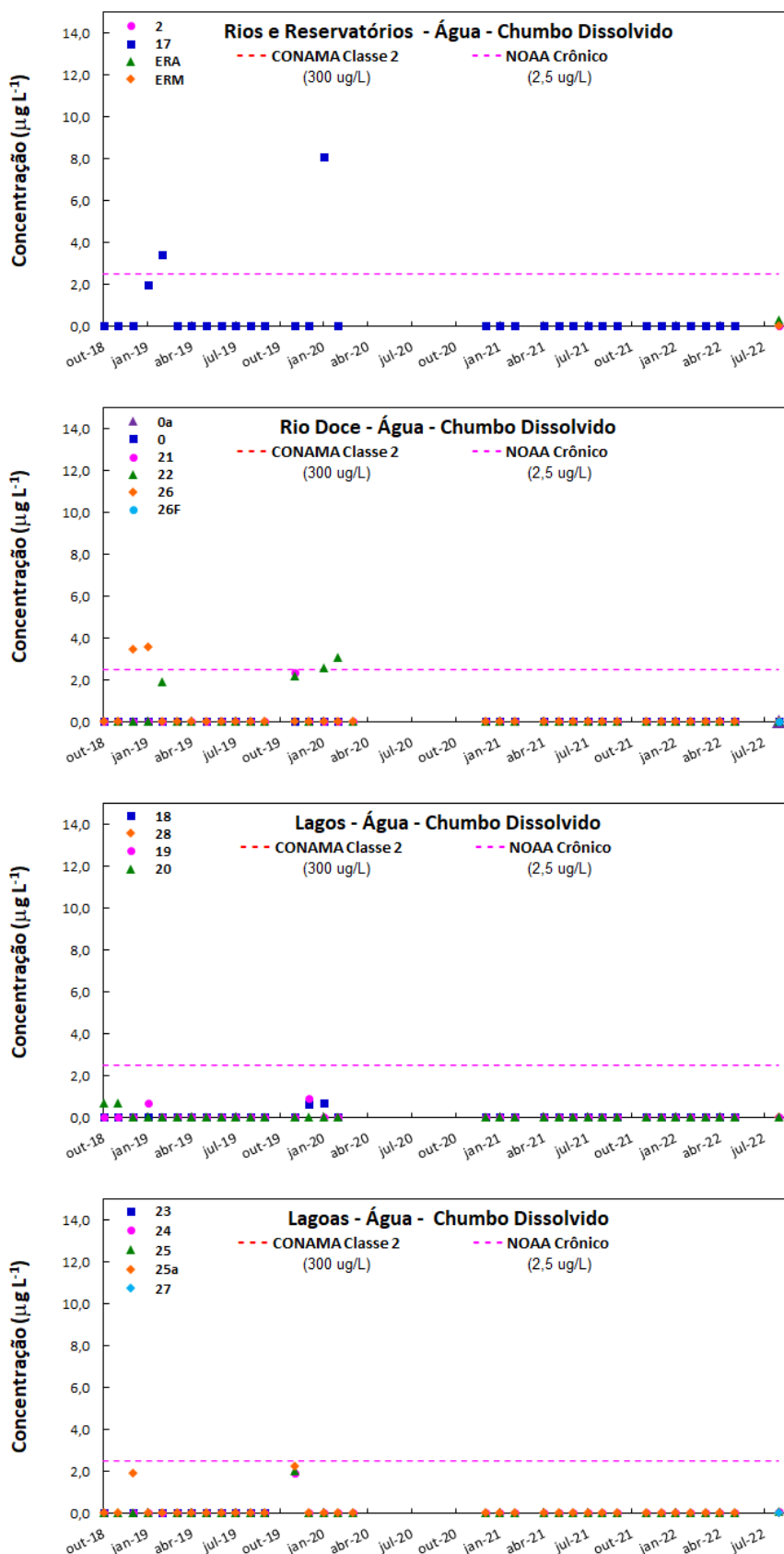


Figura 7 - Concentração de Cobalto dissolvido em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

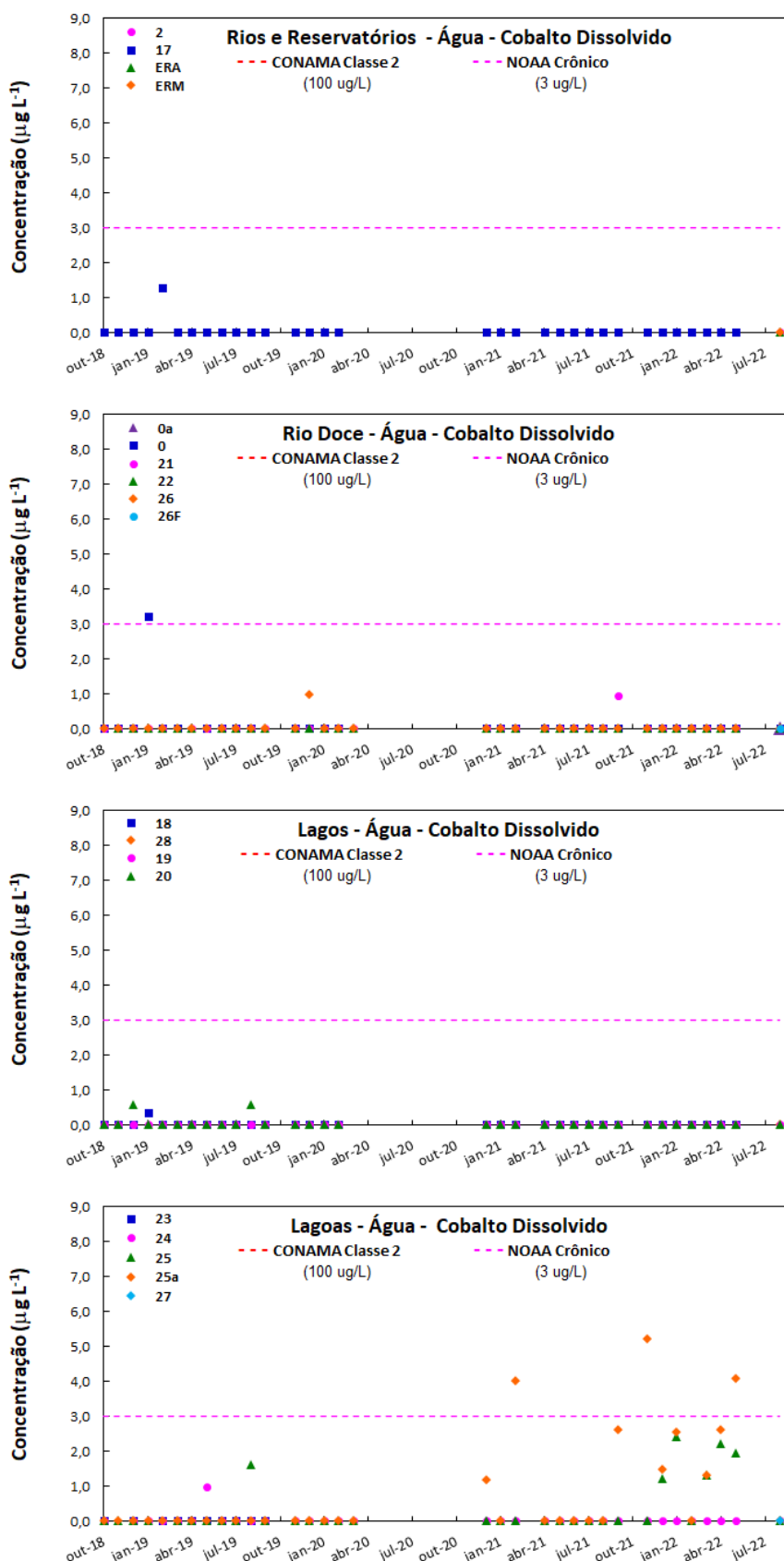


Figura 8 - Manganês Dissolvido – Água em Lagoas obtido pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

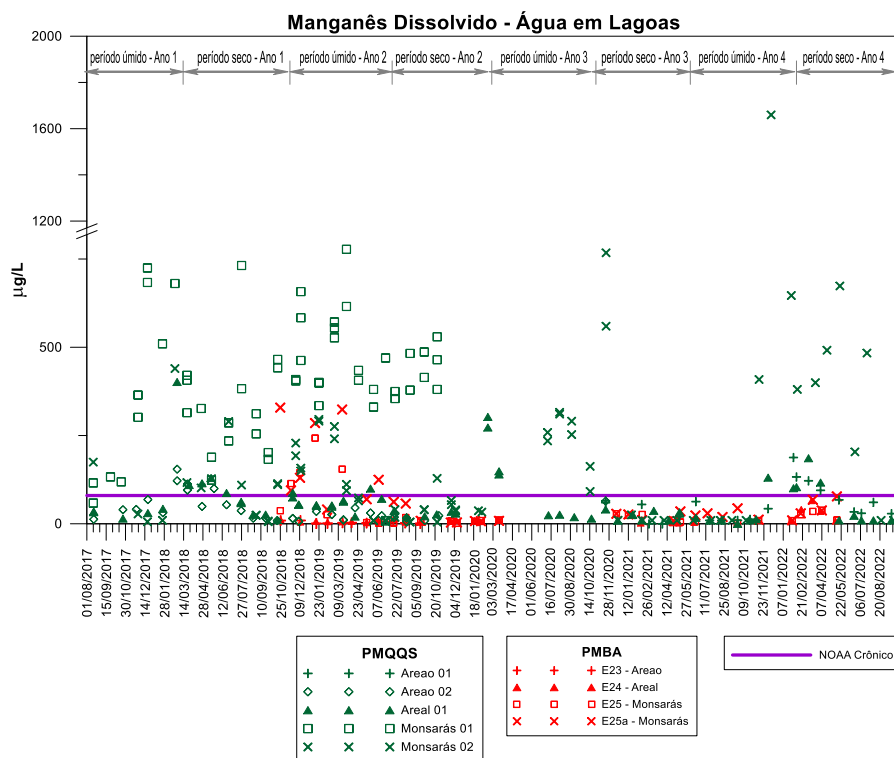


Figura 9 - Alumínio Dissolvido – Água em Lagoas obtido pelo PMQQS e PMBA/Fest para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

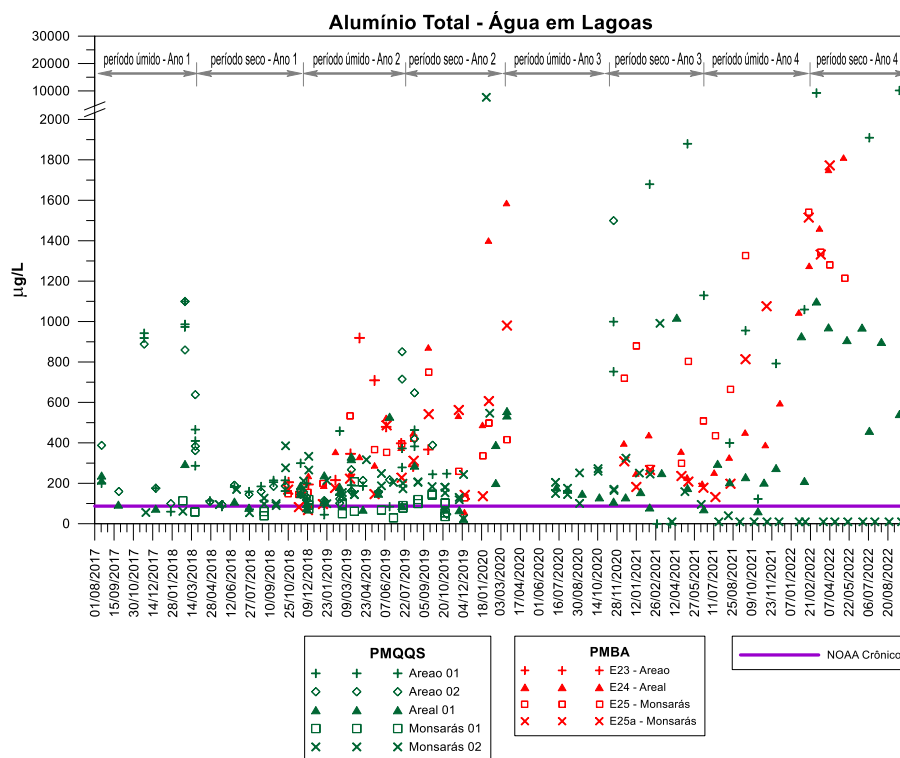


Figura 10 - Ferro Dissolvido - Água no Rio Doce obtido pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.

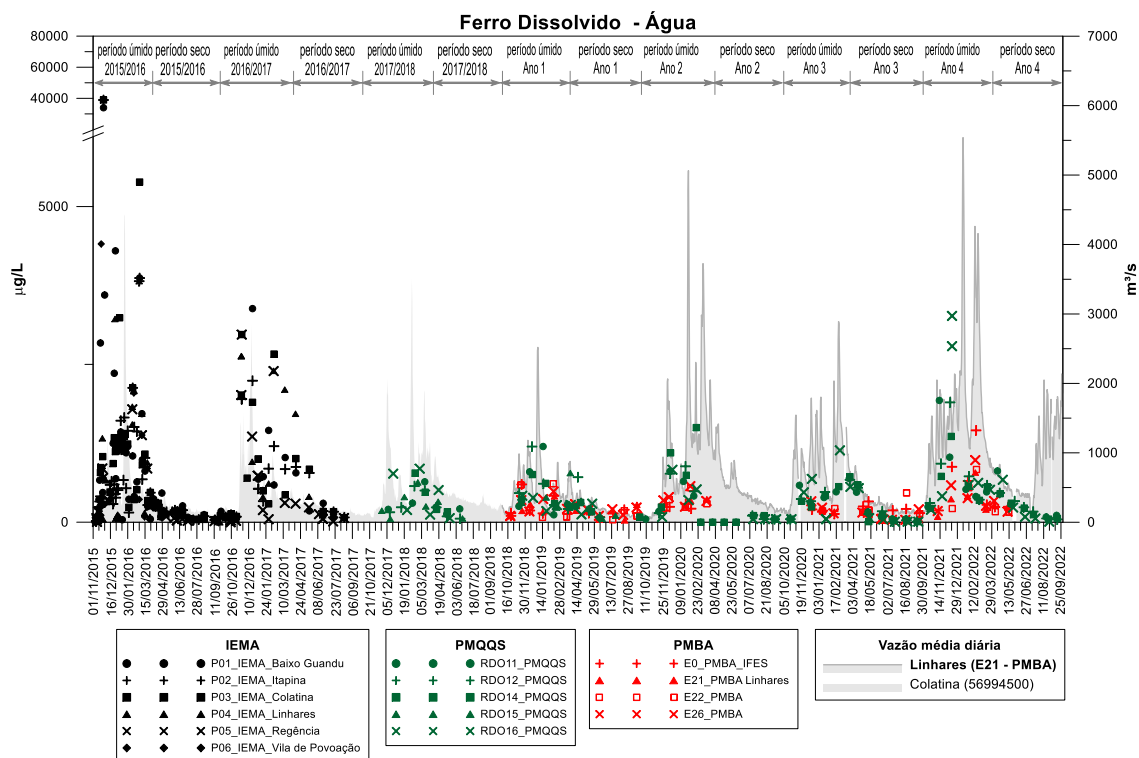


Figura 11 - Alumínio Dissolvido - Água no Rio Doce obtido pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.

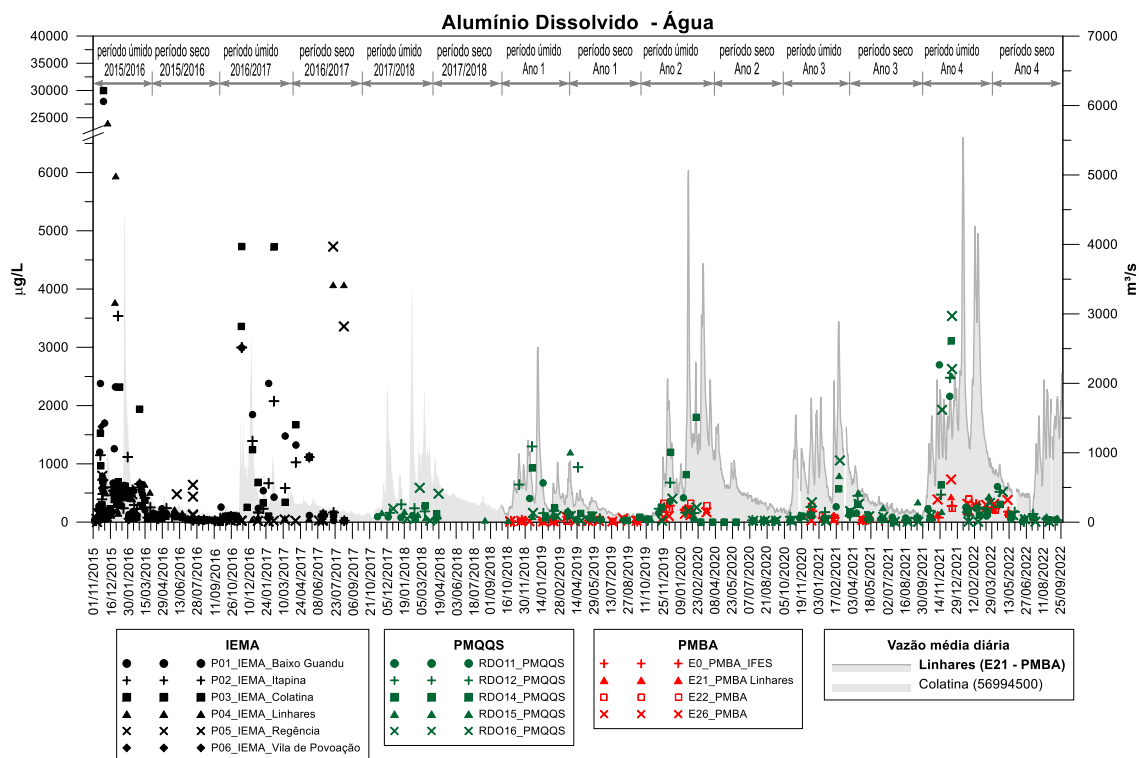
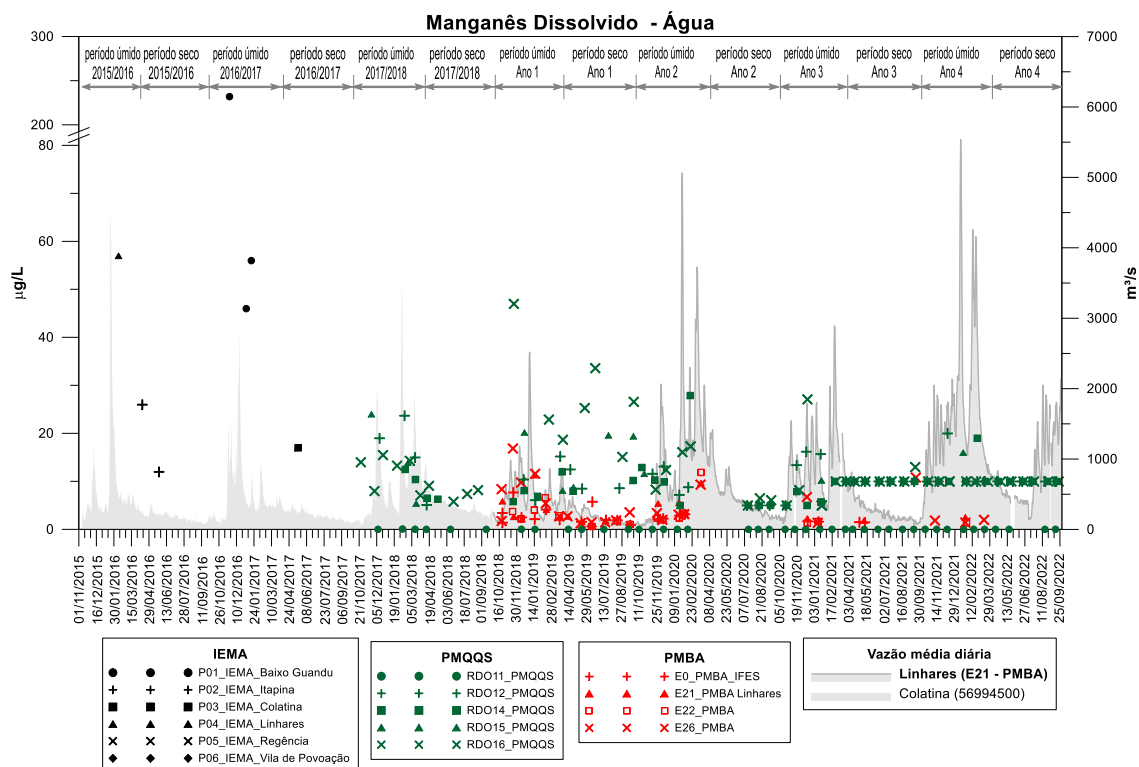




Figura 12 - Manganês Dissolvido - Água no Rio Doce obtido pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.



### 3.2 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – METAIS TOTAIS

Tabela 6 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em água em 290 amostras dos lagos provenientes de quatro estações de coleta.

Lagos - Não Conformidades – CONAMA Classe 2 – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	700	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	100	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	5,6%	26,7%	25,9%
Ni	25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%
Pb	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	180	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagos - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	38,9%	77,8%	91,7%	88,9%	72,2%	64,4%	70,4%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	38,9%	55,6%	41,7%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%
Cu	9	0,0%	44,4%	0,0%	33,3%	27,8%	20,0%	7,4%
Fe	1000	16,7%	55,6%	8,3%	66,7%	11,1%	8,9%	7,4%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	16,7%	3,7%	3,7%	4,4%	0,0%
Mn	80	0,0%	5,6%	0,0%	11,1%	5,6%	28,9%	33,3%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	16,7%	16,7%	50,0%	22,2%	0,0%	4,4%	3,7%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 7 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em água nas 113 amostras das lagoas, provenientes de cinco estações de coleta

Lagoas - Não Conformidades – CONAMA Classe 2 – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	700	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	100	55,0%	41,7%	60,0%	66,7%	50,0%	33,3%	33,3%
Ni	25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
U	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	180	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	90,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	25,0%	62,5%	20,0%	11,1%	5,6%	26,7%	16,7%
Cu	9	0,0%	216,7%	0,0%	66,7%	83,3%	26,7%	0,0%
Fe	1000	95,0%	100,0%	100,0%	100,0%	77,8%	100,0%	83,3%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	80,0%	50,0%
Mn	80	55,0%	50,0%	66,7%	66,7%	55,6%	73,3%	58,3%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	30,0%	8,3%	86,7%	0,0%	0,0%	26,7%	0,0%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	13,3%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 8 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em água de 33 amostras das calhas dos rios Guandú (out/18 a mai/22) e Manhuaçu (ago/22 em diante), provenientes de duas estações de coleta.

Rios Guandú e Manhuaçu - Não Conformidades – CONAMA Classe 2 – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	700	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	100	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%
Ni	25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	10	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%
U	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	180	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Guandú e Manhuaçu - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	16,7%	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%
Cu	9	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	16,7%	20,0%	0,0%
Fe	1000	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	66,7%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	100,0%	83,3%	100,0%	100,0%	16,7%	100,0%	66,7%
Mn	80	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%	16,7%	0,0%	0,0%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	83,3%	0,0%	100,0%	66,7%	16,7%	100,0%	33,3%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	20,0%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 9 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em água das 129 amostras da calha do Rio Doce, provenientes de seis estações de coleta.

Rio Doce - Não Conformidades – CONAMA Classe 2 – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	700	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mn	100	0,0%	0,0%	26,3%	8,3%	0,0%	10,5%	0,0%
Ni	25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%
U	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	180	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Doce - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Totais								
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Al	87	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
As	150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ba	3,9	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cd	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Co	3	34,8%	82,6%	21,1%	0,0%	0,0%	10,5%	0,0%
Cu	9	21,7%	82,6%	5,3%	16,7%	29,2%	31,6%	0,0%
Fe	1000	91,3%	95,7%	100,0%	100,0%	25,0%	100,0%	61,5%
Hg	0,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
La	0,04	0,0%	4,3%	100,0%	91,7%	33,3%	100,0%	69,2%
Mn	80	13,0%	0,0%	42,1%	16,7%	0,0%	26,3%	7,7%
Ni	52	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	2,5	39,1%	4,3%	100,0%	83,3%	4,2%	94,7%	15,4%
U	0,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%
V	19	0,0%	0,0%	15,8%	33,3%	8,3%	21,1%	0,0%
Zn	120	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 10 - Limites do CONAMA e NOAA CRÔNICO, e respectivas porcentagens de não conformidades, em metais totais em água nas quatro amostras dos reservatórios de Aimorés de Mascarenhas, provenientes de duas estações de coleta.

Reservatórios - Não Conformidades – CONAMA Classe 2 – Água – Metais Totais		
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	abr22 a set/22
As	10	0,0%
Ba	700	0,0%
Cd	1	0,0%
Co	50	0,0%
Cr	50	0,0%
Hg	0,2	0,0%
Mn	100	0,0%
Ni	25	0,0%
Pb	10	0,0%
U	20	0,0%
V	100	0,0%
Zn	180	0,0%

Reservatórios - Não Conformidades – NOAA Crônico – Água – Metais Totais		
Elemento	Limite (µg L <sup>-1</sup> )	abr22 a set/22
Al	87	100,0%
As	150	0,0%
Ba	3,9	100,0%
Cd	0,25	0,0%
Co	3	0,0%
Cu	9	0,0%
Fe	1000	0,0%
Hg	0,77	0,0%
La	0,04	0,0%
Mn	80	0,0%
Ni	52	0,0%
Pb	2,5	25,0%
U	0,5	0,0%
V	19	0,0%
Zn	120	0,0%

Conforme mostram as Tabelas 6 a 9 e Figuras 20, 21 e 31, houve grande variação dos valores de **Fe total** em água, com valores máximos próximos aos observados pós-desastre. Esses valores elevados de Ferro Total em água foram os maiores do PMBA no Rio Doce, Rio Guandu e em Lagoas. Nas Lagoas, a E25 e E25A são as mais impactadas. No Rio Doce a estação 26 (FOZ) vem também se destacando pelo maior impacto, seguida da estação E0. Nos lagos não se observou este aumento de Fe total. Observaram-se também valores elevados de **Al total** nos Rios Doce e Guandu, em especial nas cheias. Valores intermediários foram obtidos para as lagoas, já os lagos apresentaram as menores concentrações (Figura 13, 30, 32). No Rio Doce os maiores teores de Al total foram observados em E0, E21 e E26 e para as Lagoas a E25 (Monsarás) e E25 a. Observou-se uma redução dos valores de **Mn total**, em relação aos valores observados após o rompimento da barragem de Fundão. Observou-se uma tendência de redução no Rio Doce e em lagoas, a redução mais intensa ocorreu para E25a e E25, que também são as mais impactadas, ou seja, que historicamente tem os valores mais altos, que, portanto, tiveram maiores quedas (Figuras 22, 23, 29 e 33). Valores elevados de **Ba total** no Rio Doce, em especial E26, com números similares aos do Guandu. Nos Lagos, o maior impacto é em E18 e nas lagoas, é em E25a. O Ba é um elemento sempre presente em níveis acima do NOAA para todos os ambientes, é existente no rejeito, mas também no Guandu (Figuras 14 e 15). Observou-se uma elevação sazonal das concentrações de **V total**, sendo esse elemento presente no rejeito. Observou-se uma variação e teores similares no Rio Doce e no Rio Guandu. No Rio Doce, destacam-se a E21 e E0 como as mais impactadas na última cheia de out/21 a mar/22. Nas lagoas as mais impactadas são E25 a e E25 (Figura 24). Aumento dos valores de Chumbo Total, excedendo o limite NOAA crônico e CONAMA. Os valores de **Pb total** mais altos foram nos rios Doce e Guandu, com valores mais baixos em lagos e lagoas. No rio Doce- calha, estação E0, seguida de E21 e E26 apresentaram os maiores teores. Para as lagoas a estação de maior impacto por Pb é a E25a. Há também destaque para a estação E17 (Figuras 25 e 26). Observou-se um aumento da concentração de Lantânio, acima do limite NOAA crônico, com valores de **La total** maiores nos rios Doce e Guandu, destacando-se os valores das estações E21 e E26. Nas Lagoas, a E25 A e a E24 apresentaram maiores valores de La total, acima do NOAA crônico (Figura 28). Observou-se, também, uma tendência de redução histórica no teor de **Co total** para todos os ambientes. Entretanto, houve aumento dos teores nas lagoas com a cheia de out/21 a mar/22, destacando-se a 25A e a 25 (Figura 16).

Figura 13 - Concentração de Alumínio Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

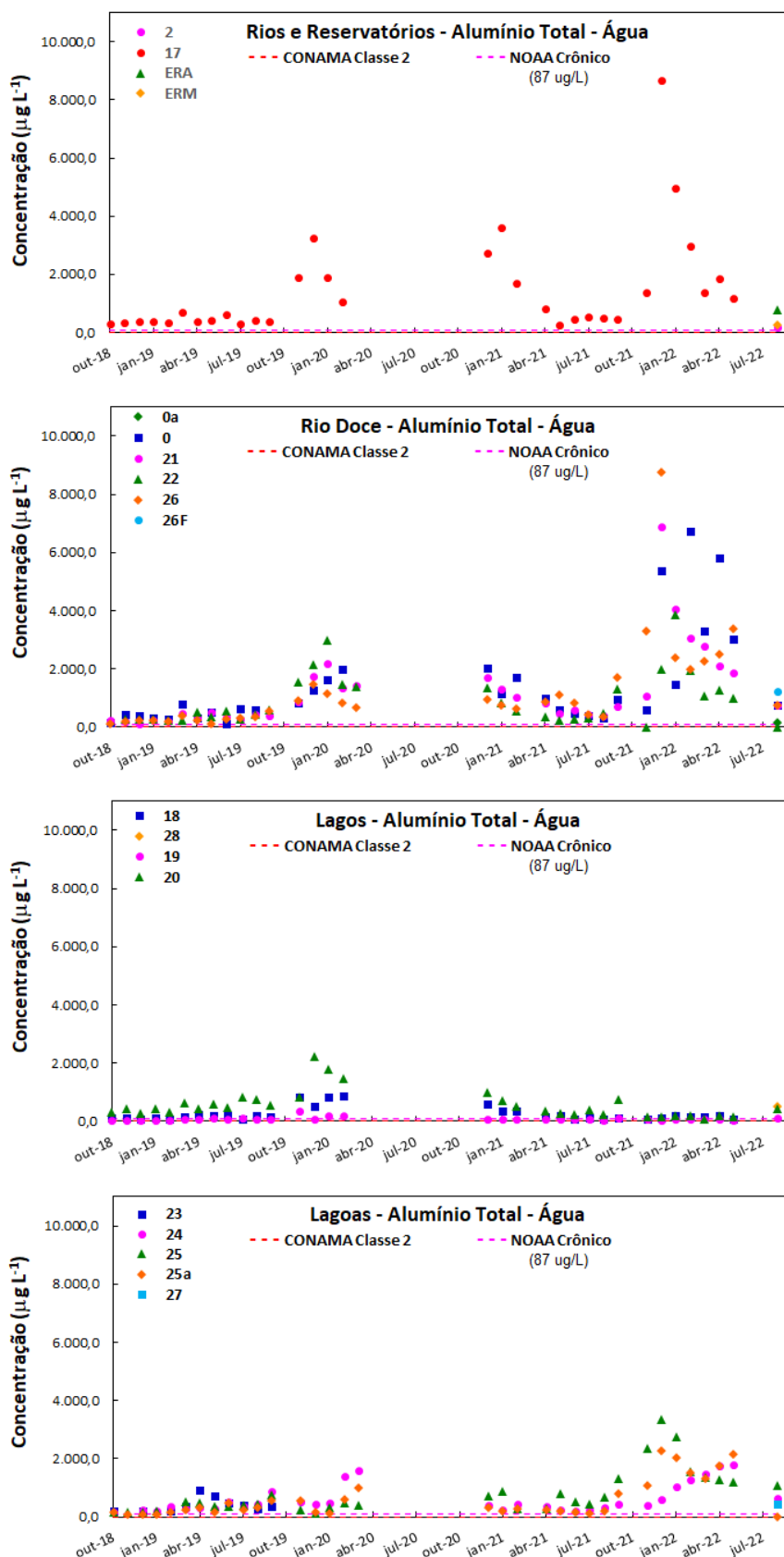




Figura 14 - Gráficos Box-plot para Bário Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

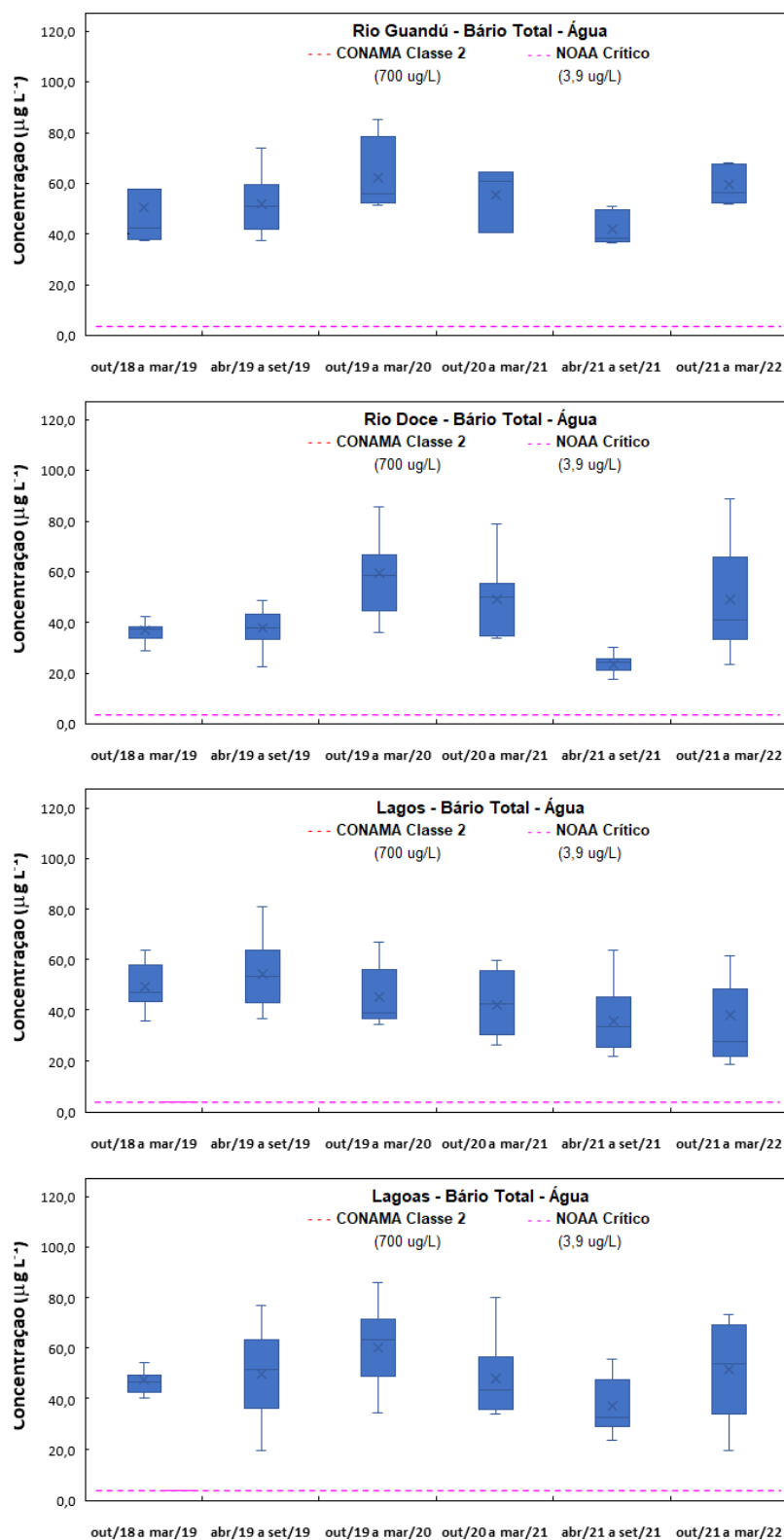


Figura 15 - Concentração de Bário Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022

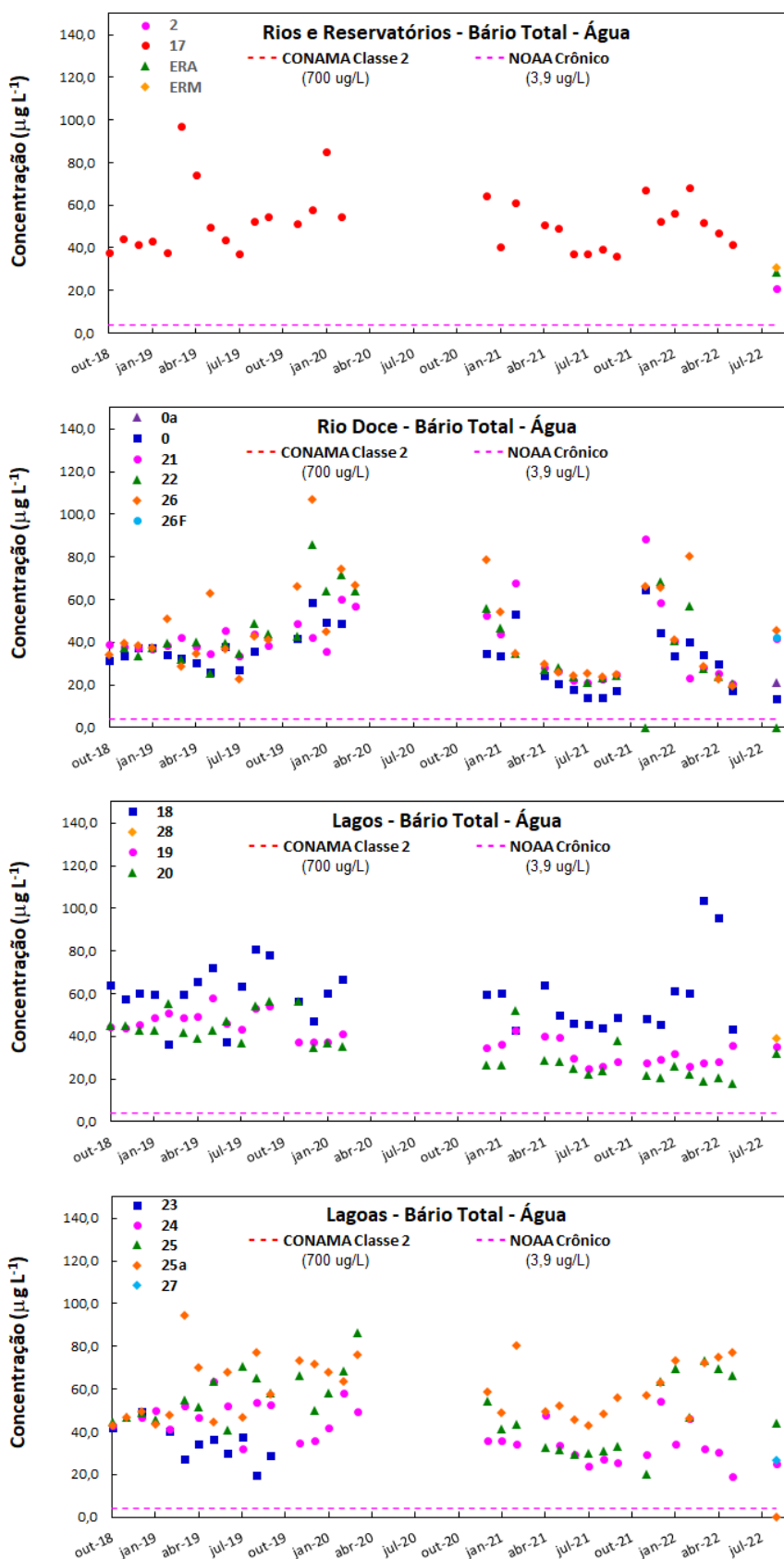


Figura 16 - Gráficos Box-plot para Cobalto Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a

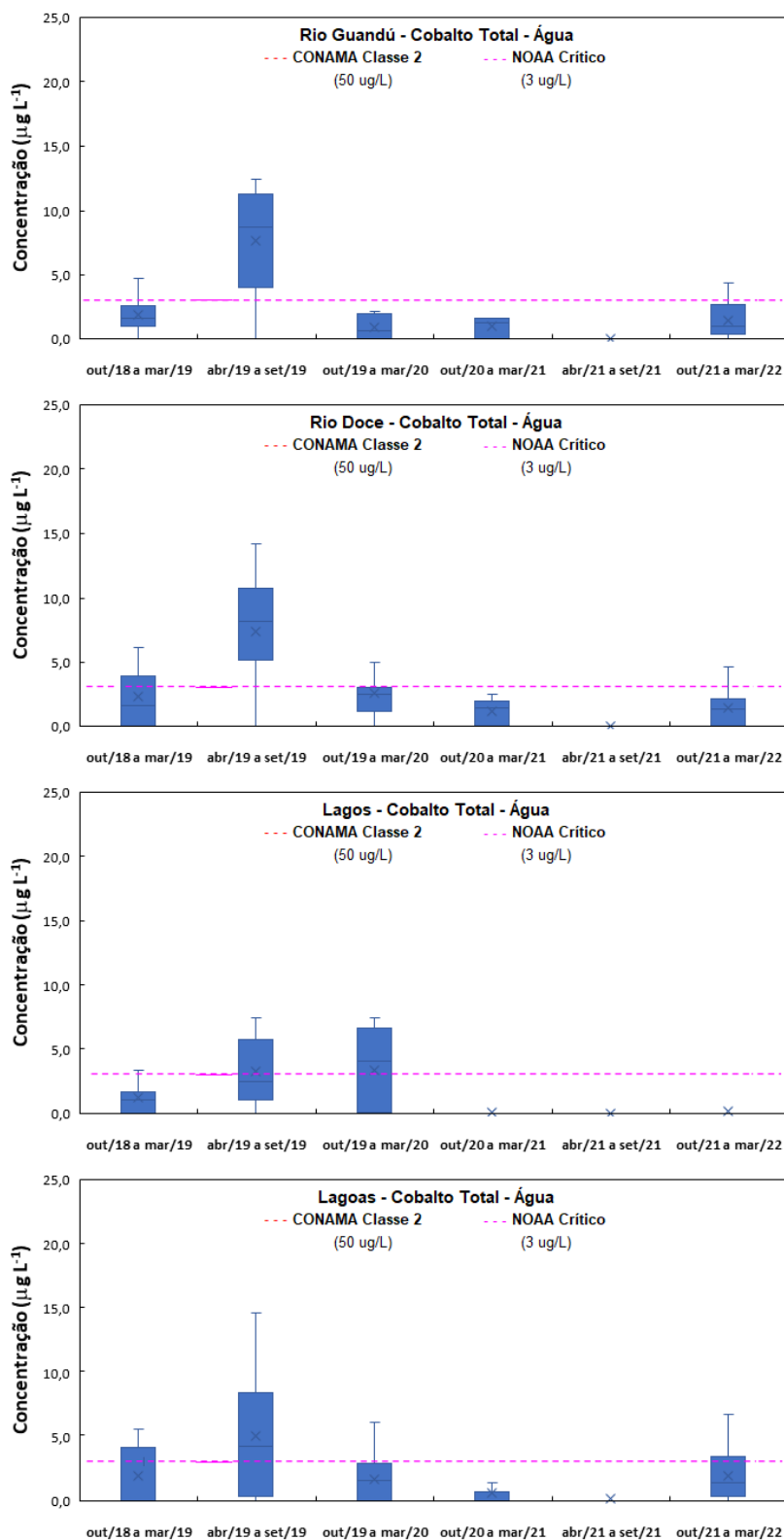


Figura 17 - Concentração de Cobalto Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

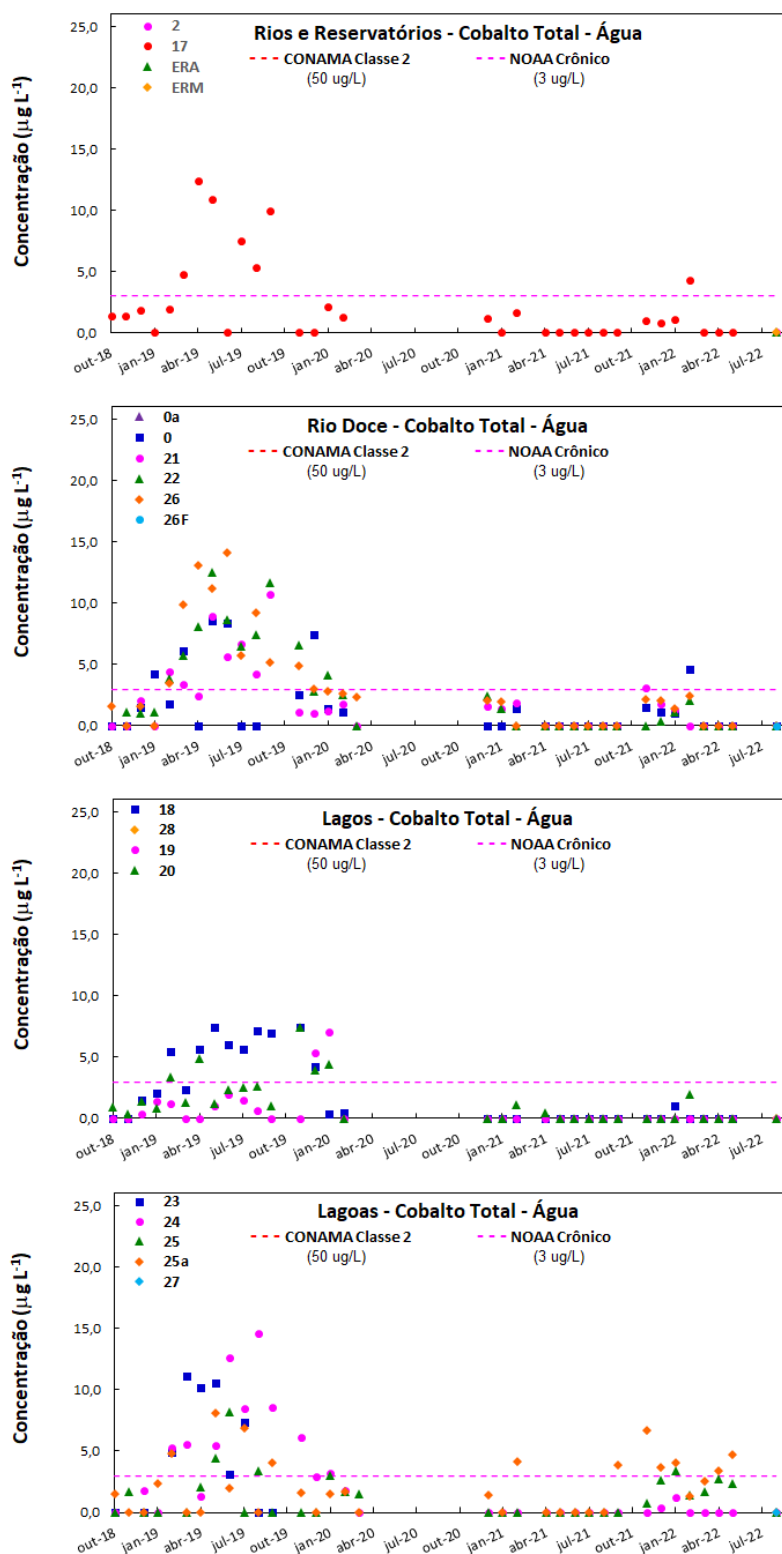


Figura 18 - Gráficos Box-plot para Cobre Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

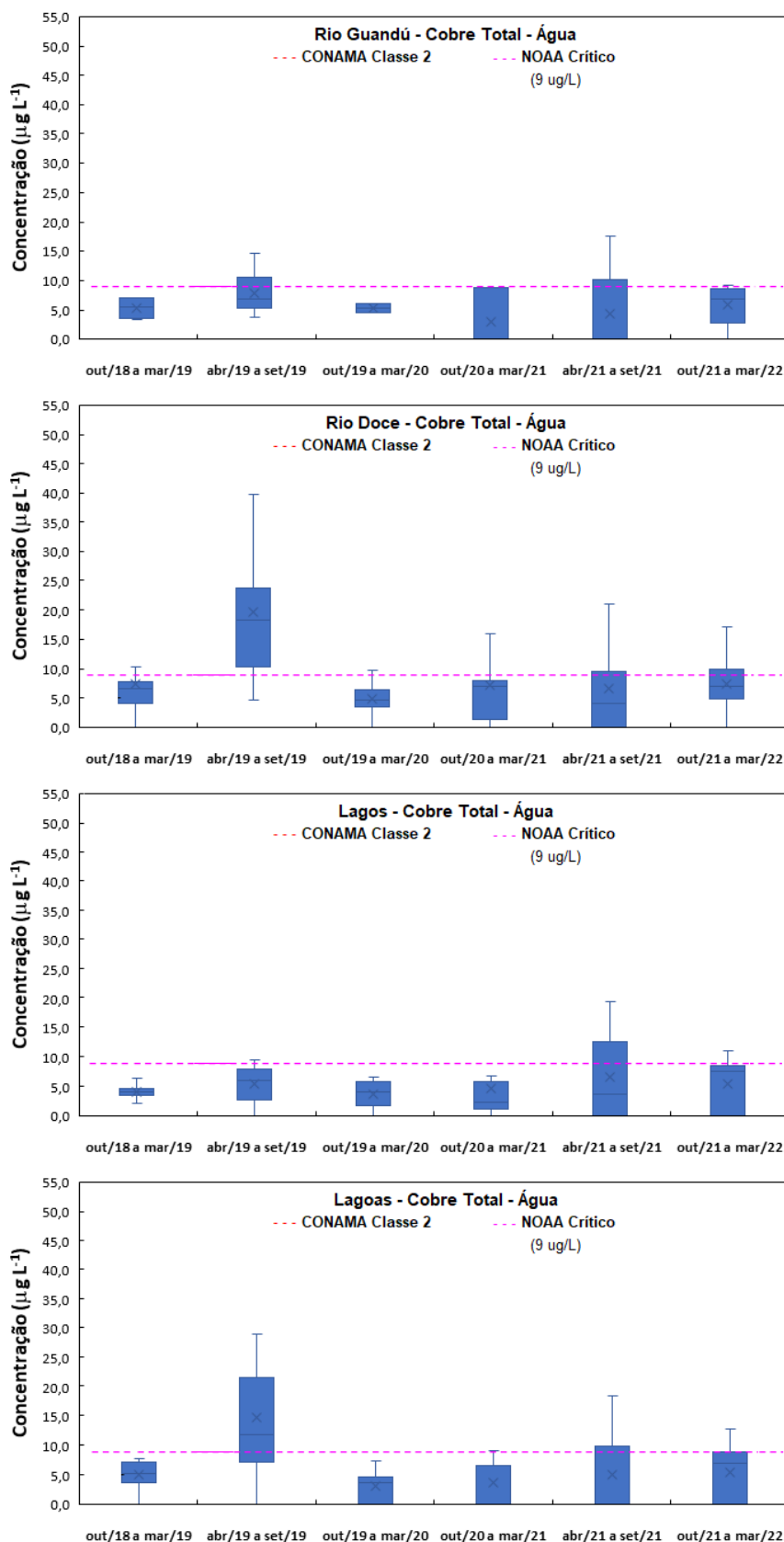


Figura 19 - Concentração de Cobre Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

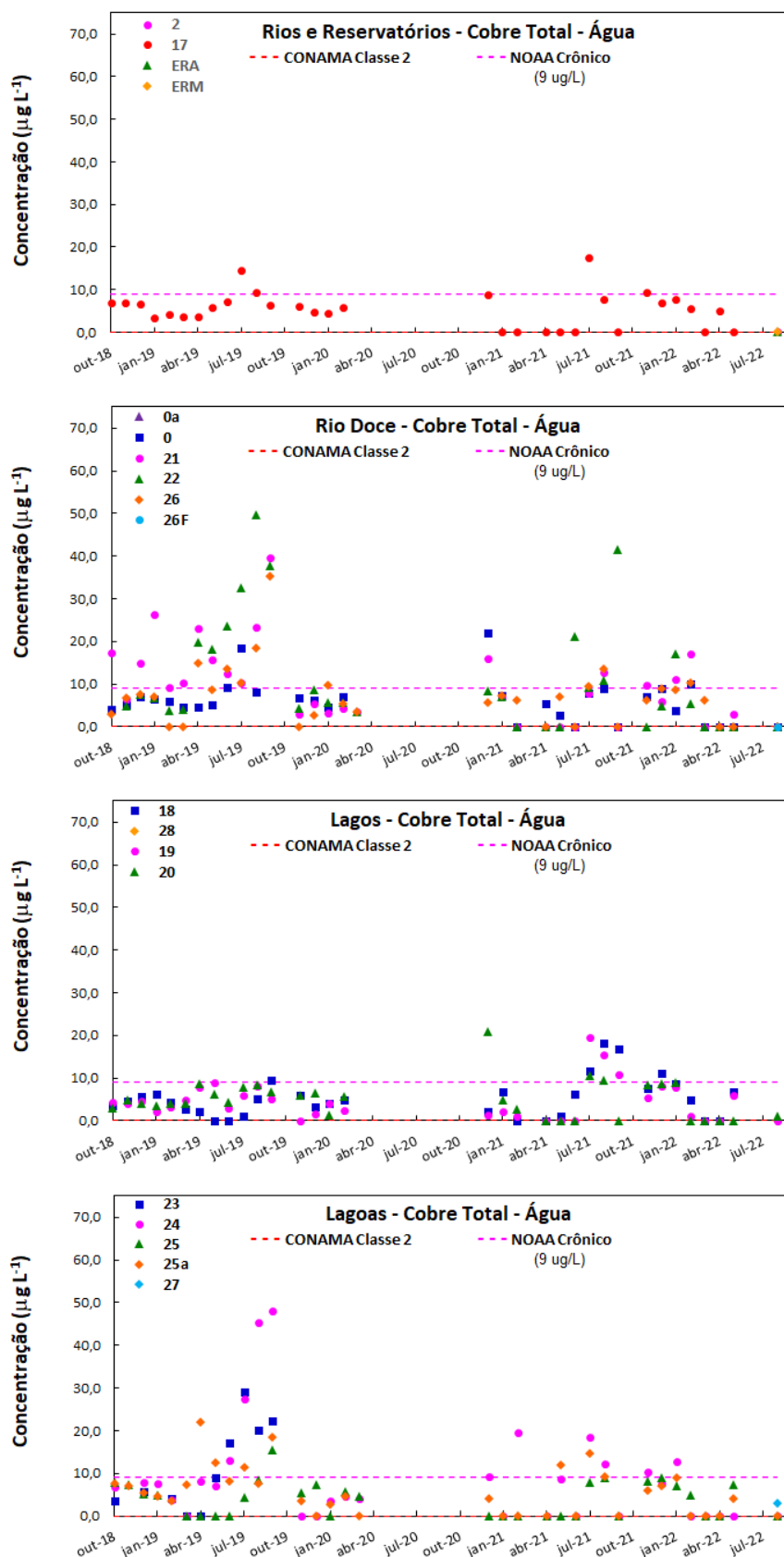


Figura 20 - Gráficos Box-plot para Ferro Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

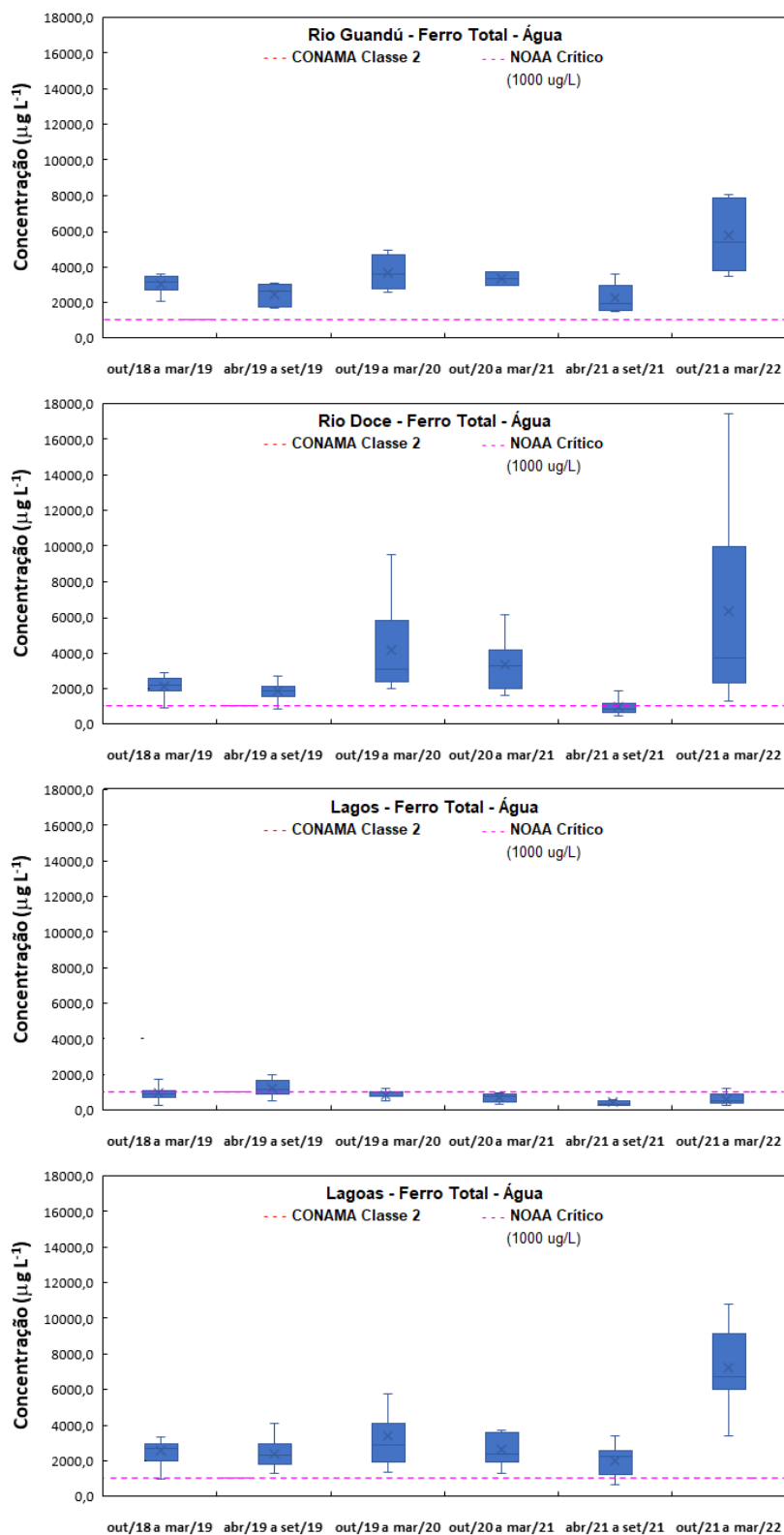


Figura 21 - Concentração de Ferro Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

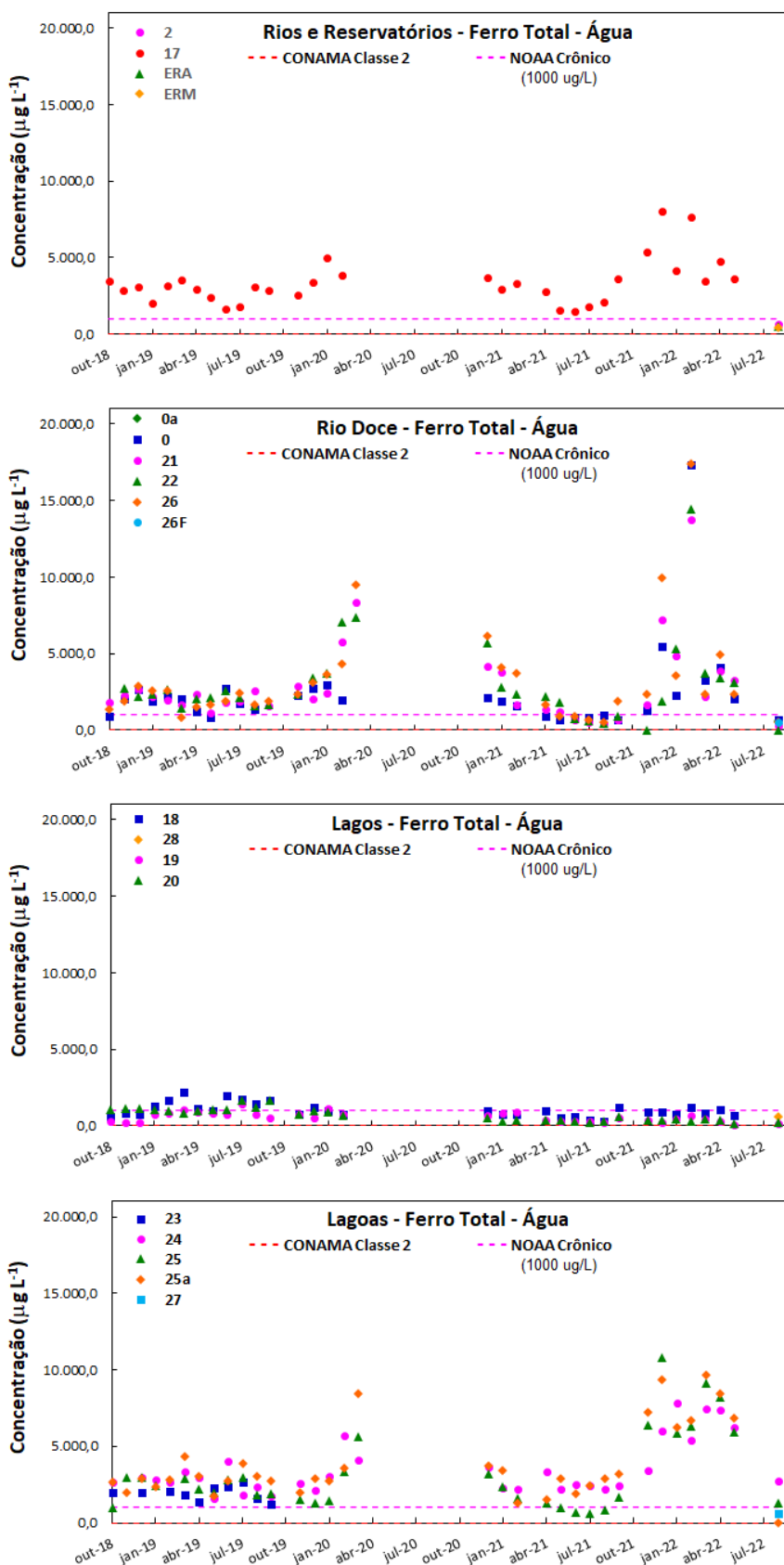




Figura 22 - Gráficos Box-plot para Manganês Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

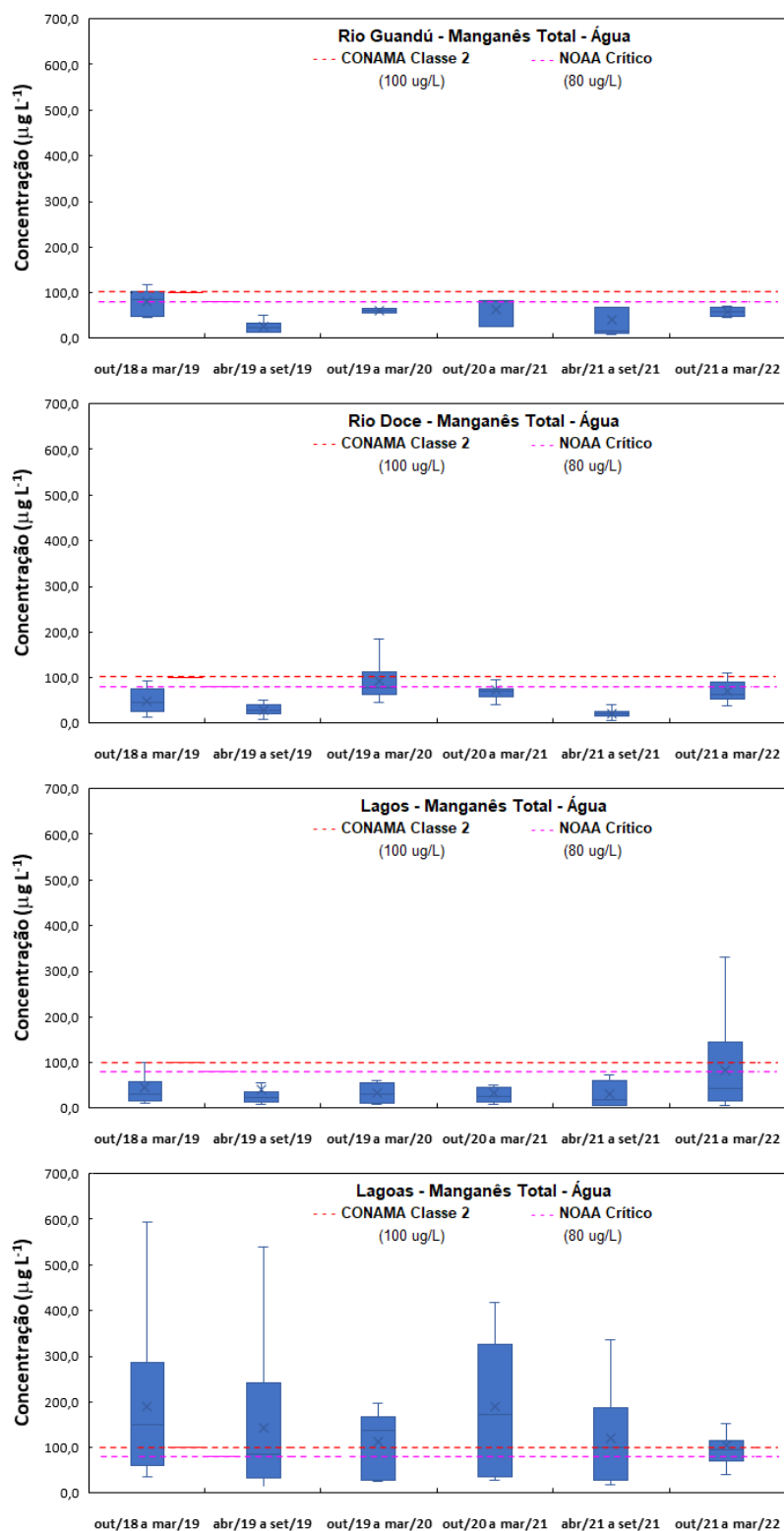


Figura 23 - Concentração de Manganês Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

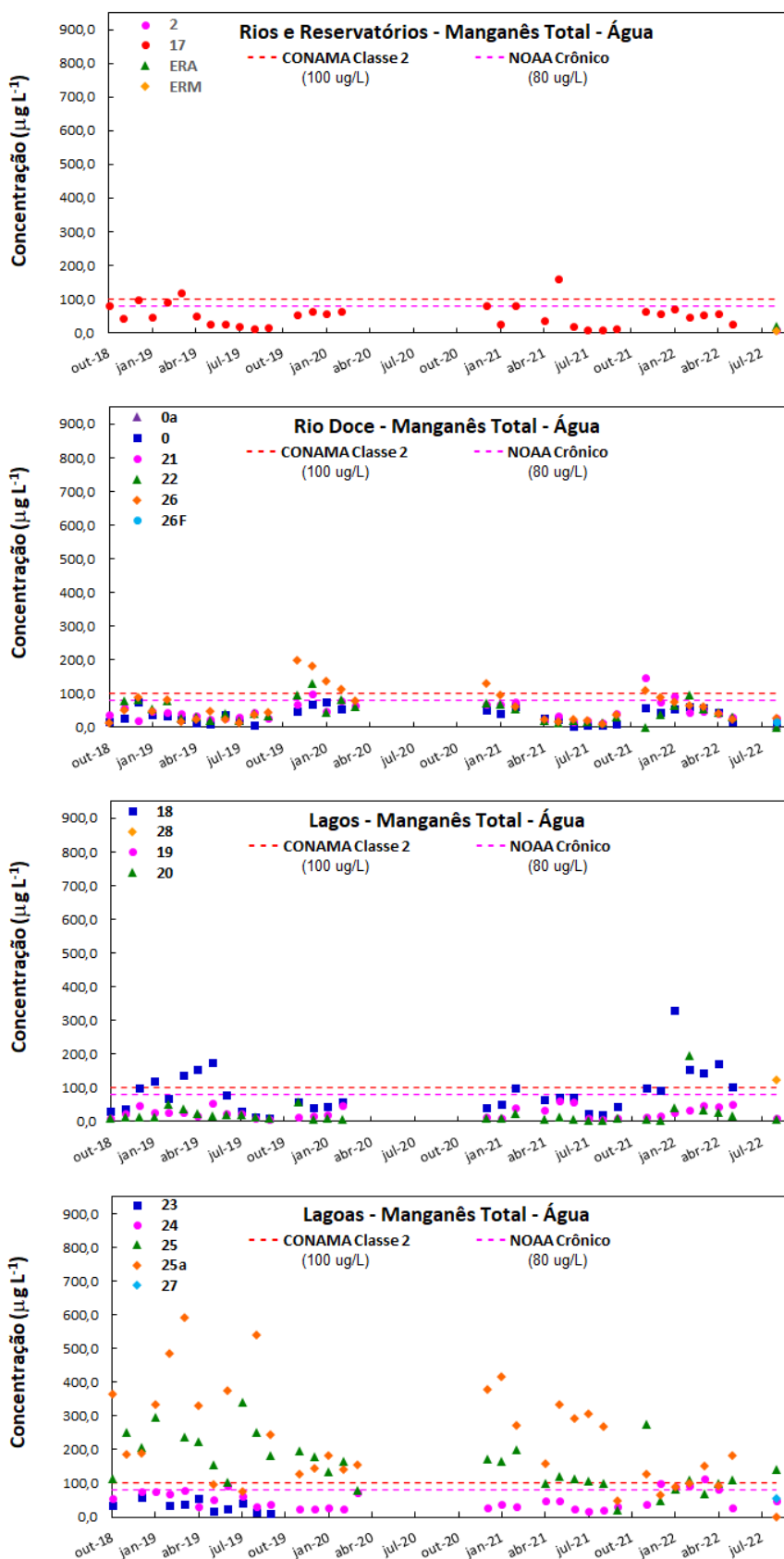


Figura 24 - Concentração de Vanádio Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

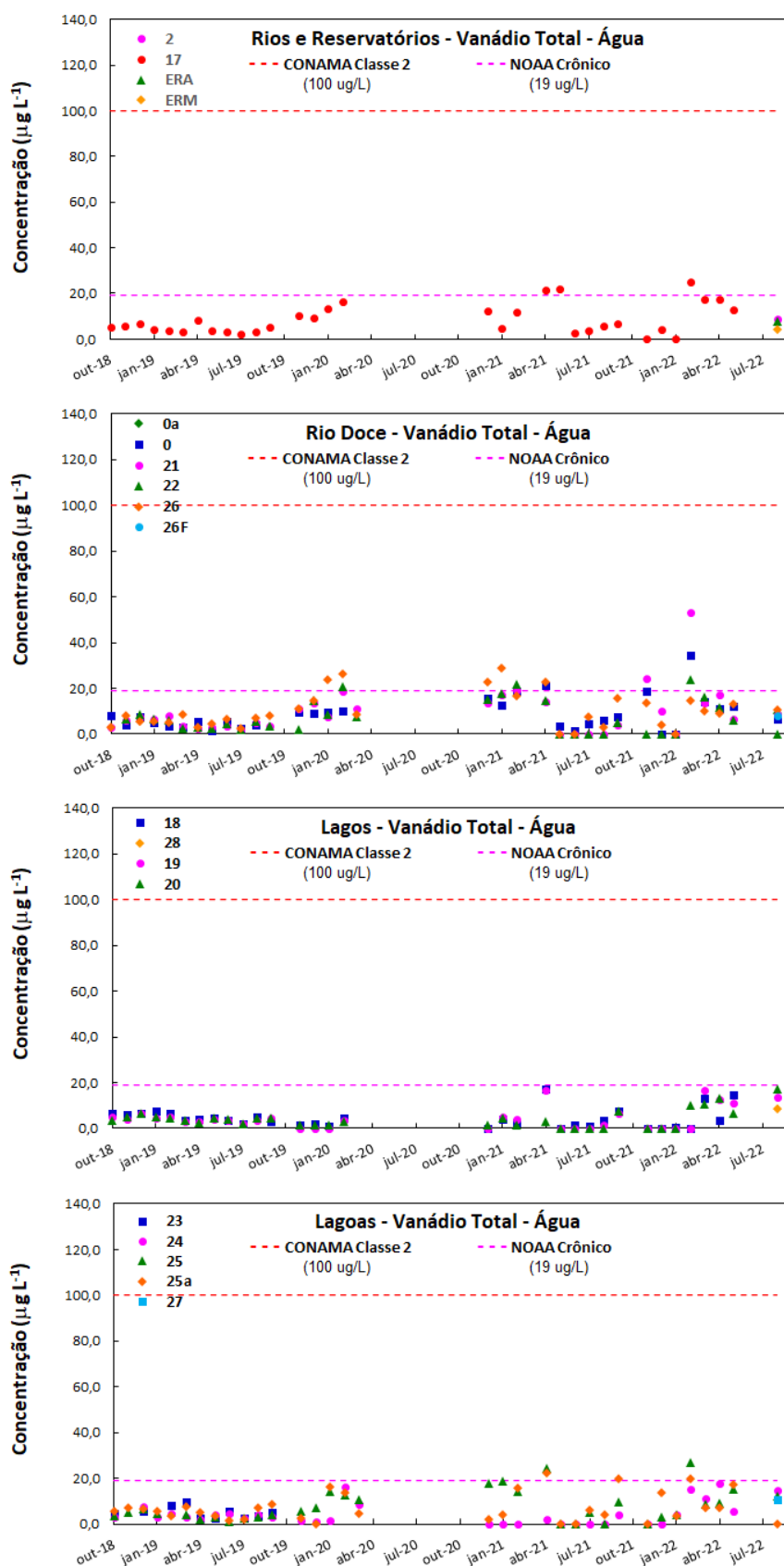


Figura 25 - Gráficos Box-plot para Chumbo Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a mar/2022.

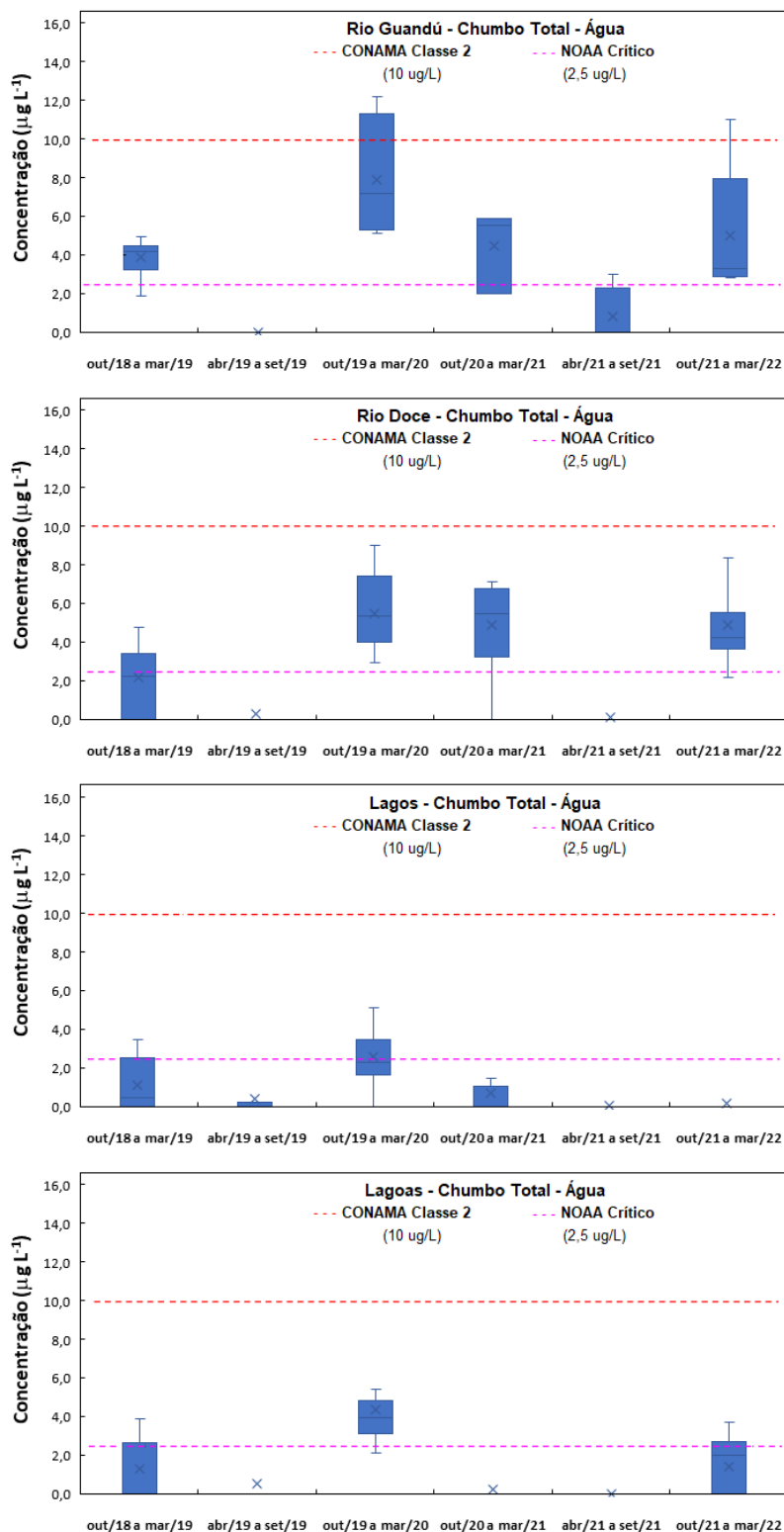


Figura 26 - Concentração de Chumbo Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

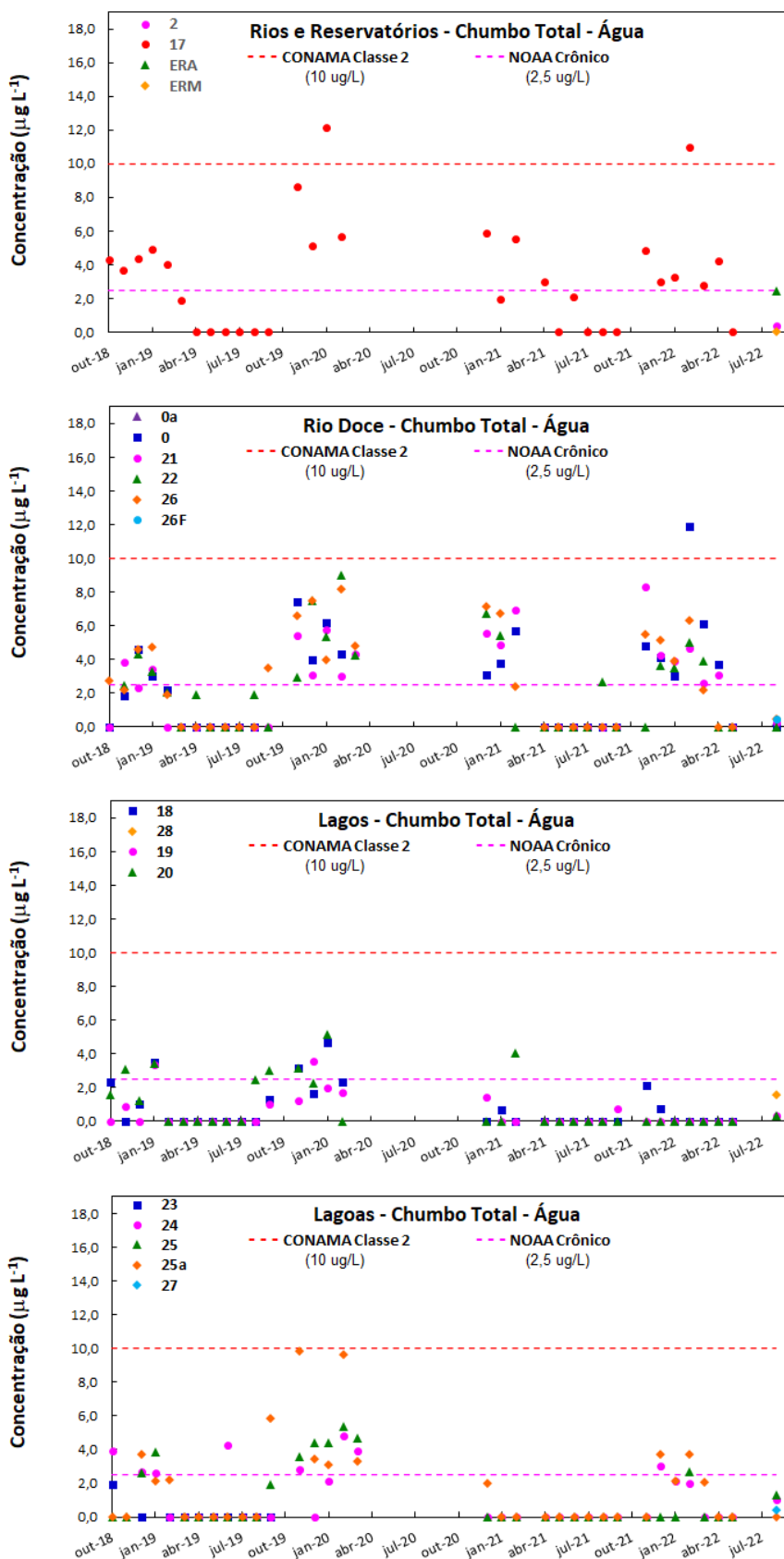


Figura 27 - Concentração de Níquel Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

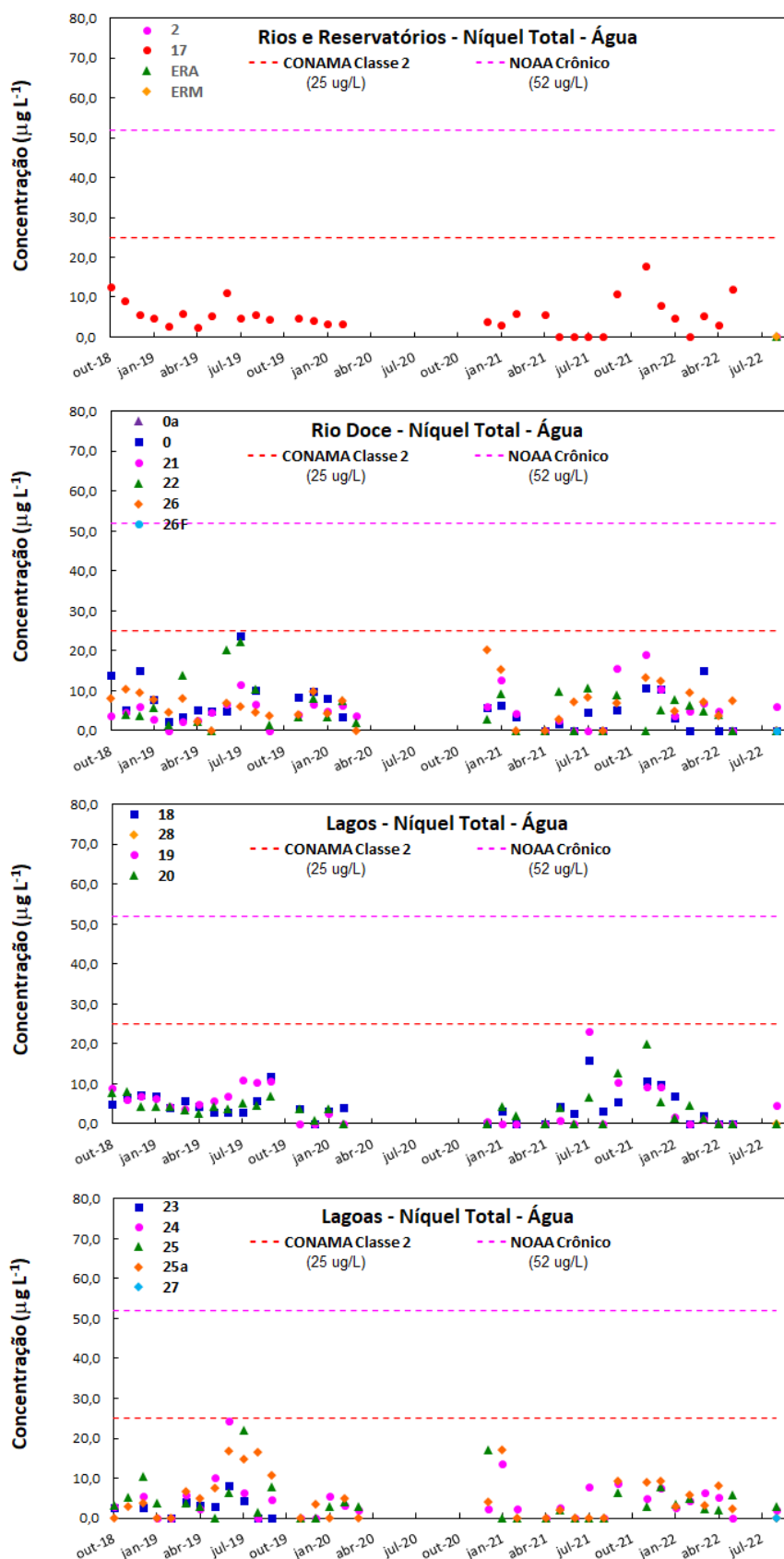


Figura 28 - Concentração de Lantânio Total em água ao longo das calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu, dos ambientes adjacentes, lagos, lagoas e reservatórios, nas 569 amostras de água analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

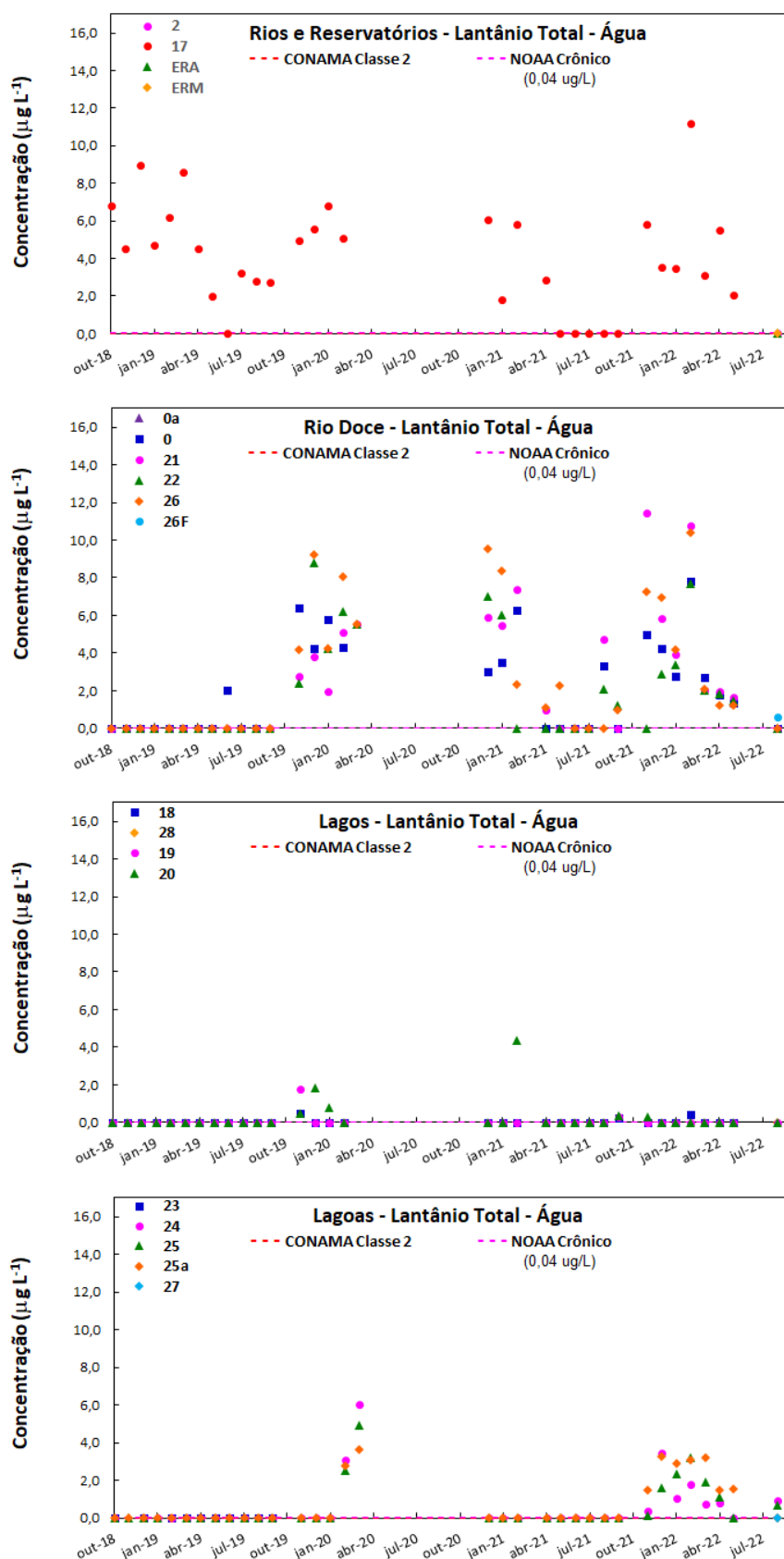


Figura 29 - Manganês Total –Água em Lagoas obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

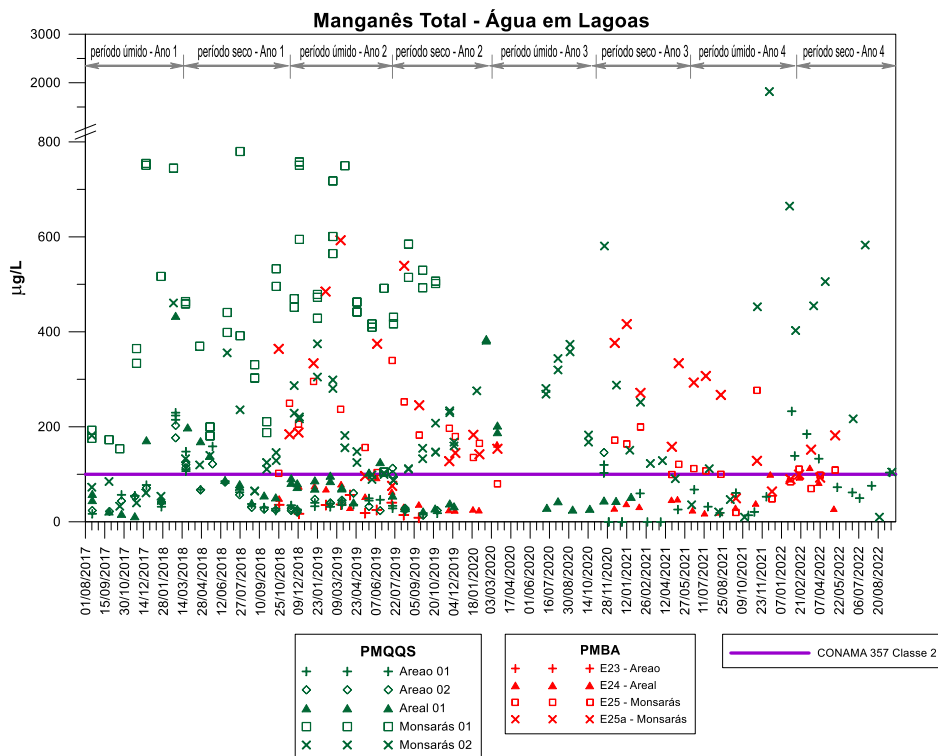


Figura 30 - Alumínio Total –Água em Lagoas obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

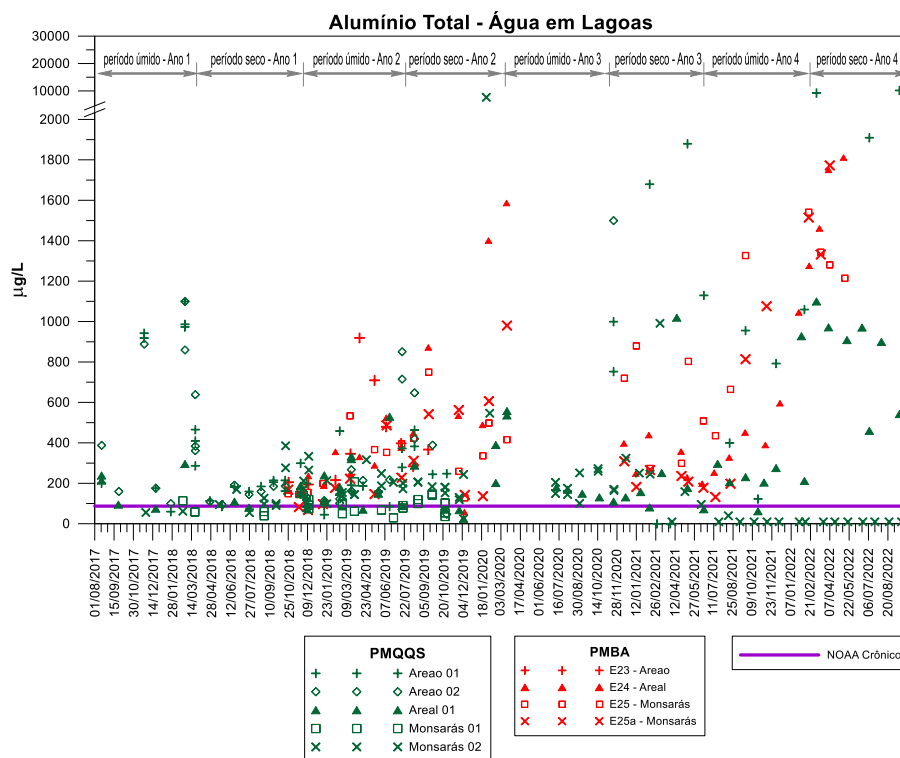




Figura 31 - Ferro Total- Água no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQSS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.

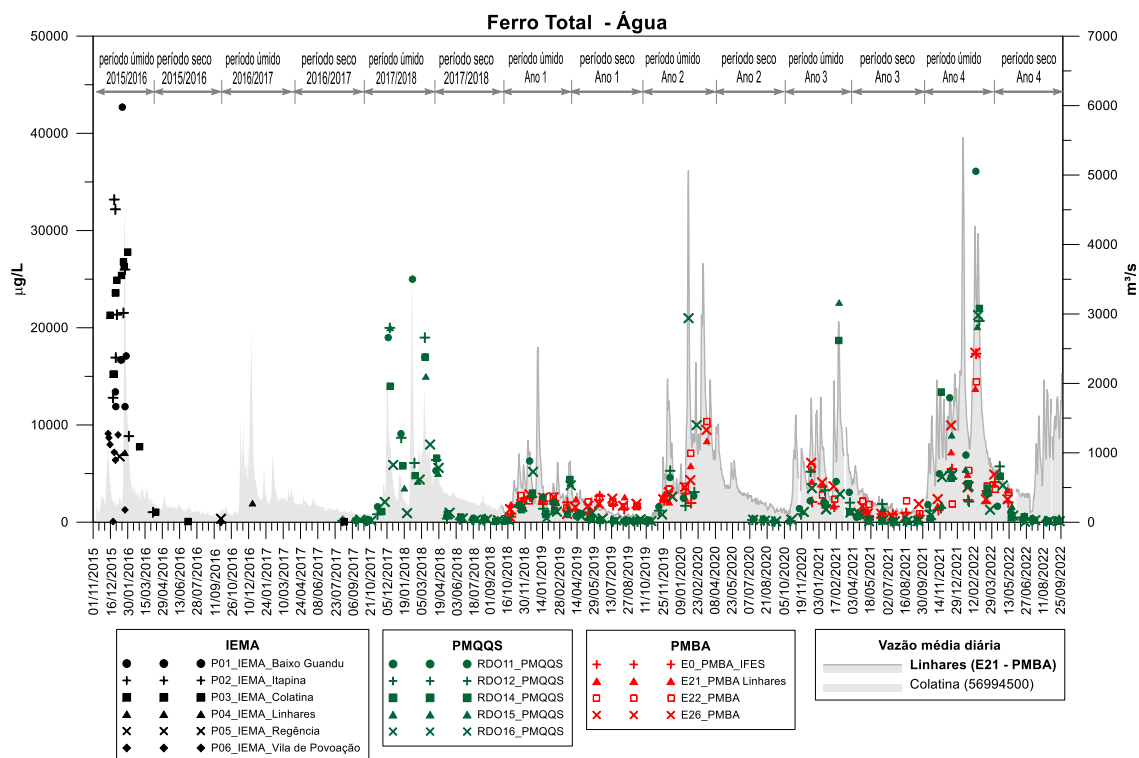


Figura 32 - Alumínio Total- Água no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQSS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos

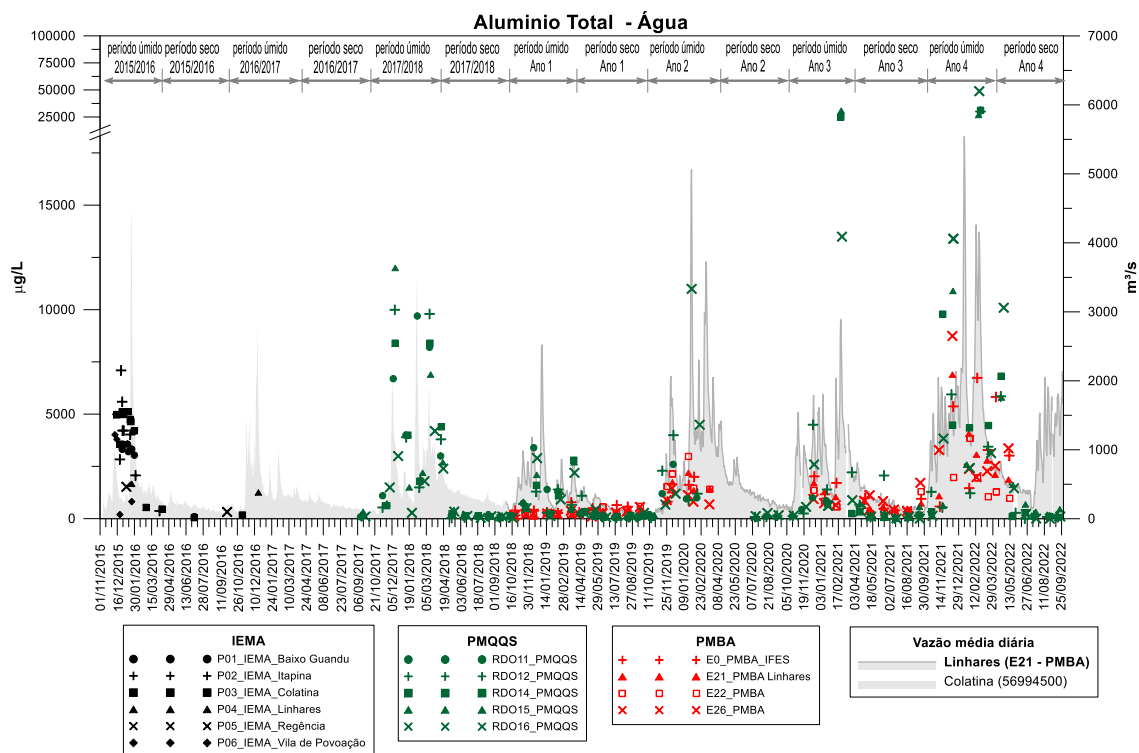
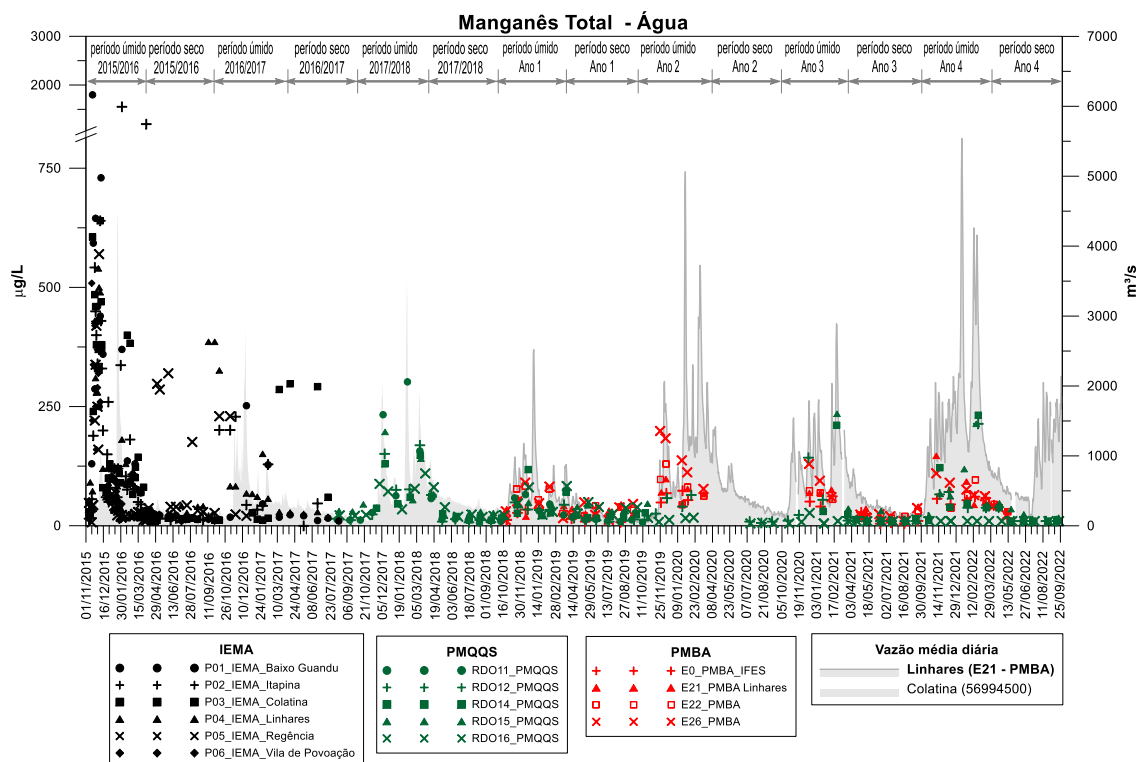


Figura 33 - Manganês Total- Água no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.



### 3.3 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA - METAIS

Tabela 11 - Limites do CONAMA e NOAA PEL, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em sedimentos de lagos (99 amostras de quatro estações de coleta), lagoas (112 amostras de cinco estações de coleta) e reservatórios (duas amostras de duas estações de coleta).

Lagos - Não Conformidades - CONAMA 2 e NOAA PEL - Sedimento - Metais Totais								
Elemento	Limite (mg kg <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	17	27,8%	16,7%	8,3%	11,1%	5,6%	20,0%	0,0%
Cd	3,53	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	90	55,6%	11,1%	0,0%	11,1%	0,0%	53,3%	0,0%
Cu	197	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,486	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	36	16,7%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	0,0%
Pb	91,3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%
Zn	315	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA 2 e NOAA PEL - Sedimento - Metais Totais								
Elemento	Limite (mg kg <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	17	40,9%	41,7%	40,0%	33,3%	33,3%	33,3%	27,3%
Cd	3,53	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	90	36,4%	29,2%	13,3%	0,0%	5,6%	33,3%	0,0%
Cu	197	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,486	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	36	22,7%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	91,3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	315	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Reservatórios - Não Conformidades - CONAMA 2 e NOAA PEL - Sedimento - Metais Totais								
Elemento	Limite (mg kg <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	17	-	-	-	-	-	-	0,0%
Cd	3,53	-	-	-	-	-	-	0,0%
Cr	90	-	-	-	-	-	-	0,0%
Cu	197	-	-	-	-	-	-	0,0%
Hg	0,486	-	-	-	-	-	-	0,0%
Ni	36	-	-	-	-	-	-	0,0%
Pb	91,3	-	-	-	-	-	-	0,0%
Zn	315	-	-	-	-	-	-	0,0%

Tabela 12 - Limites do CONAMA e NOAA PEL, e respectivos percentuais de não conformidades, em metais totais em sedimentos das calhas dos rios Doce (133 amostras de seis estações de coleta), Guandú (31 amostras de out/18 a mai/22) e Manhauçu (uma amostra de ago/22).

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA 2 e NOAA PEL - Sedimento - Metais Totais								
Elemento	Limite (mg kg <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	17	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	3,53	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	90	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%
Cu	197	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,486	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	91,3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	315	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rios Guandú e Manhauçu- Não Conformidades - CONAMA 2 e NOAA PEL - Sedimento - Metais Totais								
Elemento	Limite (mg kg <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
As	17	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cd	3,53	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cr	90	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Cu	197	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hg	0,486	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ni	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pb	91,3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zn	315	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Conforme observado nas Figuras 38 e 47, observou-se uma tendência de redução do teor de **Fe total em sedimentos**, com flutuações nas cheias. Houve redução na calha do rio Doce para todas as Estações, com o passar dos anos em relação aos dados pretéritos, mas com leves aumentos nos períodos de chuva. Em lagos e lagoas não se tem dados pretéritos e houve tendência de redução dos teores com o passar dos anos, para todas as Estações. No Rio Guandu não houve mudança sazonal significativa. Observou-se, também, elevação das concentrações de **As total em sedimentos** no último período de chuva out/21 a mar/22, para os lagos, cujo índice de não conformidade foi de 20% e nas lagoas foi de 33,3%, segundo NOAA e CONAMA. Nos rios Doce e Guandu não houve esse aumento. Destacam-se, fortemente, os valores elevados de As Total nas Lagoas E24. Em menor intensidade houve aumento no Lago E20, também com valores superiores aos limites do NOAA e CONAMA. Os demais lagos e lagoas não tiveram concentrações aumentadas (Figura 35, Tabelas 11 e 12). Detectou-se, ainda a elevação das concentrações de **Al total em sedimentos** nos Rios Doce, Guandu e nas lagoas (Figura 34). No Rio Doce, a estação E0 apresentou maiores concentrações, seguida de E21, sendo que todas as estações tiveram aumento no período de out/21 a mar/22. Dados anteriores do PMBA, obtidos pelo PMQQS, mostraram valores maiores para o Rio Doce, indicando tendência de redução em relação a dados pretéritos. Nas lagoas, a E25a foi a que teve maiores teores no período de out/21 a mar/22, seguida da E25, mas todas tiveram aumento. Nos lagos praticamente não houve aumento de Al Nos períodos chuvosos as concentrações são mais altas, exceto nos lagos. No período de out/21 a mar/22 atingiram máximos em rios e lagoas. Praticamente durante todo o PMBA tem-se encontrado índices de não conformidade de 100% segundo NOAA crônico para Al total, exceto para os lagos conforme mostram as Figuras 44, 45 e 48. Houve também uma elevação das concentrações de **Cr total em sedimentos**, excedendo os limites NOAA PEL e CONAMA. A elevação se deu majoritariamente em lagos e lagoas. Destacam-se a E24 e E25 nas lagoas e as estações E18, E19 e E20 nos lagos. Para o Rio Doce e Guandu, não houve aumento importante de Cr em sedimentos. No período de out/21 a mar/22, os índices de não conformidades foram de 53% nos lagos, 33 % nas lagoas e 5,3% no Rio Doce, segundo CONAMA e NOAA PEL (Figura 37, Tabelas 11 e 12). Observou-se, somente em lagos, a elevação no teor de **Ni em sedimentos** (Figura 40, Tabelas 11 e 12), com amostras em não conformidade em relação ao limite CONAMA 2 e NOAA PEL. Destacam-se o lago 20, seguido do E19 e E18, com os maiores teores de níquel em sedimentos. Para as lagoas e rios não houve aumento no período monitorado. O teor de **Mn em sedimentos** elevou-se no período chuvoso em lagoas e lagoas, o que não aconteceu para Rio Doce e Guandu. Para os Lagos os valores de E20 foram maiores que os de E19 e E18. Para as lagoas os maiores valores foram para E24, seguido de E23 e E25 (Figuras 39, 46 e 49).

Figura 34 - Concentração de Alumínio Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

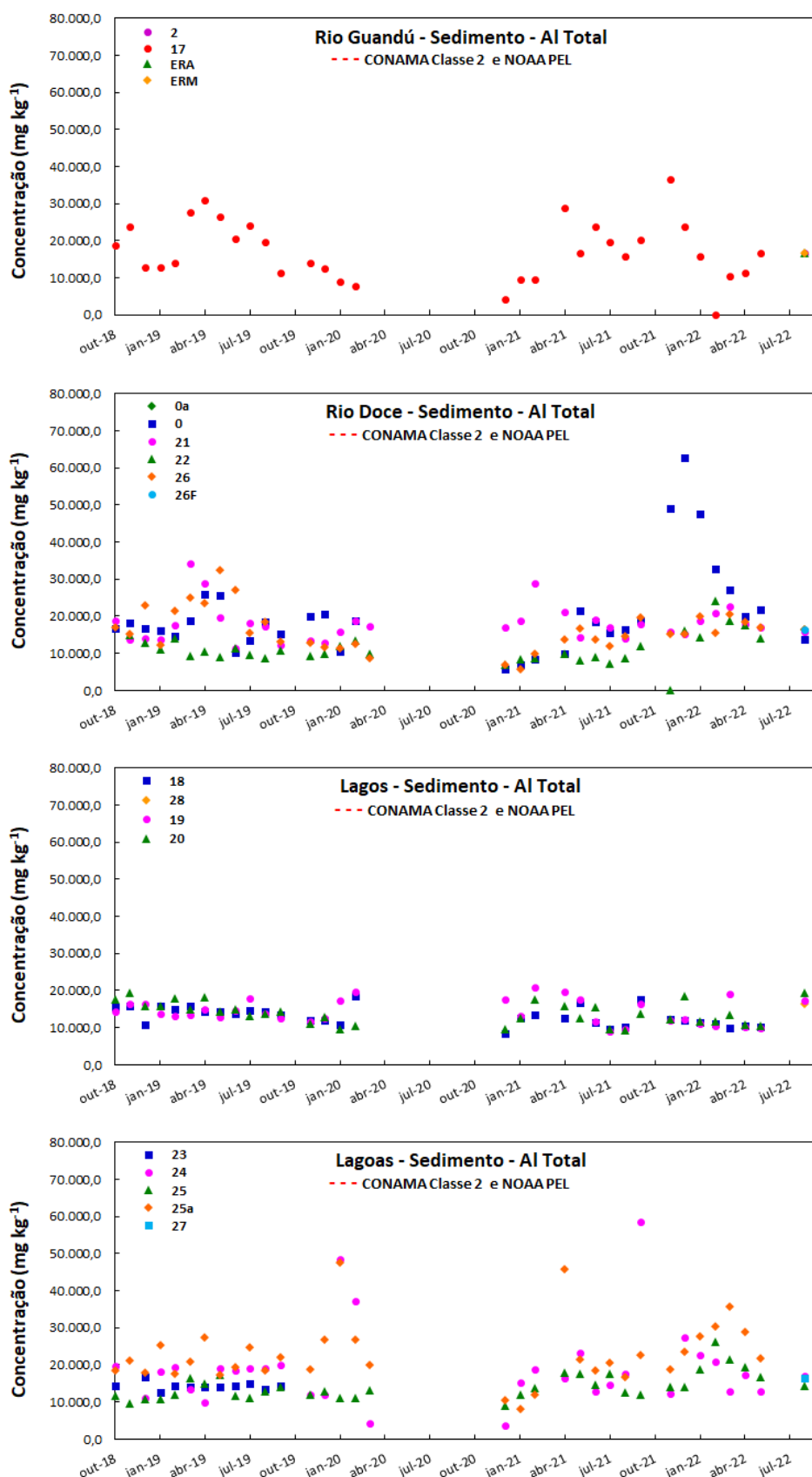


Figura 35 - Concentração de Arsênio Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

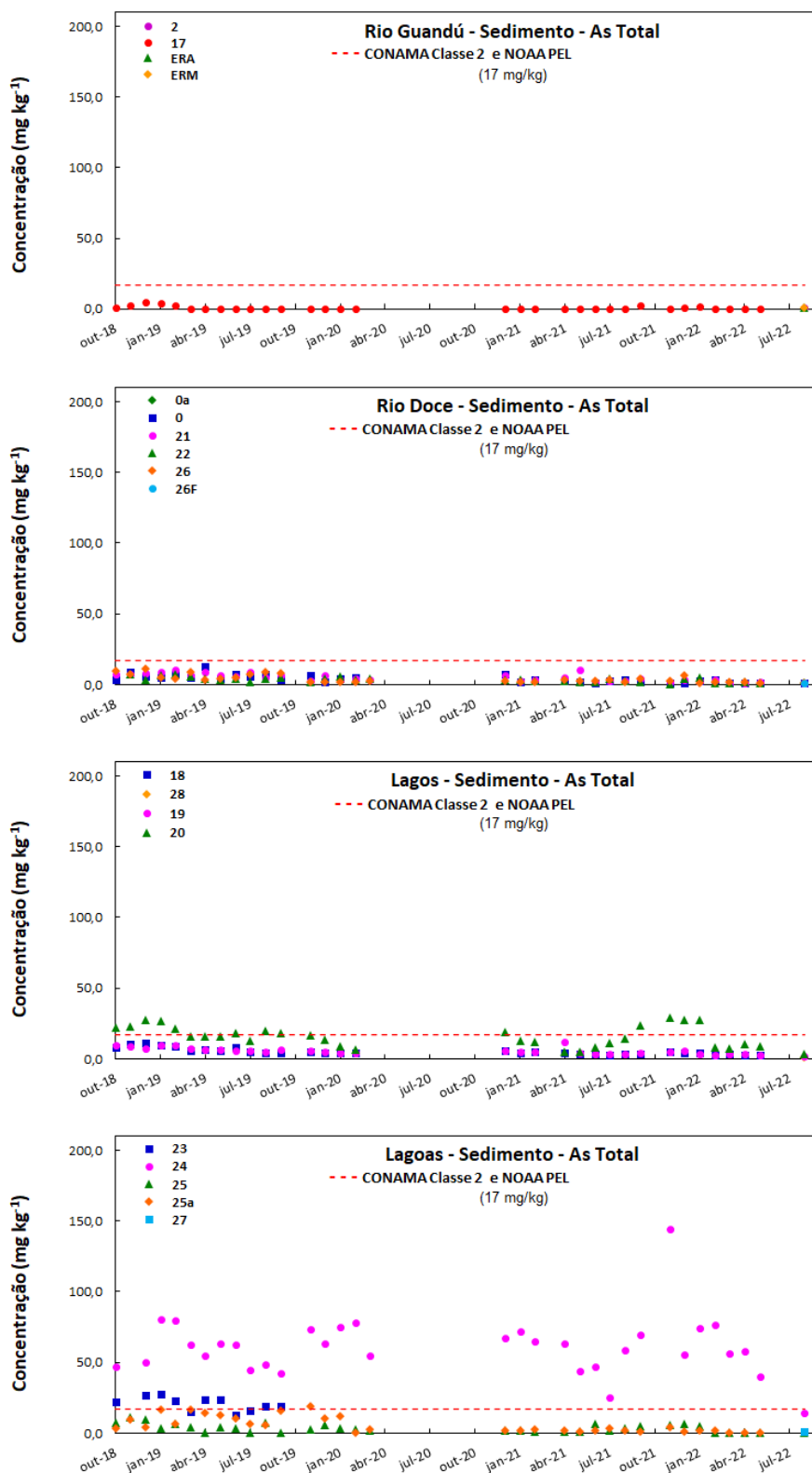


Figura 36 - Concentração de Bário Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

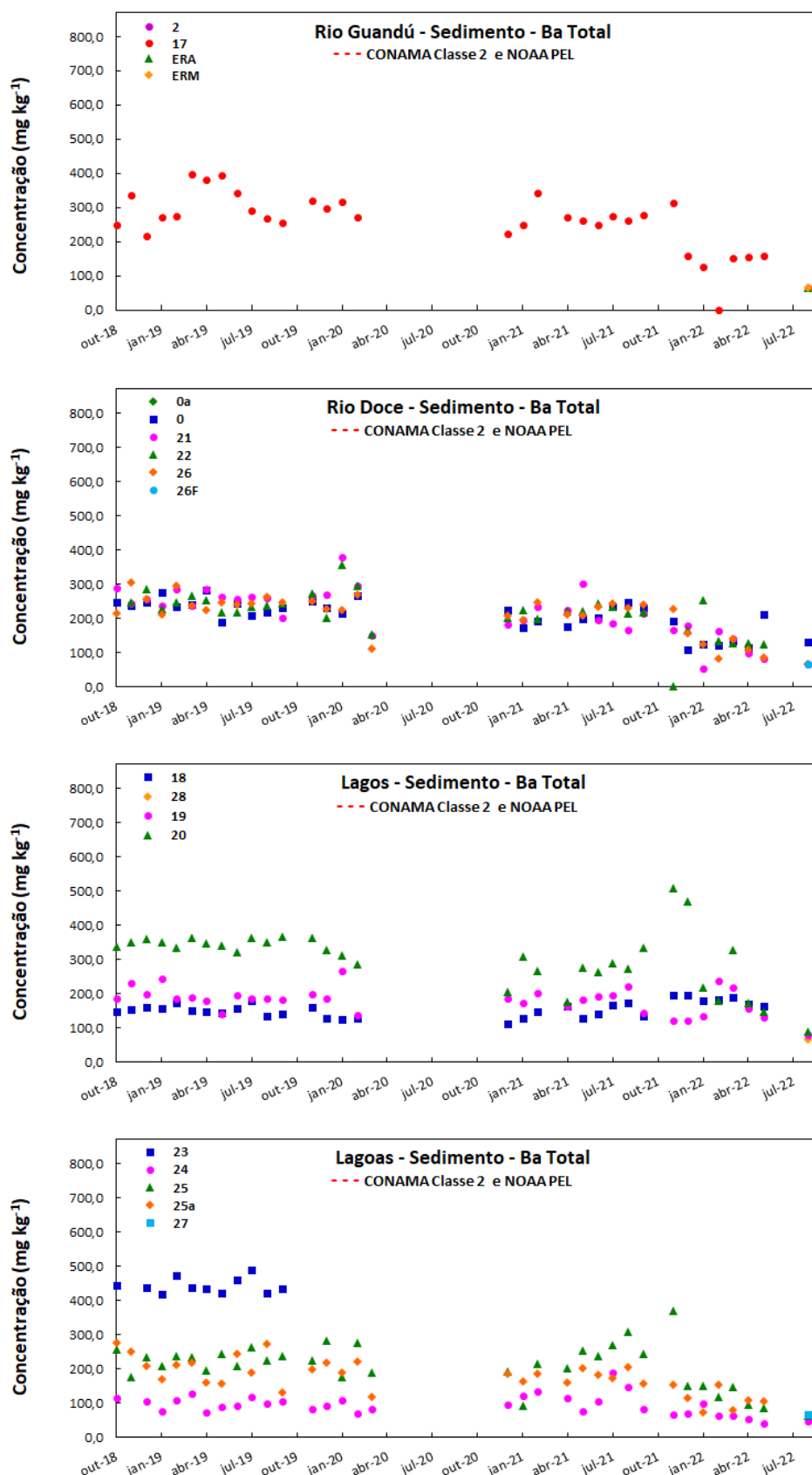




Figura 37 - Concentração de Cromo Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

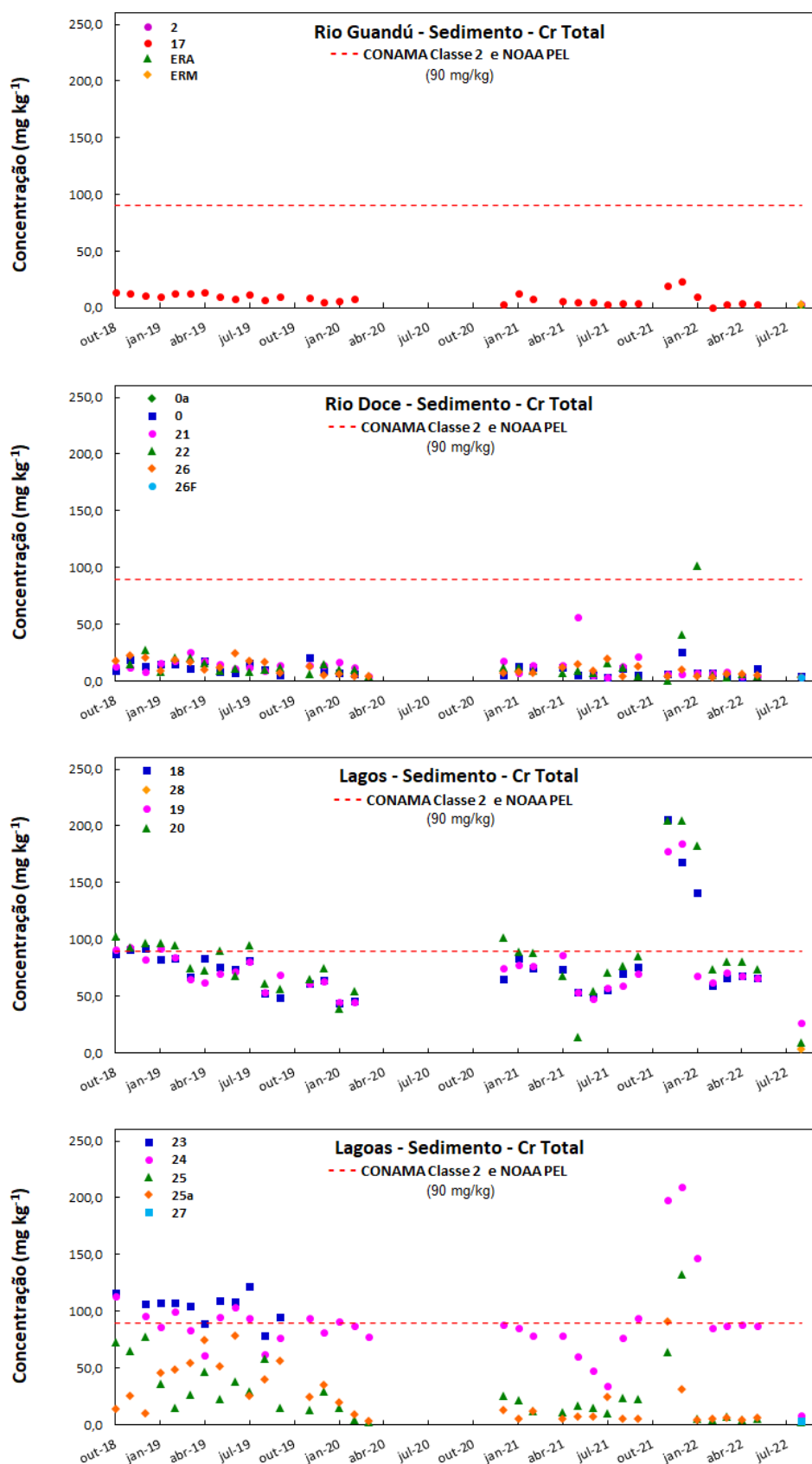


Figura 38 - Concentração de Ferro Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

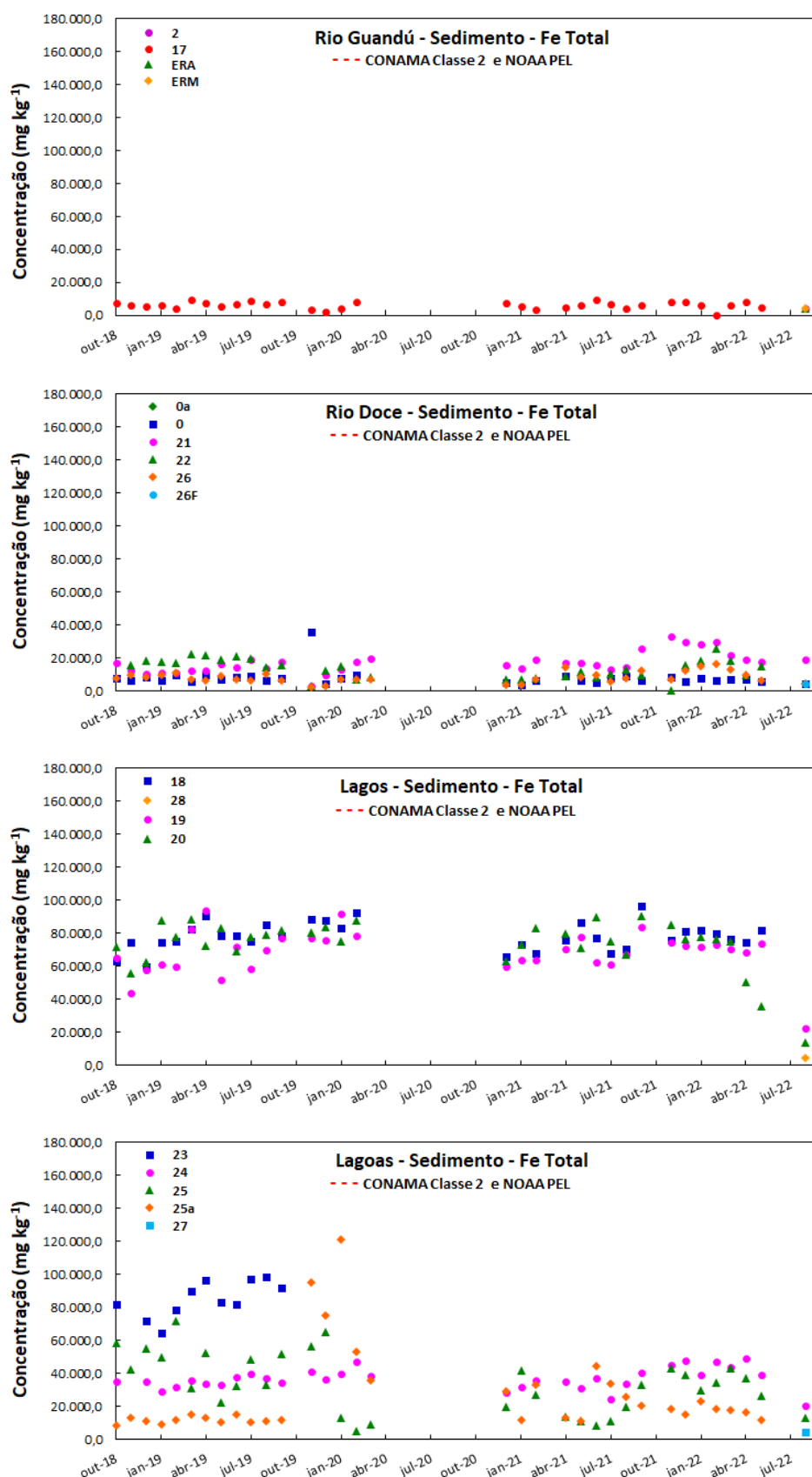


Figura 39 - Concentração de Manganês Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

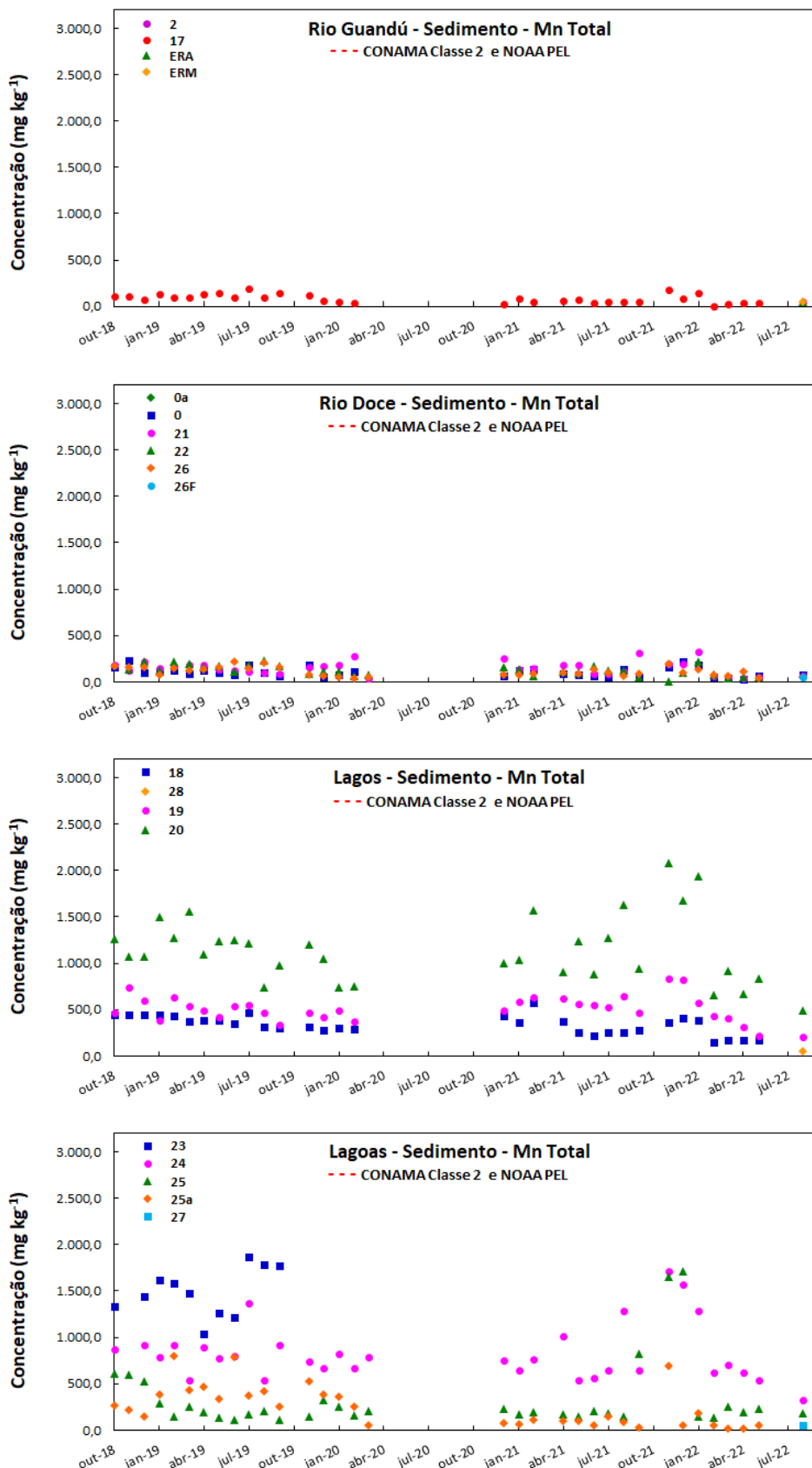


Figura 40 - Concentração de Níquel Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

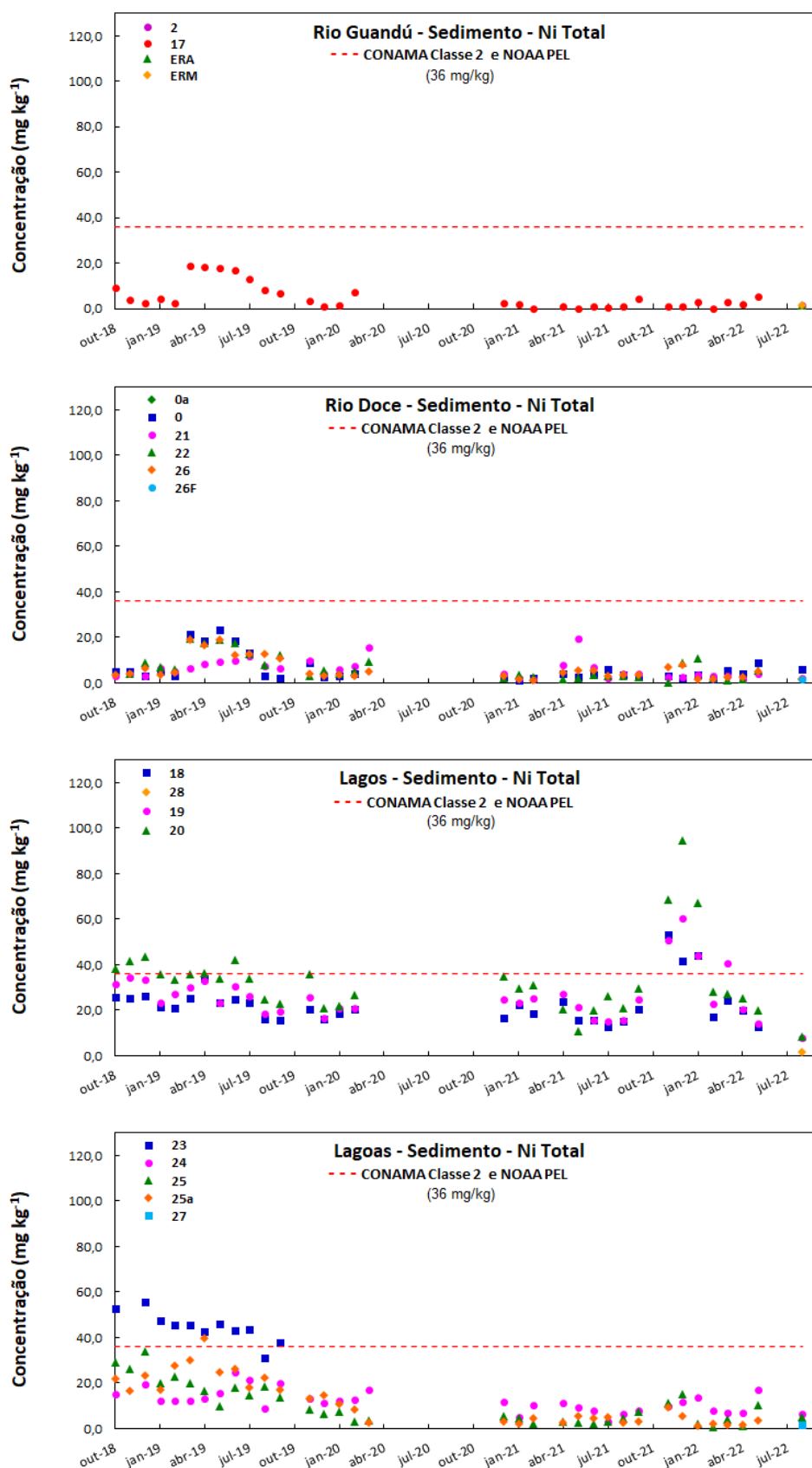


Figura 41 - Concentração de Chumbo Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisadas das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

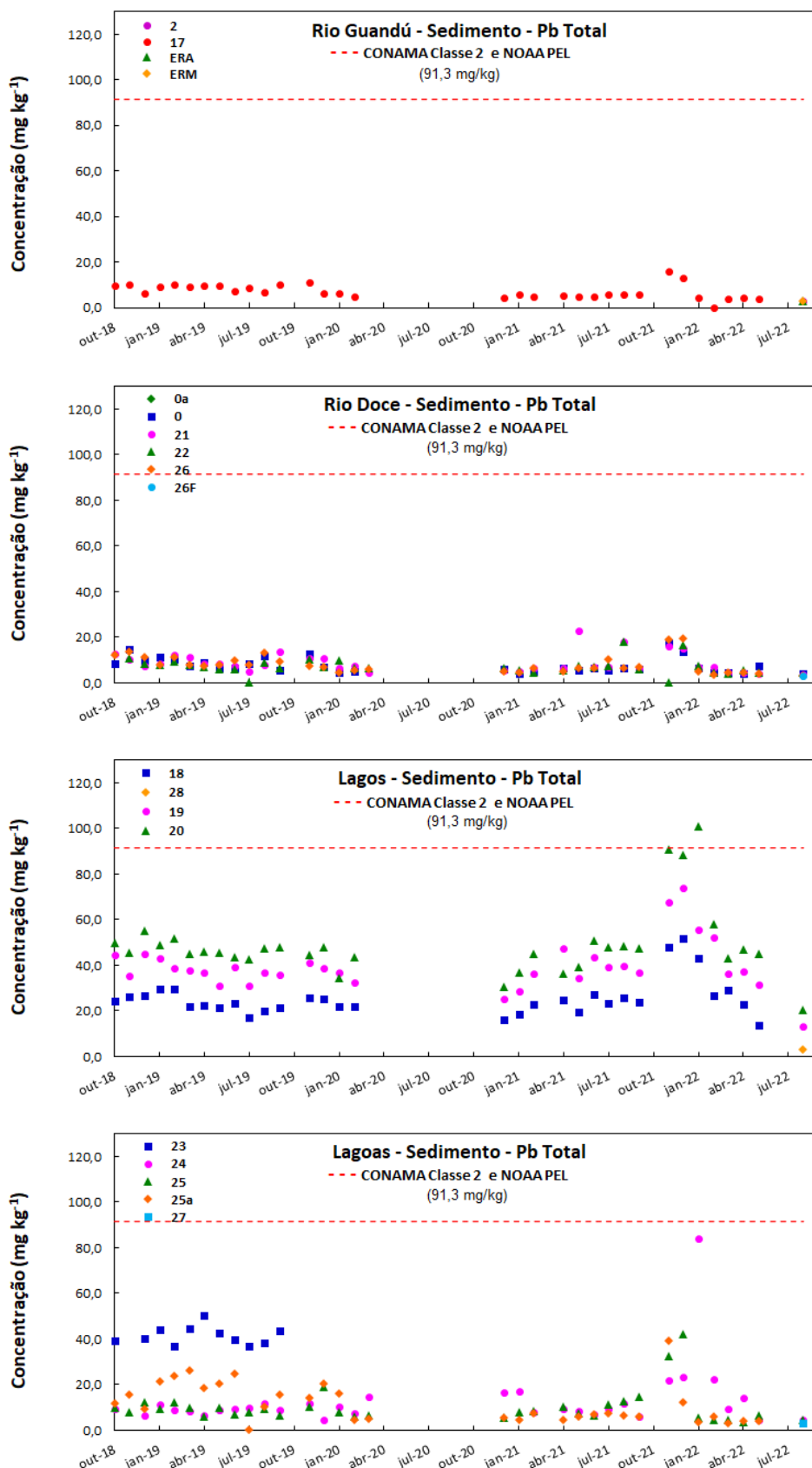


Figura 42 - Concentração de Vanádio Total em sedimentos ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 385 amostras analisados das 19 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022

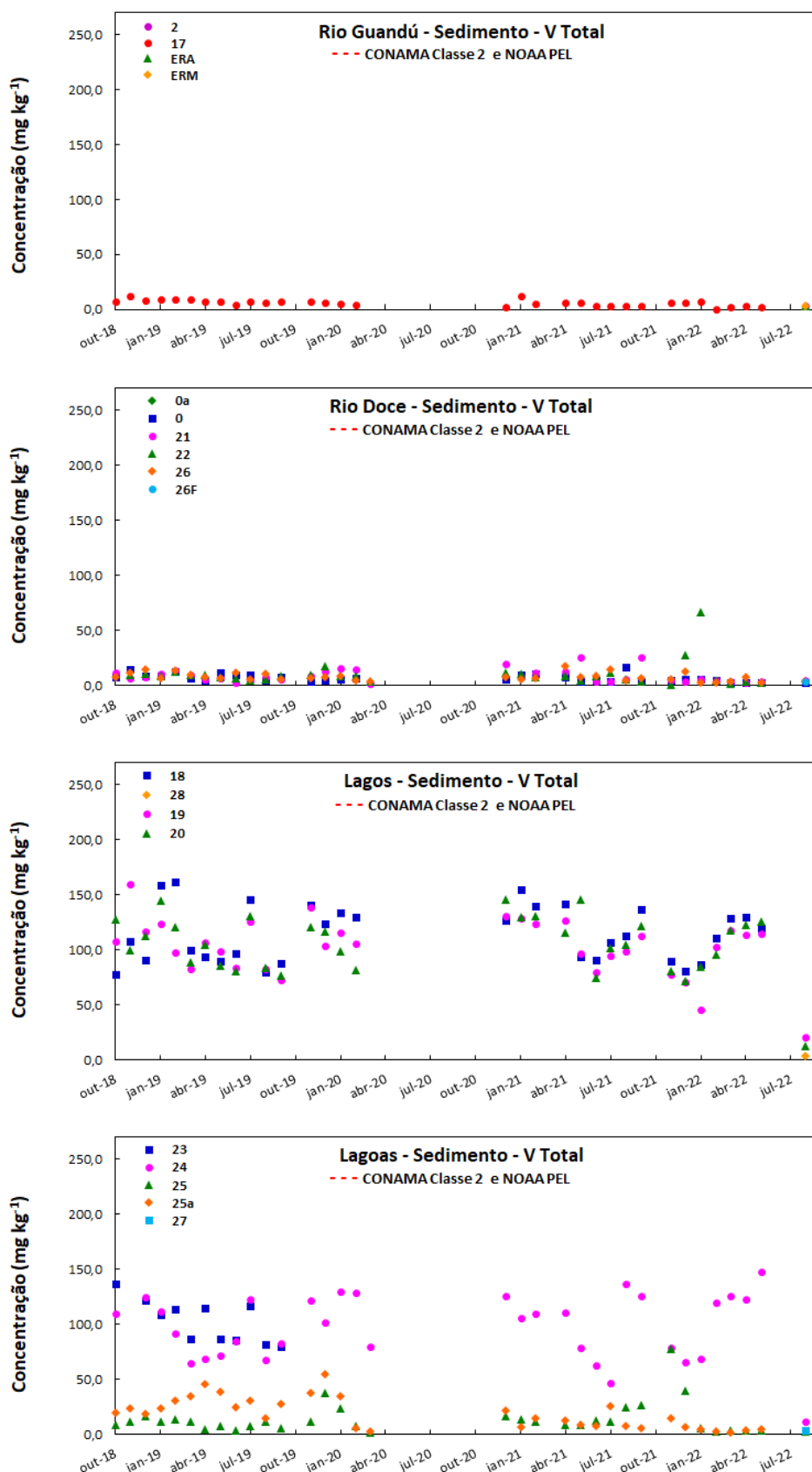


Figura 43 - Manganês Total Sedimentos- em Lagoas obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

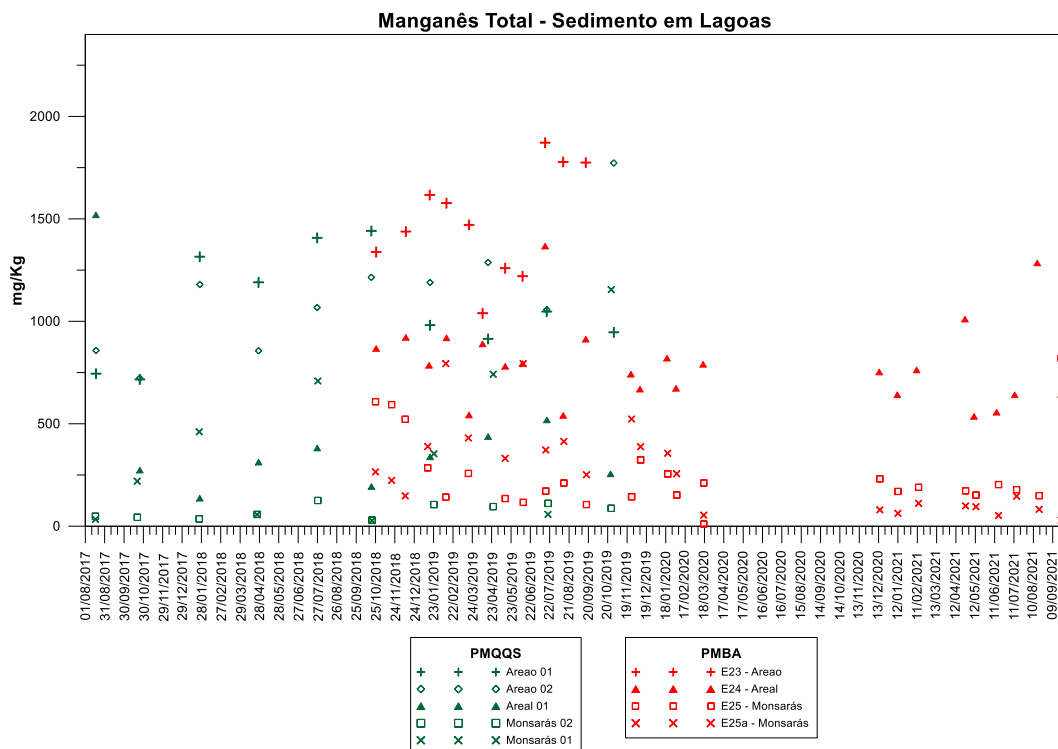


Figura 44- Alumínio Total –Sedimentos em Lagoas obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

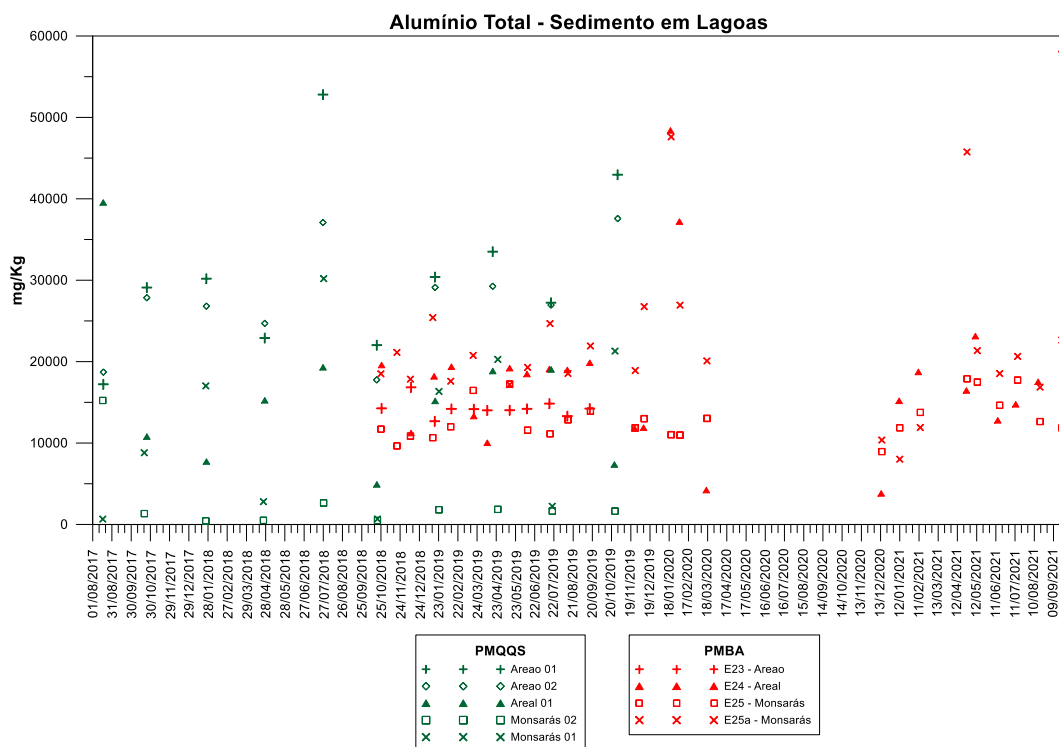


Figura 45 - Alumínio Total- Sedimentos em Lagos obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta – Comparação com Dados Pretéritos.

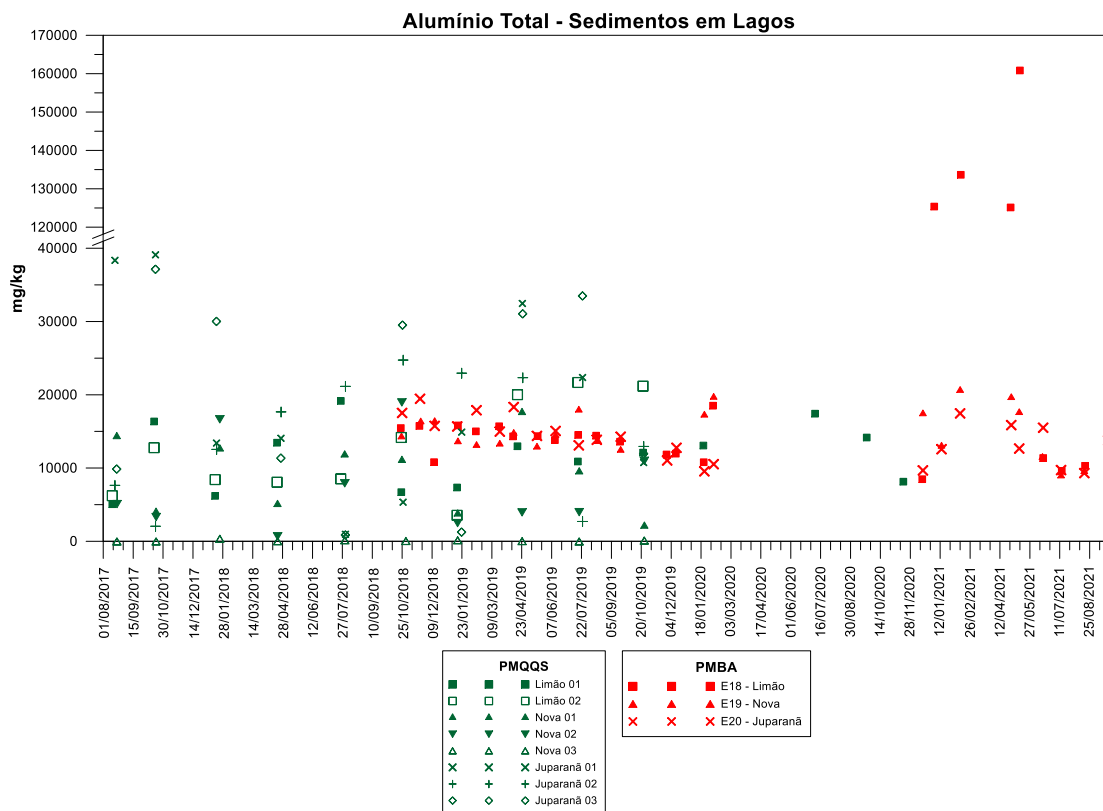


Figura 46 - Manganês Total- Sedimentos em Lagos obtidos pelo PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.

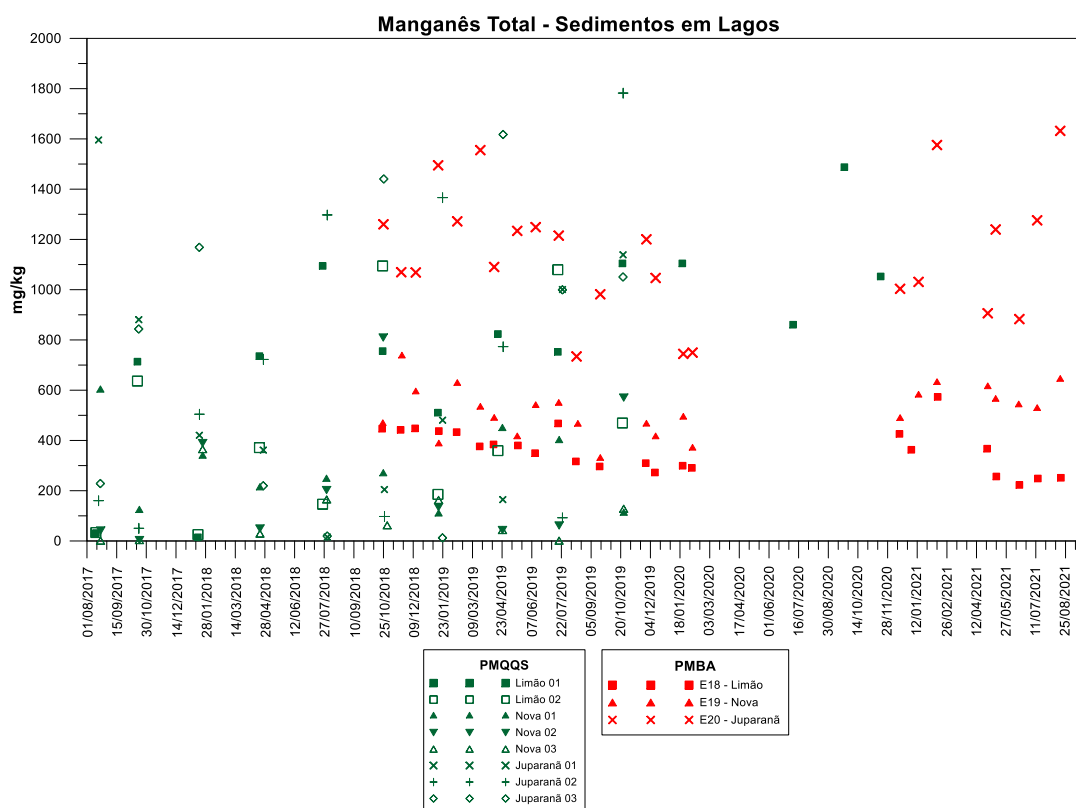




Figura 47- Ferro Total- Sedimentos no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos.

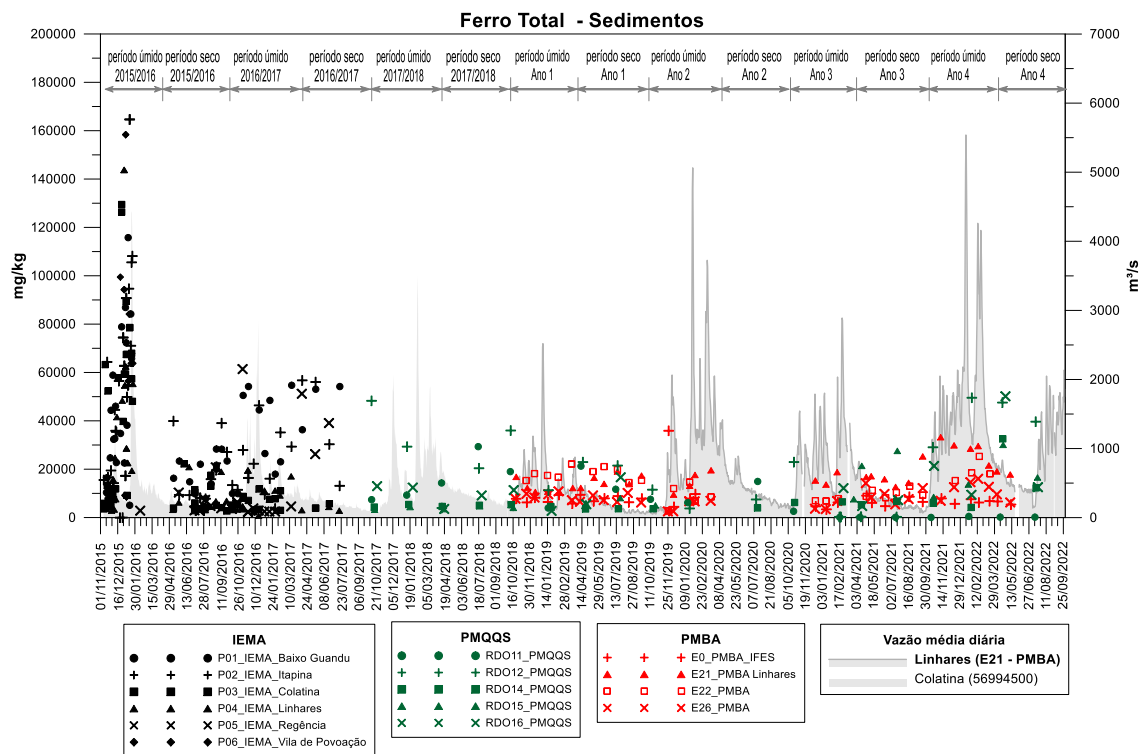


Figura 48 - Alumínio Total- Sedimentos no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos

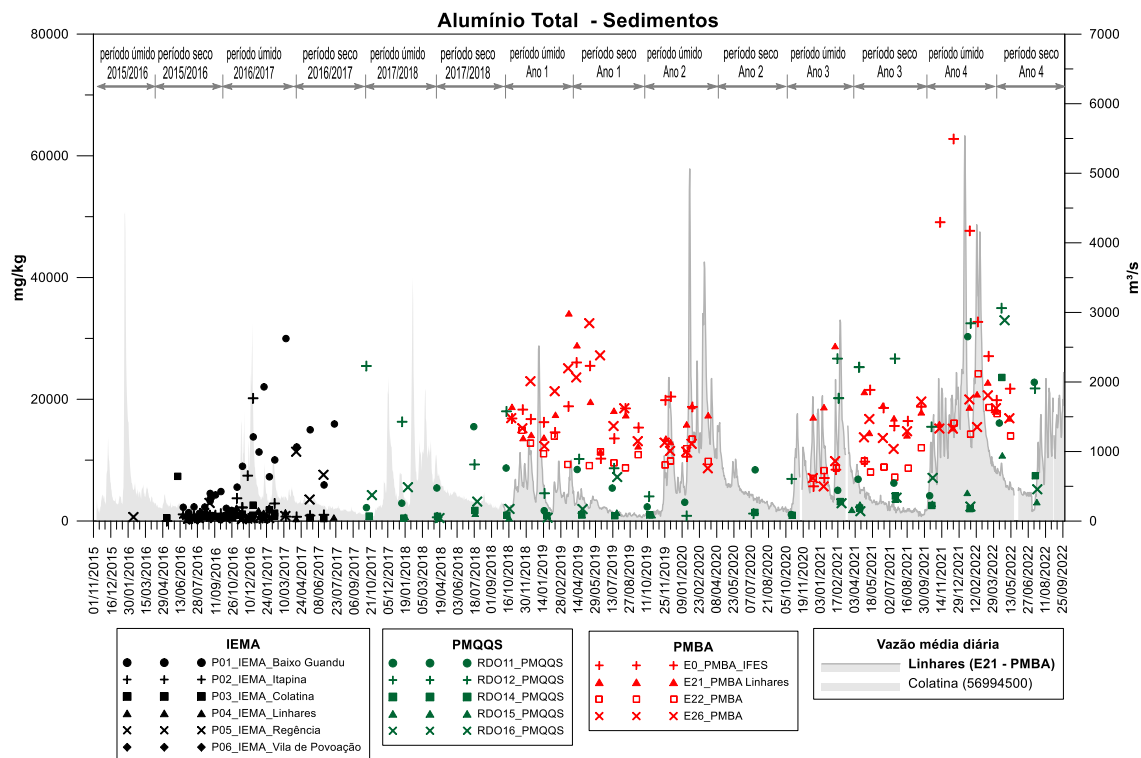
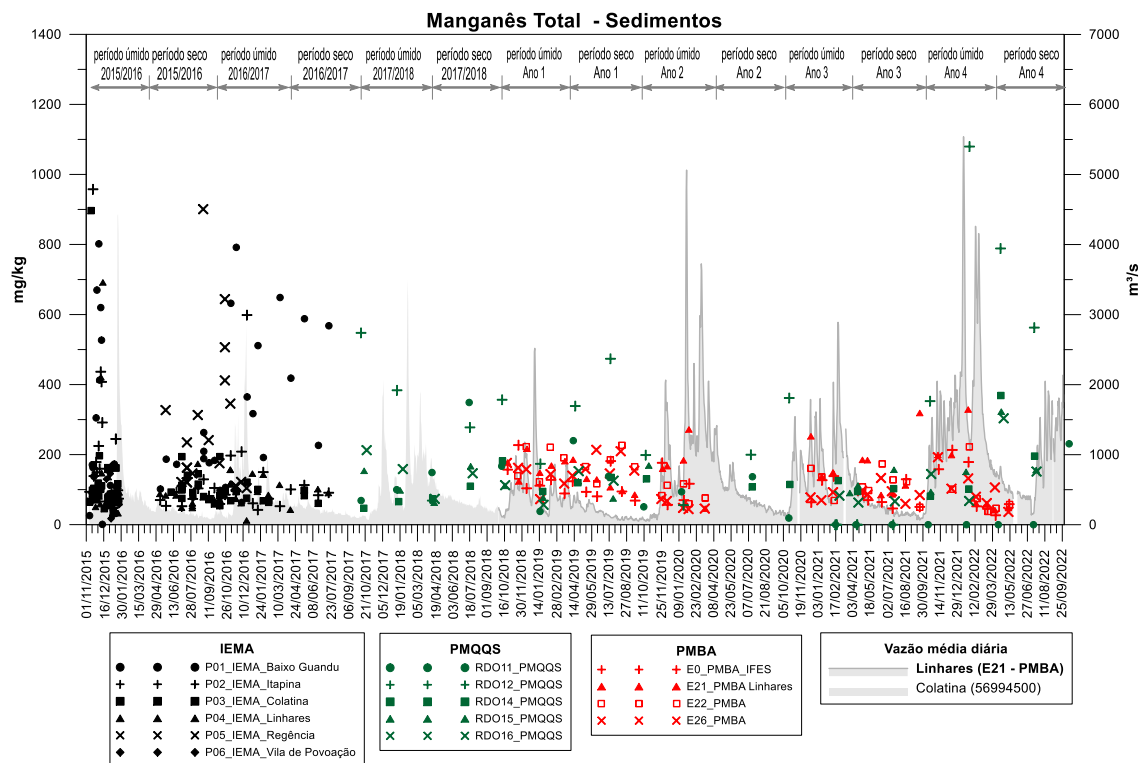


Figura 49 - Manganês Total- Sedimentos no Rio Doce obtidos pelo IEMA, PMQQS e PMBA/Fest, para diferentes períodos, com as vazões deste Rio no período de coleta. Comparação dados pretéritos



### 3.4 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – FENÓIS

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Durante o PMBA observou-se uma redução dos Fenóis totais (Figura 50) em água, bem como dos nitrofenóis (Figura 52) e dos clorofenóis (Figura 53). Esses dados são corroborados pelas Tabela 13 a 15.

Figura 50 - Avaliação temporal e espacial dos fenóis totais (somatória dos 21 fenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

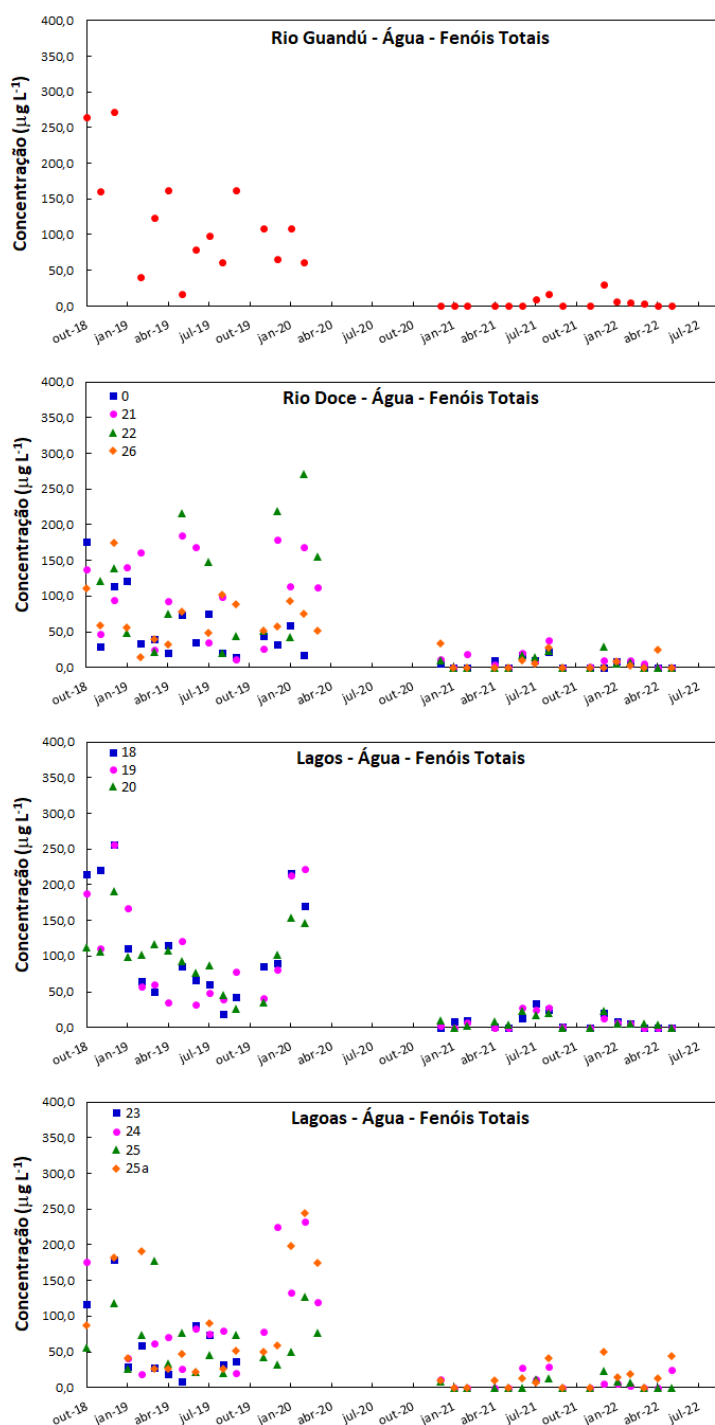


Figura 51 - Avaliação temporal e espacial do grupo 1 (somatória dos fenóis e cresóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

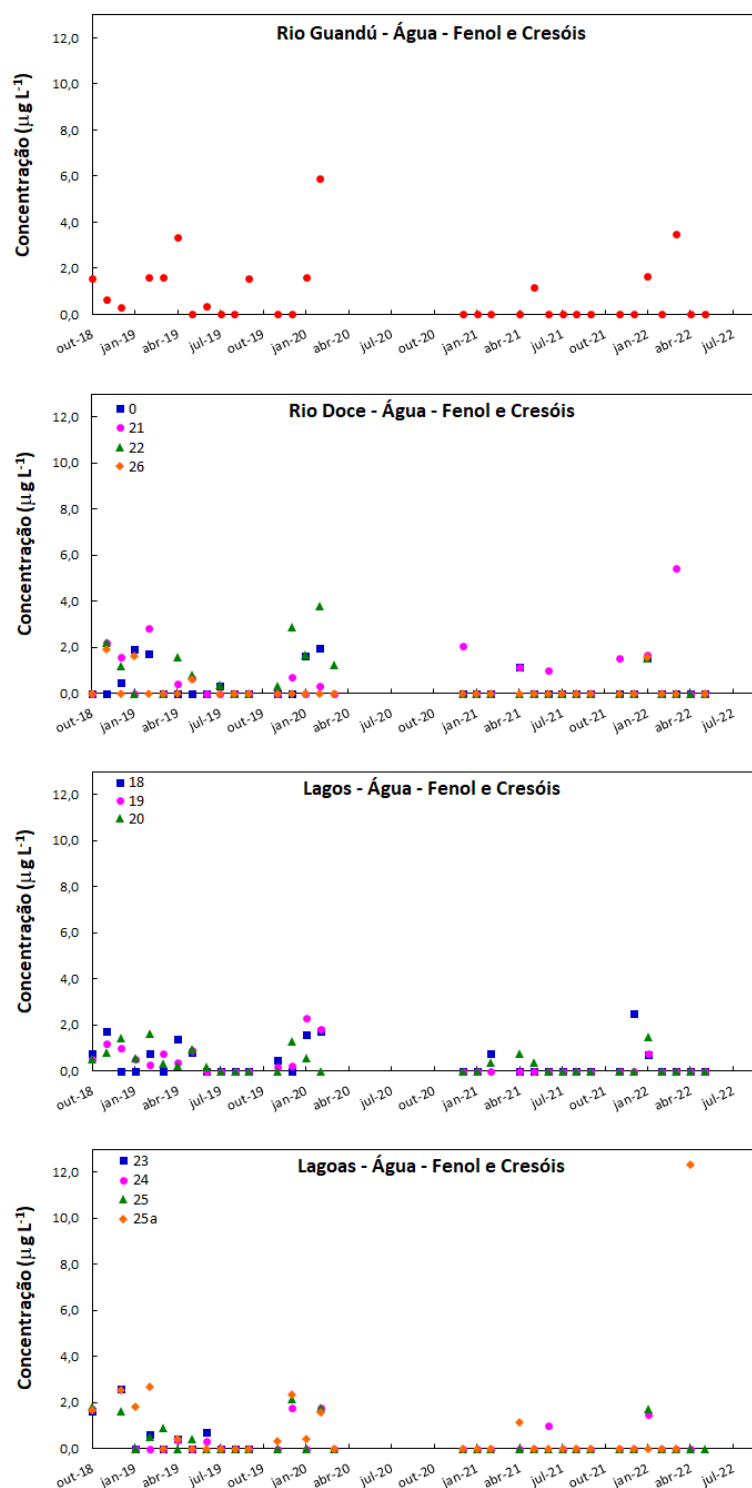


Figura 52 - Avaliação temporal e espacial do grupo 2 (somatória dos nitrofenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

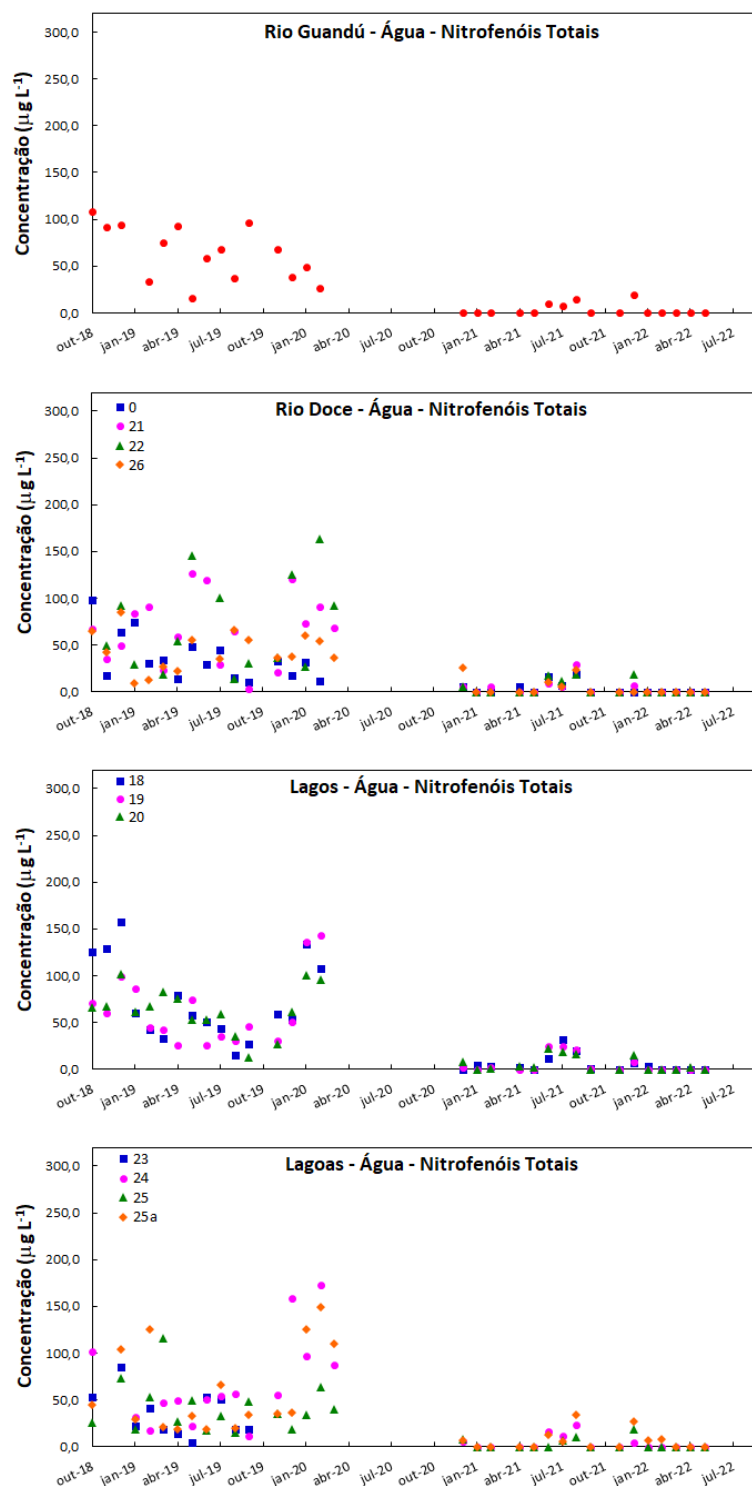


Figura 53 - Avaliação temporal e espacial do grupo 3 (somatória dos clorofenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

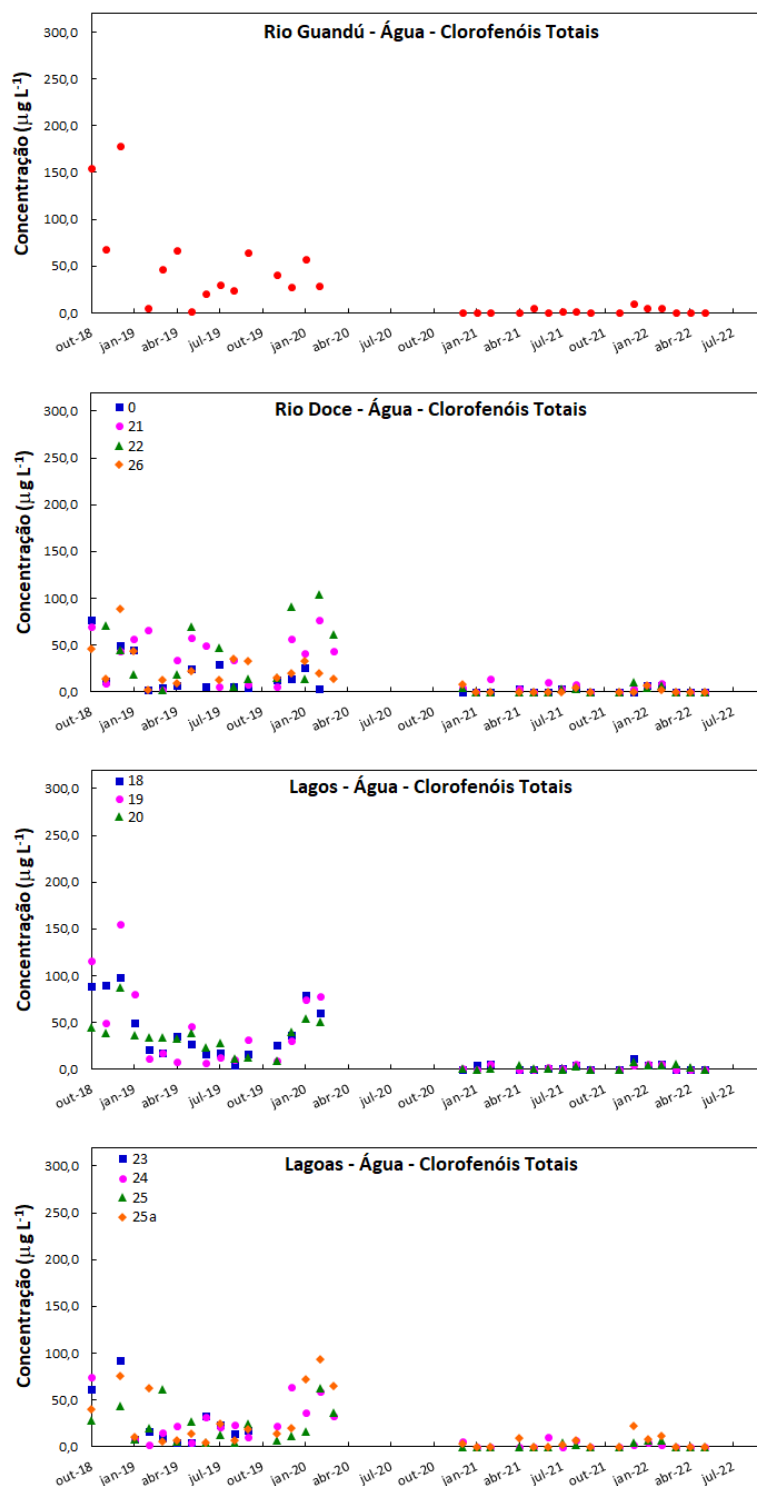


Tabela 13 - Limites CONAMA, e índices de não conformidade de fenóis ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e Manhuaçu e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta separadas por períodos, entre out/2018 e jul/2022.

Lagos - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	0,1	44,4%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	0,3	77,8%	55,6%	83,3%	0,0%	0,0%	13,3%	0,0%
Pentachlorophenol	9	44,4%	11,1%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	10	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	0,1	15,8%	4,2%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	0,3	31,6%	33,3%	80,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	9	26,3%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	10	5,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	0,1	13,6%	18,2%	31,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	0,3	40,9%	50,0%	57,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	9	36,4%	18,2%	36,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Guandú - Não Conformidades - CONAMA Classe 2 - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	0,1	60,0%	33,3%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	0,3	80,0%	66,7%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	9	80,0%	33,3%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	10	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 14 - Limites NOAA, e índices de não conformidade de fenóis nos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta separadas por períodos, entre out/2018 e Jul/2022.

Lagos - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	490	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	160	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,6-Dichlorophenol	0,2	88,9%	50,0%	91,7%	33,3%	16,7%	0,0%	0,0%
2,4-Dimethylphenol	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dinoseb	0,05	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	22,2%	6,7%	0,0%
2,4-Dinitrophenol	45	5,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4-Nitrophenol	300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	15	22,2%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenol	320	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	1	100,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	20	22,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,5-Trichlorophenol	63	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
2-Chlorophenol	490	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	160	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,6-Dichlorophenol	0,2	42,1%	54,2%	73,3%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%
2,4-Dimethylphenol	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dinoseb	0,05	73,7%	79,2%	100,0%	0,0%	22,2%	13,3%	0,0%
2,4-Dinitrophenol	45	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4-Nitrophenol	300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	15	10,5%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenol	320	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	1	94,7%	100,0%	100,0%	0,0%	11,1%	13,3%	0,0%
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	20	15,8%	0,0%	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,5-Trichlorophenol	63	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 15 - Limites NOAA, e índices de não conformidade de fenóis ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta separadas por períodos, entre out/2018 e jul/2022.

Rio Doce - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
2-Chlorophenol	490	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	160	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,6-Dichlorophenol	0,2	50,0%	72,7%	63,2%	8,3%	12,5%	0,0%	0,0%
2,4-Dimethylphenol	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dinoseb	0,05	77,3%	77,3%	94,7%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dinitrophenol	45	0,0%	13,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4-Nitrophenol	300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	15	13,6%	4,5%	21,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenol	320	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	1	72,7%	100,0%	94,7%	8,3%	4,2%	10,5%	0,0%
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	20	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,5-Trichlorophenol	63	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Rio Guandú - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Fenol	Limite ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
2-Chlorophenol	490	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dichlorophenol	160	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,6-Dichlorophenol	0,2	80,0%	66,7%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4-Dimethylphenol	100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dinoseb	0,05	100,0%	83,3%	100,0%	0,0%	16,7%	20,0%	0,0%
2,4-Dinitrophenol	45	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4-Nitrophenol	300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pentachlorophenol	15	40,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenol	320	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	1	100,0%	83,3%	100,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,5-Trichlorophenol	63	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2,4,6-Trichlorophenol	20	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

### 3.5 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – ESTERÓIS

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Houve um aumento do teor de **Esteróis Totais** observado para todas as estações no Rio Doce, Guandu, Lagos e Lagoas no período de out21/ a mar/22 e de abr/22 a set/22. Entretanto, houve redução ao longo do PMBA, sendo valores menores que os de outros anos antes da pandemia da COVID19 (Figuras 54 e 55), mas há tendência de aumento nos períodos chuvosos

Figura 54 - Avaliação temporal e espacial dos esteróis (somatória dos 12 esteróis analisados) ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

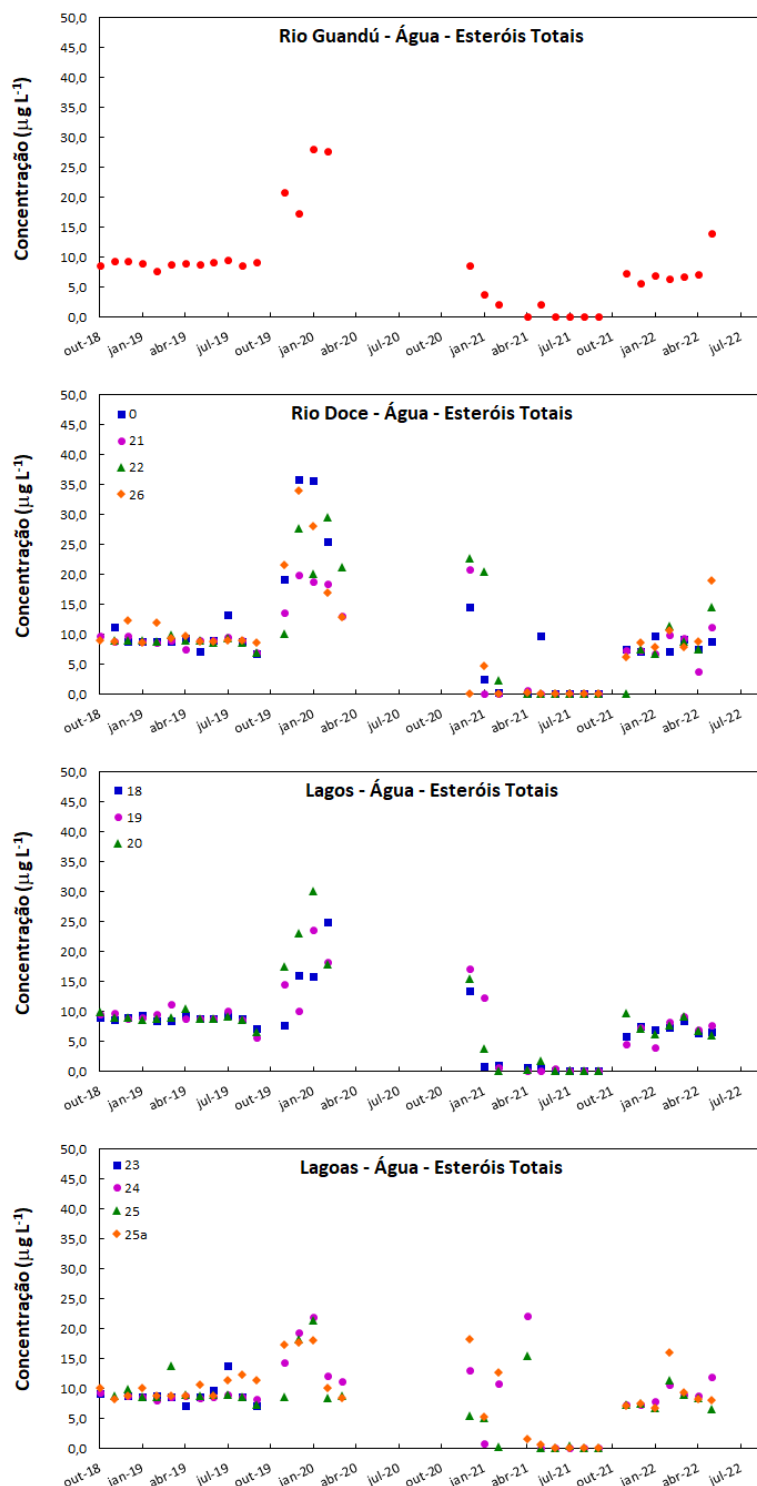
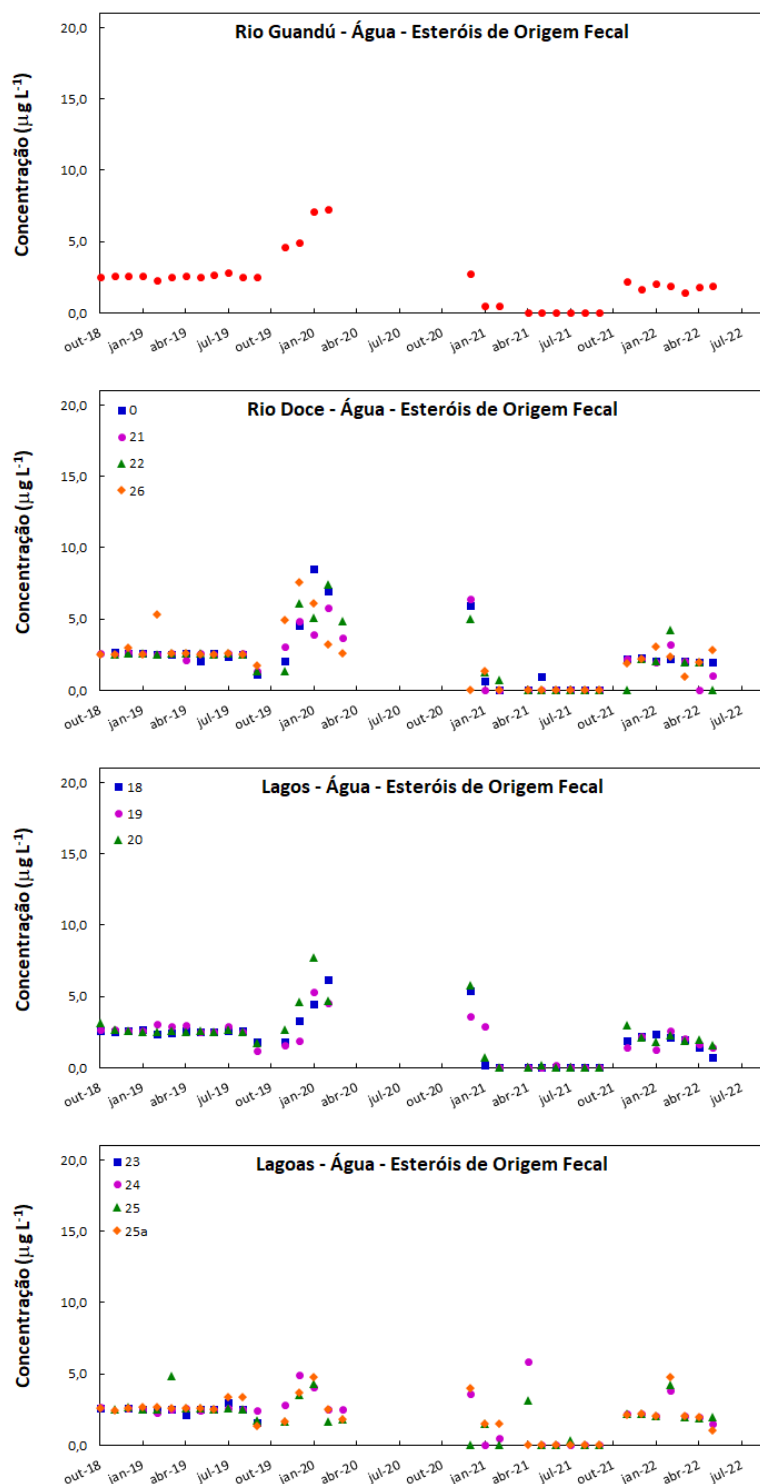


Figura 55 - Avaliação temporal e espacial dos esteróis de origem fecal (somatória do  $5\beta$ -Cholestan- $3\beta$ -ol,  $5\alpha$ -Cholestan- $3\beta$ -ol e  $5\beta$ -Cholestan-3-one) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.



### 3.6 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – BIFENILAS POLICLORADAS (PCB'S)

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Destaca-se um aumento do teor **de PCBs- bifenilas policloradas**. Totais. O aumento foi observado para todas as estações nos Rios Doce e Guandu, Lagos e Lagoas, com valores acima do NOAA crônico. Os aumentos ocorreram no período de out21/ a mar/22. Entretanto, tem havido redução ao longo do PMBA (Figura 56 e Tabela 16).

Figura 56 - Avaliação temporal e espacial dos PCBs (somatória dos 7 PCBs analisados) ao longo da Calha dos rios Guandú e Doce e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

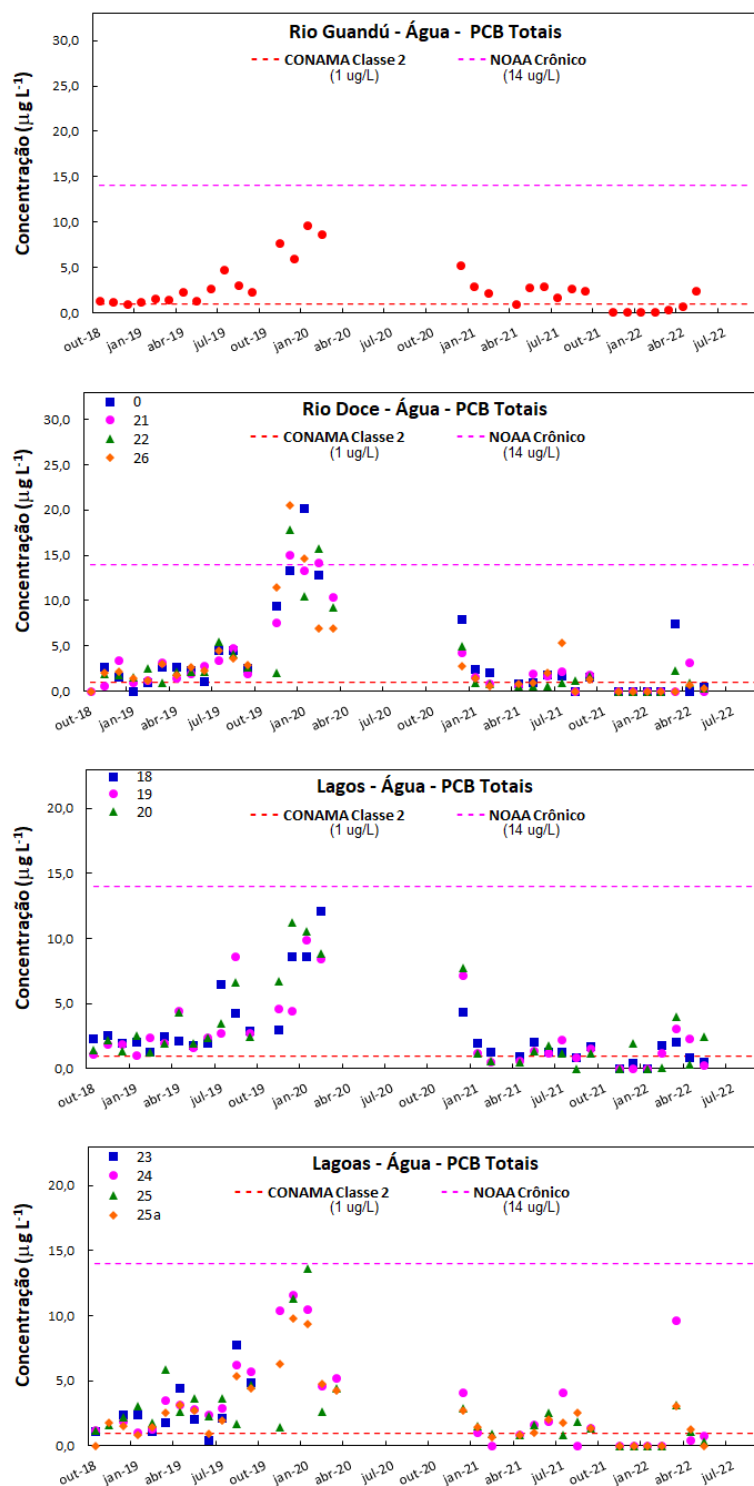


Tabela 16 - Limites CONAMA classe 2 e NOAA crônico, e índices de não conformidade de PCB totais ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú, e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta separadas por períodos entre out/2018 a jul/2022.

Lagos - Não Conformidades – Água – PCBs Totais								
Legislação	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
CONAMA Classe 2	1	100,0%	100,0%	100,0%	77,8%	66,7%	40,0%	33,3%
NOAA Crônico	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades – Água – PCBs Totais								
Legislação	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
CONAMA Classe 2	1	86,4%	91,7%	100,0%	55,6%	66,7%	20,0%	33,3%
NOAA Crônico	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Doce - Não Conformidades – Água – PCBs Totais								
Legislação	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
CONAMA Classe 2	1	68,2%	100,0%	100,0%	66,7%	50,0%	10,0%	12,5%
NOAA Crônico	14	0,0%	0,0%	36,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Guandú - Não Conformidades – Água – PCBs Totais								
Legislação	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
CONAMA Classe 2	1	83,3%	100,0%	100,0%	100,0%	83,3%	0,0%	50,0%
NOAA Crônico	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

### 3.7 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – PESTICIDAS

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Detectou-se um aumento do teor de **Pesticidas** para o Rio Doce, Guandu, Lagos e Lagoas, para todas as estações na fase seca da amostragem, o que difere da maioria dos outros impactos. Este comportamento provavelmente ocorreu porque no período de chuvas não há pulverização de pesticidas (Figura 57 e Tabelas 17, 18 e 19 ).



Figura 57 - Avaliação temporal e espacial dos pesticidas (somatória dos 11 pesticidas avaliados) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

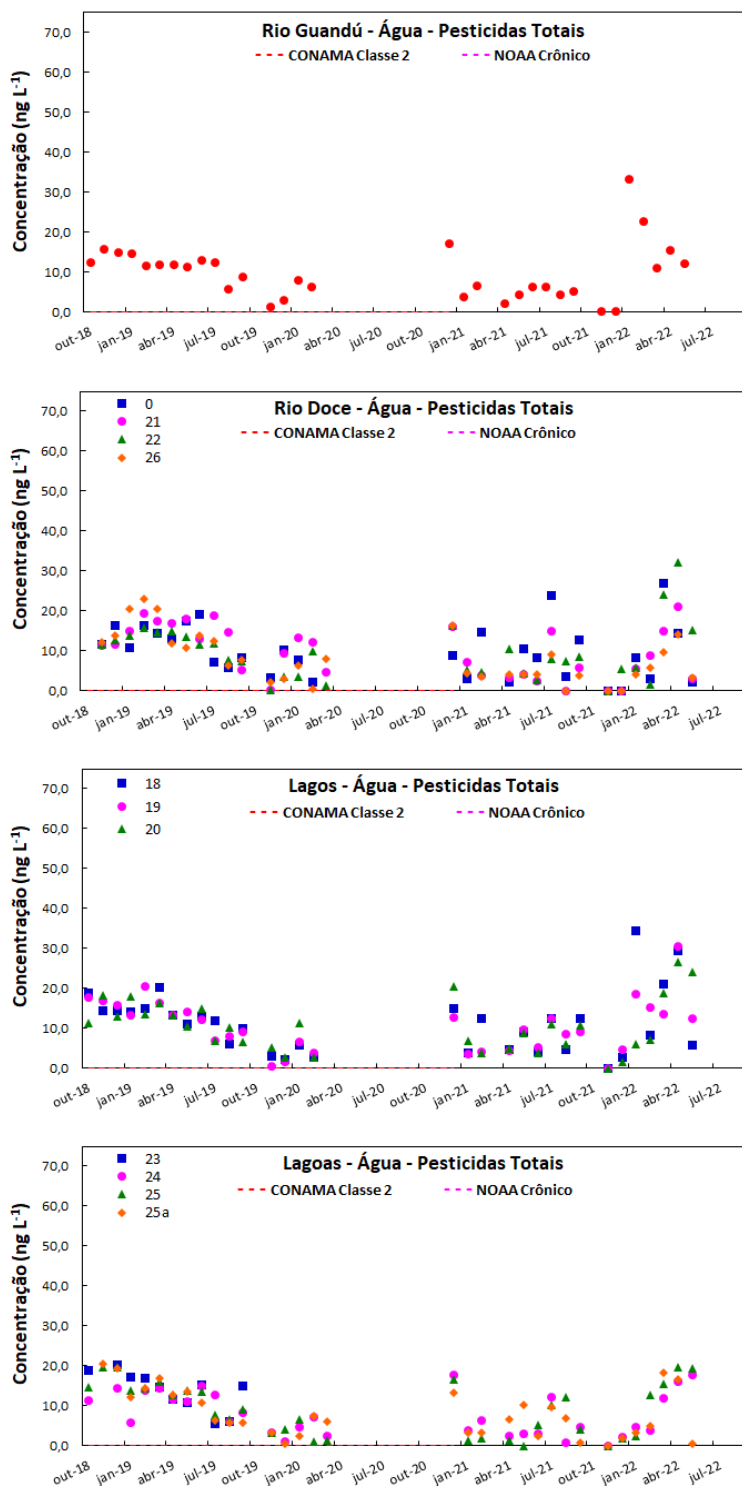


Tabela 17 - Limites CONAMA classe 2, e índices de não conformidade de Pesticidas ao longo dos Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Lagos - Não Conformidades – CONAMA 2 – Água								
Pesticida	Limite	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
	(ng L <sup>-1</sup> )							
Endrin	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%
DDD + DDE + DDT	2	100,0%	100,0%	25,0%	33,3%	0,0%	20,0%	100,0%
Clordanos	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA 2 – Água								
Pesticida	Limite	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
	(ng L <sup>-1</sup> )							
Endrin	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	2	100,0%	100,0%	26,7%	33,3%	0,0%	20,0%	83,3%
Clordanos	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA 2 – Água								
Pesticida	Limite	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
	(ng L <sup>-1</sup> )							
Endrin	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	2	100,0%	100,0%	36,8%	25,0%	0,0%	21,1%	50,0%
Clordanos	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Guandú - Não Conformidades - CONAMA 2 – Água								
Pesticida	Limite	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
	(ng L <sup>-1</sup> )							
Endrin	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	2	100,0%	100,0%	50,0%	33,3%	0,0%	20,0%	50,0%
Clordanos	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 18 - Limites NOAA crônico, e índices de não conformidade de Pesticidas nos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Lagos - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Pesticida	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
α-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
β-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
γ-BHC	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Δ-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	105000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	0,5	100,0%	100,0%	16,7%	22,2%	0,0%	20,0%	100,0%
Dieldrin	56	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	0,5	100,0%	100,0%	58,3%	33,3%	0,0%	20,0%	100,0%

Lagoas - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Pesticida	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
α-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
β-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
γ-BHC	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Δ-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	10500	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	0,5	100,0%	100,0%	20,0%	0,0%	0,0%	20,0%	83,3%
Dieldrin	56	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	0,5	100,0%	100,0%	46,7%	33,3%	0,0%	20,0%	100,0%

Tabela 19 - Limites NOAA crônico, e índices de não conformidade de Pesticidas ao longo das Calha dos rios Doce e Guandú, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Rio Doce - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Pesticida	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
α-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
β-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
γ-BHC	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Δ-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	10500	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	0,5	100,0%	100,0%	26,3%	8,3%	0,0%	21,1%	75,0%
Dieldrin	56	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	0,5	100,0%	100,0%	52,6%	33,3%	0,0%	21,1%	100,0%

Rio Guandú - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
Pesticida	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
α-BHC	2200	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
β-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
γ-BHC	80	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Δ-BHC	2200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	10500	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	0,5	100,0%	100,0%	0,0%	33,3%	0,0%	40,0%	100,0%
Dieldrin	56	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	36	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT	0,5	100,0%	100,0%	75,0%	33,3%	0,0%	40,0%	100,0%

### 3.8 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPAS)

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Também houve aumento do teor de **HPAs - Hidrocarbonetos Poliaromáticos** observado em todas as estações dos Rios Guandu, Doce, lagos e lagoas, atingindo os maiores valores do PMBA. O aumento ocorreu na época da grande cheia de out21 a mar22 (Figura 58 e Tabelas 20 a 23).

Figura 58 - Avaliação temporal e espacial dos hidrocarbonetos poliaromáticos (somatória dos 16 HPAs avaliados) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

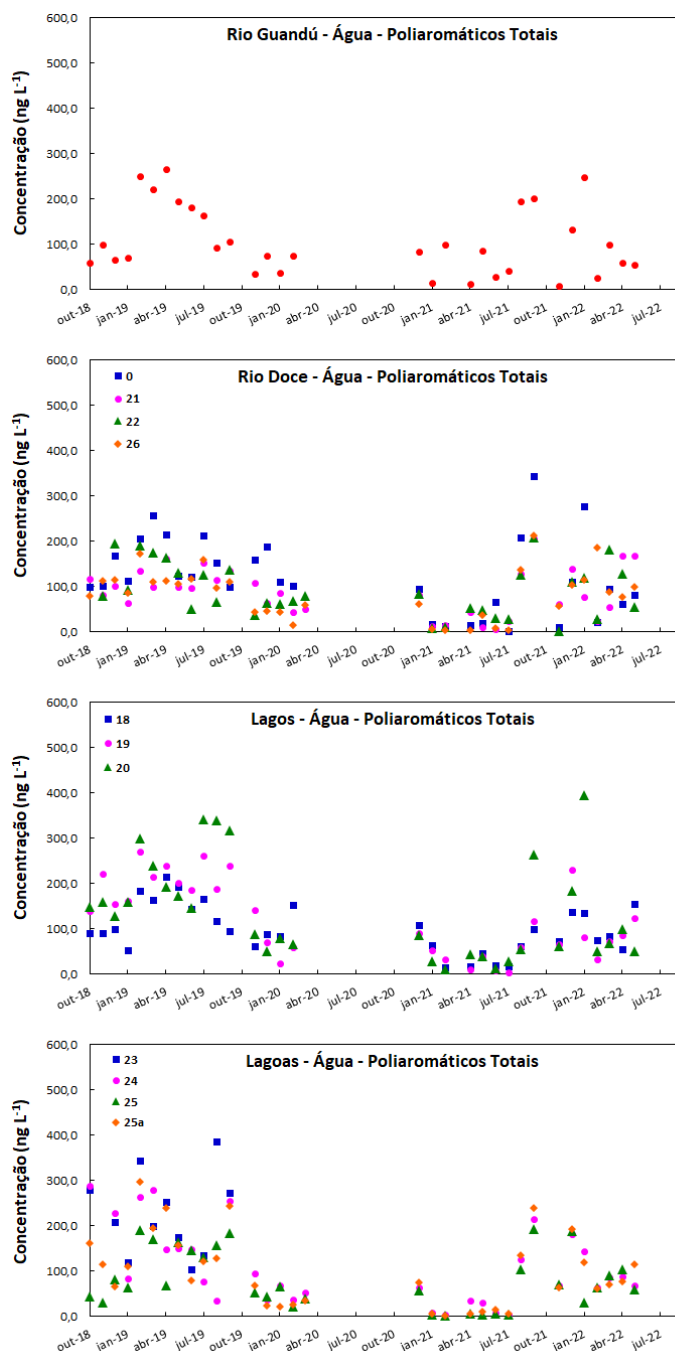


Tabela 20 - Limites CONAMA classe 2 e índices de não conformidade de hidrocarbonetos poliaromáticos nos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Lagos - Não Conformidades - CONAMA 2 - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Benzo(a)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(k)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53,3%	16,7%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA 2 - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Benzo(a)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(k)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	46,7%	16,7%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 21 - Limites CONAMA classe 2 e índices de não conformidade de hidrocarbonetos poliaromáticos ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA 2 - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Benzo(a)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(k)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	26,3%	50,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Rio Guandú - Não Conformidades - CONAMA 2 - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Benzo(a)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(k)fluoranteno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo(a,h)antraceno	50	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 22 - Limites NOAA crônico, e índices de não conformidade de HPAs nos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Lagos - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Naftaleno	1100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	4840000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	5800	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	3900	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	6300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	730	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	25	38,9%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	16,7%
Benzo(a)antraceno	27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	9070	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	14	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	4310	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(g,h,i)perileno	7640	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Naftaleno	1100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	4840000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	5800	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	3900	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	6300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	730	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	40	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	25	13,6%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%
Benzo(a)antraceno	27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	9070	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	14	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	4310	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(g,h,i)perileno	7640	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 23 - Limites NOAA crônico, e índices de não conformidade de hidrocarbonetos poliaromáticos ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú, nas 597 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.

Rio Doce - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Naftaleno	1100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	4840000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	5800	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	3900	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	6300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	730	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	25	13,0%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	10,5%	37,5%
Benzo(a)antraceno	27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	9070	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	84,2%	100,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	4310	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(g,h,i)perileno	7640	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

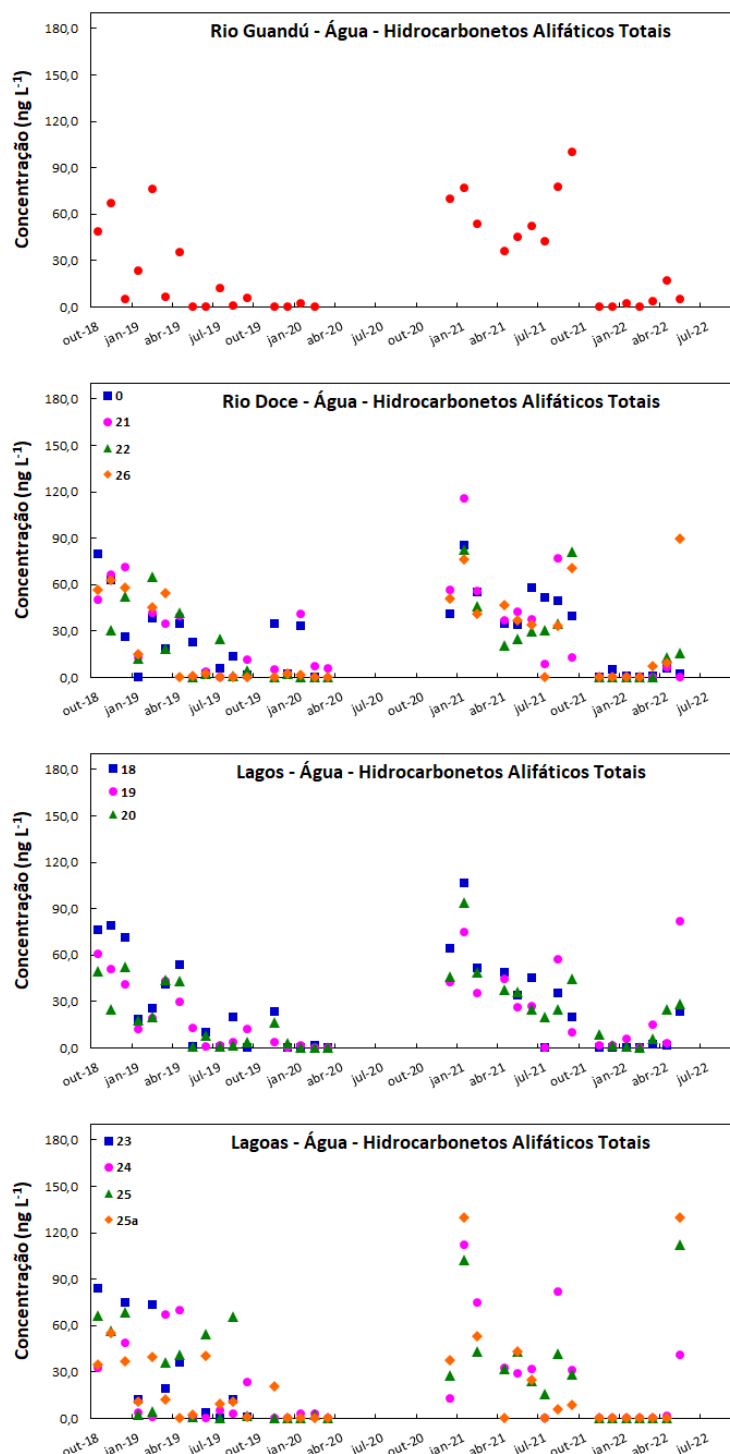
  

Rio Guandú - Não Conformidades - NOAA Crônico - Água								
HPA	Limite (ng L <sup>-1</sup> )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Naftaleno	1100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	4840000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	5800	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	3900	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	6300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	730	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	40	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	25	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	16,7%	40,0%	0,0%
Benzo(a)antraceno	27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(b)fluoranteno	9070	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a)pireno	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	60,0%	100,0%
Indeno(1,2,3-cd)pireno	4310	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(g,h,i)perileno	7640	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

### 3.9 QUALIDADE DA ÁGUA NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022. Houve uma redução do teor de **HAs- Hidrocarboneros Alifáticos** no Rio Doce, Guandú, Lagos e Lagoas para todas as estações em relação aos dados anteriores do PMBA. (Figura 59).

Figura 59 - Avaliação temporal e espacial dos hidrocarbonetos alifáticos (somatória dos 34 hidrocarbonetos) ao longo dos rios Doce e Guandú e dos Lagos/Lagoas, nas 597 amostras de água das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022



### 3.10 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – FENÓIS

Figura 60 - Avaliação temporal e espacial dos fenóis totais (somatória dos 21 fenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

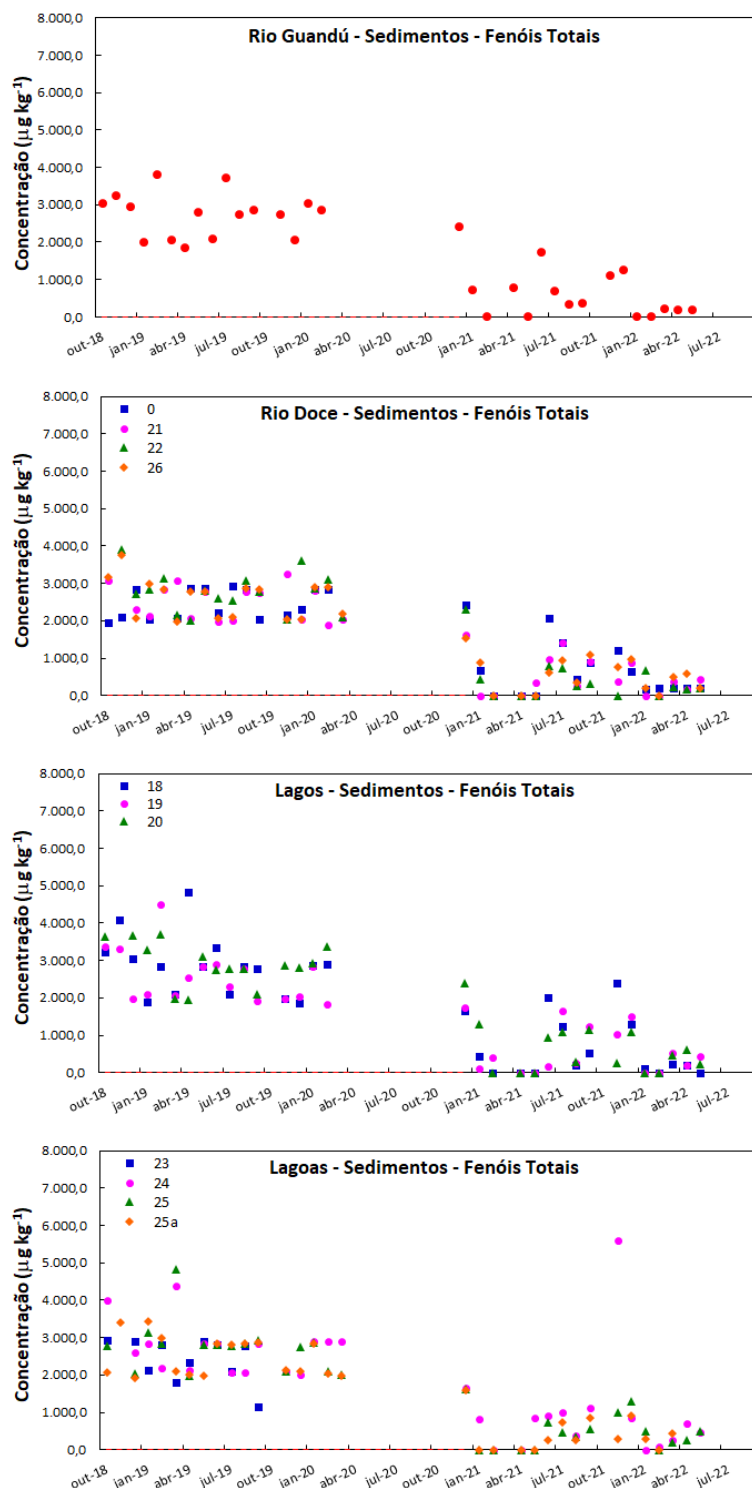


Figura 61 - Avaliação temporal e espacial do grupo 1 (somatória dos fenóis e cresóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

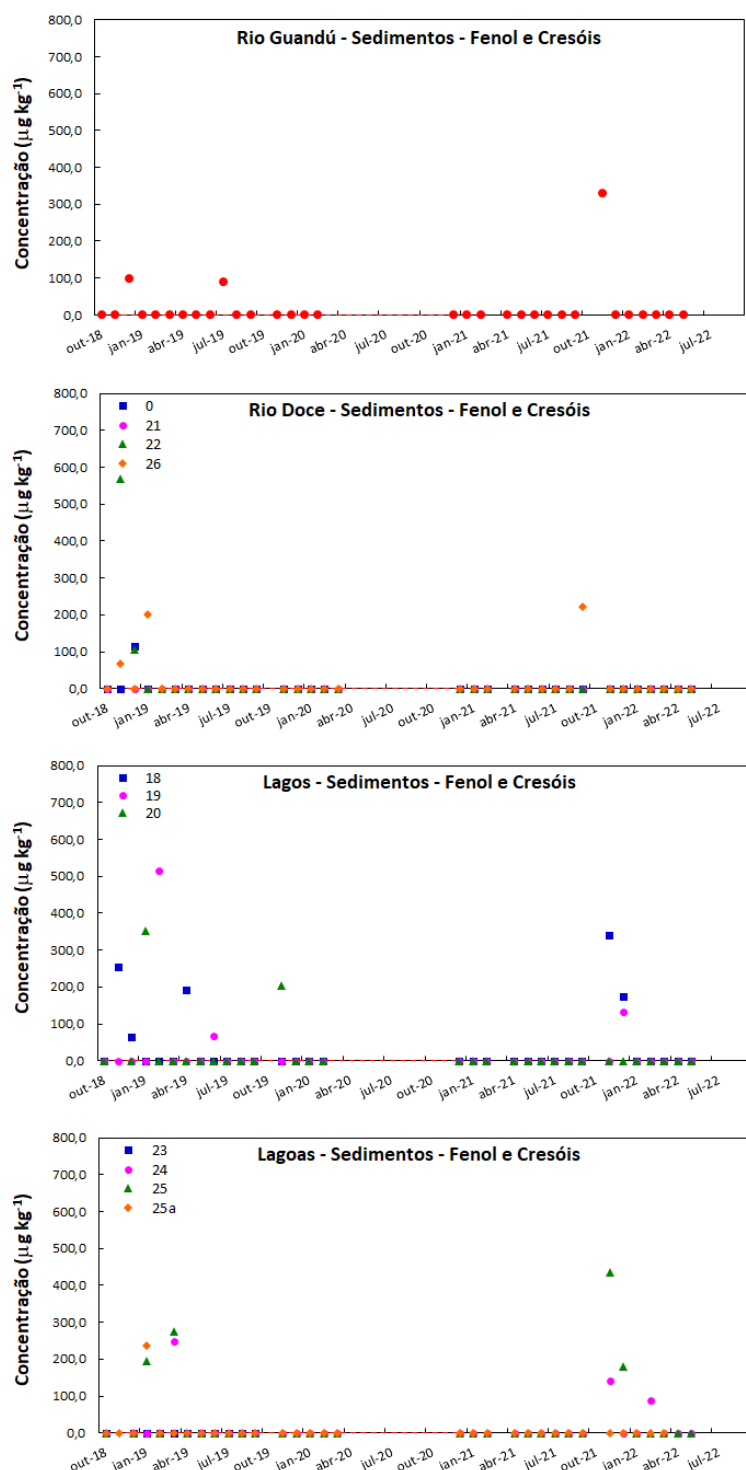


Figura 62 - Avaliação temporal e espacial do grupo 2 (somatória dos nitrofenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

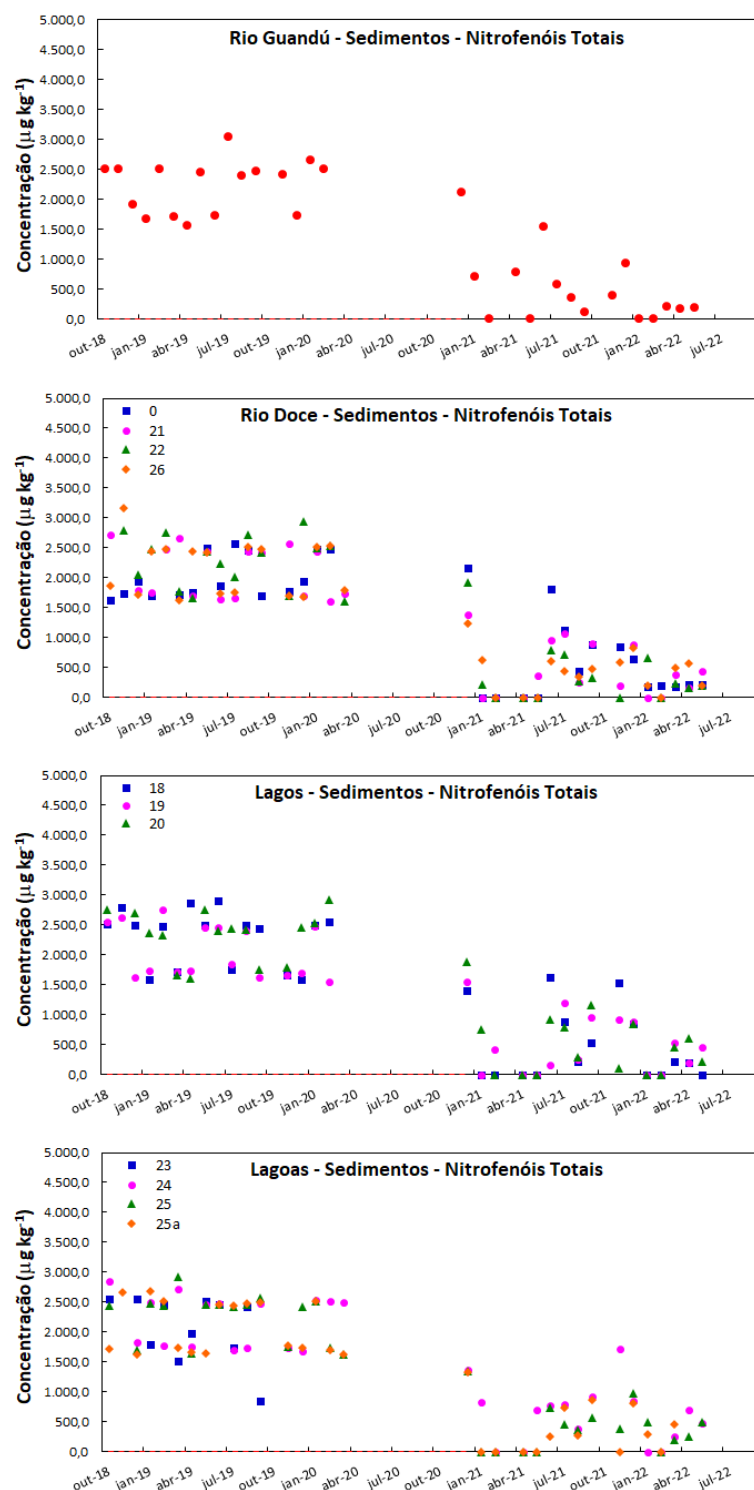
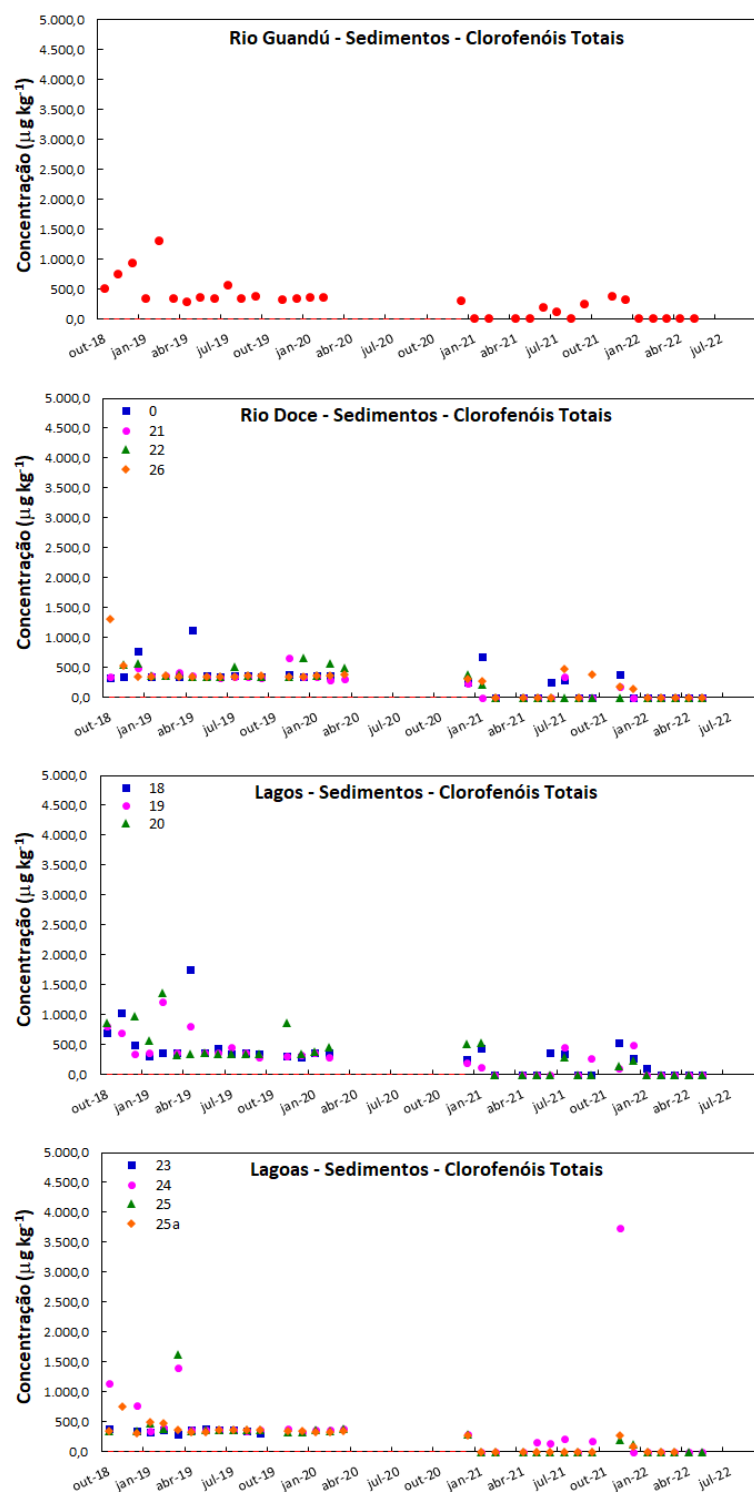


Figura 63 - Avaliação temporal e espacial do grupo 3 (somatória dos clorofenóis analisados) ao longo das Calhas dos rios Doce, Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.



### 3.11 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – ESTERÓIS

Figura 64 - Avaliação temporal e espacial dos esteróis (somatória dos 12 esteróis analisados) ao longo da Calha dos Rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

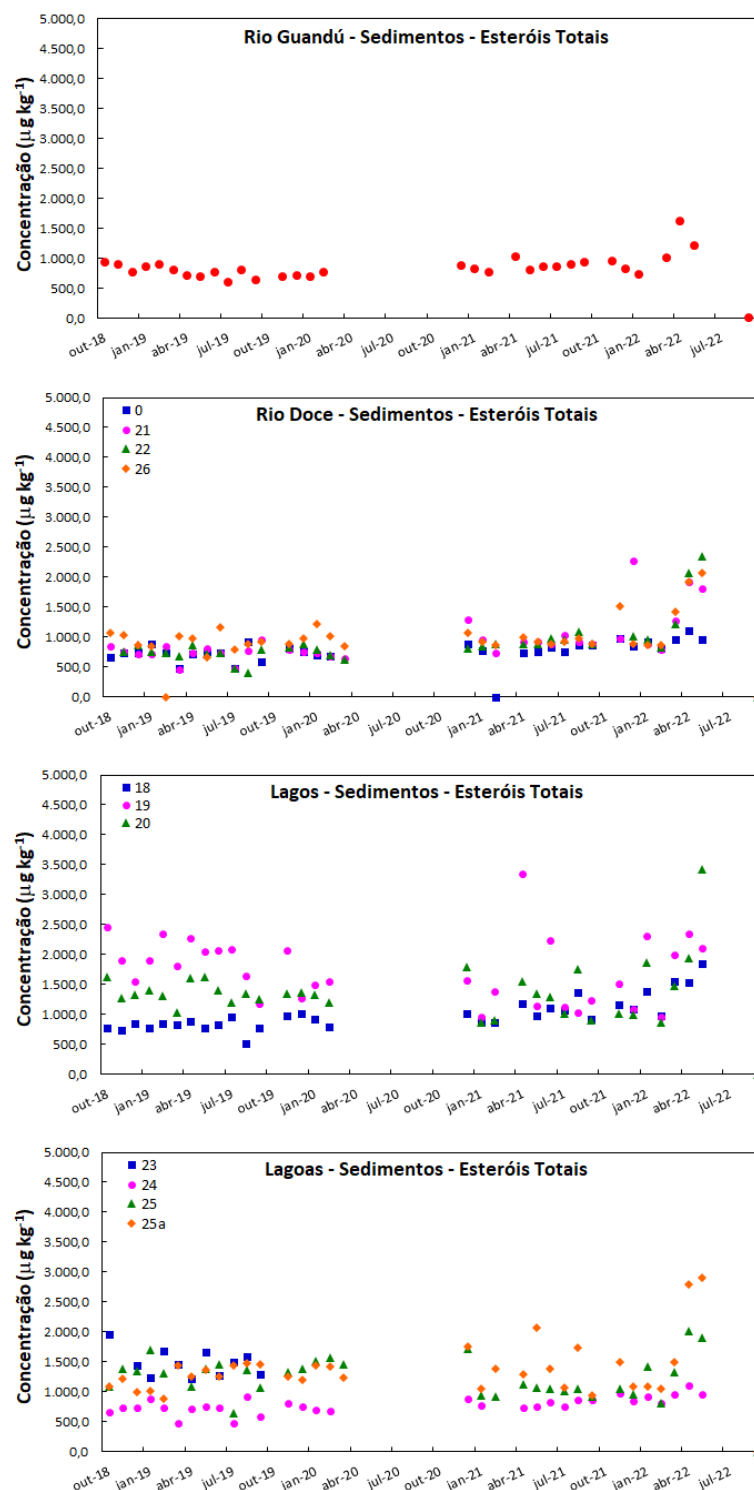
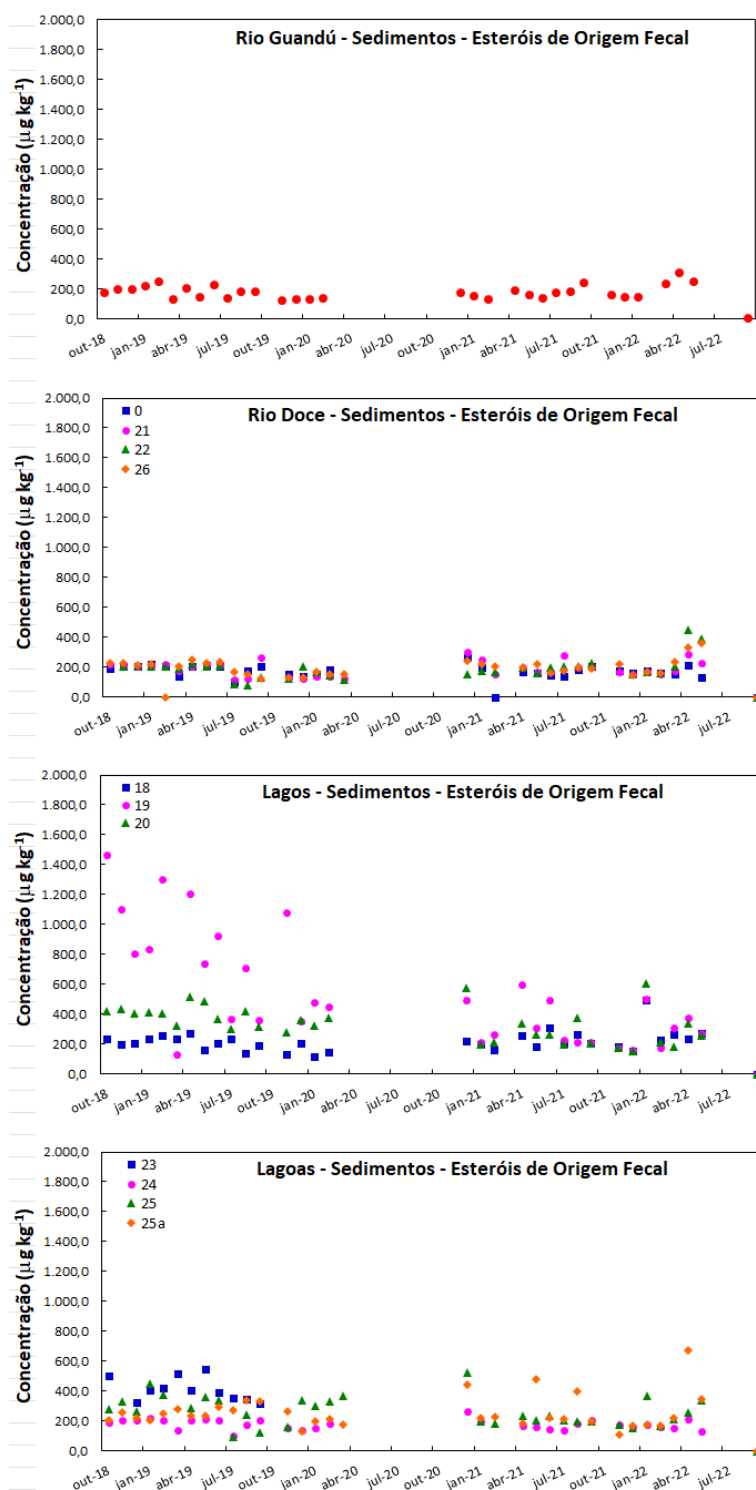


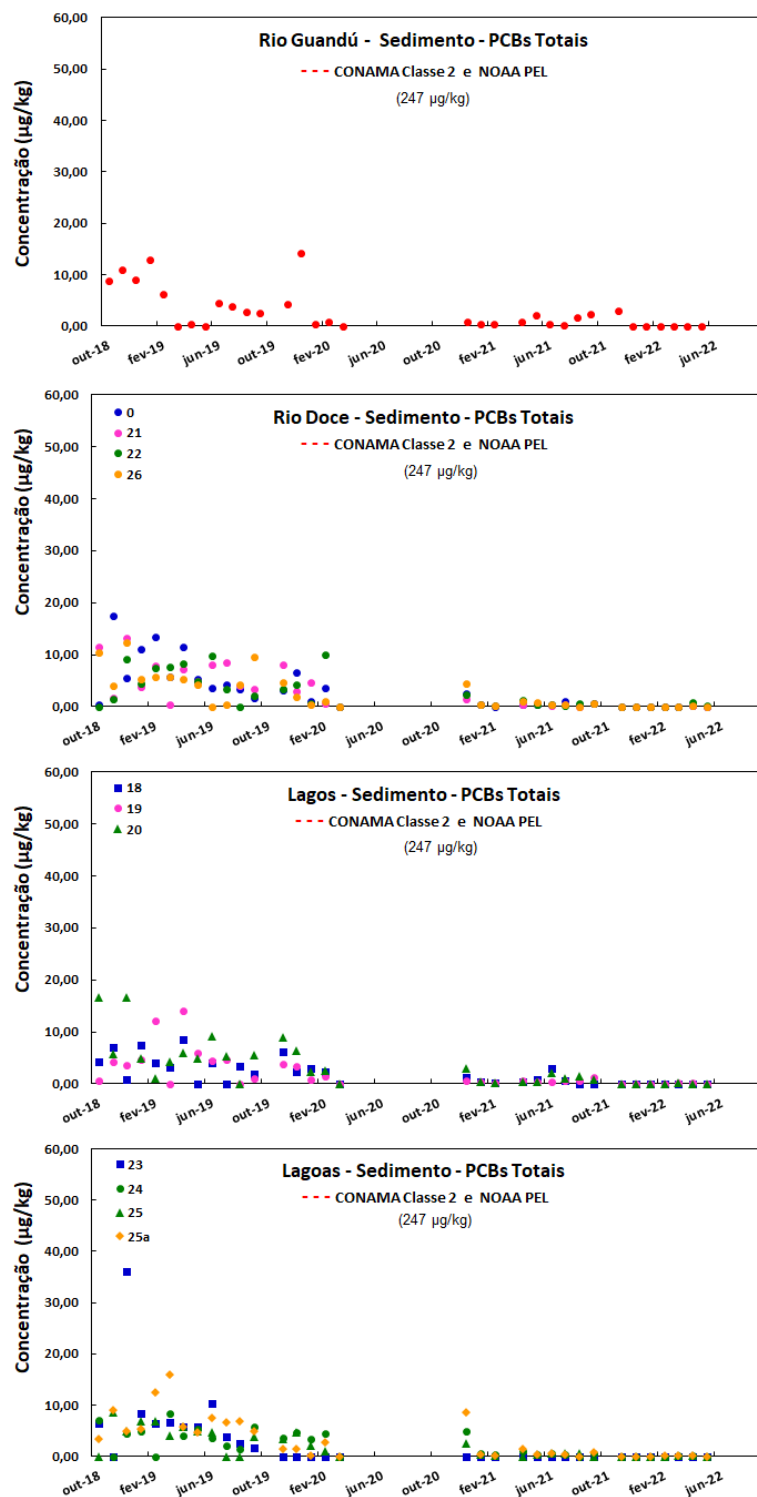
Figura 65 - Avaliação temporal e espacial dos esteróis de origem fecal (somatória de  $5\beta$ -Cholestan- $3\beta$ -ol,  $5\alpha$ -Cholestan- $3\beta$ -ol e  $5\beta$ -Cholestan-3-one) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.





### 3.12 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – BIFENILAS POLICLORADAS (PCB'S)

Figura 66 - Avaliação temporal e espacial dos PCBs (somatória dos 7 PCBs analisados) ao longo da Calha dos rios Guandú e Doce e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.



### 3.13 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – PESTICIDAS

Figura 67 - Avaliação temporal e espacial dos pesticidas (somatória dos 11 pesticidas avaliados) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

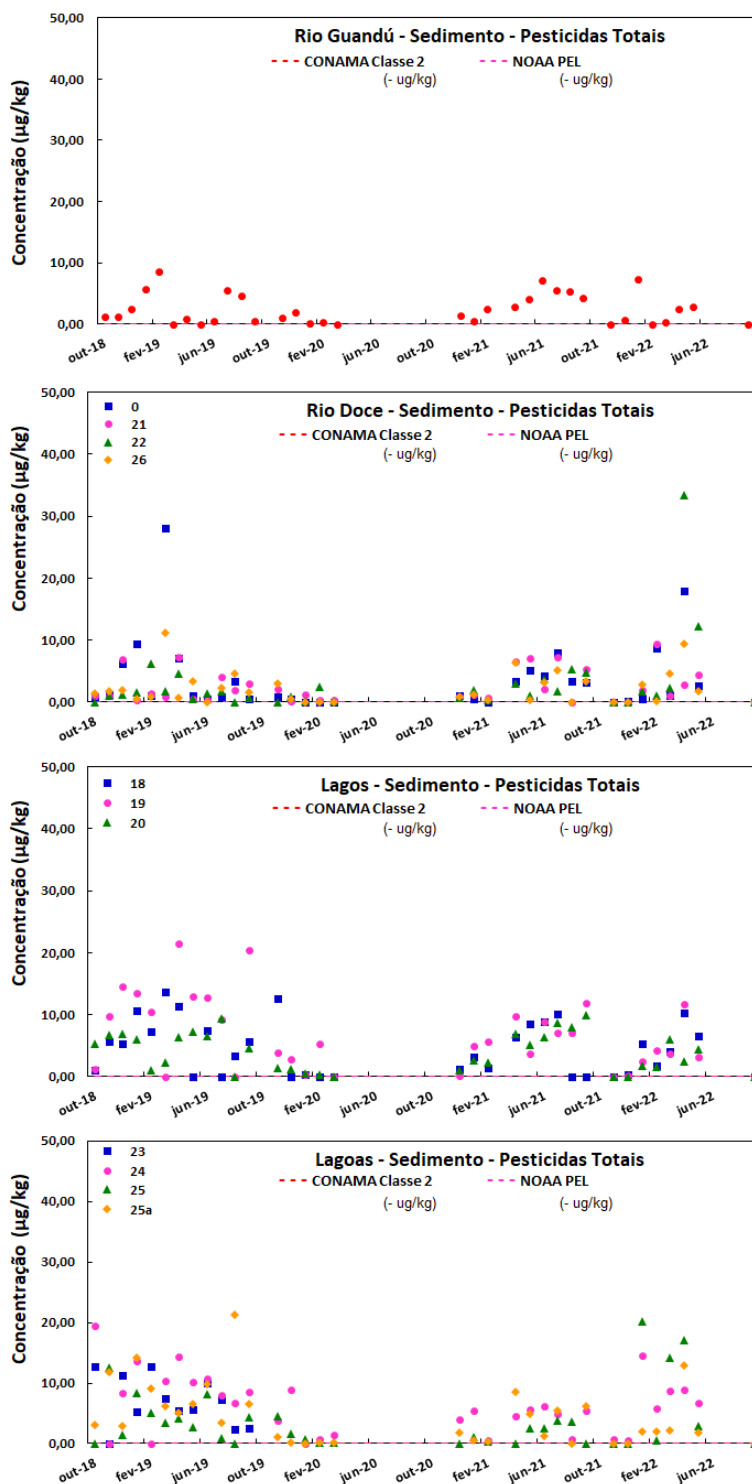


Tabela 24 - Limites CONAMA nível 2 e NOAA PEL, e índices de não conformidade de Pesticidas dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

Lagos - Não Conformidades – CONAMA Nível 2 e NOAA PEL- Sedimento								
Pesticida	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
$\gamma$ -BHC	1,38	47,1%	78,6%	0,0%	0,0%	83,3%	6,7%	33,3%
DDD	8,51	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	6,75	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	4,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dieldrin	6,67	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	62,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT*	4,45	5,9%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

\* Somente para NOAA PEL

Lagoas - Não Conformidades – CONAMA Nível 2 e NOAA PEL- Sedimento								
Pesticida	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
$\gamma$ -BHC	1,38	65,0%	69,6%	0,0%	22,2%	61,1%	0,0%	33,3%
DDD	8,51	0,0%	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	6,75	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	4,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dieldrin	6,67	5,0%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	62,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT*	4,45	15,0%	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

\* Somente para NOAA PEL

Tabela 25 - Limites CONAMA nível 2 e NOAA PEL, e índices de não conformidade de Pesticidas ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

Rio Doce - Não Conformidades – CONAMA Nível 2 e NOAA PEL- Sedimento								
Pesticida	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
$\gamma$ -BHC	1,38	21,7%	36,4%	0,0%	0,0%	45,8%	0,0%	37,5%
DDD	8,51	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	6,75	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	4,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dieldrin	6,67	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	62,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT*	4,45	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
* Somente para NOAA PEL								

Rio Guandú - Não Conformidades – CONAMA Nível 2 e NOAA PEL- Sedimento								
Pesticida	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
$\gamma$ -BHC	1,38	20,0%	40,0%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%
DDD	8,51	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDE	6,75	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDT	4,77	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dieldrin	6,67	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Endrin	62,4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
DDD + DDE + DDT*	4,45	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
* Somente para NOAA PEL								

### 3.14 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS (HPAS)

A figura 68 mostrou uma tendência de aumento de HPAS ao longo do PMBA para todos os ambientes.

Figura 68 - Avaliação temporal e espacial dos hidrocarbonetos poliaromáticos (somatória dos 16 HPAs avaliados) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

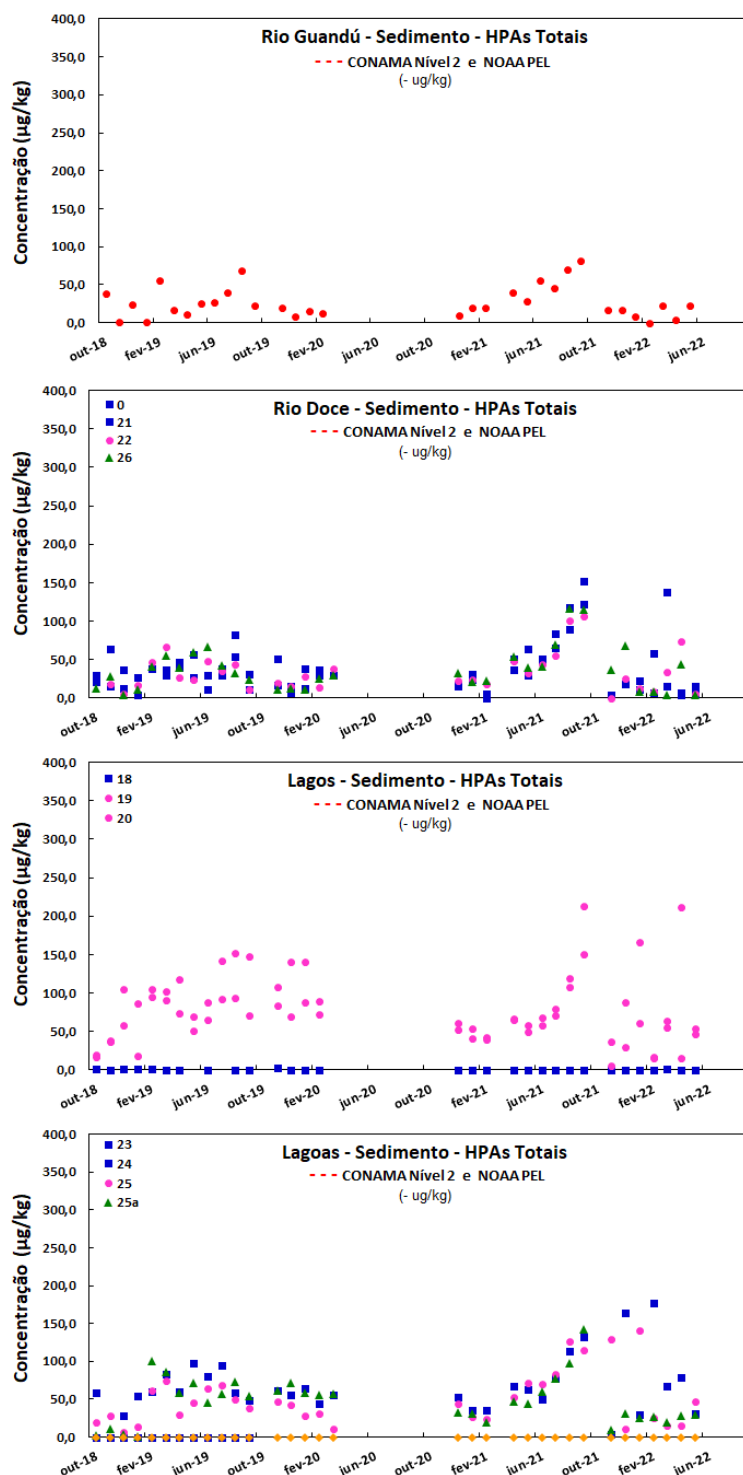


Tabela 26 - Limites CONAMA nível 2 e NOAA PEL, índices de não conformidade de hidrocarbonetos poliaromáticos nos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

Lagos - Não Conformidades - CONAMA Nível 2 e NOAA PEL - Sedimento								
HPA	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Naftaleno	391	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	128	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	88,9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	144	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	515	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	245	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	2355	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	875	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) antraceno	385	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	862	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) pireno	782	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo (a,h) antraceno	135	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Lagoas - Não Conformidades - CONAMA Nível 2 e NOAA PEL - Sedimento								
HPA	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr22 a set/22
Naftaleno	391	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	128	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	88,9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	144	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	515	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	245	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	2355	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	875	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) antraceno	385	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	862	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) pireno	782	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo (a,h) antraceno	135	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabela 27 - Limites CONAMA nível 2 e NOAA PEL, índices de não conformidade de hidrocarbonetos poliaromáticos ao longo das Calhas dos rios Doce e Guandú, nas 410 amostras de água analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a set/2022.

Rio Doce - Não Conformidades - CONAMA Nível 2 e NOAA PEL - Sedimento								
HPA	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Naftaleno	391	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	128	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	88,9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	144	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	515	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	245	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	2355	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	875	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) antraceno	385	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	862	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) pireno	782	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo (a,h) antraceno	135	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

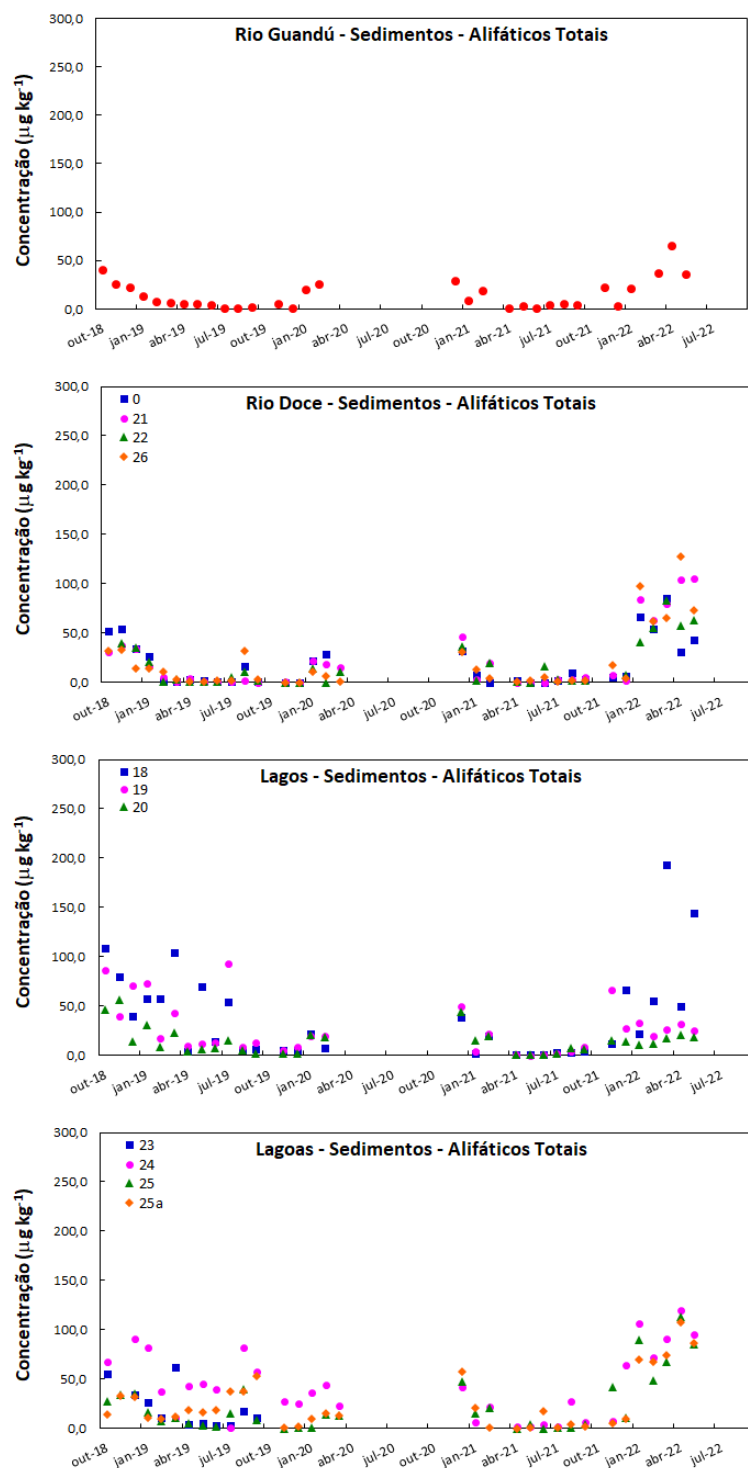
  

Rio Guandú - Não Conformidades - CONAMA Nível 2 e NOAA PEL - Sedimento								
HPA	Limite ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	out/18 a mar/19	abr/19 a set/19	out/19 a mar/20	out/20 a mar/21	abr/21 a set/21	out/21 a mar/22	abr/22 a set/22
Naftaleno	391	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenaftileno	128	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Acenafteno	88,9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoreno	144	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fenantreno	515	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Antraceno	245	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fluoranteno	2355	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pireno	875	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) antraceno	385	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Criseno	862	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benzo(a) pireno	782	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Dibenzo (a,h) antraceno	135	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

### 3.15 QUALIDADE DO SEDIMENTO NO AMBIENTE DULCÍCOLA – HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS

Este parâmetro foi descontinuado no novo ciclo do PMBA, sendo, portanto, reportado os resultados até julho/2022.

Figura 69 - Avaliação temporal e espacial dos hidrocarbonetos alifáticos (somatória dos 34 hidrocarbonetos avaliados) ao longo da Calha dos rios Doce e Guandú e dos ambientes adjacentes Lagos/Lagoas, nas 410 amostras de sedimento analisadas das 12 estações de coleta ao longo do período de out/2018 a jul/2022.





#### **4 ITENS PREVISTOS E NÃO REALIZADOS: JUSTIFICATIVAS**

Todos os itens previstos para o tema Dulcícola -Qualidade de Água e Sedimentos foram realizados.

#### **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

U.S. EPA. 1996. "Method 3550C (SW-846): Soxhlet Extraction," Washington, DC.

U.S. EPA. 1996. "Method 3630C (SW-846): Silica Gel Cleanup," Washington, DC.

U.S. EPA. 1996. "Method 3052 (SW-846): Microwave Assisted Acid Digestion of Siliceous and Organically Based Matrices". Washington, DC.

U.S. EPA. 1996. "Method 3052 (SW-846): Microwave Assisted Acid Digestion of Siliceous and Organically Based Matrices" Revision 1. Washington, DC.

U.S. EPA. 1996. "Method 3510C (SW-846): Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction" Revision 1. Washington, DC.

U.S. EPA. 2007. "Method 3550C (SW-846): Ultrasonic Extraction," Washington, DC.

U.S. EPA. 2007. "Method 8041A (SW-846): Phenols by Gas Chromatography," Washington, DC.

U.S. EPA. 2007. "Method 3015A (SW-846): Microwave Assisted Acid Digestion of Aqueous Samples and Extracts," Revision 1. Washington, DC

U.S. EPA. 2007. "Method 3051A (SW-846): Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Oils," Revision 1. Washington, DC.

U.S. EPA. 2007. "Method 8082A (SW-846): Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography" Revision 1. Washington, DC.

U.S. EPA. 2014. "Method 8270E (SW-846): Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)," Washington, DC.