

# Relatório Técnico Parcial II

Revisão 02  
Referência: Novembro 2022

Agente Financiador:



**COMITÊ DE BACIA  
DO RIO MACAÉ**

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS



**inea** instituto estadual  
do ambiente

**FUNDRHI**

Entidade Delegatária



Entidade Executora



## EQUIPE TÉCNICA

| Profissional                       | Formação / Função / Contato  | Registro Conselho de Classe |
|------------------------------------|--|-----------------------------|
| Ronaldo Leão Guimarães             | PhD em Ciências Ambientais, biólogo<br>Responsável Técnico pelo Projeto<br><a href="mailto:ronaldoleao@oceanus.bio.br">ronaldoleao@oceanus.bio.br</a>      | CRBio 2339/02-D             |
| Richard Secioso Guimarães          | Biólogo<br>Gerente do Projeto<br><a href="mailto:rsecioso@oceanus.bio.br">rsecioso@oceanus.bio.br</a>  | CRBio 84682/02-D            |
| Viviane Krüger                     | Gestora Ambiental<br>Coordenadora Geral*<br><a href="mailto:viviane@oceanus.bio.br">viviane@oceanus.bio.br</a>   | CREA/RS nº 195090           |
| Fernanda Dall'Ara Azevedo          | Dra. em Ecologia, bióloga<br>Coordenadora Técnica**<br><a href="mailto:fernanda@oceanus.bio.br">fernanda@oceanus.bio.br</a>                                | CRBio nº 96243              |
| Edson Felipe Souza Ladeira         | Químico<br>Responsável Técnico pelas Análises<br>Laboratoriais<br><a href="mailto:edson@oceanus.bio.br">edson@oceanus.bio.br</a>                           | CRQ/RJ nº 03155685          |
| Mariana Ribeiro Monteiro           | Bióloga<br>Gerente de Laboratório<br><a href="mailto:mribeiro@oceanus.bio.br">mribeiro@oceanus.bio.br</a>  | CRBio nº 91828/02-D         |
| Hamilton Pires Barbosa Mendes      | Mestre em Engenharia Ambiental e<br>Sanitária, biólogo<br>Gerente Executivo<br><a href="mailto:oceanus@oceanus.bio.br">oceanus@oceanus.bio.br</a>          | CRBio nº 78165/02-D         |
| Raphael Ferreira Corrêa            | Biólogo<br>Apoio Técnico na Avaliação dos dados e<br>Elaboração dos Relatórios<br><a href="mailto:projetos02@oceanus.bio.br">projetos02@oceanus.bio.br</a> | -                           |
| Debora Costa                       | Supervisora de Logística<br><a href="mailto:deboracosta@oceanus.bio.br">deboracosta@oceanus.bio.br</a>   | -                           |
| Thalles Barreto de Abreu           | Coordenação de Campo<br><a href="mailto:coletas@oceanus.bio.br">coletas@oceanus.bio.br</a>   | -                           |
| Allan Guilherme Rodrigues de Souza | Analista de Amostragem<br><a href="mailto:coletas02@oceanus.bio.br">coletas02@oceanus.bio.br</a>   | -                           |
| Pedro Octavio da Silva Luna        | Técnico de Campo   | -                           |
| Leonardo Anuniação da Silva        | Técnico de Campo   | -                           |

Legenda: \*Comunicação sempre em cópia (suplente).

\*\*Principal contato de comunicação.

Centro de Biologia Experimental Oceanus  
Rua Aristides Lobo, 46/48  
Rio Comprido – Rio de Janeiro/RJ  
Telefone: (21) 2567-3871  
[www.oceanus.bio.br](http://www.oceanus.bio.br)

## REGISTRO DE EMISSÕES E REVISÕES

| Revisão | Data       | Descrição  | Autor          | Revisor          | Aprovação Consórcio-<br>Lagos São João |
|---------|------------|--|----------------|------------------|--|
| 00      | 13/01/2023 | Emissão original   | Raphael Corrêa | Fernanda Azevedo |  |
| 01      | 29/03/2023 | Revisão de acordo com o "I Relatório de Avaliação de Produto - Relatório Parcial I e II" | Raphael Corrêa | Fernanda Azevedo |  |
| 02      | 12/04/2023 | Revisão de acordo com as considerações recebidas por e-mail em 11/04/2023                | Raphael Corrêa | Fernanda Azevedo |  |

## Índice Geral

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introdução .....                          | 5  |
| 2     | OBJETIVO GERAL .....                      | 6  |
| 3     | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....               | 6  |
| 4     | Áreas de Estudo.....                      | 6  |
| 4.1   | Rio Iriri.....                            | 8  |
| 4.2   | Rio Jundiá .....                          | 9  |
| 4.3   | Valão das Corujas.....                    | 10 |
| 4.4   | Rio das Ostras .....                      | 11 |
| 4.5   | Pontos amostrais .....                    | 12 |
| 5     | METODOLOGIA .....                         | 14 |
| 5.1   | Análise dos Resultados.....               | 17 |
| 5.1.1 | Índice de Qualidade de Água (IQA).....    | 18 |
| 5.1.2 | Análises estatísticas.....                | 21 |
| 6     | Fundamentação Teórica dos Parâmetros..... | 22 |
| 6.1   | Salinidade .....                          | 22 |
| 6.2   | Condutividade .....                       | 22 |
| 6.3   | Sólidos totais em suspensão.....          | 22 |
| 6.4   | Turbidez .....                            | 22 |
| 6.5   | pH.....                                   | 23 |
| 6.6   | Temperatura .....                         | 23 |
| 6.7   | Oxigênio dissolvido .....                 | 23 |
| 6.8   | DBO .....                                 | 24 |
| 6.9   | Fósforo total .....                       | 24 |
| 6.10  | Nitrogênio total .....                    | 24 |
| 6.11  | Coliformes termotolerantes.....           | 25 |
| 7     | Resultados e discussão.....               | 26 |
| 7.1   | Análise Físico-química e biológica .....  | 26 |
| 7.2   | Índice de Qualidade da Água (IQA).....    | 44 |
| 8     | Observações gerais .....                  | 47 |
|       | REFERÊNCIAS .....                         | 48 |
|       | ANEXOS .....                              | 50 |

## 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental é uma ferramenta de grande importância na gestão do meio ambiente, uma vez que permite a obtenção e análise sistemática das informações para auxiliar no processo decisório da gestão ambiental. Nesse sentido, o monitoramento ambiental com ênfase na qualidade hídrica, é fundamental, visto que esse recurso é essencial para a vida humana, e uso diversos, tais como abastecimento público, irrigação, recreação entre outros (OLIVEIRA *et al.* 2017).

Ainda nesse contexto, a utilização de indicadores de qualidade de águas é pautada em variáveis provenientes de fontes naturais ou antrópicas (TOLEDO, NICOLELLA, 2002). Um exemplo, é o índice de Qualidade de água (IQA) que apresenta um método integrador, onde a qualidade do recurso hídrico é um resultado numérico, comparável a uma escala pré-estabelecida (ALMEIDA, SCHWARZBOLD, 2003; ANA, 2023).

Além do IQA, a medição de determinadas variáveis químicas e físicas podem auxiliar na compreensão da caracterização do corpo hídrico. A condutividade, por exemplo, apresenta uma influência da temperatura e das concentrações iônicas disponíveis, e por esses fatores, demonstra uma forma indireta de medição de poluentes (CETESB., 2019). Já a salinidade, refere-se aos íons inorgânicos que são dissolvidos em água (CAÑEDO-ARGUELLES *et al.* 2013). Em rio brasileiros, verifica-se o aumento desse parâmetro em detrimento da redução da vazão em ambientes aquáticos naturais, e caso seja observado uma elevação dessa salinidade, pode impactar a biodiversidade e comprometer serviços ecossistêmicos (CAÑEDO-ARGUELLES *et al.* 2013; TERMO DE REFERÊNCIA DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2022).

A realização desse monitoramento fundamenta-se já que tecnicamente há poucos estudos realizados quanto à análise de água do rio das Ostras, portanto o presente projeto contribui para estabelecimento de diagnóstico da qualidade da água ao utilizar parâmetros indicadores (biológicos, físicos ou químicos) padronizados por entidades especializadas com metodologia específica, que servirá de informação para qualquer ação de gerenciamento, proteção ou de recuperação de um sistema hídrico.

A partir do monitoramento realizado, os dados obtidos servirão como importante instrumento de gestão, capaz de complementar informações de bancos de dados da qualidade hídrica da Bacia do Rio das Ostras, subsidiando planejamento e execuções de

medidas de mitigação e remediação, bem como ações de educação e sensibilização ambiental dos órgãos competentes.

Diante do exposto, o monitoramento da qualidade das águas da Bacia de Rio das Ostras tem como finalidade realizar o diagnóstico da situação atual da qualidade da água da região, fornecendo informações para o Comitê de Bacia a fim de propor medidas que visem à operação e o uso sustentável dos recursos hídricos da região.

## 2 OBJETIVO GERAL

Analisar, monitorar e diagnosticar a qualidade da água com disposição para agregar informações aos bancos de dados da Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras.

## 3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos tem-se que:

- Realizar campanhas de monitoramento;
- Reunir e organizar os dados brutos levantados durante o período de monitoramento em planilhas, de acordo com o previsto no escopo do projeto;
- Analisar as amostras e elaborar Relatórios Técnicos referentes às campanhas e compará-los com a legislação vigente;
- Elaborar relatório com análises estatísticas com a finalidade de caracterizar o Diagnóstico da Qualidade das Águas na Bacia de Rio das Ostras;
- Apresentar os resultados obtidos no monitoramento ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé).

## 4 ÁREAS DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio das Ostras faz parte da Região Hidrográfica VIII (RH VIII), possui 157 Km<sup>2</sup> de área, em que 92,5% pertencem ao município de Rio das Ostras

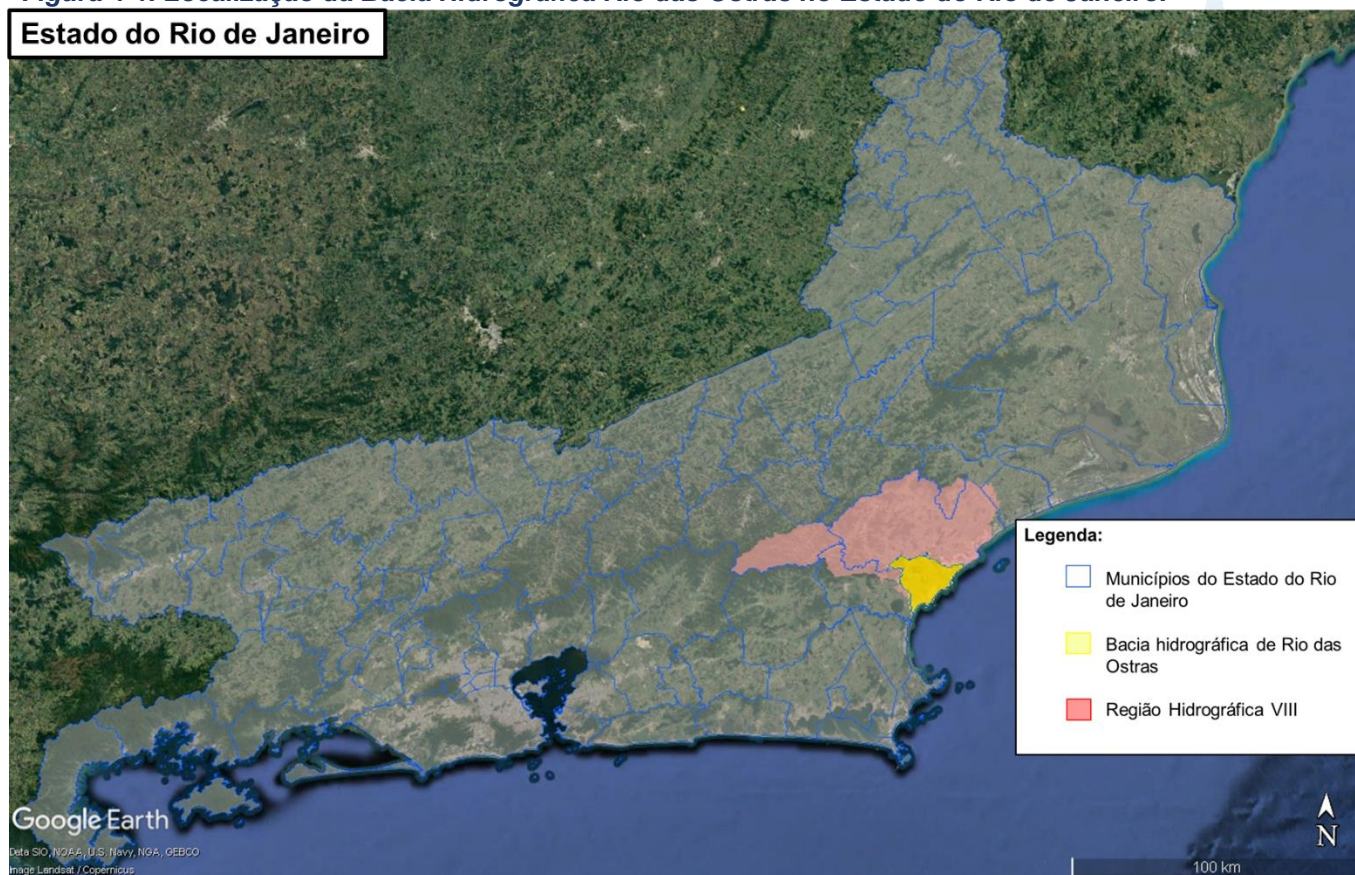
e 7,5% ao município de Casimiro de Abreu. A bacia está localizada entre as coordenadas paralelas 22°20' e 22°35' Sul e os meridianos 41°45' e 42°05' Oeste, abrangendo a região conhecida como as baixadas litorâneas do Estado do Rio de Janeiro, localizando-se na faixa costeira central-norte do Estado. Apresenta suas nascentes no complexo de serras isoladas, situadas na região de Cantagalo (JARDIM, 2020). É caracterizada por ter várias áreas de inundações e grande influência de marés sobre o rio, com entrada salina do trecho Valão das Corujas que desemboca na foz do rio das Ostras (PRIOSTE, 2007). Ao longo da bacia é observado pastagens, alagados e uma área de manguezal protegida por regulamentações estuais e federais (BARROSO, 2016).

Segundo o Relatório da Caracterização da Área de Estudo da Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras, há a ocorrência de duas estações bem definidas, caracterizadas por verão quente e úmido e inverno frio e seco, com períodos mais chuvosos de novembro a março (médias mensais superiores a 100 mm) e épocas mais secas de maio a setembro (médias mensais inferiores a 50 mm). Esse regime climático atua diretamente nas características hidrodinâmicas dos rios da região, constituindo elementos de análise importantes para o entendimento do regime fluvial nos diferentes tipos de rios na região hidrográfica (Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, 2012).

De acordo com a classificação de KÖPPEN (1948), a RH Macaé e das Ostras apresenta clima tropical úmido (Aw) nas porções dos médios e baixos cursos dos seus rios, e clima tropical de altitude com verões quentes (Cwa) na porção dos altos cursos do rio Macaé e de seus afluentes pela margem esquerda. O levantamento prévio realizado para a região apresenta uma temperatura média anual de 23,2 C na parte baixa da RH e 18,1 C na parte alta da RH (Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, 2012).

Essa região hidrográfica se confronta a oeste com a bacia do rio São João, ao norte com a bacia do rio Macaé e a leste com a bacia da lagoa Imboassica e tem uma área de drenagem de 77 Km<sup>2</sup> (Figura 4-1). O rio das Ostras é um corpo hídrico meandrante, formado pela confluência dos rios Iriri (porção oeste) e Jundiá (porção leste) e percorre, aproximadamente, no sentido noroeste-sudeste, 30 km até sua foz, na Boca da Barra. Em sua foz há intensa modificação do curso original, uma vez que passa por trecho com alto grau de urbanização, com a presença de áreas de várzea e mangue aterradas e grandes trechos retificados.

**Figura 4-1. Localização da Bacia Hidrográfica Rio das Ostras no Estado do Rio de Janeiro.**



## 4.1 Rio Iriri

O rio Iriri possui cerca de 9,3 km de comprimento e nasce em altitudes superiores a 300 m entre as serras de Jundiá, Seca e Careta. Esse rio ocupa a maior parte da região oeste da bacia hidrográfica do rio das Ostras e fica localizado na zona rural e em áreas de potencial expansão urbana (PRIOSTE, 2007; JARDIM, 2020). No núcleo urbano, o rio Iriri tem mostrado sinais de degradação como em Rocha Leão, em que apresenta leito arenoso e margens erodidas sem proteção cabe salientar que, por conta de atividades de pecuária e agricultura, alguns trechos do rio foram retificados e houve a remoção de partes da mata ciliar (PMRO, 2003).

Os rios Iriri e Jundiá são os dois principais afluentes do rio das Ostras. No ponto em que se unem, na Zona de Expansão Urbana nas proximidades do loteamento Mariléa Chácaras e a localidade Nova Cidade, margens esquerda e direita, respectivamente, o leito do rio é bastante assoreado, de fundo lodoso e com um canal central em forma de



“V” com mais de 2 m de profundidade. Nesse local há mangue bem desenvolvido e marca o início de Rio das Ostras (Figura 4-2).

*Figura 4-2 Coleta realizada no afluente do rio Iriri.*



## 4.2 Rio Jundiá

O rio Jundiá nasce a oeste do povoado de Cantagalo entre as serras do Poeta e Careta a 250 m de altitude. Com características bem diferentes que o rio Iriri, o rio Jundiá apresenta leito pedregoso e águas claras. Entretanto, esse rio apresenta as margens, na maior parte de sua extensão, sem vegetação, com pontos de erosão (Figura 4-3). Em torno desse rio existem problemas associados a ocupação irregular, despejo irregular de esgoto e lixo. Em determinados trechos do rio, a vegetação foi removida para atividades de pecuária, agricultura e moradias (GOMES, 2009).

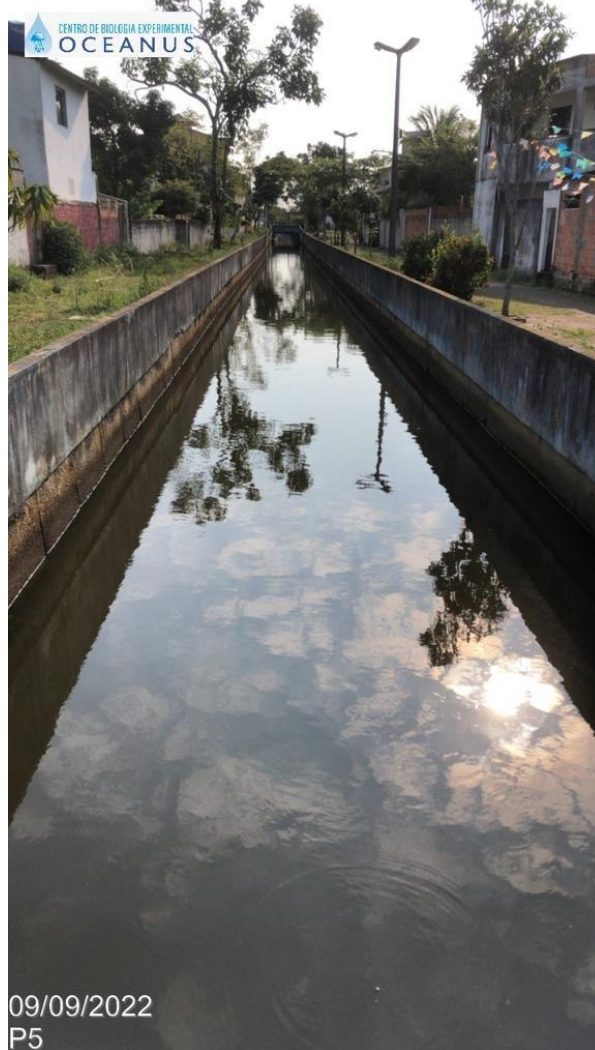
**Figura 4-3 Coleta realizada no rio Jundiá.**



### **4.3 Valão das Corujas**

O Valão das Corujas é originalmente uma planície embrejada, com parte parcial aterrada, onde no centro foi aberto um canal artificial para desaguar no rio das Ostras (PRIOSTE, 2007). O valão (canal) apresenta 5 m de largura e pequena profundidade com baixa energia. O canal se caracteriza como área deposicional de areias e argilas, e, principalmente, material antrópico de diversos matizes, o que acarreta assoreamento do canal. Com grau de degradação avançada, o canal apresenta o histórico de ocorrência de extravasamentos, o que gera riscos a população da região (Figura 4-4). Problemas com odores, poluição e enchentes são verificadas na população que mora em torno desse valão (PRIOSTE, 2007).

**Figura 4-4 Coleta realizada Valão das Corujas.**



#### **4.4 Rio das Ostras**

O rio das Ostras nasce da confluência entre os rios Iriri e Jundiá, possui 77 km<sup>2</sup> de área de drenagem, percorre cerca de 30 km no sentido noroeste-sudeste até a sua foz junto à Boca da Barra. O curso hídrico possui influência antrópica, principalmente na sua foz, que possui margens estreitas (10 m) e profundidade de 30 cm na maré baixa (Figura 4-5).

Por apresentar baixa declividade do terreno, os cursos d'água da bacia do rio das Ostras sofre a influência do regime de marés, em que esses efeitos de remanso podem chegar a 6 km a partir da foz.

Os trechos do rio situados em áreas urbanas sofrem com diferentes tipos de ocupações, como espontâneas, loteamentos legais e clandestinos. Por conta desses processos parte do manguezal foi aterrado e a vegetação nativa foi suprimida (GOMES, 2009).

*Figura 4-5 Coleta realizada no rio das Ostras.*



#### **4.5 Pontos amostrais**

Foram coletadas amostras de água superficial em 7 (sete) pontos distintos na Bacia Hidrográfica do rio das Ostras conforme o Quadro 4-1 e a Figura 4-6, como destacado no Termo de Referência. Em água superficial foram medidos 11 parâmetros, que são melhor descritos no item 6. Em relação ao fundo, foram avaliados a salinidade e a condutividade.

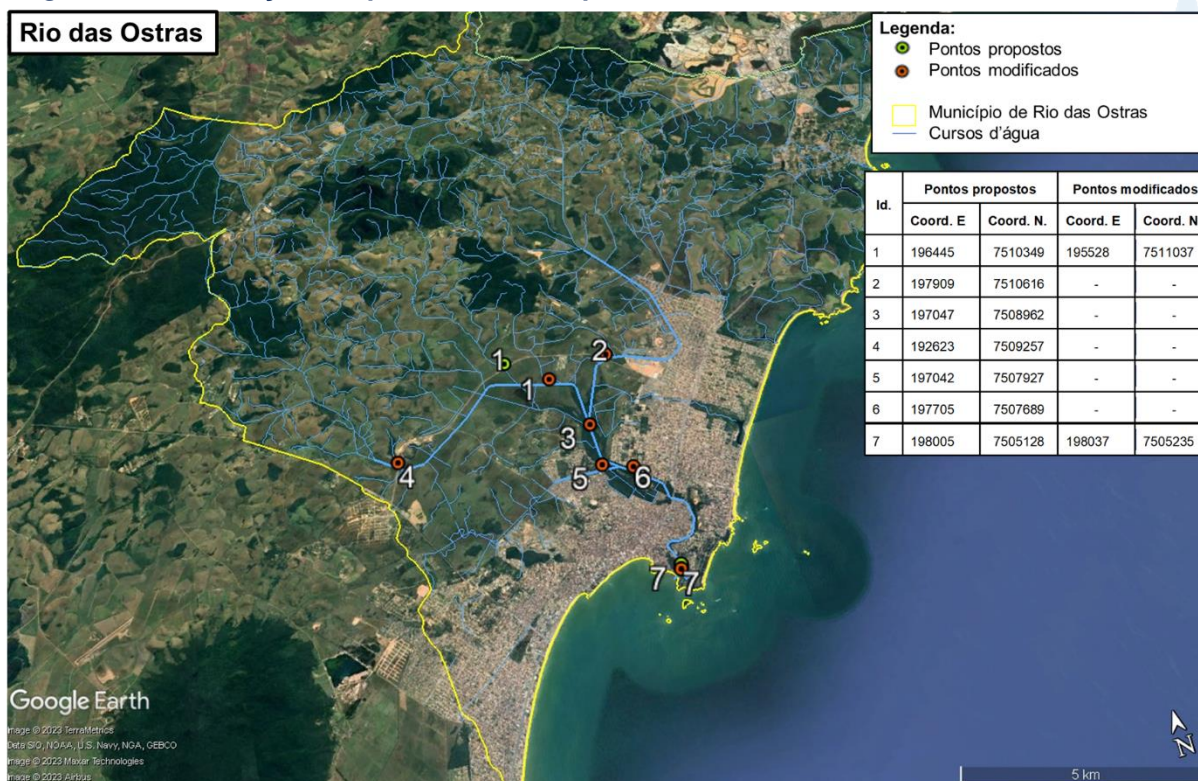
A coleta de amostras de água por sua vez, foi realizada com o uso de um balde de plástico e os parâmetros físico-químicos da água como condutividade, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, temperatura da água e do ar, turbidez e condutividade foram obtidos, *in situ*, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros.

Assim como na coleta realizada em setembro, devido à falta de acessibilidade em E1 durante a presente campanha, foram mantidas as alterações de coordenada como solicitado pelo cliente (coletado no afluente do rio Iriri), o mesmo ocorreu para a estação E7, que não dispunha de acesso para a embarcação. Em relação a E3 foi possível o acesso das coordenadas originais, como descrito nas Cadeias de Custódia (ANEXO 4).

**Quadro 4-1 – Localização dos pontos amostrais originais segundo suas coordenadas geográficas, referências, profundidade e largura.**

| Pontos Amostrais | Referência   | Coordenadas (UTM) |            | Largura (Termo de Referência) (m) | Profundidade (Termo de Referência) (m) | Profundidade (novembro) (m) |
|------------------|--|-------------------|------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|
|                  |  | E                 | N          |                                   |  |                             |
| E1               | Rio Iriri, logo a montante de seu deságue no rio das Ostras              | 195528            | 7511037    | 8                                 | 1                                      | 0,55                        |
| E2               | Rio Jundiá, logo a montante de seu deságue no rio das Ostras             | 197909            | 7510616    | 5                                 | 1,5                                    | 1,25                        |
| E3               | Rio das Ostras, logo a jusante do encontro dos rios Iriri e Jundiá       | 197047            | 7508962    | 20                                | 1,5                                    | 1,4                         |
| E4               | Rio Iriri, na intersecção com a rodovia Eng° Luiz Gonzaga Quirino Tannus | 192623            | 7509257    | 12                                | 1                                      | 1                           |
| E5               | Valão das Corujas, logo a montante de seu deságue no rio das Ostras      | 197042            | 7507927    | 30                                | 1,5                                    | 0,65                        |
| E6               | Rio das Ostras, logo a jusante da foz do valão das Corujas               | 197705            | 7507689    | 25                                | 1,5                                    | 1,1                         |
| E7               | Rio das Ostras, a montante da sua foz, após a área urbana                | 198037.23         | 7505235.33 | 30                                | 2,5                                    | 1,5                         |

**Figura 4-6. Localização dos pontos de coleta para monitoramento e as coordenadas em UTM.**



## 5 METODOLOGIA

As campanhas do primeiro bimestre ocorreram nos dias 09/09/2022 e 21/11/2022, com execução das coletas e análises das amostras pelo Centro de Biologia Experimental Oceanus, acreditado pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (ANEXO 1) e INEA CCL Nº IN010534 (ANEXO 2), de acordo com as normas nacionais e internacionais de monitoramento, obedecendo aos critérios rígidos de confiabilidade. Os parâmetros analisados fazem parte do escopo e matriz do credenciamento, seguindo os Planos de Monitoramento Sistemáticos de Qualidade do Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ) e atendendo aos critérios estabelecidos pela Deliberação CECA nº 707 de 12/09/1985, atualmente regido pela NOP-INEA-003-Revisão 02. A equipe seguiu as orientações destinadas a cada local onde foram realizadas as amostragens, em observância às Normas Regulamentadoras – NR 6 (Equipamento de Proteção Individual – EPI) e NR 17 (Ergonomia).

A localização dos pontos foi realizada a partir das informações fornecidas pelo Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e o registro de imagem de cada localidade pode

ser visto no ANEXO 3. A coleta de amostras de água por sua vez, foi realizada com o uso de um balde de plástico e os parâmetros físico-químicos da água como condutividade, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, temperatura da água e do ar, turbidez e condutividade foram obtidos, *in situ*, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros (MPM 012 HANNA HI98194) previamente calibrada, como ilustrado na Figura 5-1.

**Figura 5-1. Figura ilustrativa da utilização do balde de plástico e sonda multiparâmetro.**



A fim de minimizar os riscos de contaminação das amostras, os equipamentos utilizados durante o processo foram desinfetados com álcool 70%. As amostras foram preservadas com os reagentes específicos, conforme recomendado pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 23<sup>rd</sup> ed., 2017) e o Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2011), e mantidas sob refrigeração de < 5°C até a entrega ao laboratório.

Finalizadas as coletas, as amostras foram enviadas ao laboratório para análise. Para o controle, identidade e integridade das amostras em todas as etapas do processo, são utilizadas Cadeias de Custódia (ANEXO 4).

Ao todo foram analisados 11 (onze) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em todos os pontos de coleta, conforme Quadro 5-1 e podem ser encontrados também nos Laudos Analíticos (ANEXO 5).

**Quadro 5-1 - Parâmetros da qualidade da água a serem analisados nos pontos de coleta em diferentes profundidades.**

| Parâmetros a serem analisados | Profundidade a ser coletada em todos os pontos amostrais |       |
|-------------------------------|--|-------|
|                               | Superfície   | Fundo |
| DBO - 5 dias                  | X  |       |
| pH                            | X  |       |
| Fósforo Total                 | X  |       |
| Coliformes termotolerantes    | X  |       |
| Nitrogênio Total              | X  |       |
| Oxigênio Dissolvido           | X  |       |
| Salinidade                    | X  | X     |
| Condutividade                 | X  | X     |
| Temperatura                   | X  |       |
| Sólidos Totais                | X  |       |
| Turbidez                      | X  |       |

As metodologias das coletas e análises físico-químicas e microbiológicas, descritas no Quadro 5-2, estão de acordo com os requisitos estipulados pela Norma ABNT NBR ISO/IE, em especial a norma revisada NIT-DICLA-057 e pelas Instruções de Segurança na Manipulação de Reagentes e Soluções a seguir:

- *Standards Methods for Examination of Water and Wastewater*, 23<sup>a</sup> Ed, 2017 (APHA, 23<sup>rd</sup> ed., 2017);
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos da ANA (CETESB, 2011).

**Quadro 5-2. Metodologias de referência empregadas nas análises por parâmetro.**

| Parâmetro                  | Unidade    | Metodologia de Referência |
|----------------------------|------------|---------------------------|
| DBO - 5 dias               | mg/L       | SMWW 5210 B               |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 mL | SMWW 9221 E               |
| Fósforo Total              | mg/L       | EPA 6020 B / 200.8        |
| Nitrogênio Total           | mg/L       | ASTM D5176-08             |
| Oxigênio Dissolvido        | mg/L       | SMWW 4500-O G             |
| pH                         | N.A.       | SMWW 4500-H B             |



| Parâmetro      | Unidade            | Metodologia de Referência |
|----------------|--------------------|---------------------------|
| Condutividade: | $\mu\text{S/cm}$   | SMWW 2510 B               |
| Salinidade     | $\text{‰}$         | SMWW 2520 B               |
| Sólidos Totais | mg/L               | SMWW 2540 B               |
| Temperatura    | $^{\circ}\text{C}$ | SMWW 2550B                |
| Turbidez       | UNT                | SMWW 2130B                |

Os resultados obtidos, através das análises dos parâmetros acima descritos, foram avaliados de acordo com as normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005), para Águas Doces de Classe 2 e da CONAMA n° 430/2011 (BRASIL, 2011). Segundo a CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005), serão consideradas Águas Doces de Classe 2 as águas que não tiverem aprovado seus respectivos enquadramentos.

Como a região sofre influência do mar, e as águas apresentarem concentrações de salinidade superiores a 0,5 ‰ será utilizado como referência os limites estabelecidos para Águas Salobras e Salinas de Classe 1.

## 5.1 Análise dos Resultados

Os resultados das análises dos parâmetros da qualidade da água avaliados por este Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos serão comparados com as normativas estabelecidas nas Resoluções CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) e n° 430/2011 (BRASIL, 2011). Como dito anteriormente, será considerado os limites estabelecidos para a Classe 2, quando a estação for classificada como Água Doce e Classe 1 para Águas Salobras e Salinas, devido à influência da maré na bacia do rio das Ostras.

Os dados são analisados de maneira integrada, levando em consideração o entorno dos pontos selecionados, bem como a precipitação acumulada durante os quinze dias que antecedem a data das coletas, a partir de dados oficiais disponibilizados pelo INMET (2022) para a estação de Macaé (CEMADEM – A608). A partir dos dados meteorológicos obtidos, foram calculadas médias para a temperatura do ar e soma da precipitação do referido período.

Além da obtenção de dados primários, são realizadas comparações com dados pretéritos do corpo hídrico analisado, com outros trabalhos de monitoramento correlatos,

em uma análise crítica/científica das informações adquiridas no monitoramento específico e de dados secundários. Também foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) que será detalhado no próximo tópico.

### 5.1.1 Índice de Qualidade de Água (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. No Brasil, começou a ser utilizado em 1975 pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

O índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

O IQA é composto por nove parâmetros apresentados no Quadro 5-3, cujos respectivos pesos (*w*) foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Tendo em vista que os pesos (*w*) das variáveis podem variar de acordo com o Estado, para esse programa de monitoramento será utilizado a ponderação estabelecida pela *National Sanitation Foundation* (NSF) que é o padrão do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA). Essa padronização dos pesos permite a comparação entre as informações obtidas e as informações disponibilizadas nos Boletins do órgão.

**Quadro 5-3 Parâmetros de qualidade da água que compõem o IQA e respectivos pesos.**

| Parâmetro de Qualidade da Água       | Peso (W) |
|--------------------------------------|----------|
| Oxigênio dissolvido (OD)             | 0,17     |
| Coliformes termotolerantes           | 0,16     |
| Potencial hidrogeniônico - pH        | 0,11     |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | 0,11     |
| Temperatura da água                  | 0,10     |
| Nitratos                             | 0,10     |
| Fosfato total*                       | 0,10     |
| Turbidez                             | 0,08     |
| Sólidos Totais Dissolvidos           | 0,07     |

Legenda: \*Para o referido projeto será utilizado o parâmetro fósforo total.

Além de seu peso ( $w$ ), cada parâmetro possui um valor de qualidade ( $q$ ), obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida, conforme Figura 5-2. Para cada variável, foi traçada uma curva de qualidade, a qual correlaciona sua concentração a uma nota ( $q_i$ ), pontuada de zero a 100.

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

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

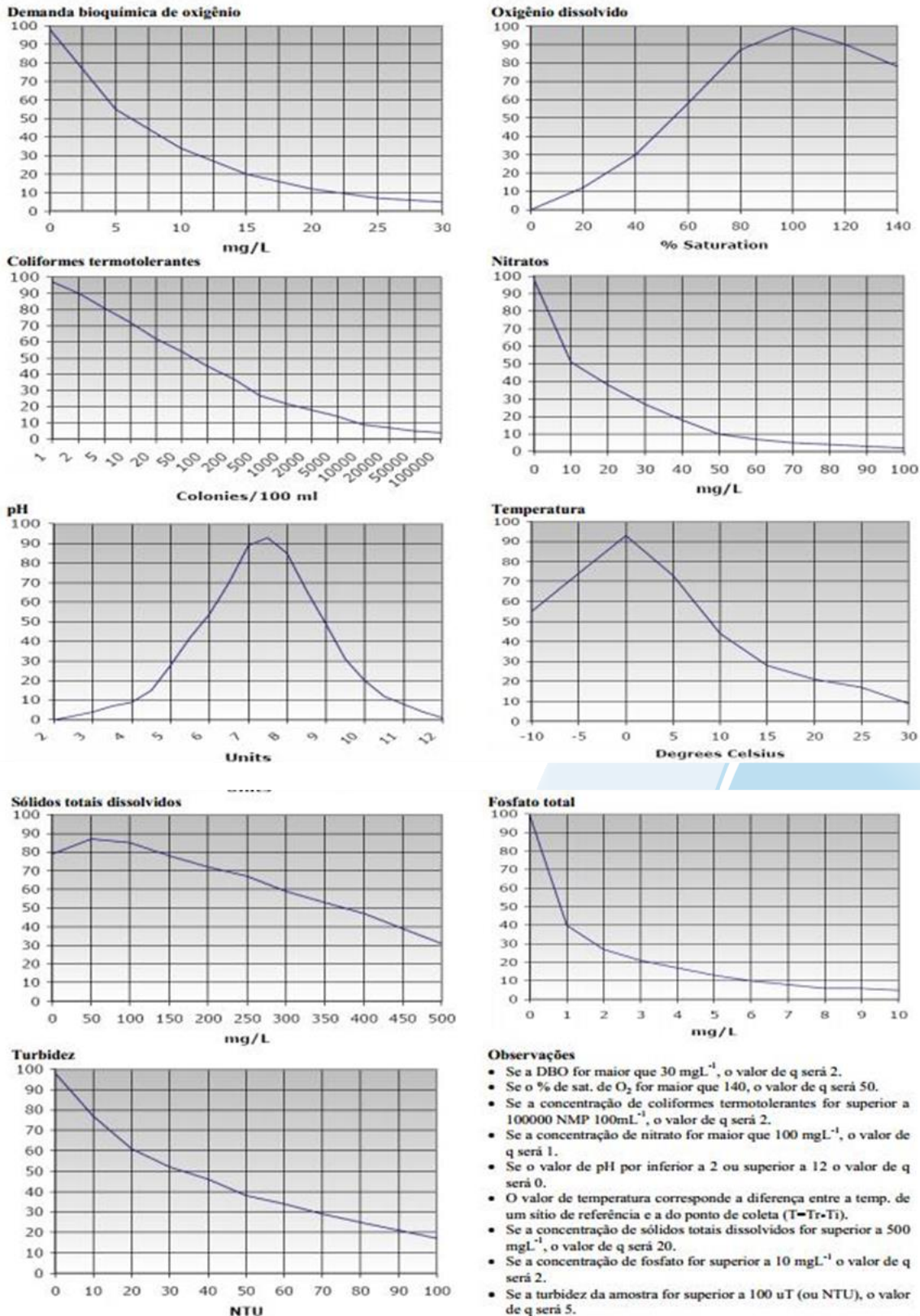
Sendo:

IQA= Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);

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

**Figura 5-2** Curvas de avaliação de qualidade dos parâmetros que compõem o IQA.



Fonte: ANA (2021).

O Quadro 5-4 apresenta as categorias e faixas de qualidade de água para os resultados obtidos pelo cálculo do IQA. A memória de cálculo é apresentada no ANEXO 6.

**Quadro 5-4. Faixas de classificação do IQA.**

| Categoria de Resultados | IQA                    | Significado  |
|-------------------------|------------------------|--|
| <b>Excelente</b>        | $100 \geq IQA \geq 90$ | Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público.  |
| <b>Boa</b>              | $90 > IQA \geq 70$     |  |
| <b>Média</b>            | $70 > IQA \geq 50$     |  |
| <b>Ruim</b>             | $50 > IQA \geq 25$     | Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados. |
| <b>Muito Ruim</b>       | $25 > IQA \geq 0$      |  |

Cabe destacar que, embora a avaliação da qualidade da água pelo índice de IQA seja amplamente utilizada, esse indicador apresenta limitações, já que sua análise não contempla alguns parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (por exemplo: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

### 5.1.2 Análises estatísticas

Uma análise integrada dos resultados será apresentada neste documento, com a apresentação dos resultados em gráficos. Adicionalmente, os resultados serão avaliados de acordo com o uso do solo do entorno da bacia hidrográfica e em conjunto com os dados meteorológicos e de maré durante os dias da campanha. Ainda, com o objetivo de avaliar e entender quais são os principais parâmetros que contribuem para a qualidade da água, a avaliação apresentará uma análise de componentes principais (PCA), técnica de estatística multivariada utilizada para analisar a interrelação entre as variáveis.

## 6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DOS PARÂMETROS

### 6.1 Salinidade

Em ambientes marinhos, os sais correspondem a maior parte dos elementos dissolvidos na água do mar, logo, a salinidade representa a quantificação do total de substâncias dissolvidas na água do mar. Sua escala se dá em grama por quilograma (g/kg) ou partes por mil (ppt ou ‰). As águas oceânicas possuem salinidade entre 33 e 37‰, enquanto águas consideradas doces possuem menos de 0,05‰.

### 6.2 Condutividade

A condutividade é uma medida da capacidade de condução de corrente elétrica na água, sendo influenciada em decorrência da concentração de sólidos inorgânicos dissolvidos (ânions e cátions), compostos orgânicos (óleos, fenóis, graxas) e da temperatura da água (CETESB, 2014).

### 6.3 Sólidos totais em suspensão

A série de sólidos na água corresponde a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação em uma temperatura específica ao longo de um espaço de tempo. Os sólidos suspensos totais se referem à parcela de material particulado que se mantém em suspensão na água, podendo ser classificados em voláteis ou fixos. São importantes no monitoramento da qualidade da água, tendo em vista que elevadas concentrações de sólidos na água podem acarretar danos a biota em decorrência de sua sedimentação, destruindo organismos ou danificando os leitos de desovas de peixes. Os sólidos também podem reter bactérias e resíduos orgânicos, favorecendo a decomposição anaeróbia (CETESB, 2014).

### 6.4 Turbidez

A turbidez pode ser definida como o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água devido à presença de sólidos em suspensão. Logo, em águas turvas, a luz apresentará uma maior dificuldade de passagem. Esse parâmetro é

medido em UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez). As principais influências sobre a turbidez da água são a presença de matérias sólidas em suspensão, como silte e argila, por exemplo, matéria orgânica e inorgânica e organismos microscópicos (por exemplo: zooplâncton, fitoplâncton). Por reduzir a penetração da luz, prejudica o processo de fotossíntese, afetando o equilíbrio ecológico dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011).

## 6.5 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é a medida da atividade dos íons hidrônio ( $H^+$ ) dentro de uma solução, sendo esse parâmetro essencial para o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos, tendo em vista seu papel como regulador de diversas atividades bioquímicas de organismos. Diversos fatores podem alterar o pH de ecossistemas aquáticos, desde a composição geológica da bacia, descarga de efluentes industriais e de mineração, composição do lixiviado, até a presença de atividade agropecuária (VON-SPERLING, 2017).

## 6.6 Temperatura

A temperatura desempenha um papel crucial nos ecossistemas aquáticos, à medida que alterações na temperatura da água geram mudanças em diversas propriedades da água (como viscosidade, tensão e solubilidade). Além disso, os organismos aquáticos possuem uma faixa ótima para sua sobrevivência, uma vez que a temperatura influencia diretamente a atividade bioquímica da biota aquática (CETESB, 2014).

## 6.7 Oxigênio dissolvido

O oxigênio representa o gás mais importante para manutenção da vida, sendo fundamental para diversas atividades metabólicas relacionadas ao crescimento, reprodução e obtenção de energia na maioria dos seres vivos. Para ecossistemas aquáticos, o oxigênio dissolvido, além de sua função na manutenção da biota aquática, também atua promovendo autodepuração dos ecossistemas aquáticos. Em ecossistemas

eutrofizados, a fotossíntese é uma fonte natural de oxigênio para decomposição da matéria orgânica (CETESB, 2009).

## 6.8 DBO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos na degradação de compostos orgânicos. Sob a ótica da qualidade da água, a DBO é uma importante variável indicadora de poluição por resíduos orgânicos, uma vez que quanto maior a DBO (i.e., mais compostos orgânicos a serem degradados), menor será a disponibilidade de oxigênio para seres vivos como peixes, organismos zooplanctônicos e macroinvertebrados (CETESB, 2014).

## 6.9 Fósforo total

O fósforo é um nutriente que ocorre naturalmente nas águas, entretanto, altas concentrações de fósforo podem indicar aporte de esgoto e matéria orgânica para o ambiente. As principais fontes desse elemento são matéria orgânica fecal e detergentes; além disso, alguns efluentes industriais, fertilizantes e pesticidas podem gerar aporte de fósforo. O fósforo, assim como o nitrogênio, é um dos principais nutrientes que limitam a produtividade primária em corpos aquáticos continentais, sendo o aporte excessivo de fósforo capaz de acarretar a eutrofização de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011).

## 6.10 Nitrogênio total

As fontes de nitrogênio para os sistemas aquáticos são diversas. No entanto, o esgoto sanitário é a principal fonte, lançando nitrogênio orgânico na água. Alguns efluentes industriais provenientes de petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, também realizam descarte de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas. Assim como o fósforo, o nitrogênio é um dos principais nutrientes para os processos biológicos (macronutriente) e relacionado com a produtividade primária no ambiente aquático. O aporte excessivo desses nutrientes, principalmente pelo esgotamento sanitário, causa enriquecimento dos sistemas aquáticos, deixando-o eutrofizado. O nitrogênio total é a soma das formas orgânicas e inorgânicas de nitrogênio encontradas no ambiente (CETESB, 2016).



## 6.11 Coliformes termotolerantes

A poluição por esgoto sanitário pode levar a uma série de alterações em ecossistemas aquáticos, levando ao aumento nas concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos, graxas, turbidez e coliformes. Os coliformes são bactérias presentes no trato intestinal humano, sendo assim, as concentrações de coliformes termotolerantes e coliformes totais presentes na água são bons indicadores do grau de despejo de esgoto sanitário em ambientes aquáticos (CETESB, 2014).

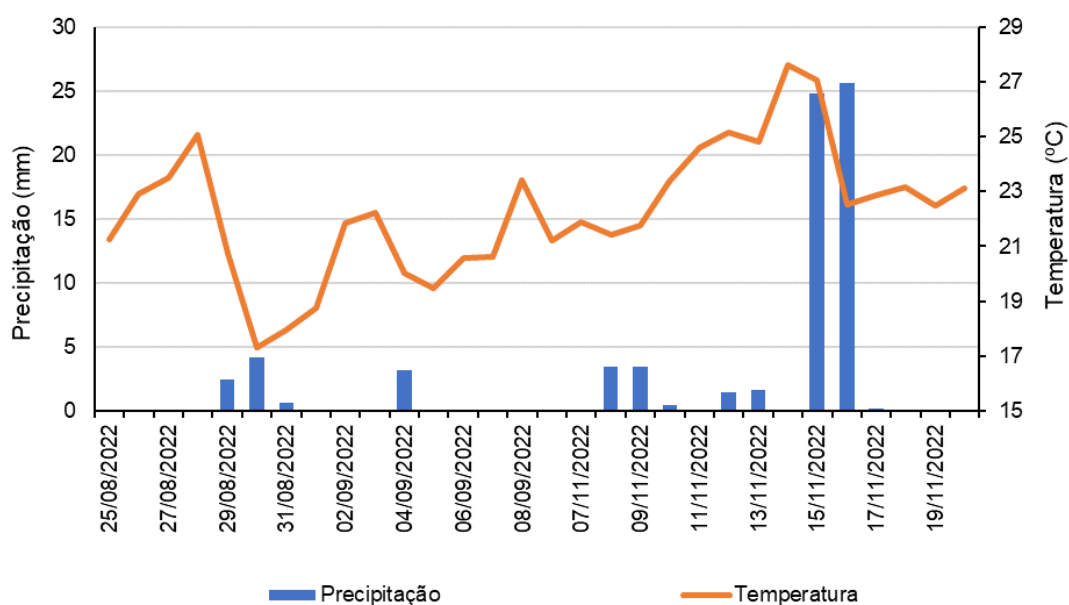
## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Análise Físico-química e biológica

Os resultados da precipitação e temperatura durante o período de coleta indicam que nos quinze dias anteriores a primeira coleta houve uma média de temperatura de 21,05°C e precipitação acumulada de 10,40 mm, o que é considerada como precipitação moderada, segundo *World Meteorological Organization* (2008). Na segunda campanha, esses valores foram de 23,55°C e 60,80 mm, respectivamente, e que pode ser classificada como uma precipitação muito forte (Figura 7-1).

Esses resultados seguem o histórico da região, encontrado para o inverno durante a primeira coleta, bem como da primavera e do verão durante a segunda (Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, 2012).

**Figura 7-1 Precipitação acumulada e temperatura média nos quinze dias anteriores às coletas de 09/09/2022 e 21/11/2022.**



Os resultados obtidos para as campanhas de setembro e novembro de 2022 e os respectivos limites de cada parâmetro contemplado pela Resolução CONAMA nº 357/05

(BRASIL, 2005) podem ser vistos nas Tabela 7-1 e Tabela 7-2 e nas Figura 7-2, Figura 7-3 e Figura 7-4.

**Tabela 7-1 - Resultados dos parâmetros analisados para as coletas de 09/09/2022 e 21/11/2022.**

| Estações amostrais | Data de coleta          | Profundidade | Temperatura (°C) | Salinidade (‰) | Condutividade (µS/cm) | pH        | Turbidez (UNT) | Sólidos Totais (mg/L) |
|--------------------|-------------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------------|-----------|----------------|-----------------------|
| E1                 | 09/09/2022              | Sup          | 23,28            | 0,06           | 93,1                  | 5,44      | 56,3           | 165                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,06           | 93                    | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 25,8             | 0,06           | 123                   | 6,54      | 12,6           | 144                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,06           | 124                   | -         | -              | -                     |
| E2                 | 09/09/2022              | Sup          | 24,55            | 0,24           | 346,2                 | 6,17      | 58,4           | 280                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,25           | 349,9                 | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 26,29            | 0,11           | 224                   | 6,58      | 17,5           | 192                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,1            | 223                   | -         | -              | -                     |
| E3                 | 09/09/2022              | Sup          | 24,73            | 16,14          | 22945                 | 7,46      | 14,6           | 15391                 |
|                    |                         | Fun          | -                | 17             | 23000                 | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 26,41            | 0,14           | 295                   | 6,52      | 27,1           | 218                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,14           | 294                   | -         | -              | -                     |
| E4                 | 09/09/2022              | Sup          | 25,19            | 0,06           | 90,9                  | 5,85      | 19,9           | 90                    |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,06           | 92                    | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 26,32            | 0,06           | 128                   | 6,53      | 94,6           | 206                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,06           | 129                   | -         | -              | -                     |
| E5                 | 09/09/2022              | Sup          | 24,46            | 9,06           | 13028                 | 7,02      | 14,08          | 9003                  |
|                    |                         | Fun          | -                | 10,3           | 14350                 | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 26,73            | 0,15           | 317                   | 6,79      | 20,9           | 269                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,15           | 318                   | -         | -              | -                     |
| E6                 | 09/09/2022              | Sup          | 24,63            | 24,4           | 34723                 | 7,6       | 18,3           | 23907                 |
|                    |                         | Fun          | -                | 25,9           | 35950                 | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 26,65            | 0,21           | 439                   | 6,31      | 26,5           | 301                   |
|                    |                         | Fun          | -                | 0,22           | 459                   | -         | -              | -                     |
| E7                 | 09/09/2022              | Sup          | 21,3             | 38,56          | 54500                 | 8,08      | 33,8           | 38706                 |
|                    |                         | Fun          | -                | 38,55          | 54500                 | -         | -              | -                     |
|                    | 21/11/2022              | Sup          | 27,63            | 14,77          | 24450                 | 8,01      | 17,6           | 22574                 |
|                    |                         | Fun          | -                | 14,69          | 24310                 | -         | -              | -                     |
| CONAMA<br>357/05   | Águas Doces Classe 2    |              | -                | 0,5            | -                     | 6 a 9     | 100            | -                     |
|                    | Águas Salobras Classe 1 |              | -                | 0,5-30         | -                     | 6,5 a 8,5 | -              | -                     |
|                    | Águas Salinas Classe 1  |              | -                | ≥30            | -                     | 6,5 a 8,5 | -              | -                     |

**Tabela 7-2 - Resultados dos parâmetros analisados para as coletas de 09/09/2022 e 21/11/2022.**

| Estações amostrais | Data de coleta          | Profundidade | Oxigênio Dissolvido (mg/L) | DBO (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | Nitrogênio Total (mg/L)       | Colif. Termotolerantes (NMP/100mL)   |
|--------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|------------|----------------------|-------------------------------|--|
| E1                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 1,99<br>-                  | 14<br>-    | 0,02<br>-            | 1,7<br>-                      | 23<br>-  |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 1,91<br>-                  | 12<br>-    | 0,04<br>-            | 1,9<br>-                      | 240<br>-   |
| E2                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 2,34<br>-                  | 25<br>-    | 0,12<br>-            | 5,2<br>-                      | 1600<br>-  |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 3,12<br>-                  | 13<br>-    | 0,06<br>-            | 0,9<br>-                      | 540<br>-   |
| E3                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 2,44<br>-                  | 14<br>-    | 0,15<br>-            | 3,9<br>-                      | 540<br>-   |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 3,18<br>-                  | 11<br>-    | 0,03<br>-            | 2,1<br>-                      | 240<br>-   |
| E4                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 3,94<br>-                  | 14<br>-    | 0,01<br>-            | 0,6<br>-                      | 240<br>-   |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 2,12<br>-                  | 9<br>-     | 0,02<br>-            | 1,7<br>-                      | 49<br>-  |
| E5                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 2,57<br>-                  | 12<br>-    | 0,2<br>-             | 4,8<br>-                      | 220<br>-   |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 2,71<br>-                  | 14<br>-    | 0,04<br>-            | 1,6<br>-                      | 920<br>-   |
| E6                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 2,3<br>-                   | 18<br>-    | 0,11<br>-            | 2,2<br>-                      | 1600<br>-  |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 3,46<br>-                  | 21<br>-    | 0,04<br>-            | 2<br>-                        | >1600,0<br>-   |
| E7                 | 09/09/2022              | Sup<br>Fun   | 7,26<br>-                  | 8<br>-     | 0,19<br>-            | 0,8<br>-                      | 1,8<br>-   |
|                    | 21/11/2022              | Sup<br>Fun   | 4,95<br>-                  | 9<br>-     | 0,07<br>-            | 1,6<br>-                      | 1600<br>-  |
| CONAMA<br>357/05   | Águas Doces Classe 2    |              | ≥5                         | ≤5         | 0,1                  | < 2,18 (para ambiente lóxico) | 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral |
|                    | Águas Salobras Classe 1 |              | ≥ 5                        | -          | 0,124                | -                             |  |
|                    | Águas Salinas Classe 1  |              | ≥ 6                        | -          | 0,062                | -                             |  |

Nas coletas realizadas em setembro, os valores de temperatura da água foram de 21,3°C (E7) até 25,19°C (E4). A maior variação foi observada na parte montante do rio das Ostras (estações E4, E1, E2 e E3), quando comparado com a região a jusante, onde houve maior semelhança entre as temperaturas registradas (E5 a E6) (entre 24,46 °C e 24,63°C) (Tabela 7-1, Figura 7-3). No mês de novembro a menor temperatura foi registrada na estação E1 (25,8°C) e a maior em E7 (27,63°C), no estuário. Pode-se observar que para essa campanha a variação entre as estações foi menor que na coleta anterior.

A salinidade registrada na campanha de setembro variou de 0,06‰, em E1 e E4, a 38,56‰ na estação E7. Para essa campanha pode-se observar valores menores nas estações localizadas nos rios Iriri e Jundiá e um aumento importante a partir do rio das Ostras, estação E3 (16,14‰). Durante o mês de novembro por sua vez, houve uma diminuição considerável na salinidade para a superfície de toda a área analisada. Cabe salientar que de acordo a Resolução CONAMA nº 357/05 a classificação da salinidade para água dulcícola é definida igual ou inferior a 0,5 ‰, já para a água salobra superior a ,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e para águas salinas com valores iguais ou superiores a 30 ‰ (BRASIL, 2005). Diante disso, verificou-se que somente E7 apresentou valores acima do enquadramento para Águas Doces segundo a Resolução supracitada, registrando 14,77‰ para esse parâmetro, enquanto as demais localidades estiveram entre 0,06‰ (E1 e E4) e 0,241‰ (E6). Como pode ser observado na Tabela 7-1 e Figura 7-2, não há diferenças entre a salinidade registrada na superfície e no fundo.

Esses resultados trazem classificações diferentes para a salinidade tanto quando as estações são analisadas espacialmente, quanto quando são analisadas temporalmente, utilizando a Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) como referência. Para a campanha de setembro, as estações localizadas nos rios Iriri e Jundiá, foram classificadas como Águas Doces Classe 2. A partir da formação do rio das Ostras (E3, E5 e E6), as águas foram enquadradas como Águas Salobras Classe 1 e a estação E7, na foz do rio, na região do estuário e com maior influência marinha, a água foi classificada como Águas Salinas Classe 1. Em novembro, os resultados de salinidade apresentaram uma variação bem menor, uma vez que as estações E1 (0,06‰) a E6 (0,21‰) foram classificadas como Águas Doces Classe 2, enquanto a estação E7 (14,77‰), no estuário, se enquadra em Água Salobra Classe 1.

De maneira geral, foram encontrados valores semelhantes entre as amostras de superfície e fundo, o que indica a presença de massas d'água homogêneas (Tabela 7-1, Figura 7-2). As mudanças de enquadramento apresentadas entre as duas coletas podem ter ocorrido em decorrência da influência do regime de chuvas. Como apresentado anteriormente, a precipitação aumentou entre as duas campanhas e em novembro foi considerada muito forte (Figura 7-1). Esse aumento de precipitação na segunda campanha pode ter diminuído a influência das águas marinhas na região estudada.

Assim como ocorreu para a salinidade, a condutividade também apresentou uma variação espacial e temporal. Os valores registrados para a campanha de setembro variaram de 90,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (E4) a 54.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (E7). As menores condutividades foram encontradas nas estações localizadas a montante da formação do rio das Ostras (E1, E2 e E4) e pode-se observar um aumento nas estações E3, E5 a E7, em que o valor máximo foi registrado na foz do rio, em E7 (Tabela 7-1, Figura 7-2). Na coleta seguinte, em novembro, houve uma queda nos valores registrados anteriormente, em que as amostras estiveram dentro do intervalo 123  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (E1) e 439  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (E6), com a única exceção observada para E7.

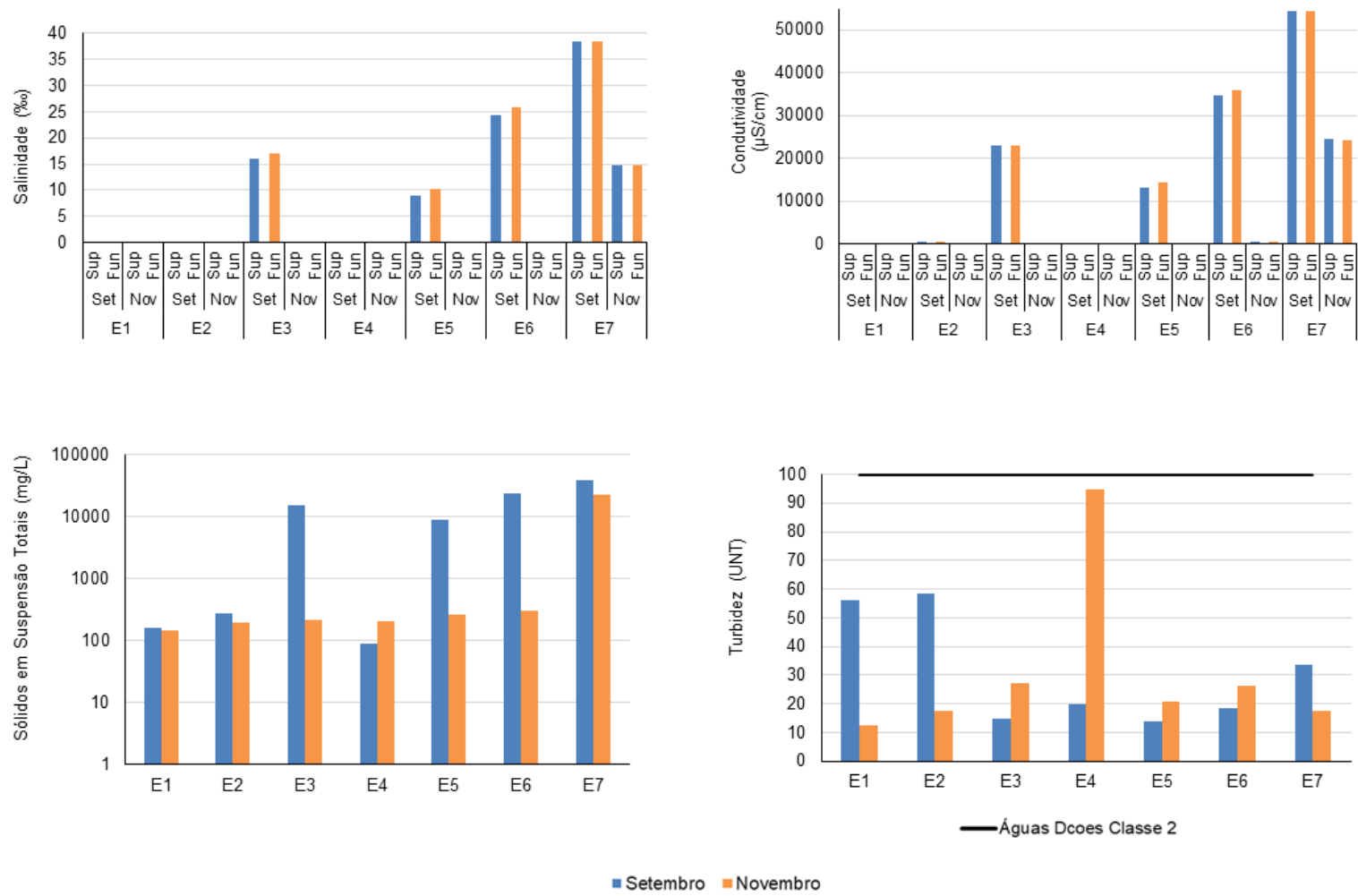
Em relação às amostras de superfície e fundo, foram encontrados valores semelhantes para ambas as profundidades. O padrão encontrado é similar ao observado para a salinidade que aumentou de montante para jusante, em direção ao mar. Esses resultados são um reflexo da dependência entre esses parâmetros, uma vez que a salinidade é estimada a partir dos dados de condutividade.

Na campanha de setembro, o menor valor registrado de sólidos totais foi obtido na estação E4 (90 mg/L); já o maior em E7 (38.706 mg/L), seguindo o mesmo padrão observado para os outros dois parâmetros (salinidade e condutividade), com um aumento considerável a partir de E3 (15.391 mg/L). Durante as coletas de novembro, houve uma queda em relação aos valores registrados anteriormente, visto que as amostras estiveram dentro do intervalo de 144 mg/L (E1) e 301 mg/L (E6) para quase toda a área analisada, com exceção de E7 (22.574 mg/L). Esses resultados são condizentes com a maior influência da maré na campanha de setembro, em relação à campanha de novembro. Os valores também concordam com o Plano de recursos hídricos que descrevem que esse parâmetro atinge os valores máximos na foz do rio das Ostras (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012).

A turbidez observada em setembro apresentou maiores valores na região do afluente do rio Iriri e do rio Jundiá, com 56,3 UNT e 58,4 UNT, para as estações E1 e E2, respectivamente. A localidade do estuário também apontou para resultados mais elevados em E7 (33,8 UNT), enquanto as demais estações amostrais entre E3 e E6 indicaram menores valores (Tabela 7-1, Figura 7-2). Para a campanha do mês de novembro, o maior resultado foi registrado no rio Iriri, em E4 (94,6 UNT), enquanto para as outras estações esses valores foram muito semelhantes, entre 12,6 UNT (E1) e 27,1 UNT (E3). Em relação ao aumento expressivo de turbidez em E4, pode ter ocorrido devido a sua localização em conjunto com as fortes chuvas próximo ao período de coleta. Essa é uma estação que se encontra próxima a uma área de solo exposto, com fortes indícios de erosão. Devido à declividade do terreno, com as chuvas, o material proveniente desse solo exposto contribui com esse aumento na segunda campanha. Os resultados encontrados para ambas as campanhas, para turbidez, estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), Águas Doces Classe 2 (100 UNT) (Tabela 7-1).



**Figura 7-2 Resultados e limites de salinidade, condutividade, sólidos totais em suspensão (\*) e turbidez segundo a Resolução CONAMA 357/05. (\*) Resultados apresentados em escala logarítmica.**



O pH variou entre 5,44 (estação E1) e 8,08 (estação E7) na coleta de setembro. Para essa campanha, assim como ocorreu para salinidade e outros parâmetros, houve um padrão espacial claro, em que as estações localizadas nos rios Iriri e Jundiá apresentaram valores mais ácidos como 5,44; 6,17 e 5,85 nas estações E1, E2 e E4, respectivamente. Já no início do rio das Ostras, a partir de E3, observa-se valores mais neutros e básicos. No mês de novembro houve uma menor variação entre as estações, em que o pH registrou uma variação de 6,31 (estação E6) a 6,79 (estação E5), atingindo um máximo de 8,01 na área do estuário (E7). Esses resultados podem estar relacionados com as diferentes contribuições entre água doce e marinha nas duas campanhas, uma vez que uma contribuição maior da água doce tende a diminuir o pH, por apresentar menor salinidade e, possivelmente, conter maior contribuição de compostos húmicos. Estudos prévios também indicam o aumento do pH no estuário do rio das Ostras (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012).

Em relação aos limites estabelecidos pela legislação em vigor, Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), tem-se que durante a primeira campanha, valores inferiores ao intervalo estabelecido pela legislação foram registrados nas estações E1 e E4. Já para as demais amostras, tanto da primeira, quanto da segunda campanha, o pH registrado esteve dentro dos seus respectivos padrões para Águas Doces, Salobras e Salinas (Tabela 7-1, Figura 7-3).

A concentração de oxigênio dissolvido para a campanha de setembro apresentou uma variação de 1,99 mg/L (E1) a 7,26 mg/L, em E7 (Tabela 7-2, Figura 7-3). Na coleta seguinte, durante o mês de novembro, esses valores foram de 1,91 mg/L (E1) a 4,95 mg/L (E7). Como pode ser observado nos resultados, a maior concentração de OD, nessa campanha, ocorreu na região de maior mistura das massas d'água fluviais e marinhas. Os valores encontrados de OD para a região são considerados bem baixos, tanto que somente a estação E7, durante o mês de setembro, registrou concentração de OD acima do que é estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), para seus respectivos enquadramentos (superior a 6 para águas salinas e superior a 5 para águas salobras). Esses resultados indicam uma alta concentração de matéria orgânica no sistema, o que tem contribuído para uma diminuição da qualidade da água.

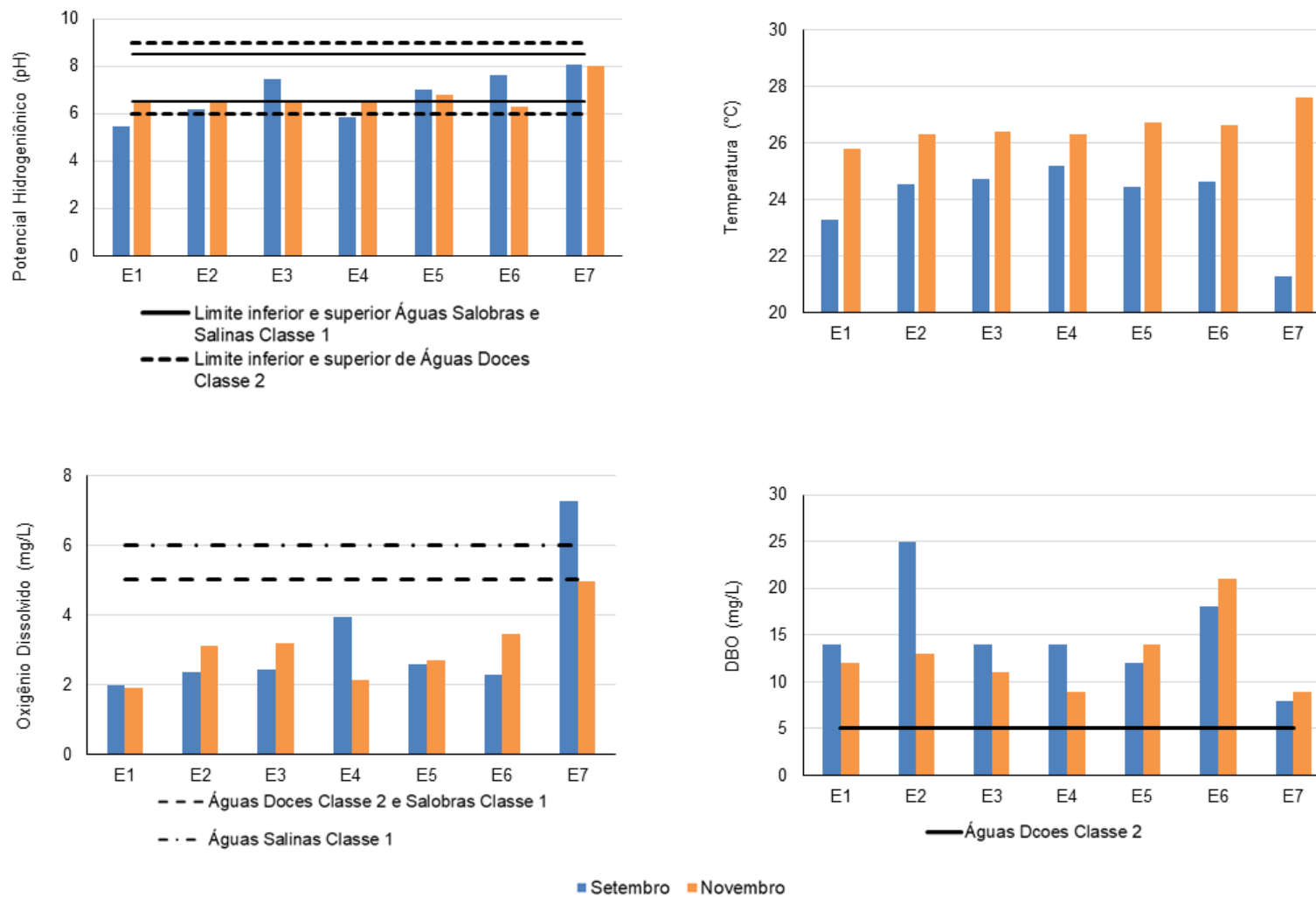
Já para a DBO, a campanha de setembro registrou valores entre 8 mg/L na região do estuário (E7) até 25 mg/L (E2). Na campanha realizada em novembro, a variação registrada foi de 9 mg/L (estações E4 e E7) a 21 mg/L (E6). Esses são valores de DBO

considerados altos, principalmente para ambientes classificados como Água Doce. Vale destacar que nenhuma das localidades enquadradas como Água Doce, atendeu aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), para Classe 2 (até 5 mg/L), tanto para setembro quanto para novembro (Tabela 7-2, Figura 7-3). Saliencia-se ainda que esses valores obtidos de DBO corroboram com diagnósticos realizados previamente que descrevem o rio Jundiá como potencial fonte poluidora em detrimento dos valores de desse parâmetro, e de outros como nitrogênio e coliformes termotolerantes (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012).

Os valores de DBO podem estar relacionados com o uso e ocupação do entorno das estações, uma vez que se observa que os maiores registros, como os vistos nas estações E2 e E6, apresentam maior influência de área urbana. Apesar da maior urbanização no entorno de E7, as menores concentrações encontradas podem ser por conta da diluição sofrida por meio do efeito das micromarés.



**Figura 7-3 Resultados e limites de pH, temperatura, oxigênio dissolvido e DBO segundo a Resolução CONAMA 357/05.**



Quanto aos nutrientes, a variação registrada para o fósforo durante a campanha de setembro foi de 0,01 mg/L (estação E4) a 0,2 mg/L (E5). Nas coletas de novembro, as concentrações registradas foram bem menores que na coleta anterior. Para essa campanha a estação E4, no rio Iriri, registrou 0,02 mg/L, enquanto a estação E7 registrou 0,07 mg/L de fósforo. Independentemente da coleta, pode-se observar que o rio Iriri registrou as menores concentrações de fósforo (E1 e E4) que as estações localizadas em outros corpos hídricos.

Para a campanha de setembro, pode-se observar que as estações E2, enquadrada em Águas Doces Classe 2, e E3, E5, E6 e E7, enquadradas em Águas Salobras e Salinas Classe 1, registraram concentrações de fósforo total acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Na campanha de novembro, todas as estações estiveram dentro do limite estabelecido pela legislação de acordo com o seu enquadramento. (Tabela 7-2, Figura 7-4).

Em relação ao nitrogênio total, durante a primeira coleta, as concentrações encontradas foram de 0,6 mg/L (E4) a 5,20 mg/L (E2). Na coleta seguinte, em novembro, a menor concentração foi de 0,9 mg/L (E2) e a maior de 2,1 mg/L (E3). Nessa coleta pode-se observar um aumento das concentrações de nitrogênio total em relação à coleta anterior para as estações E1, E4 e E7, bem como diminuições representativas para E2, E3, E5 (Tabela 7-2, Figura 7-4). Essa diferença na concentração de nitrogênio total parece estar relacionada com o uso e ocupação do solo bem como com o aumento da precipitação na coleta de novembro.

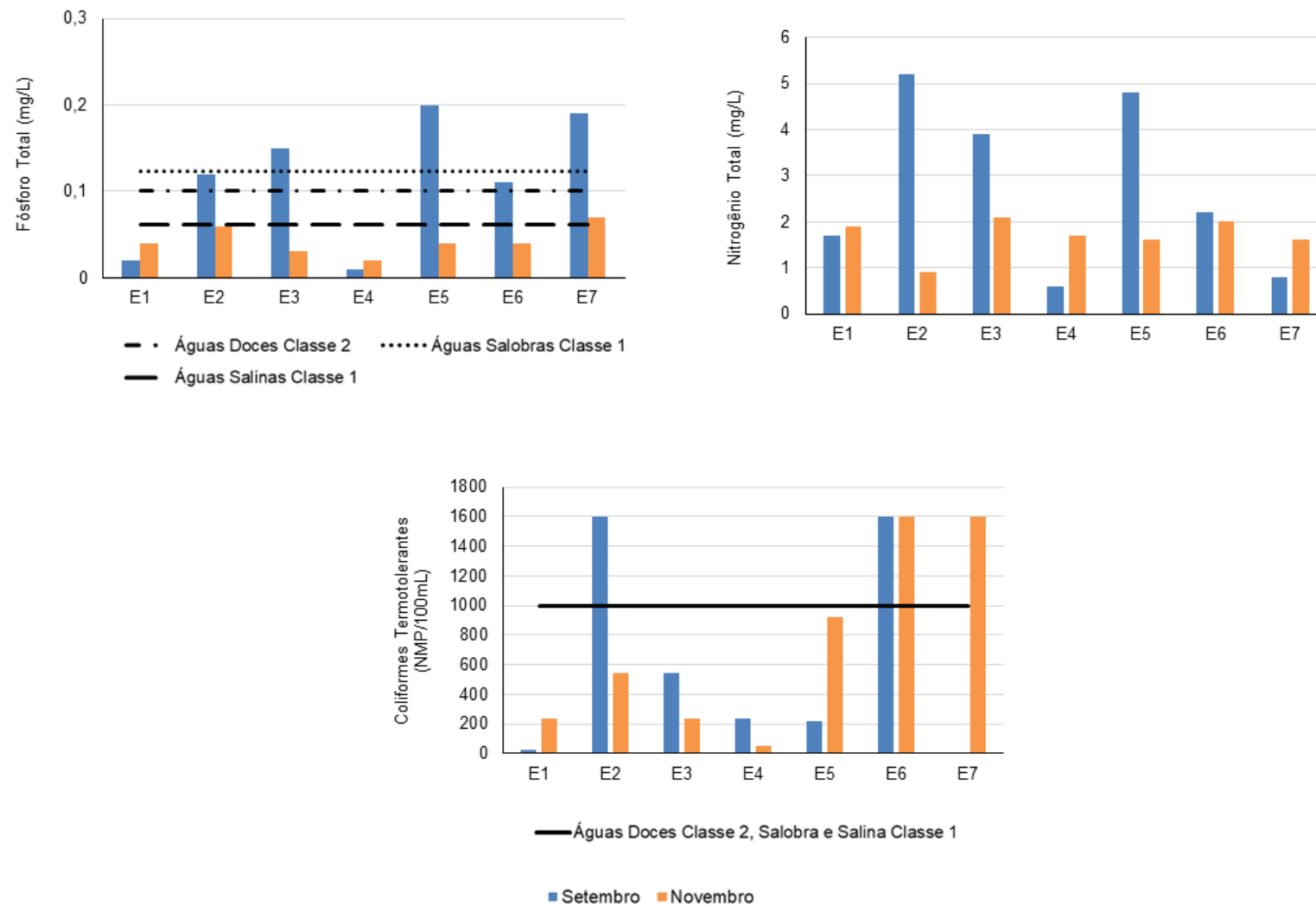
Ainda em relação ao nitrogênio total, verificou-se que na primeira coleta, E2, classificado como água doce classe 2 apresentou valores acima da Resolução CONAMA 357 que estabelece um limite de 2,18 para esse parâmetro para ambientes lóticos (CONAMA 357, 2005).

Por fim, os coliformes termotolerantes registraram uma ampla variação para o mês de setembro, em que a menor concentração foi de <1,80 NMP/100mL (E7), representando o limite de quantificação do método analítico, enquanto a maior foi de >1600 NMP/100mL (E6 e E2), acima do valor máximo quantificável pelo método. No mês de novembro, o menor resultado foi 49 NMP/100mL (E4) e o maior >1600 NMP/100mL (E6), com destaque para o aumento registrado em E5 (920 NMP/100 mL) (Tabela 7-2, Figura 7-4). Esses resultados também parecem estar relacionados com o uso e ocupação do entorno, uma vez que as maiores concentrações foram registradas em área com maior urbanização.

Outro fator que parece atuar de maneira importante, independentemente do uso do entorno, é a precipitação.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) para uma avaliação, em relação a esse indicador, é necessário um período de monitoramento de 01 ano com frequência bimestral.

**Figura 7-4 Resultados e limites de fósforo, nitrogênio e coliformes termotolerantes segundo a Resolução CONAMA 357/05.**



Na caracterização do estuário, quanto à salinidade, observa-se que há um gradiente em direção a foz, ou seja, há um aumento da salinidade da estação E1 a E7, sendo esta última tendo sido caracterizada como salina em setembro e salobra em novembro. Ao analisar as campanhas, observa-se que não há estratificação térmica ou hialina entre a massa d'água superficial e a profunda. Esses resultados sugerem que o estuário do rio das Ostras tenha uma forte influência da maré que adentra as regiões mais interiores do rio por meio do regime de micromarés, podendo chegar até 6 km para o interior do continente (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019).

Assim, é provável que em momentos de menor vazão e precipitação, o menor volume de água doce que escoar não tenha capacidade de conter o avanço de massas d'água oceânicas, aumentando a salinidade e ocasionando a circulação de massas d'água devido às diferenças de densidade, levando a misturas e ressuspensão de sólidos e partículas, por exemplo. (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019; CANIVETE, 2019; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012).

A bacia do rio das Ostras parece ser influenciada pela dinâmica entre a ação das marés e do oceano costeiro, associada com a vazão e o fluxo da rede hidrográfica da região. De maneira geral, os resultados indicaram baixos valores de salinidade, condutividade, sólidos totais dissolvidos e pH principalmente nas estações E1 e E4, no rio Iriri e E2, no rio Jundiá. Por outro lado, os maiores valores registrados para esses parâmetros ocorreram em E7, na região estuarina, no encontro da foz do rio com o mar. Por conta da correlação entre o pH e a condutividade, essas grandezas podem sofrer influência dos sólidos totais e da salinidade, uma vez que as faixas de variação do potencial hidrogeniônico atuam na precipitação de material particulado, íons e sais que medem a condutividade, o que pode ser um indicativo da atuação desse parâmetro junto com as massas d'água (ESTEVES, 2011).

Ao contrário dos parâmetros destacados anteriormente, os maiores valores de turbidez são encontrados a montante da junção do rio das Ostras durante as duas coletas, e podem ser relacionados com a matéria orgânica dissolvida na água através da decomposição de matéria vegetal que acarreta a liberação de ácidos húmicos, escurecendo a água, impedindo a penetração de luz (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012). Essas características observadas para os afluentes do rio Iriri e do rio Jundiá, a montante do rio das Ostras, durante as duas coletas, também refletem o caráter mais ácido dessas



águas e seguem a tendência sugerida pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2012).

Os valores encontrados para os nutrientes como fósforo e nitrogênio foram, em sua maioria, maiores durante o mês de setembro, principalmente na estação E2 e ao longo do rio das Ostras, e podem estar ligados a ações antrópicas e, principalmente ao uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica, principalmente aquele categorizado como urbano. Nas regiões menos urbanizadas, como nos rios Iriri e Jundiá (estações E1, E2 e E4) é provável que haja maior influência de atividades agrárias, visto que, segundo o relatório do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2013), a utilização da cobertura do solo para pastagem e pastagem em várzea representam 64,67% e 4,92% da área do município e circundam toda a região analisada (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019; BERNINI et al., 2013; CANIVETE, 2019; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2013).

Em novembro houve, predominantemente, uma diminuição na concentração de nutrientes provavelmente por conta da precipitação, mas um aumento nos valores de coliformes termotolerantes, principalmente após a estação E3, em que E5, E6 e E7 apresentaram valores entre 920 NMP/100mL e >1600 NMP/100mL. Essa variação pode estar relacionada com o aporte de esgoto doméstico, já que locais como Nova Cidade e Jardim Mariléa estão próximos a E5 e E6, respectivamente. Após esse trecho, ainda existem outros locais que reconhecidamente realizam o descarte inadequado de efluentes e resíduos entre E6 e E7, como Boca da Barra, Nova Esperança, Costa Azul, Liberdade entre outros, lançados no rio das Ostras (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012; LAURA; GOMES, 2009).

Esse mesmo cenário pode ser o causador do aumento nas concentrações de DBO para as amostras do rio das Ostras, principalmente na estação E6. A entrada de matéria orgânica no ambiente aumenta a DBO e se reflete na concentração de oxigênio dissolvido que pode não suprir essa demanda e diminuir, mesmo com a mistura de massas de água e maior aporte fluvial. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Barroso, Mussi e Molisani (2019), que encontraram águas mais oxigenadas na região do estuário, que possui maior mistura e renovação das águas devido à influência das correntezas e efeito da maré.

Na campanha de setembro, as águas mais oxigenadas e com baixa DBO foram encontradas apenas na foz do rio, na área de maior influência marinha e que se sobrepõe

a baixa vazão do rio das Ostras, havendo a ação das micromarés como mencionado anteriormente. Entretanto, para o mês de novembro houve uma diminuição da oxigenação e um aumento para DBO, indicando o consumo de O<sub>2</sub> para a localidade (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019).

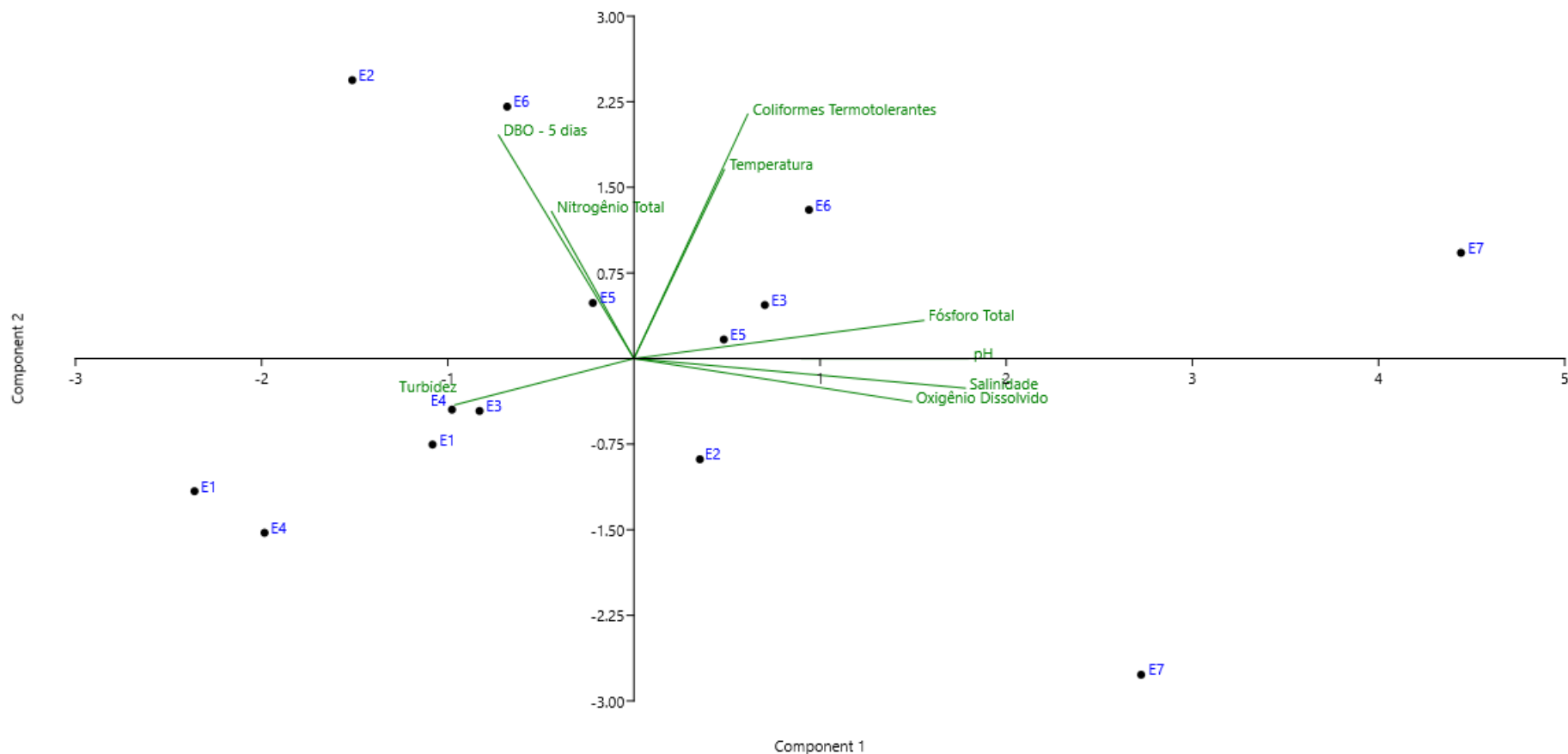
De maneira geral as coletas realizadas em setembro e novembro parecem evidenciar as diferenças entre o período mais seco, seguido de um período mais chuvoso, que provavelmente aumentou muito a vazão do rio durante os 15 dias anteriores às coletas, contribuindo para a diminuição da influência da maré a partir do estuário, que pode alcançar até cerca de 6 km a partir da foz do rio (Figura 7-1) (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019).

A PCA realizada indica que os eixos PC1 e PC2 correspondem, respectivamente, à 40,758% e 24,985% da variação dos dados, totalizando 65,743%, que podem ser vistos na Figura 7-5. Esses resultados corroboram as observações realizadas e foram relacionados positivamente com maiores contribuições de salinidade, oxigênio dissolvido, fósforo, pH, coliformes e temperatura após o início da formação do rio das Ostras, principalmente entre E5 e E7, além de uma menor contribuição de E2 no eixo 1. Em oposição ao pH, a turbidez apresentou maiores contribuições de E1, E3 e E4, onde as águas foram mais ácidas.

Ainda no eixo 1, E2, E6 e E5 foram relacionados, principalmente com a DBO e o nitrogênio total, o que pode ser um indicativo de que a DBO e o nitrogênio estão atuando diretamente em oposição ao oxigênio e ao fósforo, sugerindo uma relação limitante entre os nutrientes no consumo por organismos (Figura 7-5).

De forma resumida, entre os parâmetros que tiveram maior influência positiva no componente principal 1, o fósforo total, a temperatura e os coliformes termotolerantes, enquanto a turbidez apresentou uma maior influência negativa, principalmente sobre os pontos E1, E3 e E4. Já em relação ao componente principal 2, o nitrogênio total e DBO e temperatura estiveram relacionados de forma positiva, com uma maior influência negativa sobre OD e salinidade.

Figura 7-5 Resultado da análise dos componentes principais.



## 7.2 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os valores de IQA para o mês de setembro apresentaram resultados entre 32,79 (E2) e 58,59 (E4) nos trechos localizados nos rios Iriri e Jundiá, referentes a E1, E2 e E4. A partir de E3, já no rio das Ostras, até E7, essa amplitude foi de 37,77 (E6) a 75,27 (E7). Em novembro houve uma menor variação dos resultados, em que nos rios Iriri e Jundiá (E1, E2 e E4) essa variação foi de 51,98 (E4) a 56,04 (E2), enquanto no rio das Ostras a variação foi de 42,06 (E6) a 57,51 (E7) (Tabela 7-3).

As análises de IQA para o mês de setembro apresentaram poucos resultados positivos, uma vez que cinco das sete amostras foram classificadas como ruins (E1, E2, E3, E5 e E6) e somente duas foram apontadas como média e boa (E4 e E7, respectivamente). Para o mês de novembro foi observada uma mudança geral nesse panorama, em que a grande maioria dos resultados indicaram IQA classificado na categoria média e apenas E6 foi classificado como ruim. Vale ressaltar que as mudanças encontradas na segunda coleta também apontaram para uma diminuição do índice de qualidade da água de E7 de bom para médio, como ser visto na Tabela 7-3.

De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), em outubro de 2022, o IQA do rio das Ostras foi classificado como ruim (40,3), corroborando com a classificação dessa localidade nos meses analisados no presente relatório, com exceção de E7 (INEA, 2022).

Nesse contexto, durante o mês de setembro somente as águas de E4 e E7 foram consideradas de qualidade média e boa, respectivamente, sendo classificadas como apropriadas para o tratamento convencional visando o abastecimento público, enquanto as demais localidades foram indicadas como ruins e impróprias para o tratamento convencional (Tabela 7-3). Contudo, vale ressaltar que as águas de E7 estão na foz do rio e possuem caráter estuarino e alta salinidade, com grande taxa de renovação e oxigenação através da maré, além de responder a um enquadramento diferente dos demais.

O menor volume pluviométrico acumulado encontrado na primeira coleta, de 10,4 mm frente aos 60,8 mm da segunda amostragem (Figura 7-1) podem refletir um aumento da vazão dos rios, se tornando possivelmente um dos principais responsáveis pela diminuição da salinidade nas estações amostrais mais interiores, além de diminuir a concentração de nutrientes nessas localidades (CANIVETE, 2019). Mesmo assim, houve

um aumento na concentração de coliformes termotolerantes, principalmente na estação E7, fato que pode estar relacionado à lavagem da bacia de drenagem e condições inadequadas de deságue de esgoto sanitário e consequente diminuição do oxigênio da localidade, juntamente com o índice classificatório (BARROSO; MUSSI MOLISANI, 2019; CANIVETE, 2019; COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS, 2012).

As estações amostrais, de maneira geral, possuem grande influência da maré e podem ter características de águas salobras. Isso é refletido principalmente nos resultados encontrados durante o mês de setembro, visto que somente as estações de monitoramento localizadas nos rios Iriri e Jundiá (E1, E2 e E4) apresentam enquadramento referente à Águas Doces segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005). A variação de salinidade encontrada tem reflexo em outros parâmetros, como pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez, entre outros, o que pode mascarar ou apresentar resultados não condizentes com as categorias preconizadas pelo Índice de Qualidade da Água (IQA). Dessa forma, a continuidade do monitoramento poderá indicar se o índice pode ser aplicado à bacia hidrográfica analisada com confiabilidade.

**Tabela 7-3 - Resultados de IQA em cada estação amostral entre os meses de setembro e novembro de 2022.**

| Estação  | Localização   | Município         | IQA Set/2022      | IQA Nov/22       | Média            |
|--|---|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| E1   | Afluente do rio Iriri   | Rio das Ostras    | 49,59             | 52,98            | 51,28            |
| E2   | Rio Jundiá<br>(a montante do deságue no rio das Ostras)           | Rio das Ostras    | 32,79             | 56,04            | 44,42            |
| E3   | Rio das Ostras<br>(a jusante do encontro dos rios Iriri e Jundiá) | Rio das Ostras    | 47,15             | 57,44            | 52,29            |
| E4   | Rio das Ostras<br>(a montante do deságue do valão das Corujas)    | Rio das Ostras    | 58,59             | 51,98            | 55,28            |
| E5   | Valão das Corujas<br>(a montante do deságue no rio das Ostras)    | Rio das Ostras    | 48,82             | 52,38            | 50,60            |
| E6   | Rio das Ostras<br>(a jusante da foz do valão das Corujas)         | Rio das Ostras    | 37,77             | 42,06            | 39,92            |
| E7   | Rio das Ostras<br>(a montante da sua foz, após a área urbana)     | Rio das Ostras    | 75,27             | 57,51            | 66,39            |
| Intervalo de Valores de IQA                              | 100 ≥ IQA ≥ 90  | 90 > IQA ≥ 70     | 70 > IQA ≥ 50     | 50 > IQA ≥ 25    | 25 > IQA ≥ 0     |
| Utilização no tratamento convencional para abastecimento | Águas apropriadas   | Águas apropriadas | Águas apropriadas | Águas impróprias | Águas impróprias |

## 8 OBSERVAÇÕES GERAIS

De maneira geral, as coletas realizadas em setembro e novembro parecem evidenciar as diferenças entre os períodos com diferentes precipitações. Essa diferença reflete em um aumento da vazão dos rios, nos meses de maiores chuvas, e contribuiu para a diminuição da influência oceânica nas estações analisadas entre a primeira e segunda campanha, que primeiramente se estendeu de E7 até E3 e em seguida ficou restrita a região do estuário (E7).

Durante o mês de setembro foram encontradas altas concentrações de nutrientes, inclusive com algumas amostras apresentando concentrações de fósforo acima dos valores estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), já na campanha seguinte, do mês de novembro, as concentrações diminuíram. Esse contraste entre as coletas e a diminuição da concentração de nutrientes refletiu diretamente na qualidade das águas analisadas, uma vez que mesmo com o aumento de coliformes das estações E5 a E7, grande parte das amostras deixaram de ser enquadradas como ruins e passaram a ser consideradas médias e próprias para o tratamento de uso convencional.

Uma atenção especial deve ser direcionada para os níveis de oxigênio dissolvido encontrados, que parecem ser fortemente influenciados pela quantidade de matéria orgânica disponível no sistema, onde ocorre um aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e em seguida podendo impactar a oxigenação do ambiente, principalmente em momentos de baixa vazão do curso dos rios. Esse menor fluxo impede uma maior mistura das massas d'água e da troca de oxigênio com a atmosfera, algo mais recorrente nos períodos mais secos do ano, além de aumentar a salinidade e condutividade da região.

Por fim, as características específicas da região são embasadas principalmente pelo regime de chuvas e alcance das micromarés que adentram o estuário, além do uso e ocupação da bacia hidrográfica em que regiões mais urbanizadas apresentam pior qualidade de água. Vale destacar que devido à grande influência da maré na bacia analisada o monitoramento deve contribuir nas próximas campanhas para uma melhor análise a respeito da aplicabilidade do IQA na região, uma vez que a salinidade influencia em diversos parâmetros que são utilizados no cálculo.

## REFERÊNCIAS

- ANA. **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#\\_ftn1](http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1). Acesso em 21 março de 2023.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, 2003.
- BARROSO, G. C.; MUSSI MOLISANI, M. Pequenos estuários alimentados por pequenas bacias hidrográficas: estudo de caso dos estuários dos rios Macaé e das Ostras (RJ). Em: **Engenharia & Ciências Ambientais: contribuições à gestão ecossistêmica**. [s.l.] Essentia Editora, 2019. p. 116–141.
- BERNINI, E. et al. Fitossociologia de florestas de mangue plantadas e naturais no estuário do Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 1, 10 out. 2013.
- BRASIL. **Resolução CONAMA N°357, de 17 de março de 2005**. CONAMA - Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- BRASIL. **Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011**. CONAMA - Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- CANIVETE, G. D. R. **Avaliação da Influência das Descargas Fluviais na Distribuição da Salinidade no Estuário Bons Sinais-Zambézia**. Monografia—Quelimane: Universidade Eduardo Mondlane, nov. 2019.
- CAÑEDO-ARGÜELLES, Miguel et al. Salinisation of rivers: an urgent ecological issue. **Environmental pollution**, v. 173, p. 157-167, 2013.
- CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade | Apêndice D. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**, 2014.
- CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice E: Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo** São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2022
- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS. **Relatório de caracterização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RD-01)**. Instituto Estadual do Ambiente Rio de Janeiro Governo do Estado do Rio de Janeiro, jul. 2012.
- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MACAÉ E DAS OSTRAS. **Relatório de caracterização e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras**. Instituto Estadual do Ambiente Rio de Janeiro Governo do Estado do Rio de Janeiro, nov. 2013.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- INMET. **INMET: Mapa de Estações**. Disponível em: <<https://mapas.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 19 jul. 2022.
- JARDIM, M.E.T. **Bacia hidrográfica do rio das ostras: proposta para gestão ambiental sustentável**. 128f. Dissertação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.
- GOMES, L. M Ocupação Urbana de Rio das Ostras: Elementos Definidores e os Impactos nos Recursos Hídricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 3, n. 2, p. 145–161, 2009.



OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V. D.; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 523-529, 2017.

PRIOSTE, M.A.D.O. **Bacia hidrográfica do rio das ostras: proposta para gestão ambiental sustentável**. Dissertação. 193f. Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

TOLEDO, Luís Gonzaga de; NICOLELLA, Gilberto. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 181-186, 2002.

VON-SPERLING, M. **Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. v. 1

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. 7. ed. Geneva: Chairperson, Publications Board, 2008. v. 8

## ANEXOS

ANEXO 1 – Certificado de Acreditação INMETRO

ANEXO 2 – Certificado CCL INEA

ANEXO 3 – Registro Fotográfico

ANEXO 4 – Cadeias de Custódia

ANEXO 5 – Laudos Analíticos

ANEXO 6 – Memória de cálculo IQA