



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ESCOLA POLITÉCNICA & ESCOLA DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**MONIQUE ALVES LEITE MELLO**

SITUAÇÃO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS NAS OLIMPÍADAS RIO-2016:  
Avaliação das medidas de melhoria adotadas e suas consequências para a qualidade da água

Rio de Janeiro

2017



**UFRJ**

Monique Alves Leite Mello

**SITUAÇÃO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS NAS OLIMPÍADAS RIO-2016:**

Avaliação das medidas de melhoria adotadas e suas consequências para a qualidade da água

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Monica Pertel, D.Sc.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Iene Christie Figueiredo, D.Sc.

Rio de Janeiro

2017



**UFRJ**

SITUAÇÃO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS NAS OLIMPÍADAS RIO-2016:

Avaliação das medidas de melhoria adotadas e suas consequências para a qualidade da água

Monique Alves Leite Mello

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada em \_\_\_\_\_ pela banca:

---

(Monica Pertel, D.Sc., DRHIMA-POLI-URFJ)

---

(Iene Christie Figueiredo, D.Sc., DRHIMA-POLI-URFJ)

---

(Cristina Aparecida Gomes Nassar, D.Sc., Ecologia - UFRJ)

---

(Magali Christe Cammarota, D.Sc., IQ - UFRJ, )

---

(Frank Pavan de Souza, D.Sc.)

Rio de Janeiro

2017

Dedico esta dissertação à minha doce mãe, Lucia Maria Alves Leite, que, durante os 30 anos que tive o privilégio de tê-la ao meu lado, me ensinou, dentre outros valores, a ser dedicada e resiliente perante os percalços da vida e, assim, valorizar cada conquista com intensidade. Ela se foi, mas deixou uma marca eterna de amor e força na minha história.

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo, agradeço a Deus e à minha família que foram meu suporte para conquistar mais essa etapa da minha trajetória acadêmica.

Aos amigos agradeço pela alegria compartilhada em tantas oportunidades e pela compreensão dos momentos que não pude partilhar.

Aos professores que fizeram parte desse processo, obrigada pelo incentivo e estímulo que fizeram desta dissertação um desafio prazeroso.

Às minhas orientadoras, obrigada pelo apoio, dicas e relevantes colaborações.

E finalmente, às instituições e empresas que fizeram parte da minha vida acadêmica e profissional neste período, em especial à TECMA e à Coordenadoria de Monitoramento Ambiental da SMAC-RJ, que liberaram a utilização de dados e imagens para a realização deste estudo. Obrigada pela oportunidade, pelo crescimento proporcionado e pela chance de ter conhecido, estudado e trabalhado com profissionais maravilhosos.

## RESUMO

LEITE-MELLO, Monique Alves. SITUAÇÃO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS NAS OLIMPÍADAS RIO-2016: Avaliação das medidas de melhoria adotadas e suas consequências para a qualidade da água. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Localizada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, a Lagoa Rodrigo de Freitas foi selecionada para receber competições aquáticas de contato secundário nas Olimpíadas e Paralimpíadas Rio-2016. Para recepcionar as provas de remo e canoagem, a Lagoa passou por intervenções no corpo hídrico e entorno, visando adequações às exigências do Comitê Olímpico Internacional. Além da descrição e avaliação das ações e ocorrências sucedidas ao longo do inverno de 2015 ao inverno de 2016, foram analisados dados de parâmetros físico-químicos e biológicos da água da Lagoa em seis pontos de coleta. Tais análises se fizeram fundamentais para avaliação da qualidade da água e sua resposta ambiental frente às modificações sofridas. O presente estudo apontou a ligação dos procedimentos de limpeza e desassoreamento da Lagoa com alterações nos parâmetros turbidez, fósforo total e ortofosfato, além de sua possível associação com a ocorrência de floração fitoplanctônica. Também foi possível constatar alterações na dinâmica físico-química e biológica oriundas dos procedimentos de estaqueamento. Outros impactos negativos observados foram contaminações de redes de drenagem pluvial que desembocam na Lagoa, associadas às obras da linha 4 do metrô, bem como à ineficiência do sistema de drenagem do Jockey Club. Por outro lado, a expansão da galeria de cintura, em trecho do Canal Jardim de Alah, e o procedimento de desinfecção química pontual demonstraram promover benefícios à Lagoa. Especialmente durante o período de provas olímpicas e paraolímpicas, a Lagoa Rodrigo de Freitas foi intensamente monitorada e controlada, favorecendo a manutenção da qualidade hídrica para a realização das competições.

**Palavras-chave:** Lagoa Rodrigo de Freitas, obras, impacto ambiental, qualidade hídrica.

## ABSTRACT

LEITE-MELLO, Monique Alves. SITUAÇÃO DA LAGOA RODRIGO DE FREITAS NAS OLIMPÍADAS RIO-2016: Avaliação das medidas de melhoria adotadas e suas consequências para a qualidade da água. Rio de Janeiro, 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Located in noble zone of the city of Rio de Janeiro, the Rodrigo de Freitas Lagoon was selected to receive aquatic competitions of secondary contact in the Olympics and Paralympics games Rio-2016. In order to receive the rowing and canoeing events, it underwent interventions in the water body and surroundings, in order to adapt to the demands of the International Olympic Committee. In addition to the description and evaluation of the actions and occurrences that happened during the winter of 2015 to the winter of 2016, data of physical-chemical and biological parameters of the Lagoa's water were analyzed in six points of collection. These analyzes became essential for the evaluation of the water quality and its environmental response to the changes undergone. The present study pointed to the connection of the dredging with changes in turbidity, total phosphorus and orthophosphate parameters, and a possible association with the occurrence of phytoplankton bloom. It was also possible to verify changes in physicochemical and biological dynamics arising from the stacking procedures. Other negative impact observed were contamination of rainwater drainage gallery that flow into Lagoa, associated to the intervention of line 4 of the subway, as well as to the inefficiency of the drainage system of the Jockey Club. On the other hand, the expansion of the waist gallery, in part of the Jardim de Alah duct, and the punctual chemical disinfection procedure demonstrated to promote benefits to Lagoa. Especially during the Olympic and Paralympic Games, the Rodrigo de Freitas Lagoon was intensively monitored and controlled, favoring the maintenance of the water quality for the competitions.

**Keywords:** Lagoa Rodrigo de Freitas, constructions, ambiental impact, waterquality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Geomorfologia das lagoas de acordo com Kjerfve, 1986: sufocada (1), restrita (2) e vazada (3). Fonte: MIRANDA, CASTRO e KJERFVE, 2002.....	15
Figura 2 - Localização dos pontos de deságue na Lagoa Rodrigo de Freitas e canais a ela ligados. Fonte: Boletins da Gestão Ambiental do Sistema da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: <a href="http://prefeitura.rio/web/smac/gestao-da-lagoa-rodrigo-de-freitas">http://prefeitura.rio/web/smac/gestao-da-lagoa-rodrigo-de-freitas</a> .....	17
Figura 3 - Canal Jardim de Alah. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017. ....	18
Figura 4 - Canal General Garzon na altura da comporta. Fonte: Elaboração própria, 2016.....	19
Figura 5 - Modelo Batimétrico da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: TECHNO-BIO, 2011.....	20
Figura 6 - Equipamentos portáteis envolvidos no monitoramento pontual. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.....	25
Figura 7a - Boia contendo sonda multiparamétrica. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.....	25
Figura 7b - Sonda multiparamétrica envolvida no monitoramento contínuo. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.....	24
Figura 8 - Estação meteorológica instalada no Estádio de Remo. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.....	27
Figura 9 - Representação esquemática da área estudada. Fonte: Adaptado de GoogleMaps, 2017...	37
Figura 10 - Lagoa Rodrigo de Freitas dividida nas áreas especificadas pelo Decreto Municipal nº18.415/00. Fonte: Adaptado de TECMA, 2016.....	38
Figura 11 - Localização das estações de coleta da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: Adaptado de GoogleEarth, 2017.....	43
Figura 12 - Temperatura da água na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	45
Figura 13 - Temperatura da água na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	46
Figura 14 - Salinidade na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	46
Figura 15 - Salinidade na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	47
Figura 16 - pH na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	48
Figura 17 - pH na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	48
Figura 18 - Turbidez na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	49
Figura 19 - Turbidez na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	49
Figura 20 - Oxigênio dissolvido na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	50
Figura 21 - Porcentagem de resultados de OD em descumprimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	51
Figura 22 - Oxigênio dissolvido na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	51
Figura 23 - Nitrogênio amoniacal na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	52
Figura 24 - Porcentagem de resultados de nitrogênio amoniacal em atendimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	52
Figura 25 - Nitrogênio amoniacal na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	53
Figura 26 - Fósforo total na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	53
Figura 27 - Porcentagem de resultados de fósforo total em atendimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	54
Figura 28 - Fósforo total na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	55
Figura 29 - Ortofosfato na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.....	55
Figura 30 - Ortofosfato na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.....	56



Figura 31 - <i>Escherichia coli</i> na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria. ....	57
Figura 32 - <i>Escherichia coli</i> na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria. ....	57
Figura 33 - Saída 20A com características de esgoto no dia 12/06/2015. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	60
Figura 34 - Saída 20A com características de esgoto no dia 07/07/2015. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	61
Figura 35 - Balsa com bate-estaca. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	63
Figura 36 - Macrófitas desprendidas do fundo. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	63
Figura 37 - Amostra com materiais flutuantes, coletada dentro da manta em 16/06/15. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	64
Figura 38 - Macrófitas no entorno da área de trabalho e nas margens da LRF. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	66
Figura 39 - Trechos da LRF e do CJA contemplados pelas galerias de cintura. Fonte: Adaptado de GoogleMaps, 2017. ....	68
Figura 40 - <i>Nessler</i> positivo em amostra da elevatória interna do Jockey em 03/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	70
Figura 41a - Cordão flutuante com manta geotêxtil em 24/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	73
Figura 41b - Manta enrolada no cordão flutuante em 24/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	73
Figura 42 - Disposição de sedimento na cava Cantagalo com manta em meia lua. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	74
Figura 43a - PV de recebimento do ácido peracético, relacionado ao ponto de deságue de número 2. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	78
Figura 43b - PV de avaliação residual a jusante do recebimento do produto, relacionado ao ponto de deságue de número 2. Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017. ....	78
Figura 44 - Coloração amarronzada da água da Lagoa no ponto de coleta LRF1 em 31/08/2015. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017. ....	82
Figura 45 - Presença de espuma branca às margens da Lagoa em 29/08/2016. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017. ....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições e padrões de qualidade de águas salobras classe 2. ....	22
Tabela 2 - Volume precipitado de chuva, em mm, registrado no período adjacente à floração de 2015 na estação da Lagoa. ....	82
Tabela 3 - Volume precipitado de chuva, em mm, registrado no mês de junho de 2016 na estação da Lagoa. ....	84

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Coordenadas das estações de coleta na Lagoa Rodrigo de Freitas. ....	43
Quadro 2 - Alteração do ponto de coleta LRF3 na Lagoa Rodrigo de Freitas. ....	66
Quadro 3 - Medidas adotadas e seus impactos para a qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas. ....	86

## LISTA DE SIGLAS

AABB – Associação Atlética do Banco do Brasil  
ACIESP – Academia de Ciências do Estado de São Paulo  
APHA – *American Public Health Association*  
APO – Autoridade Pública Olímpica  
APP – Área de Preservação Permanente  
AWWA – *American Water Works Association*  
CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro  
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo  
CGG – Canal General Garzon  
CJA – Canal Jardim de Alah  
CMA – Coordenadoria de Meio Ambiente  
CVA – Canal Visconde de Albuquerque  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbônico  
COI/IOC – Comitê Olímpico Internacional/*International Olympic Committee*  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro  
CRH – Coordenadoria de Recurso Hídrico  
DTA – Doença Transmitida por Água e Alimentos  
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
INEA – Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro  
INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Cultural  
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional  
IRPH – Instituto Rio Patrimônio da Humanidade  
LMI – Licença Municipal de Instalação  
LMP – Licença Municipal Prévia  
LRF – Lagoa Rodrigo de Freitas  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – Íon Amônio  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – Nitrato  
OD – Oxigênio Dissolvido  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
pH – Potencial Hidrogeniônico

PV – Poço de Vistoria

SECONSERMA – Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente do Rio de Janeiro

SECONSERVA – Secretaria Municipal de Conservação do Rio de Janeiro

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro

US-EPA – *Environmental Protection Agency of United States*

WEF – *Water Environment Federation*

WHO – *World Health Organization*

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	13
2 Objetivo .....	14
2.1 Objetivos Específicos .....	14
3 Revisão de Literatura.....	14
3.1 Sistemas Lagunares .....	14
3.1.1 Hidrodinâmica da LRF.....	16
3.2 Qualidade da Água de Corpos Hídricos Salobros .....	21
3.2.1 Parâmetros de Qualidade .....	21
3.3 Monitoramento da LRF .....	23
3.3.1 Parâmetros Monitorados .....	27
3.3.2 Jogos Olímpicos e Paralímpicos RIO 2016.....	35
4 Descrição da Área de Estudo.....	36
4.1 Interferências Naturais e Antrópicas .....	38
4.2 Eventos de Mortandade.....	41
5 Materiais e Métodos .....	42
5.1 Análise da Qualidade da Água da LRF .....	42
6 Resultados e Discussão .....	44
6.1 Qualidade da Água da LRF.....	45
6.1.1 Temperatura da Água.....	45
6.1.2 Salinidade .....	46
6.1.3 pH .....	47
6.1.4 Turbidez.....	48
6.1.5 Oxigênio Dissolvido .....	50
6.1.6 Nitrogênio Amoniacal.....	51
6.1.7 Fósforo Total .....	53
6.1.8 Ortofosfato .....	55
6.1.9 Escherichia coli.....	56
6.2 Ações e Ocorrências do Período .....	58
6.2.1 Obras do Metrô .....	58
6.2.2 Estaqueamento .....	62
6.2.3 Expansão da Galeria de Cintura .....	67
6.2.4 Jockey Club .....	68

6.2.5 Desassoreamento.....	71
6.2.6 Desinfecção Química.....	77
6.2.7 Ocorrência de Chuvas e Ventos Fortes .....	80
6.2.8 Ocorrência de Floração .....	81
6.2.9 Ocorrência de Espuma .....	85
7 Conclusão .....	87
8 Recomendações .....	88
9 Referências.....	89

## 1 INTRODUÇÃO

No dia 2 de outubro de 2009 o Comitê Olímpico Internacional (COI) elegeu a cidade do Rio de Janeiro como sede dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016. Os benefícios de sediar o evento não incluem apenas a geração de empregos e a atração de turistas e investidores, mas também amplia oportunidades de melhorias para a cidade. Apesar de não especificado como requisito pela Carta Olímpica, o investimento na questão ambiental se tornou uma realidade para a promoção de um legado positivo dos Jogos Olímpicos às cidades e países-sede (IOC, 2015).

Localizada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, a Lagoa Rodrigo de Freitas (LRF) foi selecionada para receber competições aquáticas de contato secundário, como o remo e a canoagem. Contudo, por estar inserida em uma região densamente urbanizada, com alto grau de descaracterização do seu ecossistema, a Lagoa recebe enormes cargas de substâncias arrastadas pelas chuvas de maior intensidade, bem como sofre com problemas de afluxos de esgotos oriundos de ligações clandestinas (D'ALCANTARA, ROSSO e GIORDANO, 2005; ROSSO e D'ALCANTARA, 2006; LIMA, 2010; DIAS e ROSSO, 2011; ENRICH-PRAST, 2012; ROSMAN, 2012; SOARES *et al.*, 2012). Seu alto grau de assoreamento e contínuo processo de eutrofização chegaram a motivar insegurança sobre a viabilidade do evento no local.

Historicamente a Lagoa Rodrigo de Freitas sofre com ações antrópicas desde a ocupação mais efetiva de suas margens, ainda no século XVI (RODRIGUES, 2012; SOARES *et al.*, 2012). A ocupação da região se intensificou na década de 70, o que levou a novos aterramentos marginais, reduzindo a área da Lagoa a menos da metade do seu tamanho original (ROSMAN, 2012; SOARES *et al.*, 2012). Desde então, a LRF tem sofrido as consequências de sucessivos impactos e embora atualmente seja utilizada para a prática de esportes e atividades recreativas, a não observância dos fatores que promovem a perda de qualidade da água pode levar a uma intensificação dos processos de assoreamento e eutrofização, bem como elevar os riscos à saúde devido ao contato com a mesma.

Dessa forma, não apenas em razão da relevância ambiental deste corpo hídrico, como também de sua importância econômica, social e turística, a qualidade de suas águas é alvo de constantes pesquisas e projetos que visam sua melhoria. Neste sentido, em janeiro de 2007, um convênio com o Estado, concedeu ao Município do Rio de Janeiro a

responsabilidade pelo monitoramento da qualidade da água da LRF, o qual passou a ser realizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) ao final de 2011.

Mais recentemente, a região da Lagoa, bem como o corpo hídrico em si, passou por inúmeras intervenções visando adequações às exigências do COI. Neste contexto, a análise de parâmetros físico-químicos e biológicos se faz fundamental para avaliação da qualidade da água e sua resposta ambiental frente às modificações sofridas, sejam elas decorrentes de fatores naturais ou promovidas por atividades antrópicas.

## **2 OBJETIVO**

O presente estudo visa avaliar as medidas de melhoria adotadas na Lagoa Rodrigo de Freitas e entorno para o recebimento das olimpíadas 2016 e suas consequências na qualidade da água da mesma.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Analisar os resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água da LRF em suas seis estações de coleta do inverno de 2015 ao inverno de 2016, inter-relacionando-os com as ações adotadas e demais ocorrências registradas no período.
- Analisar criticamente as medidas de melhoria adotadas, considerando a influência de tais ações na qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas.
- Confrontar as ações e ocorrências do período com os resultados das análises da água e, assim, identificar os potenciais impactos das medidas adotadas sobre a LRF.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Sistemas Lagunares**

Lagoa é um ambiente aquático resultante de grande acúmulo de água em uma depressão de terreno fechado. Apesar do nome, a Lagoa Rodrigo de Freitas classifica-se mais adequadamente como laguna, devido à ação do mar (RIO DE JANEIRO, 2013b). Embora a classificação como laguna seja mais apropriada para o corpo hídrico em questão, o termo lagoa será mantido devido a sua ampla aceitação no Brasil.

Kjerfve (1994) define laguna costeira como corpo d'água interior, de profundidade rasa, separado do oceano por uma barreira, interligado, pelo menos intermitentemente, a

ele por um ou mais canais. Segundo Rosman (1995), o sistema lagunar é como um estuário, ou seja, corpo d'água costeiro com ligação livre com o mar, dentro do qual, em cada ciclo de maré, ocorre mistura entre a água salgada do mar e a doce da laguna. Já as lagoas costeiras seriam formadas por acumulação de água doce, sem essa livre ligação. Entretanto, ainda segundo Rosman (1995), uma laguna torna-se lagoa costeira quando ocorre obstrução da ligação com o mar. Seria este o caso da Lagoa Rodrigo de Freitas nos momentos em que sua ligação marítima direta, através do Canal Jardim de Alah, é interrompida pelo fechamento da comporta.

Exatamente por apresentar apenas uma via de comunicação com o mar, Soares e colaboradores (2012) apontam que a Lagoa Rodrigo de Freitas se enquadra na categoria sufocada (Figura 1).

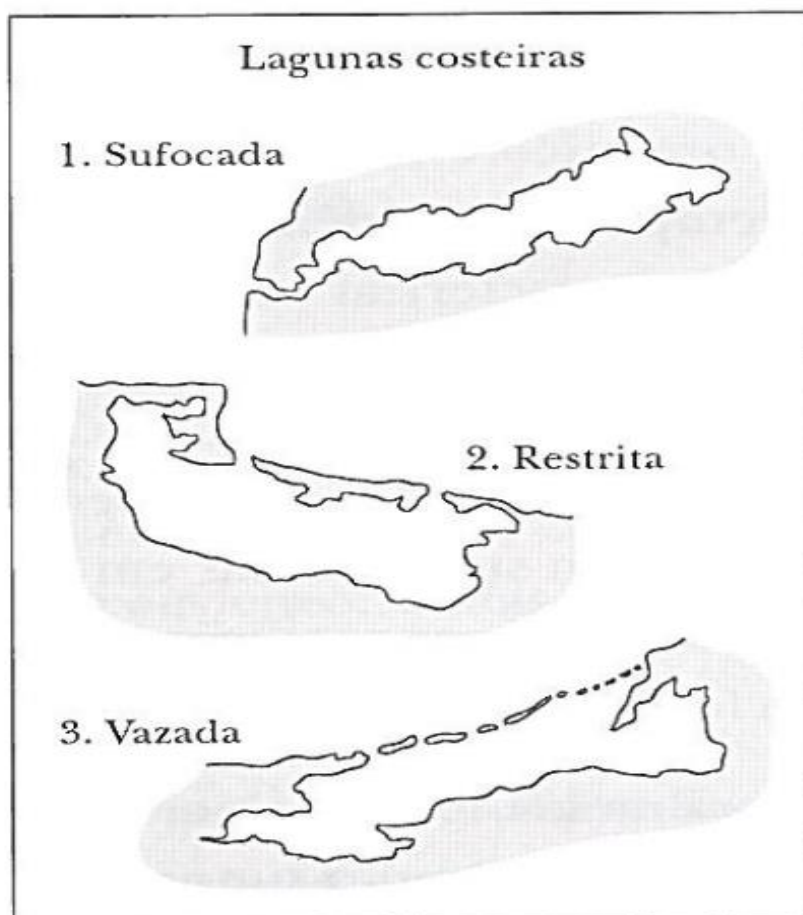


Figura 1 - Geomorfologia das lagunas de acordo com Kjerfve, 1986: sufocada (1), restrita (2) e vazada (3).  
Fonte: MIRANDA, CASTRO e KJERFVE, 2002.

Segundo Esteves (1998), devido às altas temperaturas, a decomposição da matéria orgânica em águas tropicais é de quatro a nove vezes mais rápida do que naquelas



temperadas, o que implica em um consumo de oxigênio proporcionalmente maior. No caso de corpos hídricos rasos, a concentração de matéria orgânica, aliada às altas temperaturas, são decisivas para o grau de desoxigenação. Dessa forma, Lima (2010) destaca que a performance de sistemas lagunares depende, em boa parte, de processos hidrodinâmicos, os quais determinam condições ambientais que afetam a biogeoquímica e o tempo que a água e seus constituintes permanecem no sistema.

### **3.1.1 Hidrodinâmica da LRF**

Para entender a complexidade da Lagoa Rodrigo de Freitas é fundamental considerar a influência dos rios e canais a ela ligados, na medida em que qualquer alteração na qualidade ou volume de aporte destes sistemas interfere direta ou indiretamente na dinâmica das suas águas (TECMA, 2016).

Sobre a vazão dos rios Macacos e Cabeça, principais afluentes da Lagoa Rodrigo de Freitas, comumente considera-se os valores apresentados em levantamento de 1999, com vazão média de 260 l/s e máxima de 2511 l/s para o Rio dos Macacos e média de 32 l/s e máxima de 417 l/s para o Rio Cabeça (AMBIENTAL, 2001). Para elaboração de modelos hidrodinâmicos, Rosman (2009) considerou 300 l/s o valor de vazão média para ambos os rios em conjunto. Em estudo mais recente, Miguez, Resende e Veról (2012), determinaram a vazão de 24,4 l/s para a foz do Rio dos Macacos.

A recepção das águas dos rios supracitados na Lagoa Rodrigo de Freitas, bem como de águas oriundas de galerias pluviais, se dá por intermédio do Canal General Garzon (CGG). Da mesma forma, o Canal Visconde de Albuquerque (CVA), que desemboca no mar do Leblon, recebe tais águas fluviais e pluviais, contando inclusive com as águas oriundas do desvio do Rio Rainha. Há, ainda, galerias de águas pluviais que desembocam diretamente na Lagoa (Figura 2).



Figura 2 - Localização dos pontos de despejo na Lagoa Rodrigo de Freitas e canais a ela ligados. Fonte: Boletins da Gestão Ambiental do Sistema da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: <http://prefeitura.rio/web/smac/gestao-da-lagoa-rodrigo-de-freitas>.

Em termos hidrodinâmicos, o Canal Jardim de Alah (CJA) é o de maior relevância, uma vez que permite a comunicação da Lagoa com o mar, promovendo renovação das águas e minimizando, assim, a carga de nutrientes acumulados (Figura 3). A abertura de sua comporta se dá especialmente em períodos de ressaca ou de chuvas intensas, permitindo a entrada da água do mar na Lagoa ou o escoamento da água da Lagoa para o mar (RIO DE JANEIRO, 2013a). Esse canal localiza-se entre as praias de Ipanema e Leblon, possui pouco menos de um quilômetro de extensão e 10 a 18 metros de largura com uma reduzida lâmina d'água, sofrendo com sistemáticas obstruções pelas areias, necessitando ser permanentemente dragado para permitir a circulação das águas (ALVES *et al.*, 1998; TECHNO-BIO, 2011).



Figura 3 - Canal Jardim de Alah. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.

Em eventos de chuvas volumosas, além da abertura da comporta do Canal Jardim de Alah, para escoamento da água para o mar, pode ocorrer abertura da comporta do Canal General Garzon, a fim de evitar o transbordamento das águas desse canal e consequente alagamento das regiões no entorno (Figura 4). Entretanto, tal manejo da comporta do CGG se dá como medida secundária, quando o escoamento das águas para o mar, através da abertura da comporta do Canal Visconde de Albuquerque, não se faz suficiente (RIO DE JANEIRO, 2013a). Ambiental (2001) ressalta que embora o CVA seja uma ligação indireta da Lagoa com o mar, sua contribuição é desconsiderada por ser desprezível no que diz respeito à circulação de água.



Figura 4 - Canal General Garzon na altura da comporta. Fonte: Elaboração própria, 2016.

Desde 2007, o manejo e a manutenção das comportas dos canais mencionados são de responsabilidade da Fundação Rio-Águas, sendo fundamental, inclusive, para a manutenção do nível médio da coluna d'água da LRF em torno de 40 cm acima do nível do mar (RIO DE JANEIRO, 2007; RIO DE JANEIRO, 2013b).

Embora na área do Canal Jardim de Alah sejam observadas as maiores velocidades, Lima (2010) aponta que a circulação e renovação das águas da LRF são insuficientes, gerando uma estratificação da coluna capaz de reduzir a velocidade e a quantidade de água do mar a entrar na Lagoa. Destaca também que, devido às baixas velocidades, as áreas Norte e Leste, isoladas da maior influência das marés, ficam com a mistura de suas águas ainda mais comprometidas, sendo consideradas zonas de retenção.

A existência de barreiras naturais, como a Ilha Piraquê na margem oeste e a Ilha Caiçaras na margem sul, acentua a dificuldade da Lagoa em receber de maneira mais homogênea a descarga dos rios afluentes e a entrada de água do mar. Além das mencionadas atuações fluviais e da maré, outro fator de influência na hidrodinâmica da Lagoa Rodrigo de Freitas é o vento. Marques (2009) afirma que, em determinadas condições, o vento é capaz de misturar toda a coluna d'água, mesmo com velocidades baixas de 3m/s. Lima (2010), diz que ventos fracos não são capazes de gerar correntes fortes, mas

podem evitar a estratificação da coluna d'água e melhorar a homogeneização horizontal das massas d'água, inclusive nas duas zonas de retenção. Já os ventos fortes podem provocar revolvimento do fundo da Lagoa, com resuspensão da matéria orgânica e mistura da camada superficial com a camada mais profunda, anóxica. Também, segundo Marques (2009), ondas geradas por ventos têm potencial de promover resuspensão, principalmente na porção leste, a mais rasa da Lagoa.

O mais recente levantamento batimétrico da Lagoa Rodrigo de Freitas, de realização do Projeto Lagoa Limpa do Grupo EBX em 2010, revela que a Lagoa apresenta profundidades da ordem de três a quatro metros em quase toda sua extensão, sendo suas margens pouco profundas (Figura 5). Esses locais de menor profundidade, entre zero e um metro, situam-se próximos aos deságues dos Canais da General Garzon e Jardim de Alah, devido à deposição de sedimentos. Por outro lado, nas extremidades sudoeste e sudeste, ocorrem depressões originadas a partir da remoção de sedimento por dragagem, onde as profundidades encontradas chegam a 9 metros (BATISTA NETO *et al.*, 2011; TECHNO-BIO, 2011). Ainda segundo Techno-Bio (2011), essas cavas são resultantes das dragagens realizadas na década de 70 para a construção dos aterros do Parque do Cantagalo e da área conhecida como Parque dos Patins.

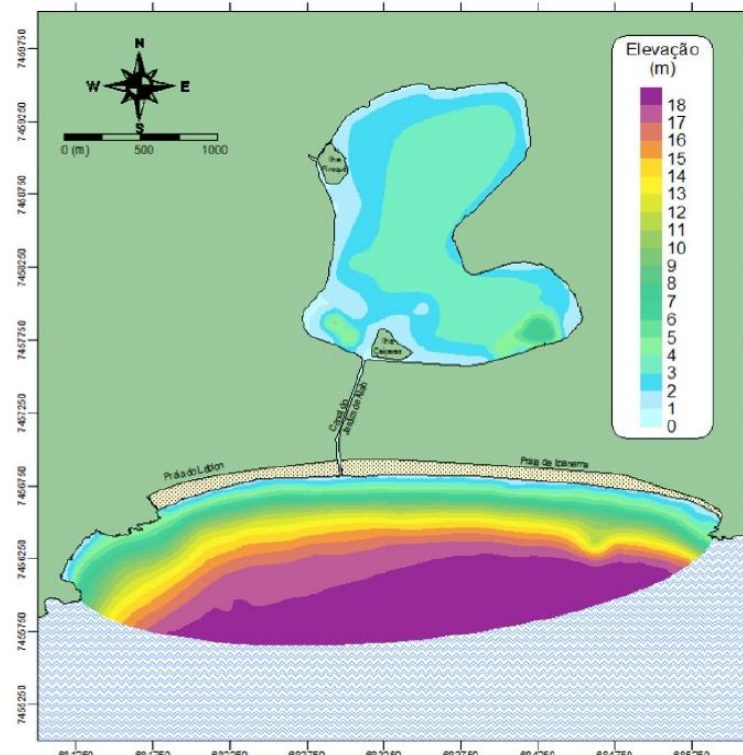


Figura 5 - Modelo Batimétrico da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: TECHNO-BIO, 2011.

### **3.2 Qualidade da Água de Corpos Hídricos Salobros**

Tuan (1978) destaca o quanto é difícil a conceituação do que seria qualidade ambiental. Para Oliveira (1983), tal conceito é permeado por toda controvérsia inerente à qualidade, dificultando definições. Os níveis de tolerância e requisitos para avaliação da qualidade devem, portanto, ser expressos através de normas, padrões e especificações, formando um conjunto que nos permita uniformizar os critérios de avaliação.

Dessa forma, embora a definição de qualidade englobe diversos aspectos, quando o objetivo é analisar a qualidade da água de um determinado corpo hídrico, nos baseamos nos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente para assim determinar a qualidade destes, de acordo com seus determinados usos. É o caso da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 que, entre outras disposições, trata sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento (CONAMA, 2005).

Segundo a citada resolução federal, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes atuais e futuros. As águas salobras são aquelas que possuem salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e são classificadas como classe especial, classe 1, classe 2 ou classe 3. As águas salobras de classe 2 podem ser destinadas a pesca amadora e recreação de contato secundário, ou seja, atividades em que o contato com a água seja esporádico ou acidental e a possibilidade de ingeri-la seja pequena, como também é o caso das práticas esportivas de remo e canoagem.

A qualidade da água da LRF é influenciada, portanto, pelas trocas que esta estabelece com o mar através do Canal Jardim de Alah, assim como pelas contribuições de águas fluviais e pluviais. Entretanto, o aumento da densidade urbana na região intensificou o aporte de esgoto e lixo à Lagoa, influenciando grandemente essa dinâmica (AMBIENTAL, 2001).

#### **3.2.1 Parâmetros de Qualidade**

Os parâmetros de qualidade da água são substâncias ou indicadores representativos da qualidade da mesma. Na legislação que dispõem sobre a classificação dos corpos d'água, Resolução CONAMA nº 357, há diferenças entre as condições e padrões no que se refere à qualidade de águas doces, salinas e salobras (CONAMA, 2005). Na Tabela 1 podem ser observados àqueles referentes às águas salobras de classe 2.

A referida legislação entende condição de qualidade como “qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada” e padrão como “valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente”.

Tabela 1 - Condições e padrões de qualidade de águas salobras classe 2.

<b>ÁGUAS SALOBRAS – CLASSE 2</b>	
<b>Condições de Qualidade</b>	
pH	6,5 a 8,5
Óleos e Graxas	virtualmente ausentes
Materiais flutuantes	virtualmente ausentes
Substâncias que produzem cor, odor e turbidez	virtualmente ausentes
Resíduos sólidos objetáveis	virtualmente ausentes
Carbono orgânico total	até 5,00 mg/L, como C
OD em qualquer amostra	não inferior a 4 mg/L O <sub>2</sub>
Coliformes termotolerantes A <i>Escherichia coli</i> poderá ser determinada em substituição, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.	Não excedido limite de 2.500 por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.
<b>Padrões de Qualidade</b>	
<b>Parâmetros Inorgânicos</b>	<b>Valor Máximo</b>
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn

<b>Parâmetros Orgânicos</b>	<b>Valor Máximo</b>
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloroepóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005.

Segundo Cairns, McCormick e Niederlehner (1993), a habilidade de proteção dos ecossistemas aquáticos depende da capacidade de distinguir as ações humanas das variações naturais, através de indicadores que traduzam as condições do meio. A extensão de determinado impacto em ecossistemas aquáticos pode ser indicada pela presença, quantidade e distribuição de bioindicadores, permitindo, assim, a avaliação integrada dos efeitos gerados (CALLISTO e GONÇALVES, 2002). Neste sentido, uma fonte de informações a respeito da qualidade da água de corpos hídricos que sofrem com o processo de eutrofização é a análise da comunidade fitoplanctônica, uma vez que, em função do curto tempo de geração dos organismos, funciona como refinado sensor do meio onde se desenvolve (MARGALEF, 1983).

### **3.3 Monitoramento da LRF**

Apesar da responsabilidade de gestão dos corpos hídricos ser dos estados, a Política Nacional dos Recursos Hídricos, instituída em 1997, explicita a participação efetiva dos municípios na gestão ambiental local, cuja necessidade e relevância no planejamento e gestão das águas são destacadas pelo IBAMA (BRASIL, 1997; IBAMA, 2006). Neste sentido, em 08 de janeiro de 2007 foi celebrado Convênio de Cooperação entre o Estado do Rio de Janeiro e a Prefeitura do município do Rio de Janeiro para delegar à Prefeitura as competências relativas aos corpos hídricos localizados integralmente no município, como o caso da Lagoa Rodrigo de Freitas e os rios a ela associados (RIO DE JANEIRO, 2007).

A atual gestão do Sistema da Lagoa Rodrigo de Freitas cabe à Fundação Rio-Águas, com a colaboração e parceria de outros órgãos (RIO DE JANEIRO, 2013b). O monitoramento



da qualidade das águas da Lagoa e dos rios e canais a ela ligados está sob responsabilidade da SMAC, por meio da Coordenadoria de Monitoramento Ambiental (CMA) que, em 2011, reiniciou e aprimorou o programa anteriormente realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA).

O monitoramento atual, que conta com coletas pontuais e contínuas, tem como principais objetivos acompanhar as alterações físicas, químicas e biológicas decorrentes de atividades antrópicas e de fenômenos naturais que podem comprometer a qualidade da água, tanto para proteção das comunidades aquáticas quanto para práticas esportivas de contato secundário, e, assim, indicar as ações necessárias à manutenção da qualidade da água do corpo hídrico (RIO DE JANEIRO, 2016).

O monitoramento pontual da Lagoa é realizado em seis estações de amostragem, codificadas de LRF1 a LRF6, com coletas bissemanais, por meio de equipamentos portáteis de campo e envio de amostras para análise em laboratório (Figura 6). Esse monitoramento permite a avaliação setORIZADA do corpo hídrico ao considerar a dinâmica local, enquanto o monitoramento contínuo, realizado por sonda multiparamétrica localizada em ponto central da Lagoa (LRF3), permite o acompanhamento da variação da qualidade da água em tempo real, possibilitando, assim, uma rápida ação diante situações de desequilíbrio (RIO DE JANEIRO, 2016) (Figuras 7a e 7b). A referida sonda transmite as medições, a cada 30 minutos, para um banco de dados disponibilizado para a SMAC.



Figura 6 - Equipamentos portáteis envolvidos no monitoramento pontual. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.



Figura 7a - Boia contendo sonda multiparamétrica. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.



Figura 7b - Sonda multiparamétrica envolvida no monitoramento contínuo. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.

Além da qualidade da água da Lagoa, a água dos rios Macacos e Cabeça também é avaliada, assim como a dos canais da General Garzon, do Jockey (trecho do Canal Visconde de Albuquerque que passa pelo Jockey Clube da Lagoa) e do Jardim de Alah. Da mesma forma, uma estação meteorológica, instalada no Estádio de Remo, é responsável por monitorar as condições climáticas do local de maneira contínua, enviado as informações para o banco de dados a cada 15 minutos (Figura 8).



Figura 8 - Estação meteorológica instalada no Estádio de Remo. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.

A Lagoa necessita de monitoramento permanente, uma vez que é um sistema naturalmente vulnerável, estando sujeita a fenômenos naturais como estagnação e deterioração da qualidade das águas, exalação de gases, assoreamento e mortandades de peixes (RIO DE JANEIRO, 2013a). Tais problemas podem, ainda, ser agravados pela intensa urbanização e despejo de efluentes em suas águas.

### 3.3.1 Parâmetros Monitorados

Alguns parâmetros são monitorados na LRF tanto de forma pontual quanto contínua, como é o caso do oxigênio dissolvido, temperatura da água, turbidez, salinidade e pH. O monitoramento pontual conta ainda com a medição de nitrogênio amoniacal, fósforo total, ortofosfato, nitrato, sílica, coliformes totais, *Escherichia coli* e da comunidade fitoplanctônica. Há, ainda, o monitoramento do parâmetro clorofila *a*, continuamente.

O oxigênio participa de inúmeras reações químicas e biológicas, sendo um gás fundamental no processo de respiração da biota. O oxigênio dissolvido (OD) é o principal elemento no metabolismo de organismos aquáticos aeróbios, como peixes e microrganismos planctônicos. Sua dissolução ocorre quando há um diferencial de pressão entre o ar e a água (KUBITZA, 1998; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Exatamente devido à sua importância na manutenção da vida aquática, o OD é utilizado como principal

parâmetro de qualidade da água, servindo para determinar o impacto de poluentes sobre corpos hídricos (TCHOBANOGLIOUS e SCHROEDER, 1985; PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010).

As principais fontes de oxigênio para os ecossistemas aquáticos são a atmosfera e a fotossíntese das algas, enquanto seu consumo está relacionado à decomposição da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos, oxidação de íons e perdas para atmosfera (ESTEVES, 1998). Baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água podem causar atraso no crescimento, redução na eficiência alimentar e aumento na incidência de doenças e na mortalidade dos peixes (KUBITZA, 1998).

Águas poluídas tendem a apresentar baixas concentrações de oxigênio dissolvido, devido a seu consumo na oxidação dos compostos orgânicos, enquanto que as águas limpas exibem concentrações de OD mais elevadas (PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010). No entanto, sistemas eutrofizados podem apresentar condições de supersaturação, com concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas acima de 20 °C. Segundo a CETESB (2009), isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade aonde chegam a se formar crostas de algas à superfície. Devido à possibilidade de estratificação das águas, não é raro observar condições aeróbicas e anaeróbicas ao mesmo tempo em diferentes partes do mesmo sistema.

Fiorucci e Filho (2005) destacam que a importância do OD não se restringe à manutenção da vida aquática, pois em condições anaeróbicas, a decomposição da matéria orgânica contendo enxofre leva à formação de gás sulfídrico e mercaptanas, enquanto a decomposição do material proteico gera indol e o escatol, substâncias de odores desagradáveis.

A temperatura é outro fator de suma relevância para os ecossistemas aquáticos, pois desempenha papel essencial no controle do meio, influenciando processos físicos, químicos e biológicos, entre eles, processos vitais como produtividade primária e decomposição de matéria orgânica (PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010; TECMA, 2016). CETESB (2009) aponta a importância da análise da temperatura da água, visto que os organismos aquáticos possuem diferenciados limites de tolerância térmica e de temperaturas ótimas para crescimento.

Assim como naturalmente a alta radiação solar provoca aumento da temperatura da água, o despejo de águas utilizadas em sistemas de refrigeração promove elevação da

mesma no corpo receptor, podendo levar à diminuição na concentração de oxigênio dissolvido e/ou aceleração do metabolismo do fitoplâncton, favorecendo a ocorrência de florações. Alterações de temperatura também podem acentuar a sensação de sabor e odor da água (PINTO, 1998).

Além das variações de temperatura circadianas, sazonais e locais, em alguns corpos hídricos pode ser observada uma estrutura vertical diferenciada, com água superior mais quente e menos densa, devido à ação direta da radiação solar, e água profunda mais fria e densa (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). A estratificação da coluna d'água, em geral, é consequência do efeito da temperatura sob a densidade da água, no entanto Esteves (1998) destaca que há casos em que ela pode ser decorrente de uma distribuição heterogênea da salinidade.

Ainda segundo Esteves (1998), as estratificações verticais podem perdurar, alterando a distribuição de nutrientes, assim interferindo diretamente no metabolismo dos organismos, especialmente do fitoplâncton e, conseqüentemente, na produtividade primária do ecossistema. Entretanto, o mesmo autor ressalta que, apesar da maior absorção da radiação solar no primeiro metro de profundidade, em geral não ocorre uma queda brusca de temperatura nas camadas subsequentes devido à turbulência da água, promovida principalmente pelo vento, que facilita a redistribuição do calor por toda massa d'água.

A porção iluminada da coluna d'água pode variar de alguns centímetros a dezenas de metros, dependendo, principalmente, da capacidade de atenuação da radiação, ou seja, do somatório entre os processos de absorção e dispersão desta (ESTEVES, 1998). Quanto mais turva a água, maior será a sua capacidade de dispersão dos raios solares, logo, menos radiação é absorvida. A essa alteração na penetração da luz é dada o nome de turbidez, que pode ser provocada por partículas em suspensão, como: bactérias, fitoplâncton, argilas, silte, detritos orgânicos e inorgânicos e compostos dissolvidos (ESTEVES, 1998; PINTO, OLIVEIRA e PEREIRA, 2010). Em contrapartida da elevação de turbidez das águas por lançamento de efluentes, um fenômeno natural que também provoca esse aumento é a erosão das margens dos corpos d'água em períodos chuvosos.

Visto que a turbidez elevada dificulta a penetração dos raios solares na água, esta é capaz de reduzir a fotossíntese de plantas e algas submersas, influenciando, por

consequência, a dinâmica da comunidade biológica local. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água em questão (CETESB, 2009). Dessa forma, a legislação CONAMA 357/2005 preconiza para águas salobras que substâncias que produzam turbidez sejam virtualmente ausentes.

A salinidade é outro fator de influência na biodiversidade de corpos hídricos, visto que diferentes espécies possuem distintas adaptações às concentrações de sais minerais (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008; ANDREATA, 2012). São reduzidas as colonizações de ambientes salobros por animais aquáticos e vegetais superiores devido às dificuldades de osmorregulação, o que, segundo Reid e Esteves (1984), constitui um dos principais fatores responsáveis pela baixa diversidade fitoplanctônica das lagoas costeiras do Estado do rio de Janeiro.

Assim como a temperatura, a salinidade pode ter grande influência sobre a estratificação dos corpos d'água, uma vez que a densidade da água aumenta com a elevação da concentração de sais (ESTEVES, 1998). Esteves (1998) destaca, ainda, que, assim como a elevação da temperatura, o aumento da salinidade reduz a capacidade de dissolução do oxigênio na água.

Entre os principais íons formadores de sais, destacam-se cálcio, sódio, potássio, bicarbonato, cloreto e sulfato. Segundo Esteves (1998), as diferenças de salinidade nos ecossistemas aquáticos continentais são resultantes, principalmente, dos seguintes fatores: intensidade de intemperização e composição das rochas e solos da bacia de drenagem; graus de influência e composição das águas subterrâneas; balanço entre a evaporação e a precipitação; e grau de influência marinha.

Outro parâmetro de importância para o monitoramento de corpos hídricos é o pH, uma vez que, além de influenciar processos de solubilização e sedimentação de metais e outras substâncias, atua de diferentes maneiras no metabolismo das comunidades aquáticas, intervindo diretamente na distribuição dos organismos (ESTEVES, 1998; DE AZEVEDO LOPES e MAGALHÃES JR., 2010). O pH, juntamente com outros fatores, interfere no metabolismo das algas por atuar na permeabilidade da membrana, no transporte iônico e na velocidade das reações enzimáticas, podendo assim alterar toda a cadeia subsequente (FUNASA, 2014).

Para a manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se de 6,0 a 9,0, pois valores fora dessa faixa são, geralmente, prejudiciais à maioria dos seres aquáticos (VON SPERLING, 2005; FUNASA, 2014). No entanto, destaca-se a ocorrência de exceções como rios de águas escuras da planície amazônica, com pH ácido entre 4,0 e 6,0 devido à presença de ácidos húmicos provenientes da decomposição da vegetação, e lagos alcalinos africanos, com pH ultrapassando 10,0 em função da composição química de suas águas (FUNASA, 2014).

Os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, e também a fatores antrópicos, como despejo de efluentes domésticos (oxidação da matéria orgânica) e industriais, ressaltando a importância desse parâmetro na avaliação das interferências humanas na qualidade da água (VON SPERLING, 2005). No caso de lagoas que sofrem influência do mar, a água salgada pode contribuir com grandes quantidades de íons carbonatos e bicarbonatos, ocasionando a elevação do pH, da mesma forma que o aumento de precipitação pode levar à redução dos valores (RIO DE JANEIRO, 2016).

Segundo Hermes e Silva (2004), o pH sofre alterações ao longo do dia devido aos processos bioquímicos que podem ser influenciados pela incidência da radiação solar. Em ambientes com elevada densidade fitoplanctônica, o pH pode atingir naturalmente valores acima de 9,0 durante o período de máxima insolação, devido à atividade fotossintética das algas, que consomem o CO<sub>2</sub> (VIEIRA, 2010). Em lagos, é comum observar valores de pH mais elevados na superfície, como decorrência da atividade fotossintética, e valores mais baixos no fundo, em função do predomínio de processos respiratórios (FUNASA, 2014).

Além de ter a capacidade de dissolver alguns cátions (sódio, potássio, cálcio, magnésio) e ânions (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloretos), a água também dissolve gases e outras substâncias químicas de relevância na determinação de sua qualidade, como compostos de nitrogênio e de fósforo (FUNASA, 2014).

Nitrogênio e fósforo em excesso podem provocar desequilíbrio na relação produção e consumo de biomassa, condição conhecida como eutrofização (GALLOWAY e COWLING, 2002). O processo de eutrofização é caracterizado pelo desenvolvimento de maciços de uma comunidade fitoplanctônica pouco diversa, frequentemente cianobactérias, muitas delas potencialmente tóxicas ao homem e a animais (FUNASA, 2014; MENEZES e ALVES-DE-



SOUZA, 2016). O acompanhamento dessa comunidade visa obter uma melhor compreensão dos fatores que ocasionam a formação de florações de microalgas e sua possível implicação em eventos de mortandade de peixes.

As formas inorgânicas de nitrogênio, principalmente nitrogênio amoniacal e nitrato, são preferencialmente assimiladas pelo fitoplâncton. O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998). A maioria das espécies de fitoplâncton pode usar ambas as formas de nitrogênio no seu metabolismo, porém, quando essas estão juntas, o nitrogênio amoniacal é usado preferencialmente (DORCHT, 1990; L'HELGUEN *et al.*, 2008; LIMA, 2015). Entretanto, destaca-se a existência de diferenças de acordo com as variedades fitoplanctônicas, visto que o íon amônio tende a ser a primeira opção das cianobactérias, enquanto as diatomáceas utilizam preferencialmente o nitrato (GLIBERT *et al.*, 2006; GLIBERT *et al.*, 2014).

O nitrogênio amoniacal é constituído pelas espécies amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), que estão em equilíbrio químico em meio aquoso sendo que a temperatura, o pH e a salinidade das águas superficiais afetam a distribuição das suas frações (US-EPA, 2013). Portanto, o nitrogênio, além de atuar como nutriente, pode exercer efeitos tóxicos à vida aquática e à saúde humana (ESTEVES, 1998; CAMARGO, ALVES e SALAMANCA, 2005; US-EPA, 2013; LIMA, 2015).

A amônia é a espécie mais tóxica aos organismos aquáticos devido à sua capacidade de difusão através da membrana epitelial (THRUSTON, RUSSO e VINOGRADOV, 1981). Sua presença em águas pode ser detectada através da reação ao reagente de *Nessler*, teste qualitativo para a presença de amônia, indicativo de esgoto recente. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece 0,70 mg/L N como limite de nitrogênio amoniacal total para as águas salobras de classe 2, independentemente do pH (CONAMA, 2005).

Esteves (1998) apresenta que as fontes naturais do nitrogênio das águas são a chuva, os materiais orgânicos e inorgânicos de produtos de erosão e decomposição de região adjacente, as poeiras trazidas pelo vento e a fixação de nitrogênio molecular, enquanto as fontes antrópicas são, principalmente, lançamentos de efluentes domésticos ou industriais e atividades agrícolas.

Por afetar diretamente a proteção da vida aquática, o nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, também devido à sua participação na formação de proteínas e da clorofila (ESTEVES, 1998). A clorofila *a*, presente em todos os grupos taxonômicos de algas, é um dos pigmentos responsáveis pelo processo fotossintético cuja concentração na água é utilizada como indicador de biomassa algal (CETESB, 2009; TECMA, 2016). De maneira geral, valores elevados de clorofila *a* apontam um alto grau de eutrofização do ecossistema aquático.

O controle da eutrofização por meio da redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas difíceis de serem controladas, como a fixação do nitrogênio atmosférico por parte de algas (CETESB, 2009). Dessa forma, tem-se investido no controle das fontes de fósforo.

O fósforo, assim como o nitrogênio, participa de processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia e estruturação da membrana celular, estando presente em águas naturais sob a forma de fosfato (ESTEVES, 1998; CETESB, 2009). Segundo Esteves (1998), o fosfato é apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial de águas continentais, sendo os esgotos e o material particulado de origem industrial contido na atmosfera as fontes artificiais mais importantes, enquanto as principais fontes naturais são as rochas da bacia de drenagem.

Das distintas frações de fosfato, o monitoramento do ortofosfato em corpos hídricos apresenta maior relevância por ser a principal forma assimilada pelos consumidores primários (ESTEVES, 1998). Depois de assimilados, os ortofosfatos, ou fosfatos inorgânicos, são convertidos a fosfato orgânico e fosfatos condensados (polifosfatos), os quais são liberados no meio após a morte do organismo assimilador, embora os condensados só estejam disponíveis para absorção biológica após serem hidrolisados por bactérias a ortofosfatos (CETESB, 2009). Dessa forma, apesar de contemplados na legislação, CETESB (2009) aponta que os polifosfatos, por rapidamente se converterem a ortofosfatos, não se destacam nos estudos de controle de qualidade das águas.

Esteves (1998) destaca que dentre os nutrientes considerados como fatores limitantes ao ambiente aquático estão o nitrogênio amoniacal, o nitrato, o fosfato e a sílica. Embora a sílica esteja dentre os mais importantes componentes ativos na dinâmica dos

ciclos biogeoquímicos, Lazzerini e Bonotto (2014) apontam ser este o mais desconhecido deles. A sílica é proveniente, principalmente, da decomposição de minerais de silicato de alumínio, frequentes nas rochas sedimentares (ESTEVEZ, 1998; LAZZERINI e BONOTTO, 2014). Sob a forma solúvel, é um composto de fundamental importância, pois é utilizada pelas microalgas diatomáceas, produtores primários de grande relevância, na elaboração das suas carapaças (LAZZERINI e BONOTTO, 2014; TECMA, 2016).

O papel dos microrganismos no ambiente aquático está essencialmente vinculado à transformação da matéria dentro do ciclo dos diversos elementos, visando obtenção de energia para sobrevivência. A decomposição da matéria orgânica em substâncias mais simples, realizada principalmente por bactérias decompositoras, é um exemplo dessas transformações, sendo vital para o ambiente aquático uma vez que os nitratos, fosfatos e sulfatos resultantes, são reassimilados por outros organismos do meio (FUNASA, 2014). Contudo, há também microrganismos potencialmente prejudiciais à manutenção da qualidade do corpo hídrico.

Neste sentido, um parâmetro biológico de extrema relevância ao monitoramento da qualidade das águas é a quantidade de coliformes, em especial os termotolerantes, presentes na amostra obtida. Coliforme termotolerante é entendido como o subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermenta a lactose, com formação de gás, a 44,5 °C em 24 horas (CONAMA, 2005). A espécie termotolerante *Escherichia coli* é de origem fecal, humana e animal, e integra a lista das principais bactérias responsáveis por doenças transmitidas por água e alimentos, as DTAs (CERQUEIRA e HORTA, 1999). Como, na maioria das circunstâncias, as populações de coliformes termotolerantes são compostas predominantemente de *E. coli*, este grupo é considerado um índice adequado de qualidade de água, uma vez que sua presença aponta contaminação fecal recente (WHO, 2011; FUNASA, 2014).

Embora não tão utilizado, outro indicador da contaminação fecal de águas superficiais recreacionais são os enterococos, bactérias do grupo dos estreptococos fecais capazes de crescer em condições adversas como na presença de cloreto de sódio a 6,5 %, em pH 9,6 e em temperatura entre 10 °C e 45 °C (CONAMA, 2000; CETESB, 2009). A maioria das espécies do gênero *Enterococcus* é de origem fecal humana, embora possam ser isolados de fezes de animais (CONAMA, 2000).

### 3.3.2 Jogos Olímpicos e Paralímpicos RIO 2016

Em 2009, a cidade do Rio de Janeiro foi escolhida para sediar os Jogos Olímpicos e Paralímpicos 2016. A candidatura do Rio teve como importante pilar a experiência adquirida nos Jogos Pan-americanos de 2007, assim, a demonstração da capacidade de gestão de grandes eventos, aliada aos belos cenários cariocas sustentaram sua escolha. A Lagoa Rodrigo de Freitas, um dos principais cartões-postais da cidade, foi selecionada para receber as provas de remo, canoagem de velocidade e para canoagem, sendo esta última estreia nos Jogos Paralímpicos.

Criada em 21 de março de 2011 pela Lei federal nº 12.396, a Autoridade Pública Olímpica (APO) teve por objetivo coordenar a participação da União, do Estado e do Município do Rio de Janeiro na preparação e realização dos Jogos de 2016, assegurando o cumprimento das obrigações assumidas perante os Comitês Olímpico e Paralímpico Internacionais (BRASIL, 2011; RIO DE JANEIRO, 2011a; RIO DE JANEIRO, 2011b; APO, 2014a).

Em 28 de janeiro de 2014, a APO divulgou um documento relacionando projetos e responsabilidades pela execução e aporte de recursos necessários à organização e realização dos Jogos do Rio 2016 (APO, 2014a). Dentre elas, está indicada a reforma e adequação do Estádio de Remo da Lagoa Rodrigo de Freitas, incluindo obras civis e de infraestrutura para as áreas de competição e treinamento (APO, 2014b). Da mesma forma, para atender a outras demandas dos Comitês Internacionais foram realizadas adequações no entorno e na Lagoa em si.

Dentre outras atribuições do Comitê Organizador Rio-2016, criado para a promoção, organização e realização dos eventos, coube o acompanhamento da situação dos locais de provas, mantendo, portanto, contato contínuo com os órgãos responsáveis pelo monitoramento dessas regiões. No caso da Lagoa Rodrigo de Freitas, este contato se deu primordialmente com a SMAC, responsável pelo monitoramento da qualidade da água.

Visto que as atividades praticadas na Lagoa são de contato secundário, sendo, portanto, o contato com a água esporádico ou acidental e a possibilidade de ingestão pequena, o Comitê Rio-2016 aprovou as medidas adotadas pela SMAC na garantia da qualidade da água do corpo hídrico em questão. Contudo, visando ampliar as medidas de

segurança à saúde dos competidores e sob orientação da Organização Mundial da Saúde (OMS), solicitou a inclusão das análises do parâmetro *Enterococcus* em coletas bissemanais.

#### **4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Localizada em área economicamente valorizada do Rio de Janeiro, a Lagoa Rodrigo de Freitas possui relevante valor social e turístico para a cidade, sendo a mais urbanizada do município (ALVES *et al.*, 1998; RIO DE JANEIRO, 2013a). Apesar do Decreto Municipal nº 130, de 10 de setembro de 1975, ter aprovado a delimitação da superfície de domínio do seu espelho d'água, apenas com o Decreto nº 9.396, de 13 de junho de 1990, este foi tombado definitivamente (RIO DE JANEIRO, 1975; RIO DE JANEIRO, 1990).

A Lagoa Rodrigo de Freitas atualmente possui por volta de 2,2 km<sup>2</sup>, 7,8 km de perímetro, volume aproximado de 6.200.000 m<sup>3</sup>, profundidade média em torno de 2,8 m e uma Área de Preservação Permanente (APP) (INEA, 2012). Em seu interior estão presentes a ilha Piraquê, localizada na porção Noroeste, e a ilha Caiçaras, localizada na parte Sul, próximo ao Canal Jardim de Alah (Figura 10). Destaca-se, ainda, a presença de duas grandes cavas com profundidades superiores a cinco metros, uma a leste (cava Cantagalo) e a outra a oeste (cava Caiçaras) da ilha Caiçaras. Estas são oriundas de dragagens na década de 70 para extração de areia a fim de realizar aterros marginais (ROSMAN, 2012).

A bacia da Lagoa Rodrigo de Freitas está inserida na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, sendo composta principalmente pelos seguintes rios: Rio dos Macacos e Rio Cabeça, que deságuam na Lagoa através do canal da Rua General Garzon; e Rio Rainha, que atualmente encontra-se desviado para o canal da Avenida Visconde de Albuquerque (RIO DE JANEIRO, 2013b; TECMA, 2016) (Figura 9).

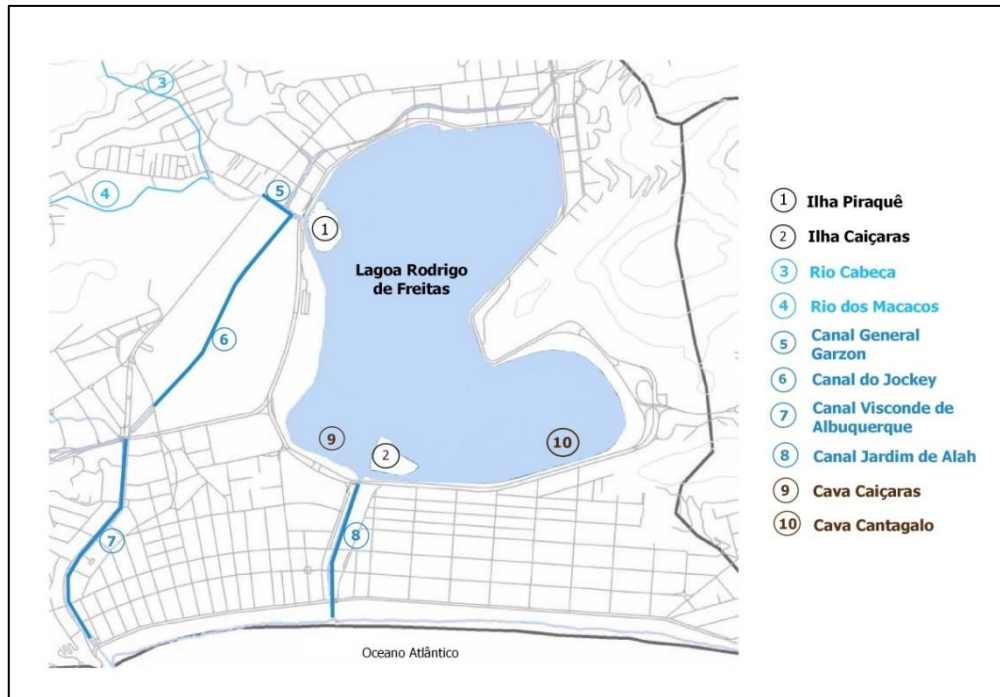


Figura 9 - Representação esquemática da área estudada. Fonte: Adaptado de *Google Maps*, 2017.

Por ser o ponto mais baixo da bacia hidrográfica, a LRF recebe enormes afluxos de substâncias dissolvidas e arrastadas pelas chuvas de maior intensidade (ROSMAN, 2012). Nos dias atuais, a Lagoa ainda recebe o despejo de esgoto doméstico através de ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais, o que a expõe a contínuo processo de eutrofização (ROSSO e D'ALCANTARA, 2006; MACHADO, 2009; LIMA, 2010; SOARES *et al.*, 2012).

Neste sentido, a presença de galerias de cintura no entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas com implantação de recalque em direção às elevatórias de esgotos visa impedir que os lançamentos irregulares de esgoto cheguem às suas águas, embora o funcionamento adequado de tais galerias acabe sendo restrito aos dias em que não há ocorrência de chuvas intensas (RIO DE JANEIRO, 2013b). Uma vez que a única ligação hidráulicamente significativa da LRF como mar se dá através do Canal Jardim de Alah, a renovação das águas basicamente limita-se aos momentos de abertura da comporta do mesmo.

O sedimento da LRF é composto por uma vaza muito fina que forma uma grande coluna vertical, onde ficam retidos metais pesados e gases tóxicos (KOBBLITZ, ANDREATA e MARCA, 2001). Segundo Rosman (2012), a maior parte dos sedimentos é de lamas siltsosas e argilosas com considerável quantidade de matéria orgânica, enquanto que nos trechos com

profundidades inferiores a um metro, como no entorno dos pontos de deságue das galerias, encontram-se areias de granulometria fina a grossa.

O Decreto Municipal, nº 18.415, de 01 de março de 2000, divide a Lagoa em três áreas, determinando seus respectivos usos (Figura 10). Definiu-se que na área 1 podem ser realizadas as atividades desportivas de remo e iatismo, enquanto que nas áreas 2 e 3, permite-se o uso apenas para iatismo e prática de esqui aquático, respectivamente. Além das atividades desportivas, a Lagoa também pode ser utilizada para recreação de contato secundário, como passeios de barco e pedalinho, mediante Permissão de Uso (RIO DE JANEIRO, 2000).



Figura 10 - Lagoa Rodrigo de Freitas dividida nas áreas especificadas pelo Decreto Municipal nº18.415/00. Fonte: Adaptado de TECMA, 2016.

#### 4.1 Interferências Naturais e Antrópicas

Segundo Salati, Lemos e Salati (2002), mesmo uma bacia hidrográfica com condições naturais em equilíbrio apresenta variação na qualidade de suas águas de acordo com características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes, devido à constante interação entre água, ar, solo e organismos. Esses processos ocorrem de forma natural, dependendo de fatores como clima, vegetação e litologia (WHO, 1996; LOPES e MAGALHÃES JR., 2010).

Esteves (1998) aponta que em lagos rasos tropicais, como a Lagoa Rodrigo de Freitas, a concentração de matéria orgânica aliada às altas temperaturas, contribui decisivamente para o grau de desoxigenação da água, em especial nos períodos de chuvas, quando há maior carreamento e/ou ressuspensão dessa carga. O material particulado gerado a partir do impacto da gota de chuva no solo e os íons oriundos da dissolução das rochas, além de outros compostos, escoam superficialmente para os corpos d'água (LOPES e MAGALHÃES JR., 2010; MAROTTA *et al.*, 2010).

A redução de transparência da água em decorrência dos eventos chuvosos leva a reduções nas taxas fotossintéticas do fitoplâncton, contribuindo para a diminuição de OD (ESTEVES, 1998). O crescimento, a morte e a decomposição de organismos aquáticos, como o fitoplâncton, provocam interferência na qualidade das águas devido a alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH e oxigênio dissolvido (LOPES e MAGALHÃES JR., 2010).

As características morfométricas de um corpo hídrico também podem influenciar em sua qualidade, uma vez que delimitam como será a ação dos ventos na distribuição do oxigênio na coluna d'água, em especial nas camadas superiores, embora fortes ventos possam desfazer a estratificação, levando a déficits de oxigênio em toda coluna (ESTEVES, 1998). Dessa forma, o efeito da concentração de matéria orgânica sobre a dinâmica de oxigênio em lagos rasos é mais evidente durante os períodos chuvosos ou, eventualmente, em ocasião de ventos fortes.

Outro importante fator que pode afetar potencialmente o balanço biológico de um ecossistema aquático é o aporte de água do mar (MAROTTA *et al.*, 2010). A comunicação da lagoa com o mar tende a promover renovação das suas águas, que, no caso da Lagoa Rodrigo de Freitas, ocorre por intermédio do Canal Jardim de Alah. Entretanto, Lima (2010) destaca que visto que o nível de água da LRF está quase sempre acima do nível do mar, não ocorrem grandes renovações na água da Lagoa, pois o Canal Jardim de Alah funciona basicamente como extravasamento. De fato, a maior entrada de água salina na LRF se dá em eventos de ressaca do mar.

Além da influência das condições naturais, historicamente a Lagoa Rodrigo de Freitas sofre com ações antrópicas que se intensificaram devido ao crescimento urbano da região. No início da década de 70 ocorreu intenso processo de especulação imobiliária no bairro,



com aterramentos sem a autorização da Prefeitura para a construção de edifícios residenciais, o que levou a Lagoa, que já vinha sofrendo aterros desde 1808, a perder quase metade de sua área original (RIO DE JANEIRO, 2013b).

O crescimento urbano, principalmente o informal, acentuou o arraste de material orgânico pra a Lagoa, que devido à falta de investimento nos sistemas de esgotamento sanitário nos últimos 30 anos, acabou por levar à crítica situação de contribuições de esgoto para o corpo hídrico. (RIO DE JANEIRO, 2013b). Embora o sistema de esgoto da região seja basicamente do tipo separador absoluto, o qual utiliza redes coletoras independentes para águas pluviais e para efluentes sanitários, há ligações clandestinas de esgoto nos sistemas de drenagem pluvial, cujas galerias desaguam na Lagoa, assim como são noticiados extravazamentos do próprio sistema de esgotamento sanitário indicando vulnerabilidade em sua condição de operação (ROSSO e D'ALCANTARA, 2006).

Tal situação de despejo de efluentes na Lagoa desencadeia um processo que se caracteriza pelo estado de permanência das águas com riqueza de nutrientes dissolvidos, mas deficientes em termos de oxigenação (RIO DE JANEIRO, 2013b). Corpos de água com excesso de nutrientes são denominados eutrofizados e, segundo Rosman (2012), se faz indispensável minimizar os estoques de nutrientes, levando-os a um patamar de equilíbrio para obtenção de um corpo d'água ambientalmente mais equilibrado.

Além da significativa contribuição das galerias de águas pluviais contaminadas que deságuam na Lagoa, há ainda o contato com as águas dos rios tributários contendo uma carga poluidora considerável, quando da abertura da comporta do Canal General Garzon (KAIPPERT, 2004; RIO DE JANEIRO, 2013b). Constata-se também uma menor influência marinha, possivelmente devido ao grau de assoreamento mais intenso do Canal Jardim de Alah, minimizando a renovação das águas da Lagoa (KAIPPERT, 2004; LIMA, 2010).

Existe uma perspectiva de crescimento de cerca de 1% ao ano na Cidade do Rio de Janeiro para as próximas décadas a resultar na elevação da produção de esgoto, assim como no aumento da invasão de áreas protegidas, o que já ocorre na bacia da LRF (ENRICH-PRAST, 2012). Rosso (2016) aponta a intensa ocupação urbana da bacia hidrográfica, associada às ações sem observância de normas elementares de urbanismo, de saneamento ambiental e

de drenagem urbana, como principais causadores das maciças mortandades de peixes, das inundações e da degradação da qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas.

#### **4.2 Eventos de Mortandade**

Historicamente, a Lagoa Rodrigo de Freitas tem sido cenário de eventos de mortandade de peixes, que são caracterizadas pela morte repentina de um grande número de indivíduos em um curto período de tempo. Os primeiros trabalhos sobre a estagnação das águas e mortandade na LRF foram relatados em 1877 pelo Barão de Lavradio e em 1880 pelo Barão de Teffé (AMBIENTAL, 2001; LIMA, 2010).

O peixe depende da qualidade da água para realização de necessidades vitais de respiração, alimentação e reprodução. Há grande variedade de peixes na LRF, cerca de 60 espécies segundo levantamento realizado por Andreatta (2012), e, portanto, diferentes graus de sensibilidade e tolerância às variações de fatores como temperatura, oxigênio dissolvido, pH e salinidade. Da mesma forma, algumas doenças de origem parasitária, viral, fúngica ou bacteriana também são relatadas como causadores de alguns eventos de mortandade e podem atingir diferentes grupos de maneiras distintas (AHRENHOLZ, 1991).

Além do potencial tóxico de algumas microalgas, a ocorrência de inflamações e obstruções das brânquias dos peixes por dinoflagelados do gênero *Chaetoceros*, quando em densidades superiores a 10<sup>6</sup> células/L, também foi relatada na LRF (HALLEGRAEFF *et al.*, 1995; AMBIENTAL, 2001). Outro fator relacionado a eventos de mortandade na Lagoa é o intenso recebimento de carga orgânica, trazida por rios ou pela ação da chuva, que faz com suas águas estejam suscetíveis à depleção do oxigênio dissolvido, em consequência da degradação desse material (DOMINGOS *et al.*, 2012).

A insuficiente circulação e renovação das águas da Lagoa faz com que a água do mar, que entra em pequena quantidade e em baixa velocidade pelo fundo, uma vez que é mais densa, em pouco tempo se torne anaeróbica e rica em gases com a oxidação da matéria orgânica já existente (ROSMAN, 2009; LIMA, 2010). Segundo Lima (2010), quando da ocorrência de mistura dessas camadas, pode haver um rápido déficit de oxigênio dissolvido em toda a massa d'água, levando os peixes à morte, assim como quando ocorre revolvimento do sedimento do fundo, são levadas grandes quantidades de nutrientes para a coluna d'água, podendo provocar floração de algas.

Evidencia-se que os eventos de mortandade de peixes registrados na Lagoa Rodrigo de Freitas são associados principalmente às seguintes causas: falta de renovação das águas; toxicidade de algas; despejo de esgoto; e revolvimento do sedimento e da camada anóxica do fundo (AMBIENTAL, 2001; DOMINGOS *et al.*, 2012; ENRICH-PRAST, 2012).

Análises da qualidade da água são essenciais na determinação da causa de uma mortandade, sendo necessário que sejam realizadas durante ou imediatamente após o evento. Entretanto, como destacado por CETESB (2016), em muitos casos não é possível identificar a causa com exatidão, mesmo que o atendimento seja feito com prontidão. Essas causas podem ser naturais, resultantes de atividade antrópica ou, ainda, provocadas por uma combinação de fatores naturais e antrópicos.

## **5 MATERIAIS E MÉTODOS**

A descrição das atividades, obras e adequações sofridas na Lagoa Rodrigo de Freitas e seu entorno baseou-se nas vistorias realizadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, atual Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente (SECONSERMA), enquanto as informações meteorológicas de precipitação advieram da estação instalada no Estádio de Remo da Lagoa, as quais se encontravam disponíveis no banco de dados fornecido pela empresa TECMA-Tecnologia à SMAC.

Além da descrição e avaliação das ações e ocorrências sucedidas ao longo do inverno de 2015 ao inverno de 2016 e, por vezes, períodos adjacentes relevantes, foram analisados dados de parâmetros físico-químicos e biológicos da água da LRF em seis pontos de coleta. A correlação das ações e ocorrências com as análises da água permitiu a formulação de um quadro de potenciais impactos ambientais.

### **5.1 Análise da Qualidade da Água da LRF**

Foram analisados os dados das medições de campo e coletas pontuais de amostras superficiais da água da Lagoa, ocorridas duas vezes por semana durante o período de 21 de junho de 2015 a 22 de setembro de 2016, ou seja, do inverno de 2015 ao inverno de 2016. Tais dados foram disponibilizados pela empresa TECMA, terceirizada responsável pela coleta e análise das amostras de água da Lagoa, com autorização da SMAC.

As estações de coleta da Lagoa Rodrigo de Freitas foram codificadas de LRF1 a LRF6 e suas distribuições visaram amostrar de forma representativa os três setores estabelecidos

pelo Decreto Municipal 18.415/2000. A área 1 contou com quatro pontos de amostragem: LRF1, LRF2, LRF3 e LRF5; a área 2 com o ponto LRF4; e a área 3 com o ponto LRF6. Todos os pontos foram georreferenciados através de coordenadas UTM (Figura 11 e Quadro 1).

Destaca-se que, durante o período estudado, ocorreu alteração de posicionamento do ponto LRF3, com conseqüente mudança de coordenadas. Tal fato ocorreu devido solicitação por parte da empresa olímpica, visto que a boia que demarcava este ponto se encontrava instalada na nova área de raias do remo. Dessa forma, após o aceite da nova localização pela Rio 2016, foi concluída a instalação das suas poitas.



Figura 11 - Localização das estações de coleta da Lagoa Rodrigo de Freitas. Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2017.

Quadro 1 - Coordenadas das estações de coleta na Lagoa Rodrigo de Freitas.

Ponto	Coordenadas UTM	
	X	Y
<b>LRF1</b>	683289	7459128
<b>LRF2</b>	683910	7459151
<b>LRF3</b>	Até 16/07/2015 683300	Até 16/07/2015 7458546
	A partir de 17/07/2015 683392	A partir de 17/07/2015 7458422

<b>LRF4</b>	684117	7458011
<b>LRF5</b>	683023	7457937
<b>LRF6</b>	683898	7457684

Fonte: Dados fornecidos pela empresa TECMA em 2016.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura, salinidade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total e ortofosfato. Já o parâmetro biológico incluiu *Escherichia coli*. A seleção de tais parâmetros se baseou na maior relevância dos mesmos na representação da qualidade hídrica para o uso em questão, embasado no suporte bibliográfico do presente estudo.

A temperatura, a salinidade, o pH, a turbidez, assim como a concentração de oxigênio dissolvido, foram determinados *in situ* por meio de equipamentos portáteis de campo com eletrodos específicos. As amostras de água para análise dos demais parâmetros foram coletadas com auxílio de garrafas coletoras e acondicionadas em frascos de polietileno em volumes apropriados, devidamente etiquetados e preservados, acondicionadas em caixas térmicas com gelo e encaminhadas para a análise no laboratório da TECMA, de forma que os ensaios ocorreram dentro do prazo de validade da preservação. As metodologias de determinação instrumental *in situ*, de coleta e preservação de amostras, assim como de análise, foram as preconizadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA-AWWA-WEF, 22ª Edição, 2012.

Os resultados, para cada parâmetro, foram analisados por estação do ano, com formulação de gráficos de linha contendo os valores máximos, mínimos e médios em cada ponto de amostragem. Também foram feitas análises utilizando o modelo *boxplot* a fim de visualizar mais adequadamente o comportamento do conjunto de dados nos seis pontos de coleta durante todo período estudado. As variações espaciais e temporais percebidas foram discutidas, juntamente com os demais resultados. Os dados brutos de cada coleta encontram-se disponíveis no Anexo 1.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados se apresentam de forma a facilitar a discussão, iniciando pelas análises físico-químicas e biológicas da qualidade da água da Lagoa, com posterior apresentação das ações (obras do metrô, estaqueamento, expansão da galeria de cintura, drenagem interna do Jockey Club, desassoreamento e desinfecção química) e ocorrências (chuvas e ventos

fortes, florações e espuma). Dessa forma, foi possível confrontar tais medidas e ocorrências às alterações na qualidade da água, identificando as relações existentes e os impactos gerados.

## 6.1 Qualidade da Água da LRF

Os resultados, para cada parâmetro, encontram-se duplamente analisados, permitindo a melhor comparação sazonal e integral dos dados.

### 6.1.1 Temperatura da Água

Ao longo das estações, a temperatura superficial da água apresentou grandes oscilações, em função, provavelmente, de eventos meteorológicos, como passagens de frentes frias e massas de ar seco, alterando a cobertura de nuvens, velocidade do vento e temperatura do ar. A maior temperatura, 32,6 °C, e maior média por estação do ano, 30,5 °C, ocorreram ambas no ponto LRF 5 no verão de 2016 (Figura 12).

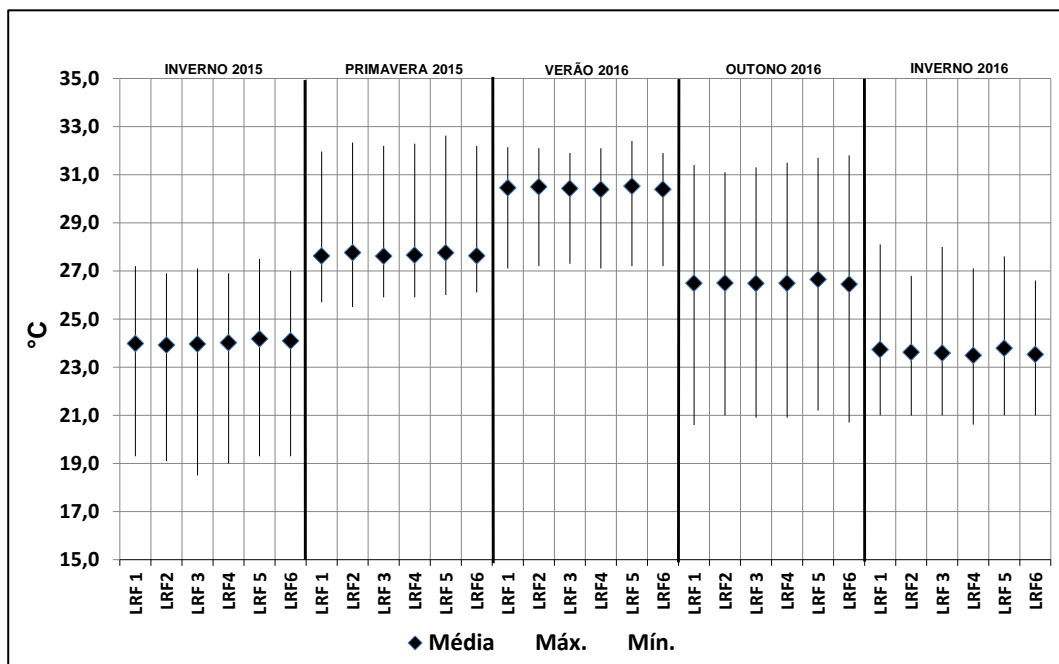


Figura 12 - Temperatura da água na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

Foi observada homogeneidade em termos de temperatura superficial da água nos pontos de coleta ao longo do período estudado, com medianas em torno de 26,0 °C (Figura 13).

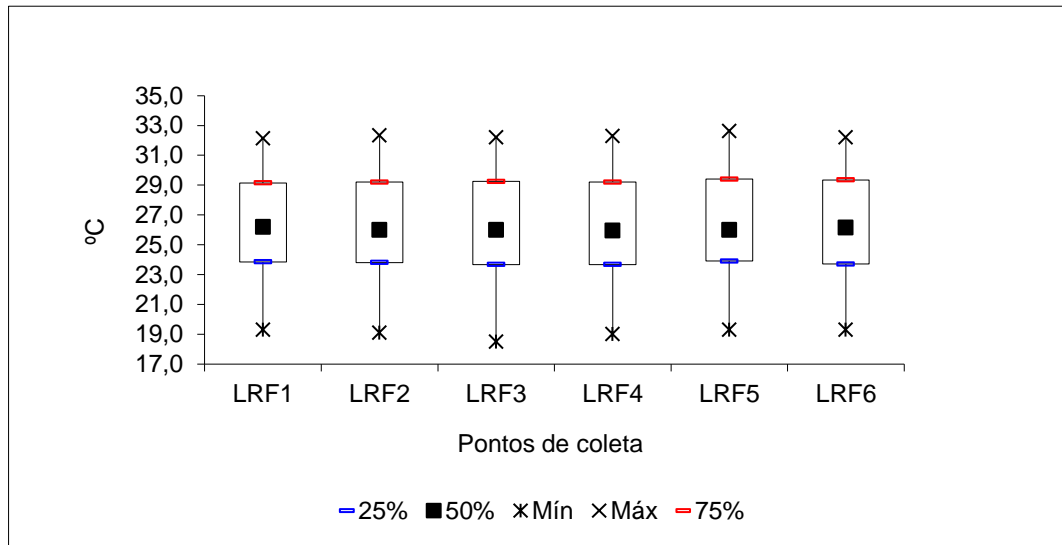


Figura 13 - Temperatura da água na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.2 Salinidade

Foi observada grande variação sazonal na salinidade de superfície da LRF. Tal variação pode estar associada principalmente aos eventos de chuva e ressaca. A salinidade mais reduzida no verão de 2016 pode ser relacionada a maior incidência de episódios de chuva nesta estação, enquanto os valores mais elevados, nos invernos de 2015 e 2016, podem ser decorrentes da maior entrada de água do mar, provocada pelas ressacas (Figura 14).

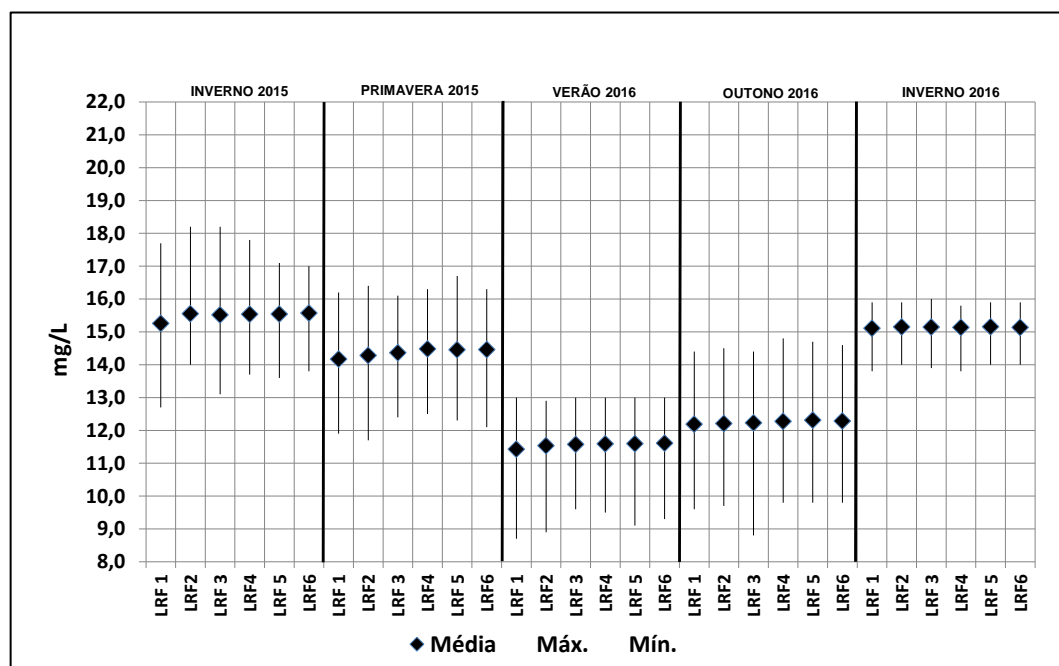


Figura 14 - Salinidade na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que, ao longo do período, a Lagoa apresentou uma homogeneidade horizontal nos pontos de coleta e características majoritariamente mesohalinas (5,0 a 18,0 mg/L), com medianas em torno de 14,0 mg/L (Figura 15).

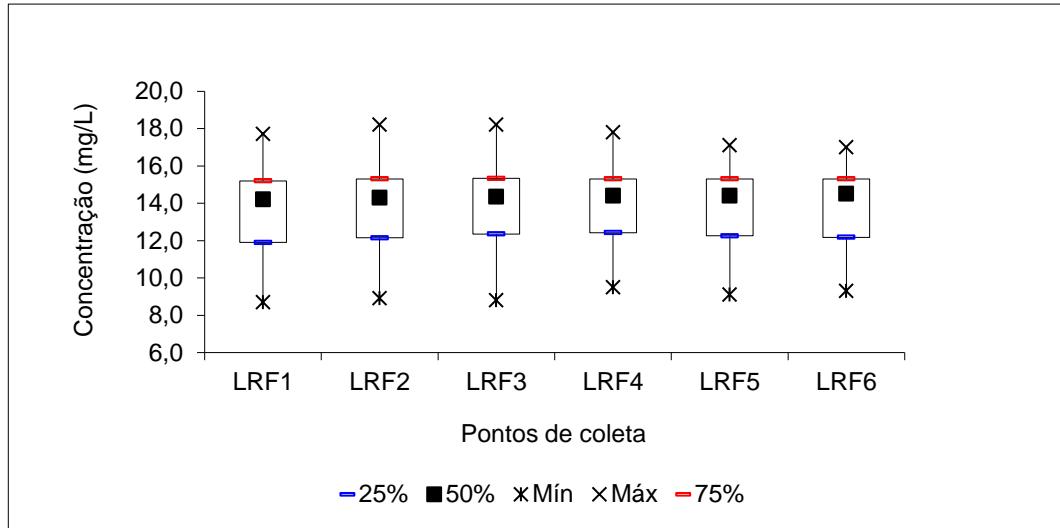


Figura 15 - Salinidade na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.3 pH

A oscilação de pH na superfície da LRF não foi sazonalmente expressiva (Figura 16). Em todas as estações foram registrados valores acima do limite máximo de 8,50 para águas salobras classe 2, estabelecido pela CONAMA 357/2005. Contudo, apenas no outono de 2016 foram observados valores médios acima de 8,50. Destaca-se que valores elevados de pH são favorecidos pela entrada de água do mar, que contribui com grandes quantidades de íons carbonatos e bicarbonatos.



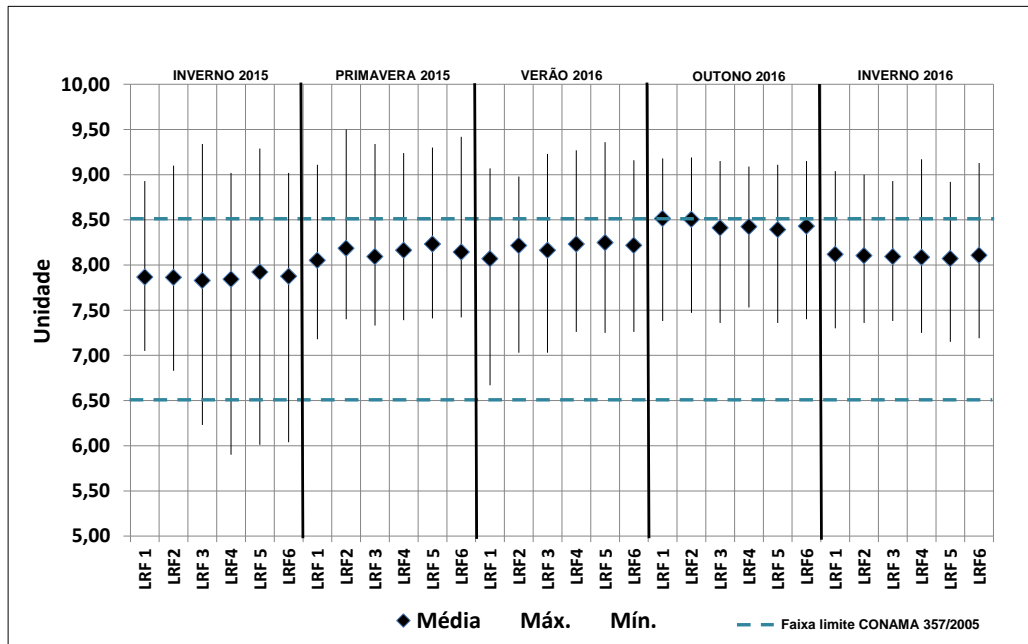


Figura 16 - pH na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

A Lagoa apresentou uma homogeneidade espacial com pH ligeiramente alcalino e medianas em torno de 8,1 (Figura 17).

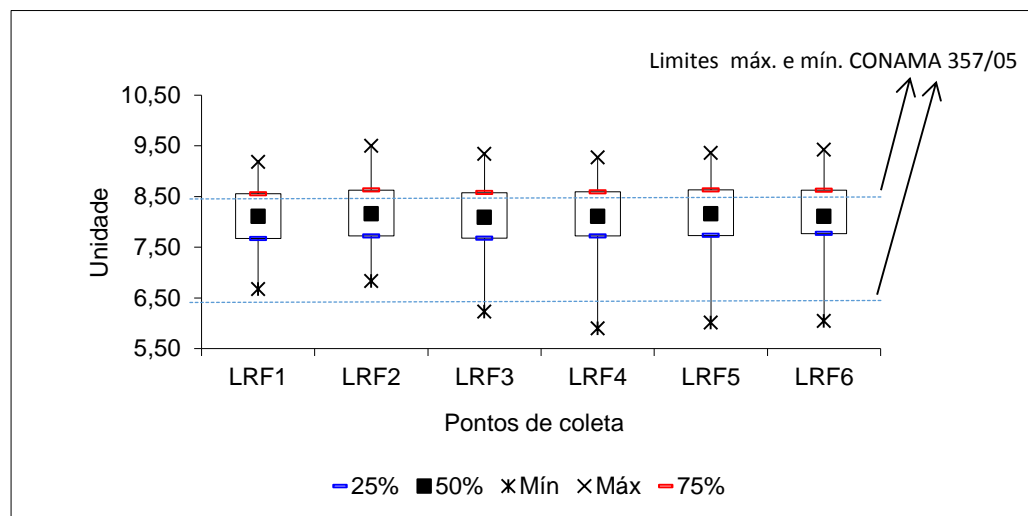


Figura 17 - pH na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

#### 6.1.4 Turbidez

Em geral, os valores de turbidez na superfície da LRF estiveram abaixo de 35 NTU, não sendo constatada oscilação sazonalmente expressiva (Figura 18). No outono de 2016, na coleta de 13 de junho, uma forte alteração do parâmetro turbidez foi observada nas estações LRF1 e LRF2, com picos de 93,5 NTU e 15,6 NTU, respectivamente. Nova elevação brusca de turbidez foi observada nas coletas de 15 de junho (33,3 NTU) a 04 de julho de 2016 (13,7 NTU), entretanto, apenas no ponto LRF5.

Segundo Esteves (1998), os principais responsáveis pela turbidez da água são as partículas suspensas como bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos e, em menor proporção, os compostos dissolvidos.

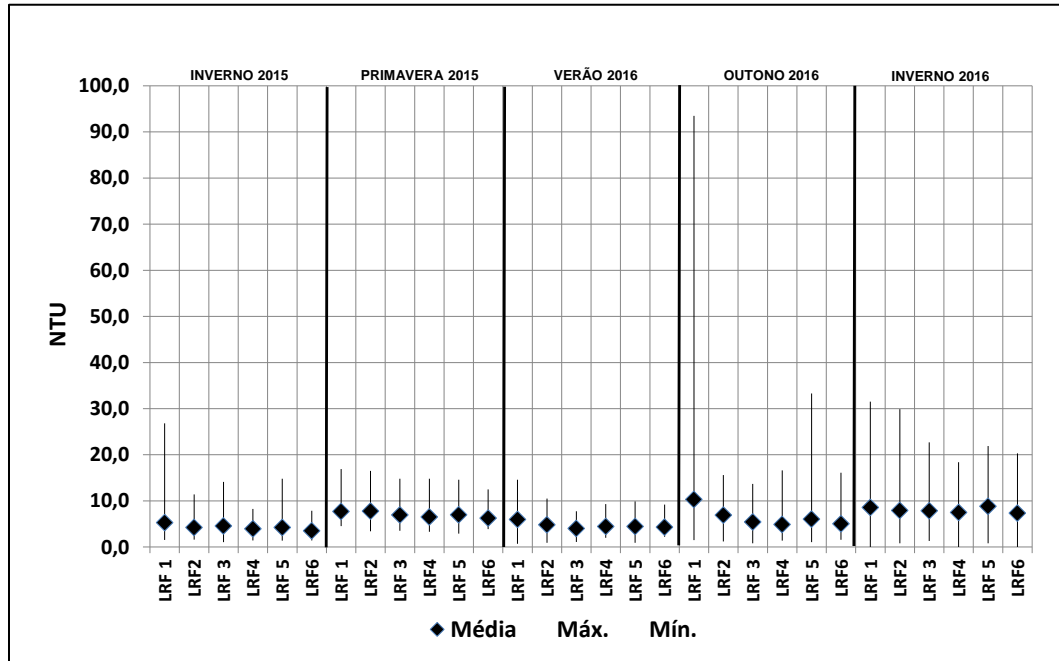


Figura 18 - Turbidez na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

Mesmo com a ocorrência dos picos observados nos pontos LRF1, LRF2 e LRF5, a Lagoa apresentou uma homogeneidade espacial em relação aos valores de turbidez, com medianas entre 4,6 e 5,4 NTU (Figura 19).

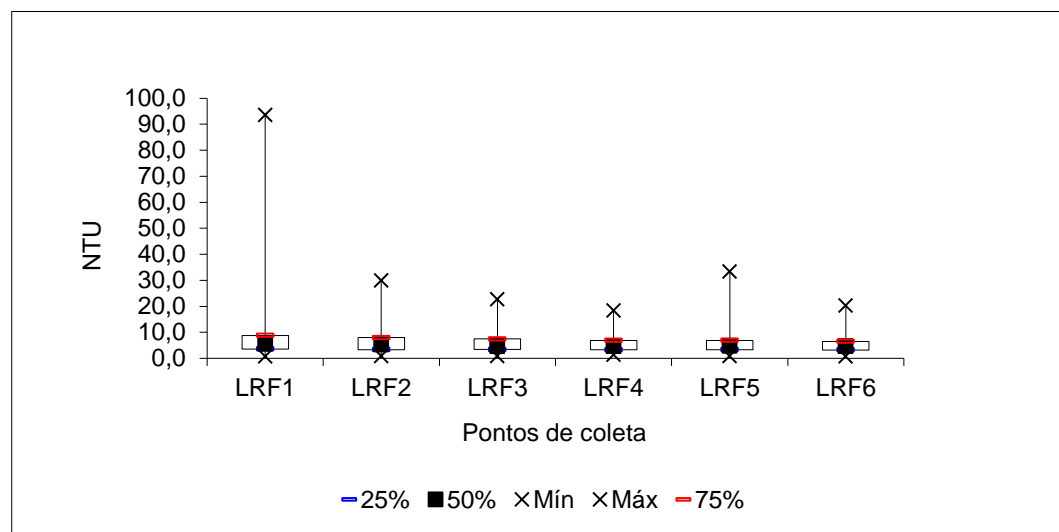


Figura 19 - Turbidez na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.5 Oxigênio Dissolvido

Durante o período analisado, houve visível variação temporal do OD na superfície da LRF (Figura 20). Os maiores valores ocorreram no inverno de 2015, entre 31 de agosto a 02 de setembro, e outono de 2016, entre 13 e 22 de junho, ambos no ponto LRF1. É sabido que sistemas eutrofizados podem apresentar condições de supersaturação, com concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas acima de 20 °C.

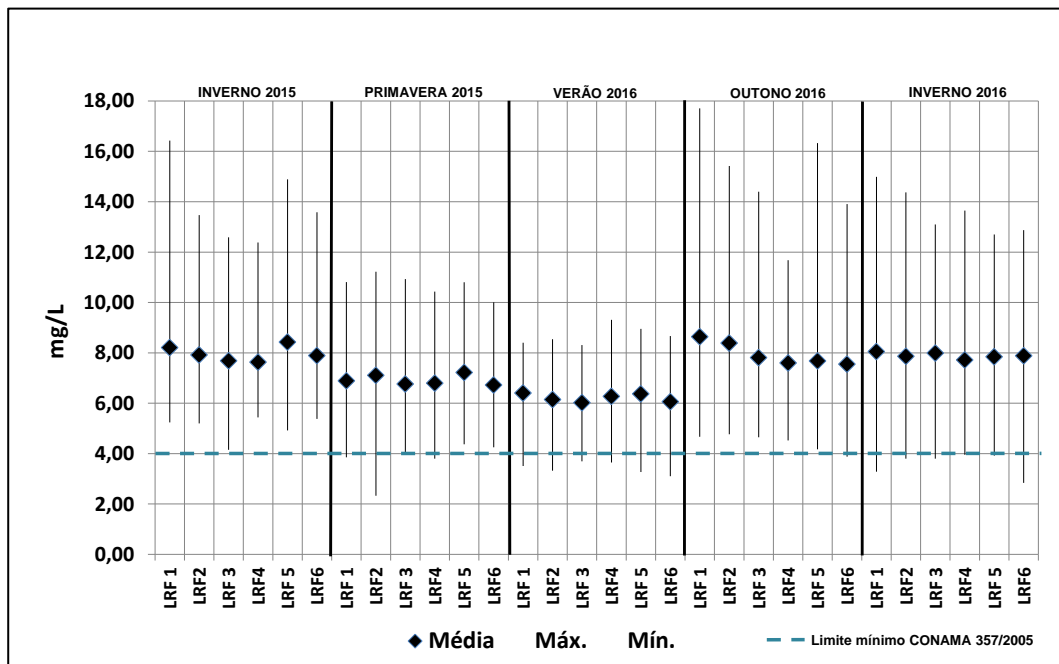


Figura 20 - Oxigênio dissolvido na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

A CONAMA 357/2005 exige valor mínimo de 4,00 mg/L de OD para águas salobras classe 2. No verão de 2016, todos os pontos registraram pelo menos uma coleta com valores em descumprimento à legislação, entretanto tais resultados não representaram nem 5% das amostras coletadas para cada ponto (Figura 21).

A quantidade de oxigênio pode aumentar com a intensificação da produção fotossintética ou diminuir se houver maior respiração das comunidades locais e/ou maior oxidação devido a aportes de matéria orgânica. A temperatura influencia diretamente tanto a respiração dos organismos, como outros processos oxidativos, como a decomposição da matéria orgânica por micro-organismos. Dessa forma, a elevada temperatura da Lagoa no verão pode, além de dificultar a solubilização do oxigênio, proporcionar condições favoráveis para que ocorram altas taxas de decomposição, gerando déficits de OD na coluna d'água. A

LRF tem maior vulnerabilidade a tais efeitos por ser um ambiente particularmente fechado, sendo a troca com o mar muito limitada.

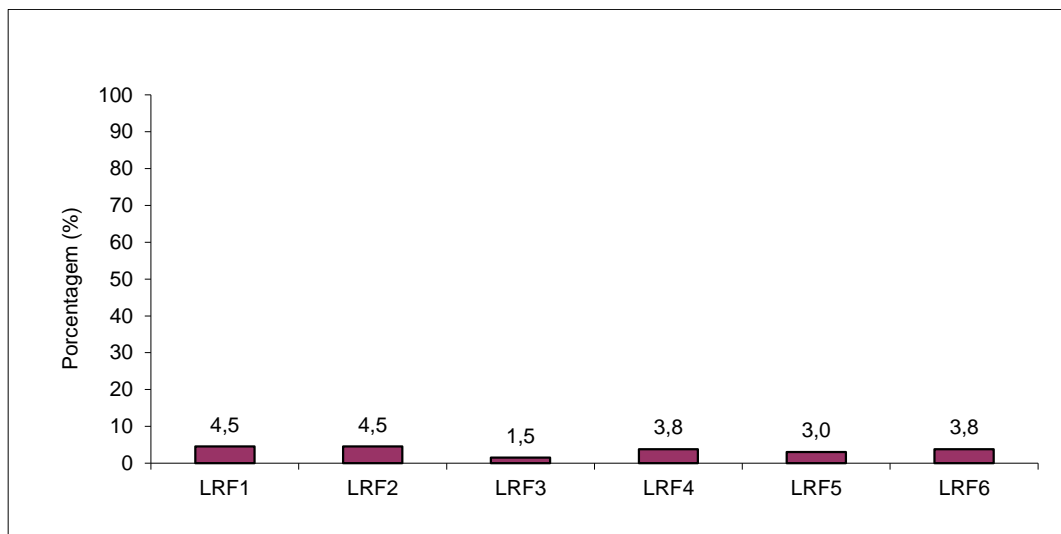


Figura 21 - Porcentagem de resultados de OD em descumprimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

Apesar das variações, em especial dos valores máximos, foi observada homogeneidade espacial de OD ao longo do período estudado (Figura 22).

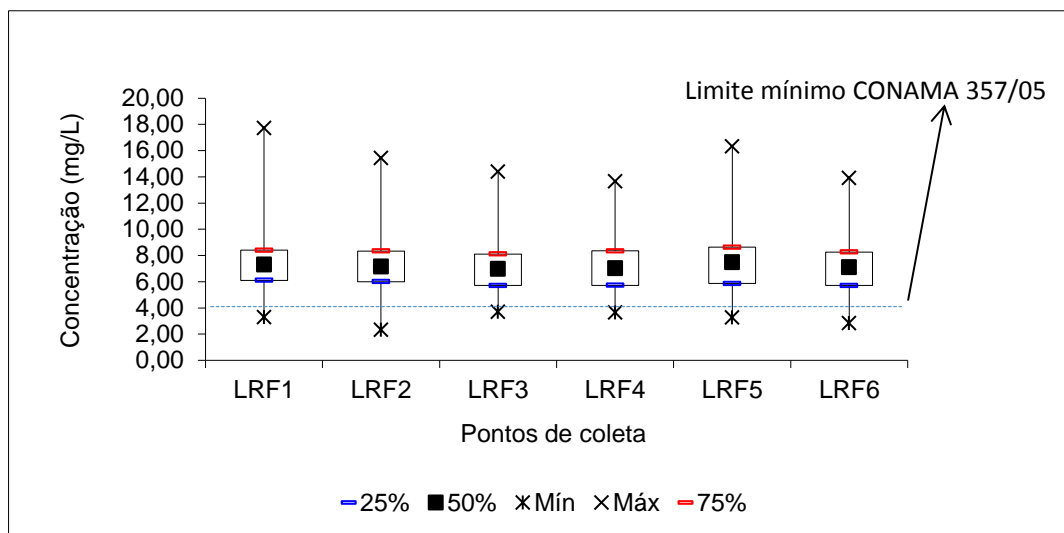


Figura 22 - Oxigênio dissolvido na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.6 Nitrogênio Amoniacal

Os resultados de nitrogênio amoniacal de superfície mantiveram-se dentro da normalidade durante o período monitorado, com descumprimento à legislação apenas em uma coleta, no ponto LRF2 (Figuras 23 e 24). Entretanto, ressalta-se que tal valor, 0,74 mg/L,

registrado na coleta de 09 de dezembro de 2015, pouco excedeu à exigência da CONAMA 357/2005 que define máximo de 0,70 mg/L para águas salobras de classe 2.

O inverno de 2016 apresentou, em todos os pontos de coleta, médias de nitrogênio amoniacal superiores às demais estações monitoradas. Tal elevação ocorreu em especial nas coletas de 11 a 18 de julho e são relacionadas à presença de esgoto recente.

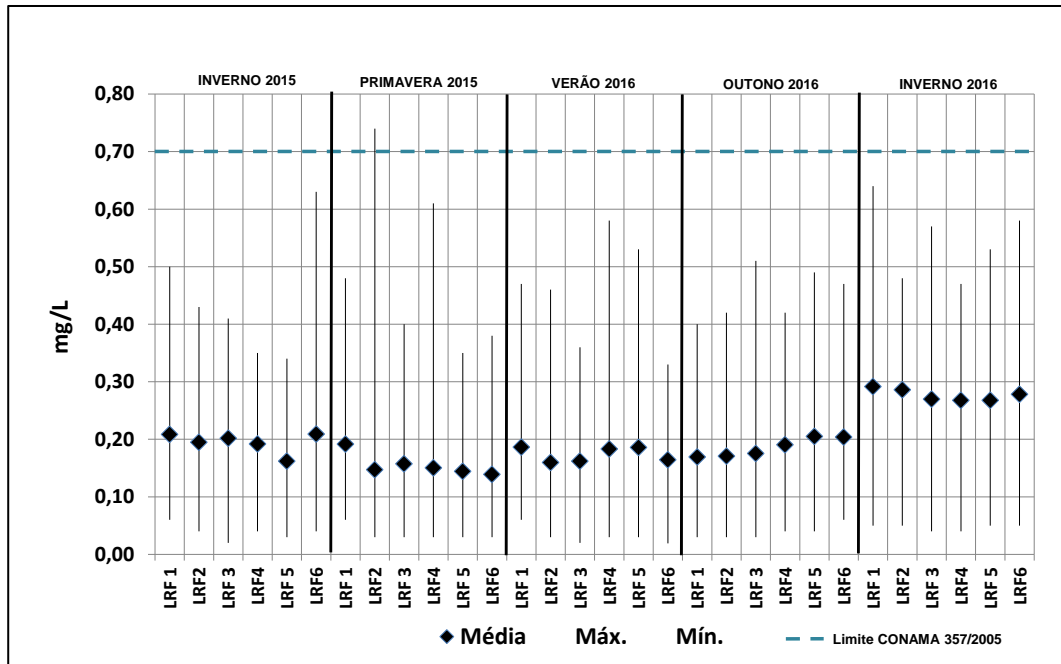


Figura 23 - Nitrogênio amoniacal na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

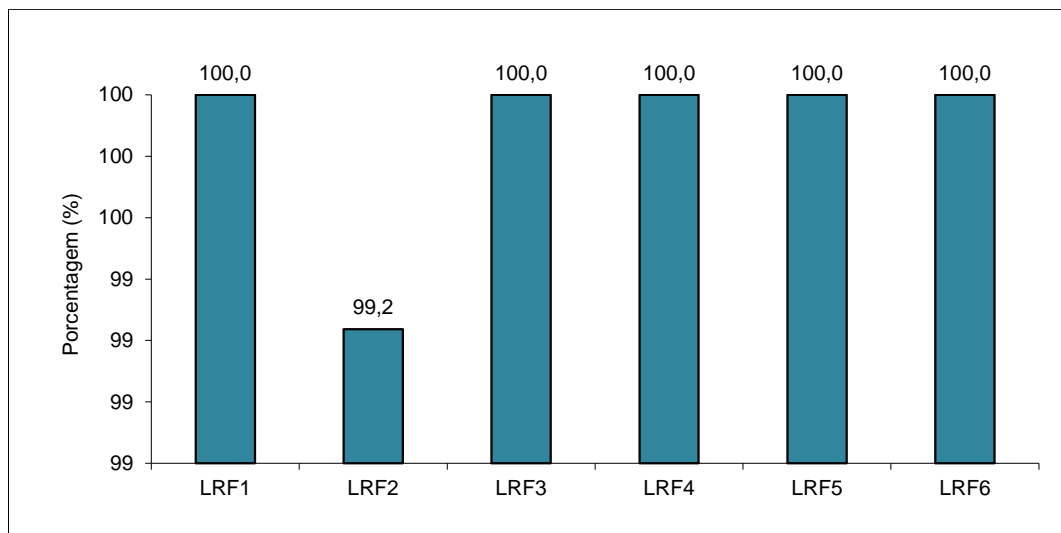


Figura 24 - Porcentagem de resultados de nitrogênio amoniacal em atendimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

Apesar do valor aumentado de nitrogênio amoniacal no ponto LRF2 (primavera de 2015) e dos resultados médios mais elevados no inverno de 2016, os valores do período

monitorado não indicam ter havido massiva entrada de efluente doméstico recente na LRF em nenhum dos pontos de coleta (Figura 25). Foi observada homogeneidade espacial, com as medianas do período variando entre de 0,13 e 0,15 mg/L.

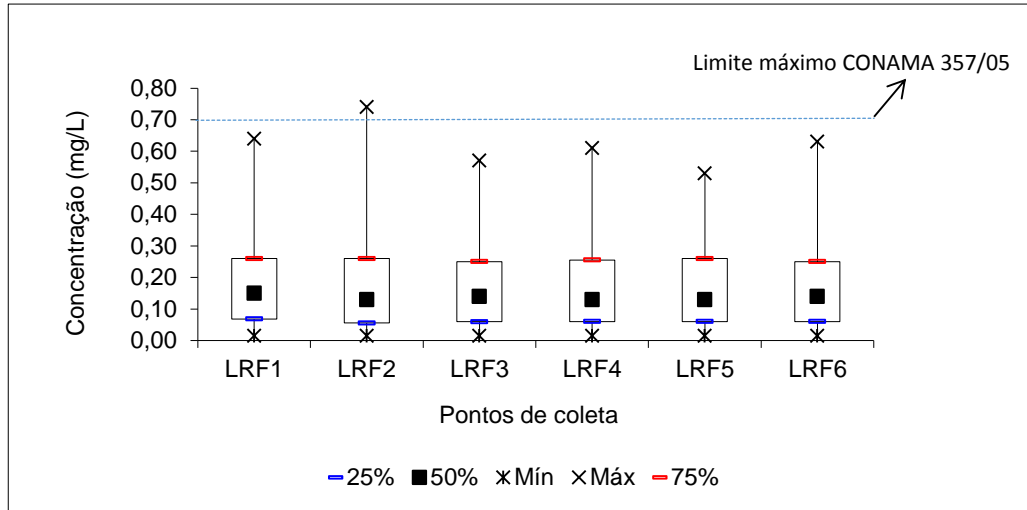


Figura 25 - Nitrogênio amoniacal na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.7 Fósforo Total

Em geral, os valores de fósforo total de superfície estiveram abaixo do limite máximo de 0,186 mg/L estabelecido pela CONAMA 357/2005, não sendo constatada oscilação sazonal (Figura 26).

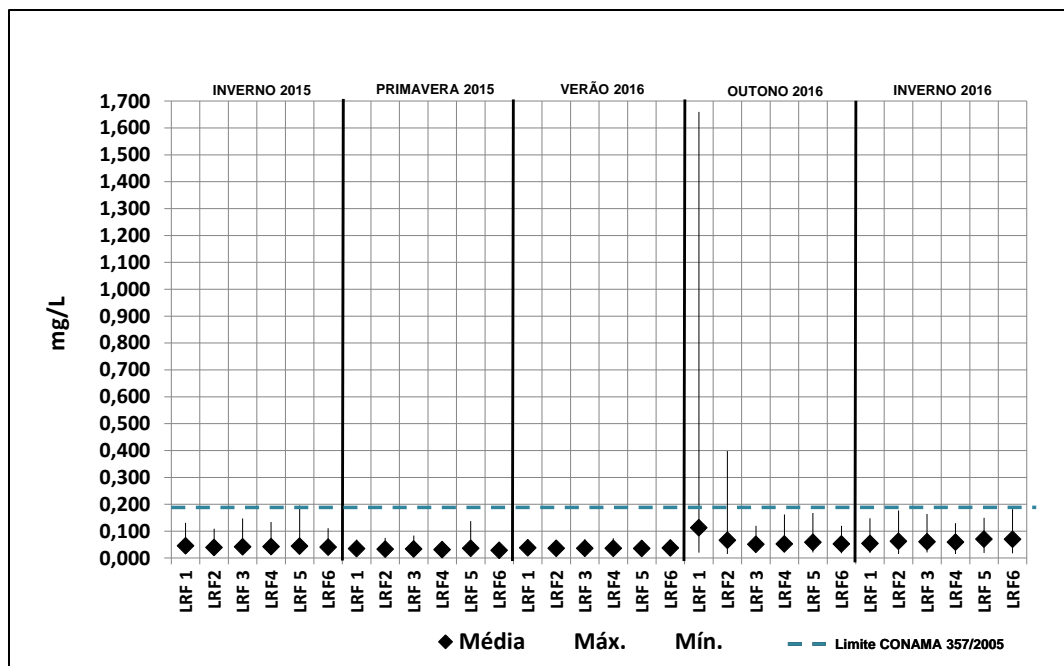


Figura 26 - Fósforo total na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

No inverno de 2015, coleta de 14 de setembro, o ponto LRF5 apresentou fósforo total ligeiramente acima do permitido (0,196 mg/L). Já no outono de 2016, na coleta de 13 de junho, uma forte alteração do parâmetro foi observada nas estações LRF1 e LRF2, com valores de 1,660 mg/L e 0,398 mg/L, respectivamente. Destaca-se que, mesmo sem ultrapassar o limite legal, o parâmetro já havia apresentado elevação no ponto LRF2 em coleta anterior (0,147 mg/L), quando comparado à média histórica, sempre inferior a 0,045 mg/L. Apesar do atendimento à legislação ter sido próximo a 100%, o comportamento atípico do parâmetro nas referidas coletas (LRF1 e LRF2) aponta para a ocorrência de evento capaz de alterar grandemente sua disponibilidade (Figura 27).

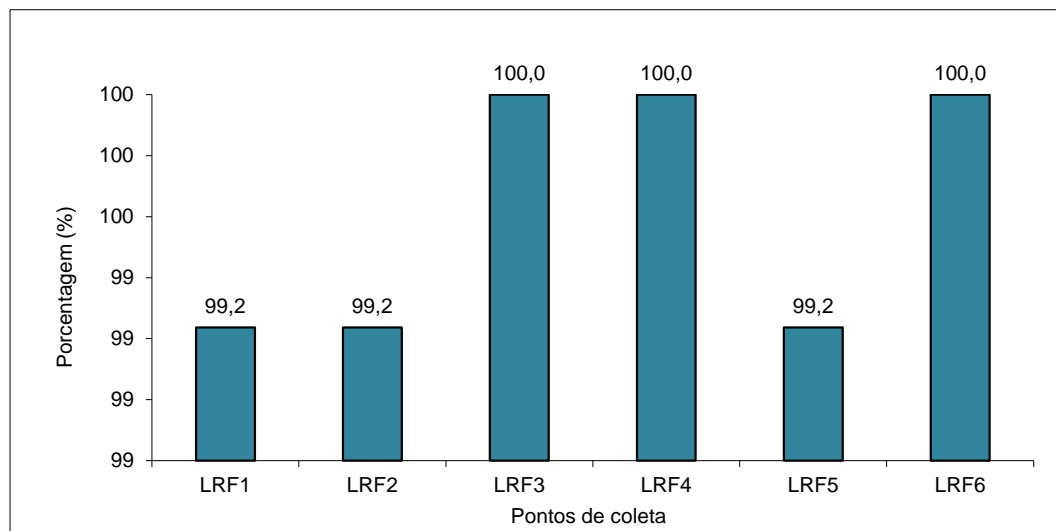


Figura 27 - Porcentagem de resultados de fósforo total em atendimento à CONAMA 357/2005, por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

Não foram observadas diferenças espaciais importantes, com medianas variando entre 0,035 mg/L a 0,038 mg/L (Figura 28). Portanto, os níveis de fósforo total por si só não se mostraram característicos de ambientes eutrofizados. Ressalta-se que os altos valores registrados nos pontos LRF1 e LRF2 precisaram ser desconsiderados no gráfico da Figura 28 para manter a qualidade de visualização dos demais pontos de coleta.

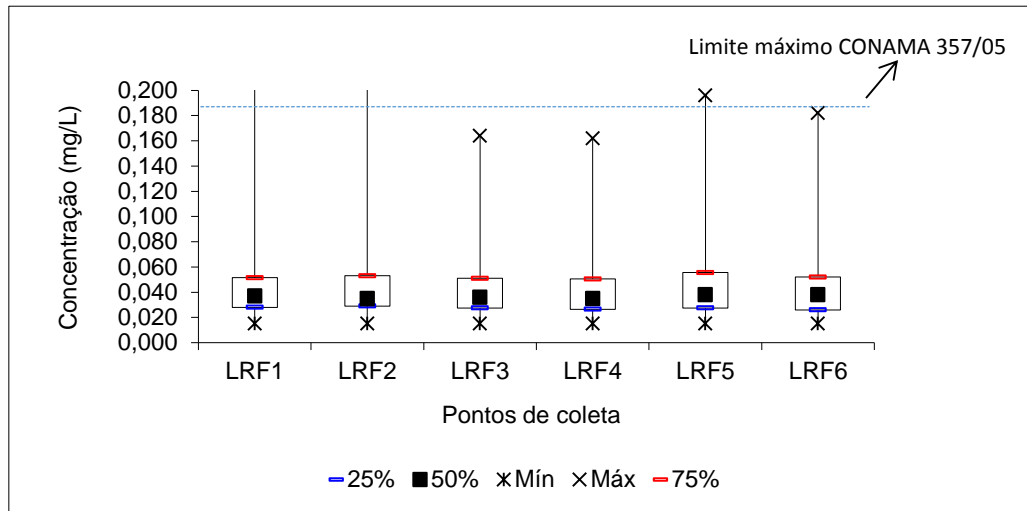


Figura 28 - Fósforo total na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.8 Ortofosfato

Não foi constatada oscilação sazonal do ortofosfato na superfície da LRF (Figura 29). No outono de 2016, na coleta de 13 de junho, uma forte alteração do parâmetro foi observada no ponto LRF1, com valor de 0,620 mg/L. Destaca-se que na mesma coleta também foi verificada alteração de fósforo total no referido ponto.

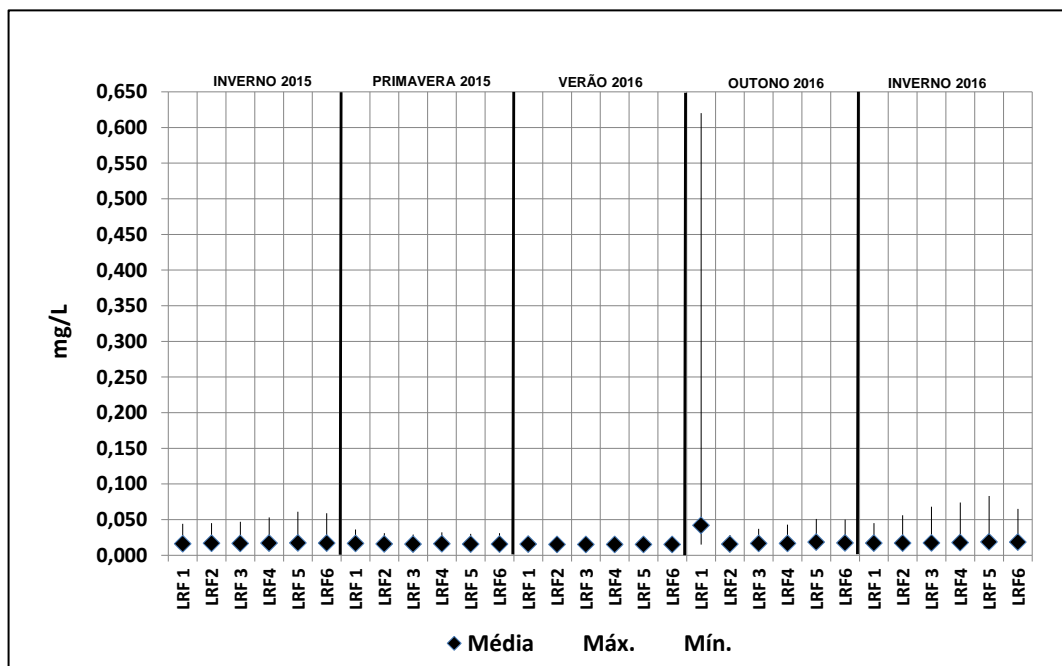


Figura 29 - Ortofosfato na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

Igualmente como o observado para o parâmetro fósforo total, não foram observadas diferenças espaciais importantes para ortofosfato, com medianas de 0,015 mg/L para todos os pontos (Figura 30). Ressalta-se que o alto valor registrado no ponto LRF1 precisou ser



desconsiderado no gráfico da Figura 30 para manter a qualidade de visualização dos demais pontos de coleta. O achatamento do *boxplot* permaneceu devido à baixa variação de resultados, visto que a maioria dos valores estiveram abaixo do limite de quantificação do parâmetro, 0,016 mg/L, sendo, portanto, representados estatisticamente como 0,015 mg/L.

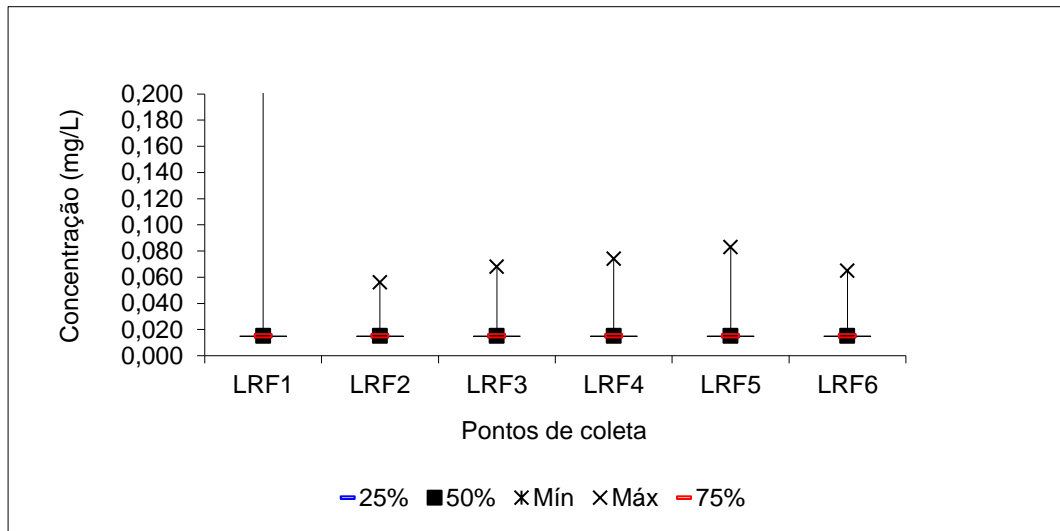


Figura 30 - Ortofosfato na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

### 6.1.9 Escherichia coli

As densidades de *Escherichia coli* apresentaram ampla variação, porém sem caracterizar oscilação sazonal (Figura 31). Alguns fatores que podem influenciar os resultados de colimetria são: entradas de matéria orgânica através do escoamento superficial; a abertura das comportas; e a entrada de esgoto proveniente do excesso de vazão nas galerias de cintura, nos períodos de chuva. Além disso, lançamentos de efluentes em tempo seco nos pontos deságue de águas pluviais dispostos no entorno da Lagoa são frequentemente relatados.

Baseado na CONAMA 357/2005, a SMAC estabeleceu um limite de densidade de 2.000 NMP/100 ml de *E. coli* para, pelo menos, 80% de 6 amostras coletadas. Dessa forma, dentro de seis coletas, apenas uma poderia extrapolar o máximo exigido para continuar atendendo à legislação.

Foi possível observar que no inverno de 2016 as densidades médias de *E. coli* se apresentaram, de maneira geral, mais reduzidas quando comparadas às demais. Pode-se destacar os pontos LRF1, LRF2, LRF3 e LRF5 como aqueles que apresentaram maior destaque na redução ocorrida no inverno de 2016, sendo do período 329 NMP/100 ml (LRF5) a maior

média da estação, em contraponto com a maior média geral, 3.307 NMP/100 ml (LRF2), registrada no outono do mesmo ano.

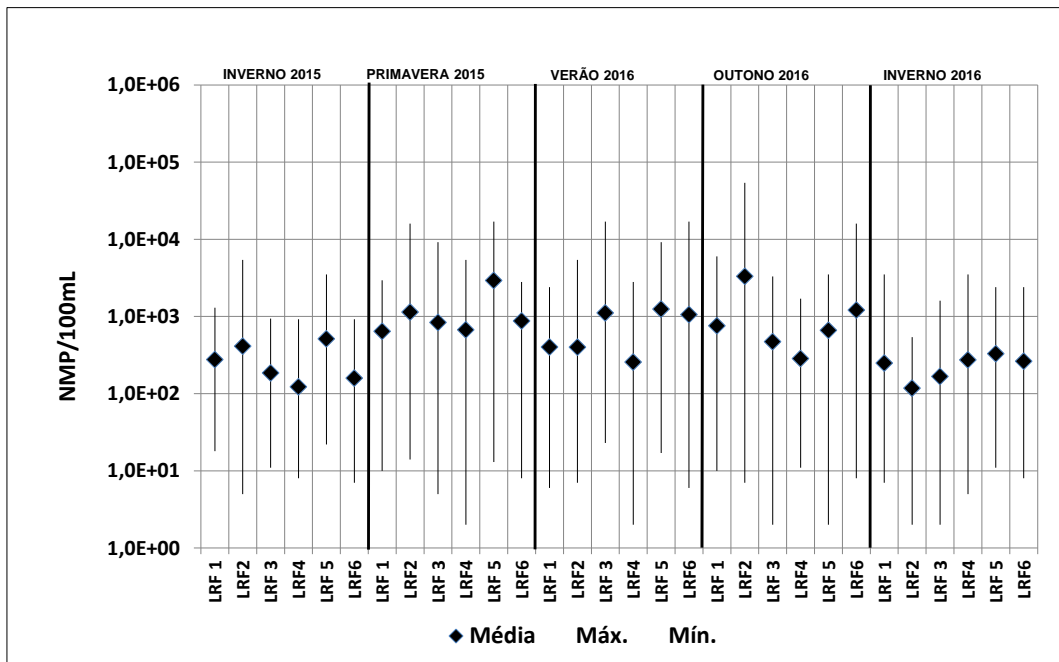


Figura 31 - *Escherichia coli* na superfície por estações do ano. Fonte: Elaboração própria.

Especialmente, foi possível observar diferenças importantes, com a porção sul da Lagoa se apresentando mais contaminada (Figura 32). As medianas variaram de 70 NMP/100 ml (LRF4) a 240 NMP/100 ml (LRF5).

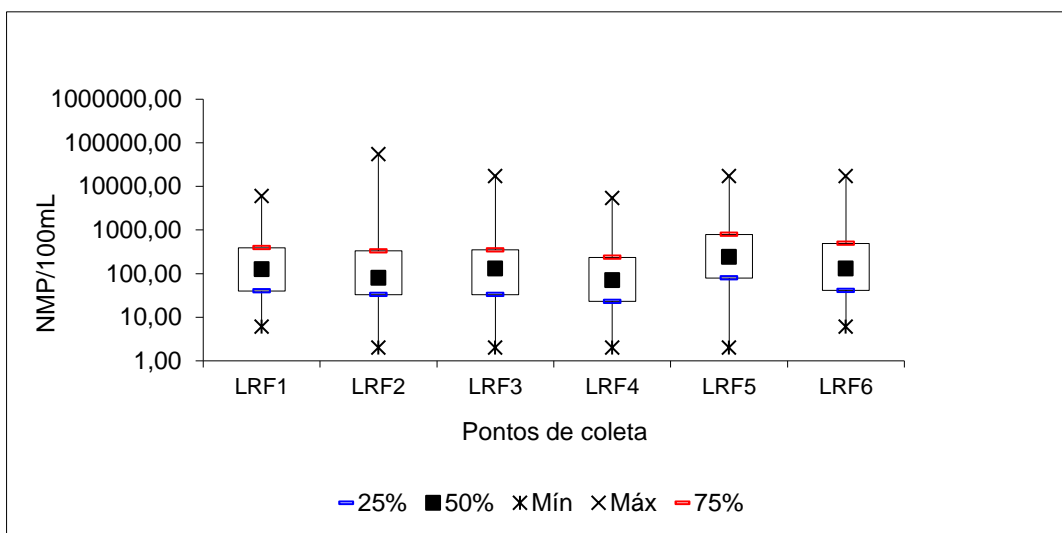


Figura 32 - *Escherichia coli* na superfície por pontos de coleta. Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que não somente a Lagoa, mas também os canais que desembocam nela recebem efluente sanitário irregular através de seus pontos de deságue pluvial, contribuindo fortemente para a redução da qualidade da água da LRF quando do contato de suas águas.

Em virtude do fechamento do perímetro da Lagoa Rodrigo de Freitas para treinamentos e provas de remo e canoagem, do dia 21 de junho a 20 de setembro de 2016 as coletas passaram a ser realizadas após as 14:00h, à disposição dos horários do Comitê Olímpico e Paralímpico. Nesse período, a vistoria da Rio-Águas, com reagente de *Nessler*, nas galerias de drenagem do trecho 1 da Lagoa também ficou restrita, sendo retomada em 21 de setembro do mesmo ano.

## **6.2 Ações e Ocorrências do Período**

A questão do legado olímpico para as cidades movimentou entidades públicas e privadas no sentido do maior investimento em infraestrutura e saneamento com potencial retorno para a população. Durante o período estudado, foram identificadas na Lagoa Rodrigo de Freitas, bem como no seu entorno, diversas intervenções objetivando não apenas as adequações para o recebimento das provas olímpicas, ocorridas de 05 a 21 de agosto de 2016, e das paralímpicas, ocorridas de 07 a 18 de setembro do mesmo ano, mas também melhorias para a qualidade do corpo hídrico e da região como um todo.

Além das obras e outras ações efetivadas, foram também observadas na Lagoa ocorrências inerentes a fatores naturais, a atividades antrópicas ou a uma combinação de ambos.

### **6.2.1 Obras do Metrô**

A fim de expandir a malha metroviária da Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, entre os bairros de Ipanema e Gávea, e, conseqüentemente, melhorar a mobilidade urbana na região, o Governo do Estado, por meio do consórcio Linha 4 Sul, investiu em obras que se iniciaram muito antes dos eventos olímpicos.

Em outubro de 2012 começaram as obras da estação Nossa Senhora da Paz, em Ipanema. A água drenada do local do rebaixamento de lençol freático foi direcionada para as galerias de águas pluviais com desembocaduras identificadas como 20 e 22, fluindo diretamente para a Lagoa Rodrigo de Freitas, e 27, com saída para o Canal Jardim de Alah. Entretanto, após constatação pela Fundação Rio-Águas de frequente reação ao *Nessler* nas

amostras coletadas nas saídas de número 20 e 22, o consórcio foi comunicado e redirecionou todo volume para a saída de número 27.

Contudo, no início de agosto de 2014, foi observada uma extensa mancha escura de odor desagradável saindo do CJA em direção ao mar de Ipanema. Em 06/08/2014, a mancha foi empurrada pela maré cheia em direção à LRF e análises realizadas pela Rio-Águas comprovaram a presença de amônia, indicativa de esgoto sanitário recente. O consórcio Linha 4 Sul responsabilizou o acúmulo de detritos nas galerias de águas pluviais como causadores da mancha negra, mas se comprometeu a redirecionar a água do rebaixamento do lençol para uma rede de esgotos com destino ao emissário submarino.

Embora a justificativa dada pelo consórcio para o aparecimento da mancha negra na LRF não tenha se amparado, visto que o volume de detritos acumulados nas galerias de águas pluviais seria insuficiente para causar tal evento, a recorrente condição imprópria nas regiões próximas ao CJA impossibilitou relacionar diretamente a qualidade da água na área 3 da Lagoa com as obras de rebaixamento do lençol freático. Destaca-se, entretanto, que toda água de rebaixamento da região deveria ter sido direcionada para galerias de esgoto e não de águas pluviais, visto que o subsolo notoriamente sofre de contaminação, como observado pelo biólogo Mário Moscatelli e o oceanógrafo David Zee em entrevistas concedidas no período (MOSCATELLI, 2014; ZEE, 2014).

Devido à sobrecarga no ponto 27 e à referida ocorrência de mancha negra na LRF, fez-se necessária interceptação, por elevatória, das águas oriundas da galeria em questão em tempo seco, com recalque para o emissário submarino de Ipanema.

Outra obra referente ao metrô foi a do túnel de acesso para conexão da estação de metrô General Ozório ao bairro da Lagoa. Em meados de 2011, já haviam sido iniciadas as escavações no subsolo entre Copacabana e Ipanema, com conclusão da perfuração do maciço do Cantagalo em agosto de 2015. Entretanto, a inserção da região no sistema metroviário da cidade, por meio da construção do referido acesso, também exigiu a operação de rebaixamento do lençol freático, além de outras alterações, como o remanejamento das redes de serviços de gás, água e esgoto.

Devido à complexidade da obra, uma vez que o túnel de 500 metros passaria sob um local repleto de construções civis, foi necessário o remanejamento de algumas redes, como

de água e esgoto, antes do rebaixamento. Após relatos de mau cheiro na Lagoa, a vistoria realizada em 12/06/2015 pelo Monitoramento Ambiental da SMAC constatou, em tempo seco, vazamento de efluente fétido, turvo e oleoso de uma das desembocaduras de águas pluviais. Tal saída ainda não possuía número de identificação por não haver registro de lançamento desde o início do projeto de monitoramento, recebendo, devido à proximidade com a saída de número 20, a identificação 20A (Figura 33).



Figura 33 - Saída 20A com características de esgoto no dia 12/06/2015. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Houve confirmação, por parte do engenheiro responsável pela obra, de afloração de esgoto sanitário durante o remanejamento da rede de esgotamento para uma rede provisória. Segundo o profissional, tal procedimento, com posterior reversão para uma nova rede definitiva, foi contemplado na Licença Ambiental emitida pelo INEA e teve autorização da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE).

Em posterior vistoria ao canteiro de obras, no dia 07/07/2015, o engenheiro responsável informou a conclusão do remanejamento da rede de esgotamento sanitário para a rede definitiva, entre as pistas de rolamento da Avenida Eptácio Pessoa, desde 04/07/2015. Contudo, os testes com reagente de *Nessler* realizados nos dias 06 e 07 apresentaram resultado positivo, além de, durante a vistoria do dia 07, ter sido novamente constatada a presença de lançamento de efluente fétido, turvo e oleoso no ponto de drenagem pluvial 20A (Figura 34). Ao final de julho de 2015, após o remanejamento

definitivo da referida rede de esgotamento sanitário, iniciou-se o procedimento de rebaixamento do lençol freático para construção do túnel de acesso.



Figura 34 - Saída 20A com características de esgoto no dia 07/07/2015. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Os pontos 20 e 20A permaneceram apresentando lançamentos intermitentes de efluente reativo a *Nessler* mesmo após o fim das obras e inauguração do acesso, em 30/07/2016. Tal fato, associado aos resultados elevados de nitrogênio amoniacal nos seis pontos de coleta, do dia 11 a 18/07, período no qual reação positiva à *Nessler* também foi relatada, corroboram a hipótese de falha nas intervenções da rede de esgotamento sanitário da região afetada, possivelmente ligadas à rede de drenagem pluvial que desembocam na Lagoa. Na coleta do dia 13/07/2016, foi observada, ainda, elevada densidade de *E.coli* (3.500 NMP/100 ml) no ponto de coleta LRF4, mais próximo aos pontos de deságue pluvial identificados com 20 e 20A .

A intermitência de lançamento de efluente nos referidos pontos de deságue pode ser justificada pela presença da galeria de cintura, evitando que fluam todo dia. O consórcio culpa o vazamento de esgoto de prédios no entorno como os responsáveis pelos lançamentos observados. Apesar dos resultados de nitrogênio amoniacal não terem indicado

entrada massiva de efluente doméstico recente na LRF, a elevação dos valores constatada no inverno de 2016 em comparação ao registro histórico (Figura 23), juntamente com alguns resultados de *E. coli*, indicam haver influências pontuais, porém frequentes, de fornecimento de esgoto doméstico para a Lagoa. Destaca-se que esse tipo de contaminação, pontual e contínua, se não controlada, pode ser prejudicial à manutenção da qualidade da água de um corpo hídrico com baixa circulação, como aponta Rosman (2009).

### 6.2.2 Estaqueamento

A adequação do estádio de remo na Lagoa Rodrigo de Freitas destinada às competições de remo e canoagem abrangiu as obras de construção da nova torre de chegada e reforma da garagem para barcos, além daquelas diretamente no espelho d'água, como a implantação de infraestrutura das raias, sistema de cronometragem e de câmeras de transmissão.

Para a fixação e alinhamento das novas raias, e suporte para as plataformas que abrigaram o centro de cronometragem e transmissão, foi necessária a colocação de estacas metálicas com cerca de três metros de altura no leito da Lagoa. A fim de refinar a metodologia a ser utilizada, visando, assim, a minimização dos impactos advindos do processo como um todo, uma Licença Municipal Prévia (LMP) foi concedida para a cravação teste de oito estacas em locais previamente selecionados. As medições físico-químicas *in situ* por meio de sonda multiparamétrica ficaram a cargo da Gerência de Monitoramento Ambiental do INEA, de maneira que as vistorias realizadas pelo Monitoramento Ambiental da SMAC se ativeram principalmente aos trabalhos de posicionamento da balsa, utilização dos equipamentos e efetiva cravação das estacas.

Em junho de 2015, o Monitoramento da SMAC acompanhou os trabalhos e avaliou os possíveis impactos ambientais decorrentes da cravação das primeiras estacas na Lagoa Rodrigo de Freitas. Estas foram destinadas ao Projeto do Equipamento Olímpico para competições de remo e canoagem, promovido pela Secretaria de Estado da Casa Civil e dirigido pela empresa Rio-2016.

No primeiro dia de vistoria, 11/06/2015, devido à dificuldade em estabilizar a balsa contendo o bate-estaca e posicioná-la corretamente, não foi possível a realização do alinhamento vertical da estaca e, portanto, sua cravação (Figura 35). Contudo, a intensa

movimentação dos equipamentos promoveu desprendimento de macrófitas do fundo da Lagoa (Figura 36). Nas duas vistorias seguintes, dias 12/06 e 15/06, a cravação também não foi realizada, devido à impossibilidade de estabilidade da balsa e baixa visibilidade decorrente da chuva, respectivamente.



Figura 35 - Balsa com bate-estaca. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.



Figura 36 - Macrófitas desprendidas do fundo. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.



No dia 16/06/2015 a balsa já se encontrava posicionada permitindo a cravação da primeira estaca. O procedimento durou cerca de 20 minutos e foi efetuado dentro de manta geotêxtil, na qual foram observados materiais flutuantes desprendidos do fundo. Uma amostra de água contendo o material suspenso foi coletada e deixada em repouso durante 3 horas, período no qual não sedimentou completamente (Figura 37).



Figura 37 - Amostra com materiais flutuantes, coletada dentro da manta em 16/06/15. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

É importante destacar que a manta geotêxtil funciona como um dispositivo para evitar a dispersão na superfície de matérias flutuantes oriundos do revolvimento do leito de corpos hídricos. Contudo, a utilização de maneira inadequada, como mau posicionamento e retirada antes do tempo ideal, compromete sua efetividade. A manutenção da manta geotêxtil após procedimento com revolvimento de fundo deve, portanto, atentar à presença de materiais de suspensão, visto que o tempo de sedimentação é variável. É preconizado pela legislação CONAMA 357/2005 que os materiais flutuantes sejam virtualmente ausentes, o que não ocorreu na amostra observada após a retirada da manta.

Quando acontece a circulação da água no corpo hídrico, a massa de substâncias dissolvidas sobe à superfície, favorecendo o crescimento excessivo de algas e plantas (FUNASA, 2014). Dessa forma, o revolvimento do material sedimentado, sem a adoção das medidas mitigadoras necessárias, pode funcionar como fator acelerador desse processo de eutrofização.

Ainda no dia 16 de junho, outra estaca foi fixada no mesmo período de tempo, entretanto atingiu o nível do impenetrável antes do esperado em projeto, exigindo um posterior arrasamento, visto que o intuito era manter a estaca abaixo do espelho d'água. O ideal seria a cravação das estacas metálicas o mais próximo ao leito possível, para evitar o posterior arrasamento, capaz de gerar liberação de gás metano, altamente inflamável. O dispositivo de manta geotêxtil foi retirado enquanto havia materiais flutuantes em suspensão na coluna d'água, sendo estes liberados para o corpo hídrico.

Não houve vistoria por parte da SMAC nos dias 17/06/2015 e 18/06/2015, nos quais mais duas estacas foram cravadas, entretanto técnicos do INEA cederam informações de que a cravação de uma das estacas havia sido realizada com a manta geotêxtil submersa, não contendo o material suspenso. Também relataram que, para efetuar reparos na embarcação chata, que arrasta a balsa, o conteúdo do seu tanque de combustível foi esvaziado para tambores precários de armazenamento, com inexistência de contenção de vazamentos. Neste sentido, nos dias 16 e 19 foram observadas manchas de óleos no espelho d'água, decorrentes da intensa atividade náutica e das chuvas, que levaram o óleo do canteiro de obras até a Lagoa.

Nova cravação, realizada no dia 22/06/2015, levou cerca de uma hora e meia, permanecendo com a manta geotêxtil novamente submersa durante todo procedimento. Outras estacas foram fixadas nos dias 20/06 e 24/06, sem realização de vistoria. Na última vistoria do mês, em 25/06, foi realizada a fixação da sétima e última estaca, visto que a cravação de uma delas foi suspensa durante o teste. Neste dia, o módulo extensor da manta geotêxtil foi observado disposto no canteiro de obras instalado no estádio de remo, indicando não ter sido utilizado em nenhum momento. Os procedimentos de arrasamento de estacas e instalação da cobertura de proteção física (chapéu chinês), programados para iniciarem em julho de 2015, jamais ocorreram.

No dia 17/07/2015, a boia contendo a sonda multiparamétrica de monitoramento de parâmetros físico-químicos, localizada em ponto central da Lagoa Rodrigo de Freitas, foi reposicionada pela empresa terceirizada responsável pelo monitoramento ambiental da Lagoa. A mudança ocorreu devido à solicitação da empresa olímpica, uma vez que a boia estava instalada no que passou a ser a nova área de raias. Em 22/07/2015, após o aceite do

novo posicionamento pela Rio 2016, foi concluída a instalação das suas poitas, alterando, portanto, a localização do ponto de coleta LRF3 (Quadro 2).

Quadro 2 - Alteração do ponto de coleta LRF3 na Lagoa Rodrigo de Freitas.

Ponto	Período	Localização (coordenadas UTM)	
		X	Y
LRF3	Até 16/07/2015	683300	7458546
	Após 17/07/2015	683392	7458422

Fonte: Dados fornecidos pela empresa TECMA em 2016.

Por meio da Licença Municipal de Instalação, autorizou-se a fixação de mais 99 estacas de acordo com a metodologia testada anteriormente. No dia 28/08/2015, foi realizada uma vistoria por parte do Monitoramento Ambiental da SMAC, no qual ocorria a cravação da 95ª estaca, sem o emprego de manta geotêxtil e artigos para mitigação de contaminação por óleos e graxas no espelho d'água. Também foi visualizada grande quantidade de macrófitas desprendidas no entorno da área de trabalho, assim como junto a uma das margens da Lagoa, com aparente expansão populacional (Figura 38).



Figura 38 - Macrófitas no entorno da área de trabalho e nas margens da LRF. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Destaca-se que a brusca elevação de OD, em especial nos pontos de coleta LRF1 e LRF2, nos dias 31/08 e 02/09/2015, apontou para evento de floração fitoplanctônica, com possível associação aos procedimentos de cravação da referida estaca. A ocorrência da floração, posteriormente confirmada em relatório técnico de análise de fitoplâncton, será melhor discutida em tópico posterior.

### 6.2.3 Expansão da Galeria de Cintura

A Lagoa Rodrigo de Freitas recebeu efluentes sanitários por bastante tempo, e ainda os recebe eventualmente nos dias atuais. A construção das galerias de cintura circundando parte da LRF, em 2001, teve por objetivo impedir que o esgoto lançado indevidamente na rede de drenagem pluvial chegasse ao corpo hídrico. Galerias de cintura são canalizações que interceptam os pontos de lançamento das redes pluviais e concentram suas vazões para lançamento em pontos previamente fixados (DIAS e ROSSO, 2011). Contudo, tais tubulações de captação e redirecionamento do efluente irregular para a rede coletora de esgoto acabam funcionando bem apenas em tempo seco, uma vez que suportam determinado volume, geralmente ultrapassado quando da ocorrência de chuvas. A destinação final das captações das galerias de cintura é o emissário submarino de Ipanema.

Em geral, em tempo seco, as galerias de cintura da Lagoa contém o lançamento irregular de esgoto, impedindo-o de chegar ao espelho d'água. Entretanto, em períodos chuvosos, o sistema muitas vezes não comporta a vazão, comprometendo sua função. Miguez, Resende e Veról (2012) apontam que os problemas de manutenção do sistema, bem como adensamento populacional e sobrecarga da rede provocam extravasamento de esgoto para as galerias de águas pluviais. Quando chove a chuva lava a galeria de cintura, carreando o que estava acumulado nela para a Lagoa.

A expansão da galeria, ocorrida em trecho da margem Leblon do Canal Jardim de Alah, contemplou os pontos de deságue de águas pluviais numerados como 28, 29 e 30. A abrangência de tais pontos levou em consideração suas recorrentes indicações de contaminação por efluente sanitário. Os resultados de colimetria obtidos nas amostras de água do CJA, frequentemente apontavam recebimento de carga orgânica através da rede de drenagem em períodos secos, com conseqüente direcionamento para a Lagoa em situações de maré alta. Com a atual intervenção no CJA, o destino final dos esgotos, por ventura existentes, nas galerias de águas pluviais contempladas é o emissário de Ipanema.

O novo cinturão entrou em operação no segundo semestre do ano de 2016, minimizando, em tempo seco, a carga de efluentes lançados na rede de águas pluviais que desembocam no CJA. Visto que o período de monitoramento englobado neste estudo finda

em setembro de 2016, não foi possível avaliar, através de análises quantitativas, a resposta ambiental do corpo hídrico à tal expansão.

Destaca-se que, apesar da existência da galeria de cintura em boa parte do entorno da Lagoa e agora em parte do CJA, os demais canais que desembocam na Lagoa, em especial o Canal da General Garzon, também recebem efluente sanitário irregular através de seus pontos de deságue, contribuindo fortemente para a redução da qualidade da água da LRF quando se faz necessário sua abertura (Figura 39).

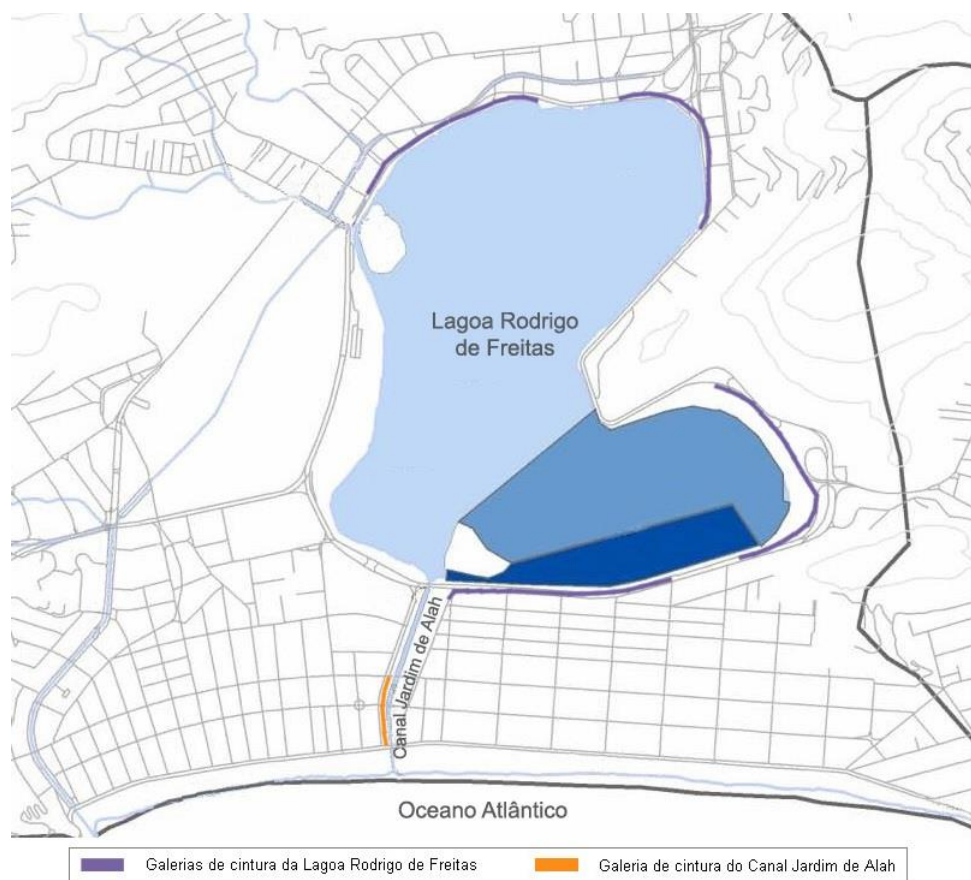


Figura 39 - Trechos da LRF e do CJA contemplados pelas galerias de cintura. Fonte: Adaptado de *Google Maps*, 2017.

#### 6.2.4 Jockey Club

A identificação da procedência dos lançamentos irregulares de esgoto nas redes de drenagem pluvial que desembocam na Lagoa e nos demais corpos hídricos que entram em contato com ela é complexa, visto que depende de trabalho conjunto de distintos órgãos. A exemplo, o monitoramento ambiental da SMAC identificou potenciais empreendimentos responsáveis por lançamentos irregulares no Canal Jardim de Alah, entretanto a confirmação

depende da constatação, por parte da CEDAE, de cruzamento das redes de drenagem e esgoto. Igualmente, no dia 07/07/2015, a Fundação Rio-Águas observou, em tempo seco, um novo ponto de deságue no CJA, próximo ao ponto 24, sendo, por isso, identificado de 24A, cuja confirmação de procedência não foi possível.

Por outro lado, as constantes contribuições para a Lagoa Rodrigo de Freitas em tempo seco, através do ponto de deságue de águas pluviais identificado como número 2, motivaram vistorias na rede interna do Jockey Club da Lagoa, localizado próximo ao referido ponto. As vistorias realizadas pela CMA e Fundação Rio-Águas nos dias 30/03, 26/04 e 03/05/2016 objetivaram, portanto, identificar a origem da contaminação sanitária que impacta a Lagoa através deste ponto.

Em virtude da área interna do Jockey ter nível inferior à rua, parte do seu sistema de drenagem direciona suas águas pluviais para uma estação elevatória de drenagem interna. A elevatória posteriormente recalca as águas para um ponto intermediário da rede, o poço de vistoria (PV) identificado como número 8, antes do lançamento para rede externa. As amostras de água coletadas, tanto da elevatória quanto do PV8, reagiram positivamente ao *Nessler* nas três vistorias, enquanto a amostra de água do Canal da General Garzon, coletada em 03/05/2016, junto ao extravasor, não reagiu, demonstrando que a rede de drenagem do Jockey de fato possui contribuição sanitária (Figura 40).



Figura 40 - *Nessler* positivo em amostra da elevatória interna do Jockey em 03/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Em inspeção realizada pela CMA, dia 17/05/2016, no poço da elevatória da rede de drenagem do Jockey, foi constatada presença de contaminação sanitária por análise qualitativa através de reagente de *Nessler*. Em nova inspeção, dia 22/06/2016, a fim de acompanhar a situação do PV que direciona para as galerias pluviais, foi realizada análise quantitativa de coliformes totais, *E. coli* e nitrogênio amoniacal, que resultaram em valores típicos da presença de esgoto bruto: coliformes totais > 1.600.000 NMP/100 ml; *E. coli* > 1.600.000 NMP/100 ml; nitrogênio amoniacal de 28,2 mg/L, mais uma vez confirmando a contaminação da água lançada na Lagoa Rodrigo de Freitas.

Por meio das visitas, relatos e resultados das análises, concluiu-se que a situação da rede de drenagem interna do Jockey Club envolve alta contribuição de carga orgânica oriunda das cocheiras e demais dependências de trato e abrigo dos cavalos, quando da lavagem das áreas. Esse material carregado representa uma poluição difusa de relevância para o corpo hídrico em questão, visto sua constância e proximidade.

Tomaz (2006) afirma que a poluição difusa tem grande participação na degradação das águas, representando até 25% da carga poluente. O autor segue comentando que essa

poluição é resultado do contato da água com os materiais presentes na superfície urbana, como papéis, raspas de borracha, restos de pintura, materiais resultantes do tráfego de veículos, assim como fezes de animais.

Os resultados de *E. coli* e nitrogênio amoniacal obtidos nas amostras de águas do ponto LRF3, nas coletas em dias próximos às vistorias, apontaram leves alterações que não podem ser associadas diretamente ao efluente oriundo do Jockey Club. Tais resultados podem ser decorrentes da diluição da carga orgânica ao chegar à Lagoa, ocorrida no trecho entre o ponto de deságue pluvial nº 2 e a coleta da amostra, no LRF3. Ressalta-se, contudo, que a diluição de efluente, apesar de poder minimizar o impacto, não extingue o problema.

### **6.2.5 Desassoreamento**

A fim de atingir profundidade mínima de 3 metros em todo percurso de competição, como exigido pela Federação Internacional de Remo, foram emitidas Licenças Municipais de Instalação (LMIs) pela SMAC para realização dos procedimentos de dragagem na Lagoa Rodrigo de Freitas. No dia 10/05/2016, deu-se início os referidos serviços de limpeza e desassoreamento da Lagoa, de responsabilidade da Fundação Rio-Águas, que consistiram em remover aproximadamente 91.000 m<sup>3</sup> de sedimentos do leito da área de competição dispondo-os nas cavas denominadas Cantagalo e Caiçaras, com utilização adequada do dispositivo manta geotêxtil e artigos para mitigação de contaminação por óleos e graxas.

Segundo Rosman (2012), em relação ao processo de dragagem, o ideal para uma melhora na qualidade da água da LRF seria um desassoreamento na ordem de 200.000 m<sup>3</sup>, mais do que o dobro dos aproximadamente 91.000 m<sup>3</sup> realizado para atender às exigências das competições olímpicas e paralímpicas.

Inicialmente, a LMI nº 001663/2016 autorizou a execução do desassoreamento de 33.000 m<sup>3</sup> no ponto de chegada da raia olímpica, com destinação do material dragado para a cava Caiçaras, situada ao lado do local do serviço, por método de sucção. A LMI nº 001671/2016 permitiu o desassoreamento de mais 58.000 m<sup>3</sup>, sendo 15.000 m<sup>3</sup> no local do partidor da raia olímpica, área próxima da Fonte da Saudade no Baixo Bebê e 43.000 m<sup>3</sup> no trecho próximo à chegada, no Estádio de Remo da Lagoa, ambos com a utilização de escavadeiras mecânicas, transporte através de batelões e destinação do material dragado para a cava denominada Cantagalo. O preenchimento das cavas pode, inclusive, trazer



benefícios à Lagoa em relação à redução da produção de gases tóxicos e mal cheirosos, uma vez que não teriam mais condições apropriadas para a digestão anaeróbia dos sedimentos orgânicos depositados, como apontado por Rosman (2012).

Segundo relatórios técnicos da empresa contratada para realização dos serviços, os equipamentos de dragagem e as cavas de disposição do material foram confinados por barreiras de manta geotêxtil, atendendo a condicionante nº 13 da LMI, a fim de evitar a dispersão do sedimento removido para outras áreas da Lagoa, reduzindo significativamente a possibilidade de impacto ambiental. Contudo, devido a informações prestadas por um integrante da colônia de pescadores da Lagoa à CMA da SMAC, de que não estaria havendo emprego adequado da manta geotêxtil durante os serviços, foram realizadas vistorias de verificação de tais condições.

No primeiro trecho da Lagoa vistoriado no dia 24/05/2016, foi constatado que o equipamento de sucção, empregado no desassoreamento da área mais próxima à cava Caiçaras, estava completamente cercado por cordão flutuante com manta geotêxtil, porém a extensão da manta não atingia a profundidade do leito. Pelo cronograma da Fundação Rio-Águas, já havia sido concluída a transferência de todo o sedimento previsto para a referida cava, tendo esta atingido o limite de deposição.

No trecho da chegada das competições, próximo ao estádio de remo da Lagoa, foi observado que as balsas com as escavadeiras, chatas e batelões encontravam-se cercadas por cordão flutuante com manta geotêxtil, contudo havia uma abertura no cordão flutuante na delimitação da área dragada e a manta não chegava ao fundo do leito, inclusive encontrando-se embolada ao cordão em alguns trechos (Figuras 41a e 41b). Embora os serviços estivessem paralisados no momento da vistoria, observou-se que o perímetro do cordão seria insuficiente para o cercamento total da área de trabalho.



Figura 41a - Cordão flutuante com manta geotêxtil em 24/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

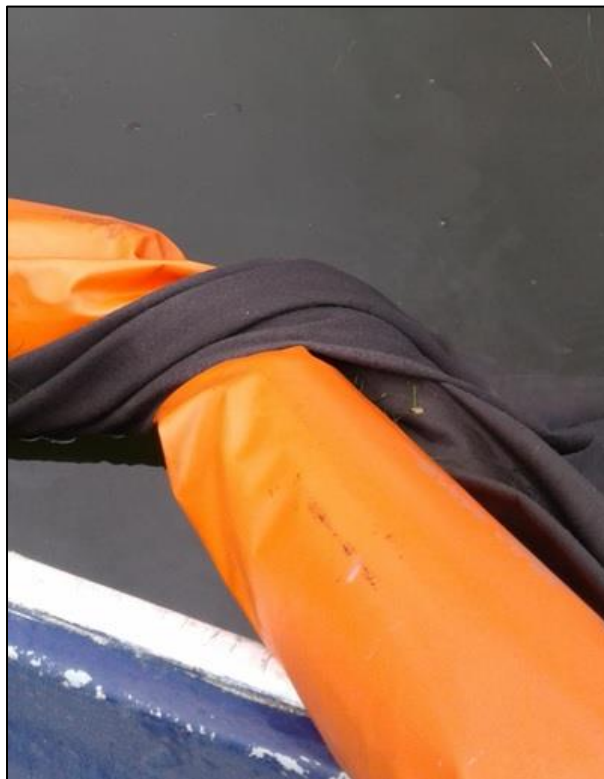


Figura 41b - Manta enrolada no cordão flutuante em 24/05/2016. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

No trecho do local da partida das competições, próximo ao ponto de coleta LRF2, encontrava-se posicionada a balsa com a escavadeira e constatou-se que a mesma estava cercada por cordão flutuante, contudo desprovido de cortina de manta geotêxtil. Porém destaca-se que não houve evidências do início das atividades de desassoreamento neste trecho.

O último local vistoriado no dia 24/05/2016 foi o da cava Cantagalo, onde já havia deposição de material. Constatou-se que o perímetro estava parcialmente cercado por cordão flutuante com cortina de manta geotêxtil que se encontrava enrolada sem se estender para o fundo. Foi também observado o levantamento de bolhas oriundas do fundo formando espuma no local. Mais uma vez, embora os serviços estivessem paralisados no momento da vistoria, observou-se que o perímetro do cordão seria insuficiente para o cercamento total da área.

No 10/06/2016, em nova vistoria dos trabalhos de preenchimento da cava Cantagalo, constatou-se que a área estava apenas parcialmente cercada por cordão flutuante com manta geotêxtil, não havendo cuidado em fechar o cercamento antes do lançamento do material dragado (Figura 42). Após a descarga desses sedimentos, a embarcação manobrou sobre a área da cava para retornar ao local de desassoreamento. Ressalta-se que a grande movimentação de embarcações, assim como o revolvimento propriamente dito do fundo da Lagoa, pode provocar maior ressuspensão de material orgânico e outras substâncias, favorecendo a ocorrência de florações devido ao aumento de disponibilidade de nutrientes.



Figura 42 - Disposição de sedimento na cava Cantagalo com manta em meia lua. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Visto que a eficiência da manta geotêxtil é fundamental ao procedimento, ficou exposto a não adequação neste quesito durante a primeira vistoria, evidenciando o risco de dispersão dos sedimentos suspensos e consequente impacto ambiental na região. Além do aumento da disponibilidade de nutrientes, a mobilização de possíveis metais tóxicos presentes no sedimento pode incorrer, inclusive, na suspensão dos usos do corpo hídrico, caso excedam os limites previstos pela legislação (CONAMA, 2005).

Na coleta de 13/06/2016, uma forte alteração do parâmetro turbidez foi observada nas estações LRF1 e LRF2 - as mais próximas à área de dragagem na partida da raia - com picos de 93,5 NTU e 15,6 NTU, respectivamente (Figura 18). Destaca-se que no período monitorado a turbidez jamais havia ultrapassado o valor de 30,0 NTU, com médias sempre inferiores a 10,0 NTU.

Na mesma coleta, foram também observadas elevações de fósforo total e ortofosfato (Figuras 26 e 29). O ponto LRF1 apresentou fósforo total de 1,660 mg/L e ortofostato de 0,620 mg/L, enquanto LRF 2 apresentou 0,398 mg/L de fósforo total. Ambos os pontos apresentaram resultados de fósforo total superiores ao máximo de 0,186 mg/L preconizado pela legislação CONAMA 357/2005. Ressalta-se que, mesmo sem ultrapassar o limite legal, o parâmetro já havia apresentado elevação no ponto LRF2 em coleta anterior, 08/06/2016 (0,147 mg/L), quando comparado à média histórica, sempre inferior a 0,045 mg/L.

Segundo Esteves (1998), o fósforo se apresenta em águas naturais sob a forma de fosfato, sendo apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial de águas continentais. Das distintas frações de fosfato, o monitoramento do ortofosfato apresenta maior relevância por ser a principal forma deste nutriente assimilada pelos consumidores primários.

O desequilíbrio ao longo do processo de desassoreamento também foi observado quando avaliado o parâmetro OD. Os maiores valores foram atingidos no outono e inverno, entre 13 e 22/06/2016, apontando para a ocorrência de floração fitoplanctônica neste período (Figura 20). Como dito anteriormente, sistemas eutrofizados podem apresentar condições de supersaturação, com concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 10 mg/L. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade, observando-se inclusive a formação de crostas de algas à superfície (CETESB, 2009). A relatada floração será melhor discutida em tópico posterior.

As elevações de turbidez, fósforo total e ortofosfato foram associadas ao revolvimento do sedimento do leito da Lagoa nos procedimentos de dragagem, visto que os resultados de nitrogênio amoniacal se mantiveram dentro da normalidade, indicando não ter havido significativa entrada de efluente doméstico na LRF no referido período (Figura 24).

Em vistoria realizada dia 27/06/2016, constatou-se que, nas duas cavas de disposição de material de dragagem, as profundidades de fato se encontravam mais rasas, entretanto os despejos não estavam totalmente nivelados, formando bancos de sedimento. Nesse período, os resultados das análises demonstraram nova elevação brusca de turbidez nas coletas de 15/06 (33,3 NTU) a 04/07/2016 (13,7 NTU), apenas no ponto LRF5 (Figura 18). Tal alteração pode ser relacionada aos procedimentos de assentamento e aplainamento do fundo na região da cava Caiçaras, realizados na finalização da intervenção do desassoreamento. Embora o aplainamento possa gerar aumento de turbidez, em especial na camada de fundo, ele se faz necessário ao final de um processo de desassoreamento para que seja bem realizada uma posterior batimetria.

As intervenções de limpeza e desassoreamento da Lagoa Rodrigo de Freitas foram finalizadas no dia 06/07/2016. Ao final do mês de julho, período pré atividades olímpicas, foi observado que, mesmo com abertura do CJA, o nível da Lagoa se mantinha alto, indicando assoreamento do canal ou bloqueio do mesmo por areia devido às ressacas do mar. No dia 03/08/2016, após constatação, por parte da Fundação Rio-Águas, de se tratar de bloqueio por areia, foi realizada uma descarga para aliviar o canal, permitindo o retorno do fluxo normal e esvaziamento da Lagoa que chegou a atingir níveis d'água superiores a 70 cm.

Na coleta seguinte à realização da descarga, dia 15/08/2016, a densidade de *E. coli* registrada em todos nos seis pontos LRF reduziu grandemente (máximo de 33NMP/100 ml no LRF6). Entretanto, tal redução se manteve, apenas até a coleta de 17/08 (máximo de 14 NMP/100 ml no LRF4), retornando a valores elevados na coleta do dia 22 do mesmo mês (máximo de 1.600 NMP/100 ml no LRF3). As drásticas reduções nas densidades de *E. coli* registradas em 15 e 17/08/2016 podem, portanto, ser relacionadas à renovação da água da Lagoa provocada pela descarga no CJA.

Como não foi possível através de dragagem atingir a profundidade mínima exigida para as raias, visto que a argila compactada impossibilitou a retirada do sedimento total

necessário, o nível d'água da Lagoa precisou ser mantido alto durante os períodos de competições olímpicas e paralímpicas. Para tal, após a descarga realizada no início de agosto, a comporta do CJA foi mantida fechada, ficando a Lagoa cerca de 63 cm acima do nível do mar, adequado para a realização das provas sem comprometer a área.

#### **6.2.6 Desinfecção Química**

A fim de mitigar a poluição hídrica da LRF provocada pelas ligações clandestinas de esgoto nas redes de drenagem pluvial, visto que a obra de expansão da galeria de cintura no Canal Jardim de Alah abrangia apenas os pontos de deságue pluvial identificados como 28, 29 e 30, o Comitê Rio-2016 contratou consultoria para avaliação da viabilidade operacional do processo de desinfecção química por ácido peracético.

A avaliação iniciou-se no dia primeiro de junho de 2016 nos poços de vistoria das redes de drenagem pluvial que desaguem no Canal Jardim de Alah, através dos pontos identificados como 31, 32, 33, e diretamente na Lagoa, através do ponto 35. O procedimento baseou-se na verificação de fluxo nos PVs, com teste de reação ao reagente de *Nessler* em caso de fluxo aparente de efluente, e definição da extensão do percurso do ponto de aplicação do produto até o ponto de desague.

A rede de drenagem relacionada ao ponto de desague identificado como número 31 foi descartada para desinfecção por não possuir distância suficiente para garantia da eficácia do processo, uma vez que não propiciaria ao produto o tempo de contato adequado. No momento da vistoria a mesma não apresentou fluxo aparente. Já a rede de drenagem relacionada ao ponto de número 32, também foi descartada devido à extensão reduzida entre o local de aplicação do produto e o ponto de desague, embora tenha apresentado fluxo aparente e amostras positivas ao reagente de *Nessler*, comprovando contaminação recente.

Na inspeção da rede de drenagem relacionada ao ponto de número 33 foi constatado considerável fluxo aparente de efluente e reação positiva ao *Nessler* nas amostras coletadas no seu desague. Neste caso, por possuir a extensão necessária para o tempo de contato suficiente à desinfecção, a referida rede foi selecionada para receber o procedimento. Foi identificada a origem do efluente como sendo da área interna da Associação Atlética do Banco do Brasil (AABB), já notificada diversas vezes pela CEDAE.

Já a rede de drenagem relacionada ao ponto 35 foi descartada por não apresentar extensão suficiente para ação adequada do produto, entretanto, constatou-se a presença de um tubo ligando a mesma à rede de esgotamento sanitário. Embora sem fluxo aparente em ambas no momento da vistoria, destacou-se a importância de interromper qualquer tipo de interligação entre as redes. Outra observação realizada foi das águas oriundas do rebaixamento de lençol freático na área interna do Estádio de Remo da Lagoa sendo inadequadamente direcionadas para a drenagem pluvial, visto que amostra coletada no ponto de deságue 35 se mostrou positivamente reativa ao *Nessler*.

A rede de drenagem relacionada ao ponto de número 2, que também deságua diretamente na Lagoa, apresentou os requisitos necessários para recebimento do produto de desinfecção (Figuras 43a e 43b). Amostras reativas ao *Nessler* coletadas na elevatória de recalque de águas pluviais presentes na área interna do Jockey Club do Brasil relacionaram tais contribuições aos lançamentos constantemente positivos ao *Nessler* no ponto 2.



Figura 43a - PV de recebimento do ácido peracético, relacionado ao ponto de deságue de número 2. Fonte: Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.



Figura 43b - PV de avaliação residual a jusante do recebimento do produto, relacionado ao ponto de deságue de número 2. Foto cedida pela CMA da SMAC em 2017.

Verificada a viabilidade operacional para realização do procedimento de desinfecção química nas redes de drenagem pluvial que desaguardam nos pontos identificados como nº 33, no Canal Jardim de Alah, e nº 2, diretamente na LRF, foi solicitado autorização ambiental à SMAC. O início do processo de desinfecção química nas galerias de drenagem pluvial com pontos de desembocadura identificados como 2 e 33 deu-se em 22/07/2016 e 28/07/2016, respectivamente. O procedimento foi descontinuado em 16/09/2016, dois dias antes do final oficial das competições paralímpicas.

Cabe ressaltar que durante o período de treinos e provas na Lagoa, em virtude do perímetro olímpico estabelecido, houve suspensão e/ou alteração nas vistorias diárias para constatação de reatividade da amostra ao *Nessler* em alguns pontos de deságue.

A avaliação do funcionamento das medidas de desinfecção se baseou nos resultados de colimetria que indicaram, como observado anteriormente na Figura 31, uma real redução nas densidades *E. coli* no inverno de 2016, período de aplicação do produto. A desinfecção ocorreu nas galerias de drenagem pluvial que desaguardem mais diretamente nos pontos de



coleta LRF3 e LRF5. Tais pontos, juntamente com LRF1 e LRF2 foram àqueles que demonstraram maior redução média nas densidades de *E. coli*, podendo indicar o impacto direto da desinfecção química sobre esses pontos da Lagoa.

### **6.2.7 Ocorrência de Chuvas e Ventos Fortes**

As variáveis meteorológicas são elementos ativos na dinâmica ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas, uma vez que influenciam o comportamento dos parâmetros físico-químicos e biológicos. Dentre eles, destaca-se a ocorrência de chuvas que, dependendo das proporções e condições de arraste, podem levar a alterações na dinâmica local da Lagoa, como no manejo das comportas e no desencadeamento e/ou aceleração de processos como floração e geração de espuma.

No inverno de 2015, foram registrados, na estação meteorológica localizada no Estádio de Remo, 25 dias chuvosos na Lagoa, no entanto, como o esperado para uma época seca e fria, as chuvas foram pouco volumosas. Os maiores acumulados diários foram de 43,20mm em 12/09 e 37,60 mm em 13/09. Já na primavera de 2015, período de temperatura mais altas, houve registro de precipitação significativa na Lagoa, principalmente no mês de novembro. Foram registrados 38 dias chuvosos, sendo os maiores acumulados diários de 56,80 mm e 45,80 mm, nos dias 07/11 e 21/11, respectivamente.

No verão de 2016, período caracterizado por ser quente e chuvoso, foram registrados 36 dias de chuva na Lagoa. As chuvas foram, em sua maioria, pouco volumosas, entretanto, alguns dias registraram valores bem elevados, sendo os maiores acumulados diários de 83,20 mm e 122,40 mm, nos dias 29/02 e 12/03, respectivamente. No outono desse mesmo ano, foram registrados 24 dias chuvosos na Lagoa. As chuvas foram pouco volumosas, embora alguns dias tenham registrado valores mais elevados, sendo os maiores acumulados de 38,40 mm e 35,80 mm, em 05/06 e 07/06. Já no inverno de 2016, último período observado, foram registrados 23 dias chuvosos na Lagoa, com chuvas pouco volumosas e maior acumulado diário de 20,60 mm no dia 20/09.

No dia 12/01/2016, a boia contendo a sonda multiparamétrica se despreendeu do sistema de poitas provavelmente devido a uma forte rajada de vento, sendo arrastada até outro local da Lagoa. Esse deslocamento acarretou na perda de dados contínuos das 04:00 h até às 11:00 h do referido dia, quando a boia foi restabelecida ao local de origem. Destaca-

se que tal acontecimento não comprometeu os dados dos parâmetros aqui analisados, visto que para o presente estudo foram consideradas as coletas pontuais. Outro registro da força dos ventos ocorreu no dia 07/08/2016, quando por volta das 11:30 h ventos intensos impediram a realização da prova de canoagem.

#### **6.2.8 Ocorrência de Floração**

As florações de alga são fenômenos que podem ter origem natural ou antrópica e definidas como crescimento explosivo, autolimitante, de curta duração, de uma ou poucas espécies de microrganismos, frequentemente produzindo coloração visível nos corpos d'água naturais (ACIESP, 1987). No período estudado, foram registradas duas florações fitoplanctônicas na LRF, uma no inverno de 2015, nas coletas de 31/08 e 02/09, e no outono de 2016, nas coletas de 13/06 a 20/06.

A floração do inverno de 2015 foi observada entre os pontos de coleta LRF1 e LRF2, com alteração na coloração da água para amarronzada (Figura 44) associada ao aumento na densidade do dinoflagelado *Heterocapsa cf. pygmaea*, como verificado em relatório técnico de análise de fitoplâncton (MENEZES e ALVES-DE-SOUZA, 2015). A elevação da biomassa do referido dinoflagelado pode ter sido decorrente do aumento de disponibilidade de nutrientes oriundos do fundo da Lagoa, visto que no período houve intenso processo de estaqueamento na região, com conseqüente revolvimento de sedimento. Essa inferência foi corroborada pela vistoria realizada no dia 28/08/2015, na qual constatou-se a cravação da 95ª estaca sem o emprego de manta geotêxtil e sem os artigos para mitigação de contaminação por óleos e graxas no espelho d'água.



Figura 44 - Coloração amarronzada da água da Lagoa no ponto de coleta LRF1 em 31/08/2015. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.

Tal floração, de curta duração, foi também identificada a partir da brusca elevação de OD, embora não tenha afetado sobremaneira o parâmetro turbidez, como observado nas Figuras 18 e 20. No período adjacente à floração foram registrados poucos dias chuvosos na região da Lagoa e, mesmo nestes dias, as chuvas foram pouco volumosas (Tabela 2). A precipitação mais próxima se deu no dia 25/08, com registro de apenas 2,20 mm. Nos dias 01 e 02/09 a precipitação registrada foi de baixíssimo volume, 2,00 mm e 2,20 mm, respectivamente. Valores normais de nitrogênio amoniacal e *E.coli*, observados nas Figuras 23 e 31, bem como ausência de precipitação expressiva, precederam o evento. Tais registros, em especial nos pontos LRF1 e LRF2, corroboram a ideia da floração ter sido provocada pela disponibilização de nutrientes promovida pelo revolvimento de sedimento durante a cravação das estacas.

Tabela 2 - Volume precipitado de chuva, em mm, registrado no período adjacente à floração de 2015 na estação da Lagoa.

25/08	26/08	27/08	28/08	29/08	30/08	31/08	01/09	02/09	03/09	04/09	05/09	06/09	07/09	08/09
2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,20	0,60	0,40	4,00	0,00	0,00	2,20

Fonte: Dados fornecidos pela empresa TECMA (2016).

No mesmo período, a visualização de grande quantidade de macrófitas no entorno da boia contendo a sonda multiparamétrica, assim como junto a uma das margens da Lagoa, também foi associada aos processos de estaqueamento.

Os valores de fósforo total e ortofosfato aumentados, em especial a partir do dia 02/09/2015, podem estar associados à morte e consequente decomposição do fitoplâncton, visto que este evento promove o aporte de fósforo para o ambiente aquático.

A outra floração, ocorrida ao final do outono de 2016, foi registrada inicialmente no dia 13/06/2016 nos pontos de coleta LRF1 e LRF2, atingindo, já na coleta posterior, 15/06/2016, os pontos LRF3 e LRF5. A partir de 20/06/2016 as densidades fitoplanctônicas reduziram consideravelmente, até não serem mais detectadas na coleta de 04/07/2016. A floração foi associada ao dinoflagelado *Prorocentrum minimum* (MENEZES e ALVES-DE-SOUZA, 2016). Como visto, a Lagoa passava por procedimentos de limpeza e desassoreamento próximos ao ponto de coleta LRF2 nesse período.

Tal floração pode ter sido favorecida pelo aumento de disponibilidade de nutrientes, como o fósforo, devido ao revolvimento do fundo da Lagoa ocorrido nas atividades de limpeza e desassoreamento. Quando acontece a circulação do corpo d'água, toda a massa de substâncias dissolvidas sobe à superfície, o que pode favorecer o crescimento excessivo de algas e plantas, fenômeno da eutrofização (FUNASA, 2014).

Tanto o ponto LRF1 quanto o LRF2 apresentaram resultados de fósforo total superiores ao máximo de 0,186 mg/L preconizado pela legislação, além da significativa alteração de ortofosfato no LRF1. Ressalta-se novamente que, mesmo sem ultrapassar o limite legal, o fósforo total já havia apresentado elevação no ponto LRF2 em coleta anterior à constatação da floração.

Outros fatores associados ao favorecimento do *bloom* fitoplanctônico são as condições de temperatura e salinidade. No período da floração, a temperatura esteve por volta 20,6 °C a 21,5 °C e a salinidade de 13,4 a 14,8. A alteração de pH observada no outono de 2016, também indica a maior entrada de sais na Lagoa quando comparada à estação anterior, possivelmente decorrente da abertura do CJA (Figura 16). Segundo Kimor e colaboradores (1985), *P. minimum* floresce em condições estuarinas, entre 14 e 15 de salinidade e 19 °C a 22 °C de temperatura, levando a uma coloração acastanhada da água.

Foi observado que a floração do dinoflagelado promoveu elevação de OD e também de turbidez, possivelmente já alterada pela ressuspensão de partículas devido à movimentação em parte do leito do corpo hídrico (Figuras 18 e 20). Como visto na coleta do dia 13/06, houve forte elevação do parâmetro turbidez nas estações LRF1 (93,50 NTU) e LRF2 (15,60 NTU), as mais próximas à área de intervenção. Destaca-se que o aumento de turbidez e OD são característicos de eventos de floração, que pode também favorecer o aporte de fósforo quando da morte e decomposição do fitoplâncton.

Não se pode afirmar que as atividades de desassoreamento da LRF estejam diretamente associadas ao fenômeno de floração, visto que este não é incomum na Lagoa. Entretanto, cabe salientar que durante o período da floração não foram constatadas chuvas volumosas, bem como os resultados de nitrogênio amoniacal mantiveram-se dentro da normalidade, indicando não ter havido significativa entrada de efluente doméstico na LRF no referido período (Figura 23).

No mês de junho de 2016, foram registrados poucos dias chuvosos na região da Lagoa, sendo os maiores acumulados de 38,80 mm e 34,60 mm, em 05 e 07 de junho, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, embora os valores diários de chuva acumulada nos dias 05 e 07, não tenham sido tão elevados, esse período chuvoso que antecedeu o *bloom* fitoplanctônico, associado ao revolvimento do sedimento de parte da LRF, pode ter colaborado no incremento de material orgânico e homogeneização espacial das águas, dada a expansão da floração.

Tabela 3 - Volume precipitado de chuva, em mm, registrado no mês de junho de 2016 na estação da Lagoa.

01/06	02/06	03/06	04/06	05/06	06/06	07/06	08/06	09/06	10/06	11/06	12/06	13/06	14/06	15/06
0,00	1,60	2,00	1,40	38,80	2,40	34,60	8,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16/06	17/06	18/06	19/06	20/06	21/06	22/06	23/06	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06
0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	3,40	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados fornecidos pela empresa TECMA (2016).

Domingos e colaboradores (2012) destacam que a floração do dinoflagelado *Prorocentrum minimum* após ocorrência de chuvas intensas sugere a associação desse fenômeno à ressuspensão de sedimento, resultando no recrutamento dos cistos de resistência dessa espécie. Ainda segundo o citado estudo, *P. minimum* é capaz de incorporar

diretamente a matéria orgânica por outras vias biossintéticas, que não a fotossíntese, reduzindo a disponibilidade de OD no sistema, visto que o consumo para funções as respiratórias e de decomposição do material orgânico produzido é mantido.

Apesar de *P. minimum* ser elencada como espécie potencialmente nociva, uma vez que sua floração tem sido associada à mortalidade de peixes, tal evento não foi observado na Lagoa. Contudo, Lopes e Magalhães Jr. (2010) destacam que florações fitoplanctônicas provocam efetiva interferência na qualidade das águas devido às alterações nos teores de parâmetros como fósforo e oxigênio dissolvido.

### 6.2.9 Ocorrência de Espuma

Em 29/08/2016, foi observada grande quantidade da espuma branca às margens da Lagoa Rodrigo de Freitas (Figura 45). Em 06/09/2016, além da presença de espuma, em especial na margem sudeste da Lagoa, observou-se extensos bancos de macrófitas.



Figura 45 - Presença de espuma branca às margens da Lagoa em 29/08/2016. Fonte: Foto cedida pela empresa TECMA em 2017.

A formação de espumas em corpos d'água trata-se de um fenômeno natural no processo de alteração de comunidade fitoplanctônica, devido à degradação dos compostos celulares. Já as espumas de origem antrópica são atribuídas principalmente ao descarte

indiscriminado de surfactantes nos corpos d'água, através dos esgotos domésticos e industriais sem tratamento (ATTWOOD e FLORENCE, 1983).

Valores de ortofosfato e fosforo total dentro dos limites e sem nenhuma alteração importante no inverno de 2016, período de constatação de espuma na lagoa, corroboram a inferência de fenômeno natural (Figuras 26 e 29). Dessa forma, a referida presença de espuma nas margens da Lagoa, pode ser associada às constantes alterações na comunidade fitoplanctônica ocorridas ao longo do outono e inverno de 2016. Destaca-se que a ocorrência de espuma permaneceu intermitentemente até o final do período analisado, associada a dias com ventos moderados e movimentação mais intensa de barcos.

A partir da correlação das ações e ocorrências com as análises da água da Lagoa Rodrigo de Freitas, foi possível formular quadro dos potenciais impactos ambientais das medidas adotadas no período sobre a qualidade da água da Lagoa (Quadro 3).

Quadro 3 - Medidas adotadas e seus potenciais impactos para a qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas.

Medida / Impacto	Obras do metrô	Estaqueamento	Galeria de Cintura CJA	Drenagem interna Jockey Club	Dragagem	Desinfecção química
<b>Positivo</b>	-	-	Abrangeu parte do efluente lançado irregularmente em tempo seco no CJA.	-	Preenchimento das cavas que favoreciam a digestão anaeróbica dos sedimentos orgânicos.  Aumento, mesmo que pequeno, da área de circulação de água.	Melhora temporária na qualidade biológica da água da LRF.
<b>Negativo</b>	Contaminação de redes de drenagem pluvial que desembocam na LRF.	Alteração na dinâmica físico-química e biológica da água da Lagoa devido à ressuspensão de sedimento.	-	Contaminação, por efluente sanitário, da rede de drenagem pluvial que desemboca na LRF.	Alteração na dinâmica físico-química e biológica da água da Lagoa devido à ressuspensão de sedimento.	-

Fonte: Elaboração própria.

## 7 CONCLUSÃO

Ao contrário dos parâmetros temperatura e salinidade, grandemente influenciados pelas condições meteorológicas, os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, turbidez, fósforo total, ortofosfato, nitrogênio amoniacal e *E. coli* demonstraram não estar tão relacionados às variações sazonais, mas sim a eventos específicos.

Enaltecidas como o maior legado olímpico em mobilidade urbana para a cidade do Rio de Janeiro, a linha 4 do metrô, em especial durante as fases de rebaixamento de lençol freático e remanejamento da rede de efluente sanitário, provocou alterações na qualidade microbiológica da água da Lagoa. Toda água de rebaixamento de lençol freático da região deveria ter sido direcionada para galerias de esgoto e não de águas pluviais, visto que o subsolo da região notoriamente sofre de contaminação. Contudo, a recorrente condição imprópria nas regiões próximas ao CJA impossibilita relacionar diretamente a qualidade da água da Lagoa no período com as obras de rebaixamento do lençol freático. Por outro lado, o registro continuado de efluentes reativos ao *Nessler* nos pontos de desague pluvial relacionados às obras do metrô, bem como a elevação nos valores de nitrogênio amoniacal, apontam para falha nas intervenções da rede de esgotamento sanitário da região.

Contaminação sanitária de rede de drenagem pluvial que desemboca na LRF também foi associada a problemas na drenagem interna do Jockey Club do Brasil. A alta contribuição de carga orgânica advinda das cocheiras e outras dependências dos cavalos, quando da lavagem das áreas, representa impacto negativo para o corpo hídrico em questão.

Durante os procedimentos de cravação de estacas e desassoreamento de parte da Lagoa, foram observadas alterações na dinâmica físico-química e biológica do corpo hídrico, associadas à ressuspensão de sedimento. Ficou exposto a não adequação no uso da manta geotêxtil durante boa parte os procedimentos, evidenciando o risco de dispersão dos sedimentos suspensos e consequente impacto ambiental na região.

Foi observado, inclusive, que os *blooms* fitoplanctônicos ocorridos no inverno de 2015 (*Heterocapsa* cf. *pygmaea*) e outono/inverno de 2016 (*P. minimum*) foram possivelmente influenciados pelas referidas intervenções de estaqueamento e desassoreamento. No caso da floração de *P. minimum*, o revolvimento do sedimento do fundo da Lagoa, com disponibilização de fósforo, bem como as situações de temperatura e



salinidade, seriam os potenciais fatores associados a ela. Por outro lado, é possível considerar como impacto positivo da obra de desassoreamento, o preenchimento das cavas, que podiam funcionar como biodigestores anaeróbios, e o aumento, mesmo que pequeno, da área de circulação de água.

Também foi possível inferir como impacto positivo, a relevância da expansão da galeria de cintura na região do CJA e do procedimento de desinfecção química nas galerias de águas pluviais referentes aos pontos de deságue de número 2 e 33. Embora ainda insuficiente, o novo trecho que abrangeu parte do efluente lançado irregularmente em tempo seco no CJA visou reduzir, por consequência, o volume de esgoto a entrar em contato com a LRF. Em relação à desinfecção química, esta promoveu melhora na qualidade biológica da água da LRF apenas pontualmente e durante a aplicação do produto. Ou seja, no período olímpico e paralímpico. Foi possível constatar que especialmente durante esse período a Lagoa Rodrigo de Freitas foi intensamente monitorada e controlada, favorecendo a manutenção da qualidade hídrica para a realização das competições de remo e canoagem.

## **8 RECOMENDAÇÕES**

Dada a relevância social, turística e ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas, o presente estudo sinaliza a adoção de maior rigor no acompanhamento de projetos e ações que envolvam o corpo d'água e seu entorno.

Visto que os dados contidos neste trabalho contemplam apenas o início da implantação da galeria de cintura do CJA, recomenda-se que sejam realizados estudos de avaliação quantitativa do impacto positivo gerado por essa obra na Lagoa. Igualmente, sugere-se que seja realizado novo levantamento batimétrico, visto que as ações de desassoreamento alteraram a conformação do leito da Lagoa.

A fim de reforçar as evidências dos potenciais impactos gerados à LRF pelas medidas adotadas, recomenda-se a realização de estudos que englobem um maior período de dados de qualidade da água, pré e pós adequações.

Por fim, destaca-se a importância de um monitoramento constante das condições da qualidade da água da Lagoa, bem como dos rios e canais a ela ligados. Tal controle permite identificar eventos prejudiciais ao corpo hídrico, auxiliando grandemente nas tomadas de decisões necessárias à manutenção e melhoria da qualidade de suas águas.

## 9 REFERÊNCIAS

- ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - ACIESP. **Glossário de Ecologia**. 1ª ed., nº 57. São Paulo, ACIESP/CNPq/FAPESP/Secretaria da Ciência e Tecnologia, 1987. 271p.
- AHRENHOLZ, D. W. Population Biology and life history of the north American Menhadens, *Brevoortia* spp. **Marine Fisheries Review**, v. 53, n.4, p. 3-19, 1991.
- ALVES, D. T. D. M.; ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M.; ZEE, D. **Qualidade Ambiental da Lâmina D'água da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ Subsídios aos Estudos de Impactos Ambientais em Lagoas Costeiras**. In: ANAIS IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Santos: INPE, 1998. p. 79-88.
- AMBIENTAL. **Solução integrada de reabilitação ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas, Canal do Jardim de Alah e praias do Arpoador, Ipanema e Leblon**. In: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) fase II, vol I – definição das áreas de influência e diagnóstico de meios físico e biótico. Rio de Janeiro: Ambiental, 2001.
- ANDREATA, J. V. Ictiofauna da Lagoa Rodrigo de Freitas, Estado do Rio de Janeiro: composição e aspectos ecológicos. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 467-500, 2012.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association. 22ª ed., 2012, 1360p.
- ATTWOOD, D.; FLORENCE, A. T. **Surfactant systems: Their chemistry, pharmacy and biology**. London: Chapman & Hall. 1ª ed., 1983, 794 p.
- AUTORIDADE PÚBLICA OLÍMPICA – APO (2014a). **Matriz de responsabilidades Rio2016**. Disponível em: <<http://www.brasil2016.gov.br/pt-br/governanca/matriz-de-responsabilidades>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- AUTORIDADE PÚBLICA OLÍMPICA – APO (2014b). **Carteira de Projetos**. 1ª atualização da matriz de responsabilidades em 28/07/2016. Disponível em: <<http://www.apo.gov.br/index.php/matriz/atualizacao/>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- BAPTISTA NETO, J. A.; SILVA, C. G.; DIAS, G. T. M.; FONSECA, E. M. Distribuição sedimentar da Lagoa Rodrigo de Freitas através de sísmica de alta resolução. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 29, n. 1, p. 187-195, 2011.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 12.396, de 21 de março de 2011**. Ratifica o Protocolo de Intenções firmado entre a União, o Estado do Rio de Janeiro e o Município do Rio de Janeiro, com a finalidade de constituir consórcio público, denominado Autoridade Pública Olímpica – APO. Brasília, 2011.

CAIRNS, J. Jr.; McCORMICK, P. V.; NIEDERLEHNER, B. R. A. A proposal framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, v. 263, p. 1-44, 1993.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 182, p. 68-71, 2002.

CAMARGO, J. A.; ALVES, A.; SALAMANCA, A. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for fresh water invertebrates. **Chemosphere**, v. 58, n. 9, p. 1255-1267, 2005.

CERQUEIRA, D. A.; HORTA, M. C. de S. **Coliformes fecais não existem**. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro, 1999. v. 20, p.1239-1244.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Mortandade de peixes**. In: PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2016. Disponível em: <<http://mortandadedepeixes.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. In: Relatório qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo, 2009, apêndice A, 43p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. *Dispõe sobre a qualidade das águas de balneabilidade e alerta o disposto na Resolução 020, de 18 de junho de 1986*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2000.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2005.

D'ALCANTARA, W. B.; ROSSO, T. C. A.; GIORDANO, G. **Tomadas de tempo seco: benefícios e riscos: estudo de caso: vulnerabilidade do sistema de coleta de esgotos da bacia de contribuição da Lagoa Rodrigo de Freitas**. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL. SANEAMENTO AMBIENTAL BRASILEIRO: UTOPIA OU REALIDADE? Rio de Janeiro: ABES, 2005. p. 1-10.

DE AZEVEDO LOPES, F. W.; MAGALHÃES JR., A. P. M. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Geografias**, v. 6, n. 2, p. 134-147, 2010.

DIAS, A. P.; ROSSO, T., C. A. Análise dos elementos atípicos do sistema de esgoto – separador absoluto – na cidade do Rio de Janeiro. **ENGEVISTA**, v. 13, n. 3, p. 177-192, 2011.

DOMINGOS, P.; GÔMARA, G. A.; SAMPAIO, G. F., SOARES, M. F.; LOPES SOARES, F. F. Eventos de mortandade de peixes associados a florações fitoplanctônicas na Lagoa Rodrigo de

- Freitas: programa de 10 anos de monitoramento. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 441-466, 2012.
- DORTCH, Q. The interaction between ammonium and nitrate uptake in phytoplankton. **Marine Ecology Progress Series**, v. 61, p. 183-201, 1990.
- ENRICH-PRAST, A. Lagoa Rodrigo de Freitas: futuro. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 721-727, 2012.
- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2ªed., 1998, 602p.
- FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química e Sociedade**, v. 22, p. 1-7, 2005.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, 2014, 112 p.
- GALLOWAY, J. N.; COWLING, E. B. Reactive nitrogen and the world: 200 years of change. **Ambio**, v. 31, n. 2, p. 64-71, 2002.
- GLIBERT, P. M.; HARRISON, J.; HEIL, C.; SEITZINGER, S. Escalating worldwide use of urea – a global change contributing to coastal eutrophication. **Biogeochemistry**, v. 77, p. 441-463, 2006.
- GLIBERT, P. M.; FRANCES P. WILKERSON, F. P.; DUGDALE, R. C.; PARKER, A. E.; ALEXANDER, J.; BLASER, S.; MURASKO, S. Phytoplankton communities from San Francisco Bay Delta respond differently to oxidized and reduced nitrogen substrates even under conditions that would otherwise suggest nitrogen sufficiency. **Frontiers in Marine Science**, v. 1, n. 17, p. 1-16, 2014.
- HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, A. D. **Manual on harmful marine microalgae**. IOC Manuals and Guides n° 33. UNESCO, Paris, FR, 1995, 793p.
- HERMES, L. C.; SILVA, A. S. **Avaliação da Qualidade das águas: manual prático**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004, 55p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Panorama e estado dos recursos hídricos no Brasil, v. 1, 288p. Brasília, 2006.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Revista ineana**, v. 1, n. 1, 88p. Rio de Janeiro, 2012.
- INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE - IOC. **Olympic Charter**. Lausanne, Switzerland, 2015.
- KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. **Panorama da aquicultura**, v. 8, n. 47, p. 35-43, 1998.
- KJERFVE, B. **Coastal Lagoon Processes**. Amsterdã: Elsevier Science B.V., 1994, 577p.

LAZZERINI, F. T.; BONOTTO, D. M. O silício em águas subterrâneas do Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 159–168, 2014.

L'HELGUEN, S.; MAGUER, J. F.; CARADEC, J. Inhibition kinetics of nitrate uptake by ammonium in size-fractionated oceanic phytoplankton communities: implications for new production and *f*-ratio estimates. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 10, p. 1179-1188, 2008.

KAIPPERT, E. **Metodologia para estudo da ressuspensão de sedimentos na Lagoa Rodrigo de Freitas**. 2004.66 f. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

KOBLITZ, J.; ANDREATA, J.; MARCA, A. **Distribuição dos metais pesados nos sedimentos recentes da Laguna Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil**. In: José V. Andreatta (ed.) Lagoa Rodrigo de Freitas - síntese histórica e ecológica. Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula, 2001.p.276-286.

LIMA, L. S. **Estudos de hidrodinâmica ambiental e mudanças na qualidade das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas após ligação com o mar via dutos afogados, Rio de Janeiro – RJ**. 2010. 116 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

LIMA, V. F., de M. **Dinâmica do fitoplâncton e assimilação do nitrato, amônio e ureia em reservatórios subtropicais com diferentes graus de trofia**. 2015. 122 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, 2015.

LOPES, F. W. de A.; MAGALHÃES JR., A. P. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Geografias**, v. 6, n. 2, p. 134-147, 2010.

MACHADO, L. B. **Evolução da Degradação Ambiental da Bacia Hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ**. 2009. 178 f. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1983, 1010p.

MAROTTA, H.; DUARTE, C. M.; PINHO, L.; ENRICH-PRAST, A. Rainfall leads to increased CO<sub>2</sub> in Brazilian coastal lakes. **Biogeosciences**, v. 7, p. 607- 614, 2010.

MARQUES, D. O. **Investigação sobre a estratificação na lagoa Rodrigo de Freitas-RJ e seus efeitos no comportamento do oxigênio dissolvido**. 2009. 118 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MENEZES, M.; ALVES-DE-SOUZA, C. **Fitoplâncton da Lagoa Rodrigo de Freitas durante o inverno/2015**. 2016. 14 f. Relatório Técnico. Laboratório de Ficologia, Departamento de Botânica do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MENEZES, M.; ALVES-DE-SOUZA, C. **Fitoplâncton da Lagoa Rodrigo de Freitas durante o outono/2016**. 2016. 14 f. Relatório Técnico. Laboratório de Ficologia, Departamento de Botânica do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. Interações entre o Rio dos Macacos e a Lagoa Rodrigo de Freitas sob a ótica dos problemas de drenagem urbana e ações integradas de revitalização ambiental. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 615-650, 2012.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002, 411p.

MOSCATELLI, Mario. [Opinião sobre a mancha na LRF]. Rio de Janeiro, 2014. **Entrevista do biólogo Mario Moscatelli ao portal uol notícias em 05 de agosto 2014**. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2014/08/05/governo-do-rj-admite-que-mancha-preta-em-ipanema-contem-detritos-pluviais.htm>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

OLIVEIRA, L. A. **A percepção da qualidade ambiental. Ação do Homem e a Qualidade Ambiental**. Rio Claro: Associação dos Geógrafos/Câmara Municipal, 1983.

PINTO, A. L. **Saneamento básico e suas implicações na qualidade das águas subterrâneas da cidade de Anastácio (MS)**. 1998. 175 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade de águas superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 1, n. 1, p. 62-82, 2010.

REID, J. W.; ESTEVES, F. A. **Considerações ecológicas e biogeográficas sobre a fauna de copépodos (Crustacea) planctônicos e bentônicos de 14 lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. In: ANAIS DO SIMPÓSIO RESTINGAS: ORIGEM, ESTRUTURA, PROCESSOS. CEUFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1984. v. 1, p. 305-326.

RIO DE JANEIRO. **Decreto municipal nº 130, de 10 de setembro de 1975**. Aprova o projeto de alinhamento nº 9548, referente à delimitação da superfície de domínio do espelho d'água da Lagoa Rodrigo de Freitas e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1975.

RIO DE JANEIRO. **Decreto municipal nº 9.396, de 13 de junho de 1990**. Determina o tombamento definitivo do bem cultural que menciona e dá providências. Rio de Janeiro, 1990.

RIO DE JANEIRO. **Decreto municipal nº 18.415, de 1 de março de 2000**. Estabelece parâmetros de uso para o espelho d'água da Lagoa Rodrigo de Freitas. Rio de Janeiro, 2000.

RIO DE JANEIRO. **Convênio de Cooperação entre o Estado do Rio de Janeiro e a Prefeitura do Município do Rio de Janeiro**. Publicado no Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro dia 09 de janeiro de 2007, página 8. Rio de Janeiro, 2007.

RIO DE JANEIRO. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. **Lei nº 5.949, de 13 de abril de 2011**. Ratifica o protocolo de intenções firmado entre a União, o Estado e o Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011a.

RIO DE JANEIRO. Câmara Municipal do Rio de Janeiro. **Lei nº 5.260, de 13 de abril de 2011**. Autoriza o Município do Rio de Janeiro, por meio do Poder Executivo, a integrar, na forma de

Consórcio Público de Regime Especial, a Autoridade Pública Olímpica – APO, ratifica o respectivo Protocolo de Intenções e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2011b.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Obras. Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (RIO-ÁGUAS). **Plano de contingências e monitoramento da Lagoa Rodrigo de Freitas** – PCMLRF – atualização set/2013, versão 03. Rio de Janeiro, 2013a.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Obras. Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro (RIO-ÁGUAS). **Plano de gestão ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas** – atualização set/2013, versão 02. Rio de Janeiro, 2013b.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Coordenadoria de Monitoramento Ambiental. **Relatório de metas 2016: Programa de Monitoramento da Qualidade da Água da Lagoa Rodrigo de Freitas – Ano 2015**. Rio de Janeiro, 2016.

RODRIGUES, A. E. M. Lagoa Rodrigo de Freitas/RJ: história de uma ocupação desordenada. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 339-352, 2012.

ROSMAN, P. C. C. 1995. **Aspectos morfológicos de rios e estabilidade de canais de maré**. Engenharia Costeira e Oceanográfica, COPPE/UFRJ – artigo técnico interno. Contato: pccrosman@ufrj.br.

ROSMAN, P. C. C. **Estudos de hidrodinâmica ambiental para ligação da Ligação da Lagoa Rodrigo de Freitas ao mar via dutos afogados – RJ**. 2009. 70 f. Relatório Final. FUNDAÇÃO COPPETEC: COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

ROSMAN, P. C. C. Ligação lagoa-mar, uma necessidade. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 651-693, 2012.

ROSSO, T. C. de A. **Aspectos institucionais da gestão da bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas**. Disponível em: <[http://www.meioambiente.uerj.br/destaque/artigo\\_lagoa.htm](http://www.meioambiente.uerj.br/destaque/artigo_lagoa.htm)>. Acesso em: 15 dez. 2016.

ROSSO, T. C. A.; D'ALCANTARA, W. B. Análise hidráulica do sistema de esgotamento sanitário da bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 1, p. 211-222, 2006.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. **Água e desenvolvimento sustentável**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2.ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 39-63.

SOARES, M. F.; DOMINGOS, P.; LOPES SOARES, F. F.; TELLES, L. F. R. 10 anos de monitoramento da qualidade ambiental das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 581-614, 2012.

TECHNO-BIO. **Reabilitação ambiental da Lagoa Rodrigo de Freitas por dutos afogados**. In: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) Patrocínio EBX. Rio de Janeiro, 2011.

TECMA. **Avaliação da qualidade da água da Lagoa Rodrigo de Freitas e dos rios e canais a ela ligados**. 2016. 58 f. Relatório Técnico Sazonal do Inverno de 2016 elaborado por Tecma-Tecnologia. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

TCHOBANOGLIOUS, G.; SCHROEDER, E. D. **Waterquality – characteristics, modelling, modification**. EUA: Addison-Wesley Publ. Co., 1985, 768p.

THURSTON, R. V.; RUSSO, R.C.; VINOGRADOV, G. A. Ammonia toxicity to fishes: effect of pH on the toxicity of the unionized ammonia species. **Environmental Science and Technology**, v. 15, n. 7, p. 837-840, 1981.

TOMAZ, P. **Poluição difusa**. São Paulo: Navegar Editora, 1ª ed., 2006, 410p.

TUAN, YI-FU. **Environment and the Quality of Life**. In: HAMMOND, Kenneth *et al.* (eds.) Sourcebook on the Environment. London: University of Chicago Press, 1978, 624p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 632p.

US-EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF UNITED STATES. **Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria For Ammonia – Freshwater**. Washington, DC, EUA, 2013, 242p.

VIEIRA, M. R. 2010. **A importância do uso de sondas multiparamétricas**. Disponível em:<[http://www.agsolve.com.br/news\\_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf](http://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005, v. 1,452p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes**. Genebra, Suíça, 1996, 348p. Disponível em:<[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/waterqualmonitor.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/waterqualmonitor.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. Genebra, Suíça, 4.ed., 2011, 515p. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/fulltext.pdf?ua=1](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf?ua=1)>. Acesso em: 12 dez. 2016.

ZEE, David. [Opinião sobre a mancha na LRF]. Rio de Janeiro, 2014. **Entrevista do oceanógrafo David Zee ao portal G1 notícias em 06 de agosto 2014**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2014/08/consorcio-do-metro-diz-que-vai-levar-20-dias-para-tirar-mancha-de-ipanema.html>>. Acesso em: 02 mar. 2016.



**Anexo 1**  
Dados das coletas pontuais, por parâmetro, divididos por estações do ano.

**Temperatura**

**Inverno de 2015**

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	23,3	23,0	22,6	22,7	21,9	22,2	23,7	24,3	24,3	23,7	23,1	23,9	25,6	25,8	25,0	24,5	24,8	24,7	25,0	24,2	26,3	25,6	23,5	23,4	19,3	23,9	27,2
LR F2	22,4	22,8	22,5	22,9	21,7	22,2	23,9	24,2	24,4	23,7	23,0	23,9	25,5	25,8	25,0	24,3	25,1	24,8	25,1	24,3	26,0	25,5	23,5	23,4	19,1	23,9	26,9
LR F3	22,4	23,1	22,5	22,6	22,0	22,3	23,6	23,9	24,9	23,8	23,1	23,8	25,7	25,5	24,8	24,5	25,0	25,0	25,1	24,5	26,4	25,3	23,7	23,5	18,5	24,3	27,1
LR F4	23,0	22,9	22,8	22,8	22,0	22,3	24,0	24,5	24,8	23,8	23,1	23,7	25,8	25,6	24,7	24,1	24,8	25,4	24,7	24,8	26,4	25,4	23,5	23,6	19,0	24,0	26,9
LR F5	22,6	23,1	23,1	23,2	22,0	22,9	24,6	24,7	25,7	23,6	23,3	23,7	24,9	25,3	24,9	24,8	25,4	25,5	25,2	25,1	24,9	25,3	23,7	23,8	19,3	24,6	27,5
LR F6	23,1	23,2	22,8	22,9	21,8	22,3	24,1	25,0	25,3	23,9	23,1	23,7	25,3	25,7	24,7	24,3	24,4	25,3	24,7	24,9	26,7	25,4	23,4	23,6	19,3	24,6	27,0

**Primavera de 2015**

	23/9/ 15	28/9/ 15	30/9/ 15	05/10/ 15	07/10/ 15	13/10/ 15	15/10/ 15	19/10/ 15	21/10/ 15	26/10/ 15	28/10/ 15	03/11/ 15	05/11/ 15	09/11/ 15	11/11/ 15	16/11/ 15	18/11/ 15	23/11/ 15	25/11/ 15	30/11/ 15	02/12/ 15	07/12/ 15	09/12/ 15	14/12/ 15	16/12/ 15	21/12/ 15
LR F1	27,2	27,5	27,5	26,3	25,7	27,4	28,3	26,8	26,7	26,1	26,6	27,4	27,3	25,8	28,1	28,4	27,9	27,7	27,5	28,7	27,4	27,1	27,2	29,1	30,5	32,0
LR F2	27,4	27,8	27,3	26,0	26,0	27,6	28,8	27,0	27,0	26,2	26,7	27,5	27,3	25,5	28,5	28,4	28,2	28,0	27,5	28,6	27,4	26,9	28,0	29,1	30,5	32,3
LR F3	27,0	27,6	26,9	26,1	25,9	27,6	28,6	26,7	26,8	26,3	26,6	27,2	27,3	26,1	28,5	28,3	28,0	27,8	27,4	28,5	27,3	27,1	26,9	28,9	30,3	32,2
LR F4	27,0	27,4	27,3	26,1	26,0	27,5	28,4	27,0	27,0	26,5	26,3	27,2	27,3	25,9	28,6	28,5	28,3	27,5	27,5	28,4	27,4	27,3	26,9	29,2	30,3	32,3
LR F5	27,5	27,7	27,5	26,0	26,1	27,7	27,9	26,6	27,7	26,0	26,6	27,2	27,5	26,3	29,1	28,2	28,9	27,3	27,5	28,0	27,5	27,2	27,1	29,3	30,5	32,6
LR F6	27,1	27,3	27,0	26,3	26,2	27,5	28,4	26,7	27,3	26,4	26,2	26,9	27,3	26,1	28,5	28,4	28,1	27,4	27,4	28,2	27,4	27,2	26,9	29,3	30,5	32,2

## Verão de 2016

	23/12 /15	28/12 /15	30/12 /15	04/1/ 16	06/1/ 16	11/1/ 16	13/1/ 16	18/1/ 16	21/1/ 16	25/1/ 16	27/1/ 16	01/2/ 16	03/2/ 16	08/2/ 16	11/2/ 16	15/2/ 16	17/2/ 16	22/2/ 16	24/2/ 16	29/2/ 16	02/3/ 16	07/3/ 16	09/3/ 16	14/3/ 16	16/3/ 16	21/3/ 16
LR F1	31,9	32,1	31,5	29,0	29,3	31,1	30,2	27,9	27,1	29,0	30,6	31,4	31,7	31,9	31,9	31,6	30,8	30,6	31,2	31,2	29,7	30,7	31,2	28,3	29,5	30,3
LR F2	31,8	31,8	31,7	29,4	29,3	31,1	30,3	28,2	27,2	29,0	30,6	31,5	31,8	32,1	31,9	31,5	31,1	30,7	31,0	31,2	28,8	31,0	31,0	28,9	29,6	30,5
LR F3	31,7	31,2	31,8	29,5	29,4	31,0	30,4	28,1	27,3	28,9	30,6	31,2	31,9	31,7	31,9	31,3	31,2	30,5	30,9	31,0	29,2	30,6	30,9	28,7	29,5	30,6
LR F4	31,5	31,9	31,7	29,4	29,2	30,4	30,2	27,9	27,1	28,9	30,5	31,4	32,1	31,5	31,9	31,0	31,4	30,8	31,2	31,2	28,9	30,8	30,7	28,8	29,6	30,1
LR F5	32,1	32,4	32,1	29,4	29,9	30,8	30,5	28,0	27,2	29,0	30,4	31,4	31,8	31,3	31,6	31,5	31,1	30,4	31,5	31,0	28,5	30,7	31,3	29,6	29,5	30,7
LR F6	31,6	31,9	31,0	29,6	29,5	30,5	30,3	27,8	27,2	28,9	30,5	31,4	31,9	31,5	31,8	31,1	31,2	30,5	31,1	31,1	28,9	30,6	30,9	29,3	29,6	30,4

## Outono de 2016

	23/3 /16	28/3 /16	30/3 /16	04/4 /16	06/4 /16	11/4 /16	13/4 /16	18/4 /16	20/4 /16	25/4 /16	27/4 /16	02/5 /16	04/5 /16	09/5 /16	11/5 /16	16/5 /16	18/5 /16	23/5 /16	25/5 /16	30/5 /16	01/6 /16	06/6 /16	08/6 /16	13/6 /16	15/6 /16	20/6 /16
LR F1	30,5	30,9	30,7	30,5	30,7	30,5	30,5	31,4	30,5	29,5	28,5	24,0	25,4	25,2	25,5	24,7	24,2	24,2	23,0	24,4	24,3	24,0	22,6	20,6	21,0	21,3
LR F2	30,4	31,1	30,8	30,5	30,9	30,5	30,7	31,0	30,5	29,7	28,4	24,0	25,3	25,4	25,3	24,6	24,1	24,4	23,0	24,3	24,2	24,0	22,2	21,3	21,0	21,2
LR F3	30,3	31,3	31,0	30,1	30,9	30,5	30,8	30,8	30,5	29,4	28,2	24,3	24,9	25,4	25,5	24,6	24,1	24,2	23,0	24,4	24,2	24,0	22,8	20,9	21,1	21,3
LR F4	30,2	31,0	31,0	30,3	30,3	30,4	30,6	31,5	31,1	29,4	28,1	24,6	24,6	25,7	25,4	24,9	24,1	24,2	23,0	24,2	24,2	23,8	22,9	20,9	21,3	21,0
LR F5	30,5	31,3	31,7	30,9	31,0	30,5	30,9	31,2	30,8	29,4	28,0	24,5	24,8	25,6	25,9	25,2	24,2	24,2	23,2	24,1	23,9	23,9	23,1	21,5	21,4	21,2
LR F6	30,3	30,5	31,8	30,2	31,0	29,7	30,5	31,0	30,1	29,6	28,2	24,6	24,3	25,8	25,5	25,4	24,1	24,2	23,3	23,9	24,3	23,7	22,6	20,7	21,3	21,0

## Inverno de 2016

	22/6/ 16	27/6/ 16	29/6/ 16	04/7/ 16	06/7/ 16	11/7/ 16	13/7/ 16	18/7/ 16	21/7/ 16	25/7/ 16	27/7/ 16	01/8/ 16	03/8/ 16	08/8/ 16	10/8/ 16	15/8/ 16	17/8/ 16	22/8/ 16	24/8/ 16	29/8/ 16	31/8/ 16	05/9/ 16	07/9/ 16	12/9/ 16	14/9/ 16	19/9/ 16	21/9/ 16
LR F1	21,0	21,5	22,4	24,3	23,5	22,8	23,5	22,2	21,0	22,1	22,8	22,8	22,5	22,8	22,7	24,1	24,6	22,5	22,9	24,9	25,7	26,3	26,5	28,1	25,4	27,4	24,5
LR F2	21,0	21,5	22,6	23,5	23,4	22,8	23,3	22,4	21,0	22,0	22,7	23,1	22,5	22,8	22,6	24,8	24,9	22,4	22,5	25,3	25,7	25,8	26,6	26,2	25,2	26,8	24,3
LR F3	21,1	21,8	22,4	23,6	23,2	23,2	23,5	22,4	21,0	22,1	22,7	22,8	22,4	22,8	22,7	23,6	24,4	22,6	22,8	24,9	25,1	25,8	26,4	28,0	25,7	25,3	24,4
LR F4	20,6	21,5	22,5	23,1	23,5	23,2	23,6	22,4	21,1	22,1	22,8	22,7	22,6	23,0	22,6	22,9	23,8	22,6	22,5	25,3	25,0	26,4	25,7	25,8	25,6	27,1	24,2
LR F5	21,2	22,6	23,6	23,9	23,5	23,9	23,9	22,4	21,0	22,2	22,6	22,9	22,4	23,2	22,7	23,2	25,1	22,6	22,7	24,7	25,4	26,0	25,8	27,6	25,7	26,6	24,8
LR F6	21,0	21,9	22,8	23,5	23,5	23,0	23,7	22,4	21,0	21,9	22,5	22,9	22,5	23,3	22,6	23,8	24,7	22,5	22,5	24,7	24,9	26,2	25,5	26,6	25,7	25,7	24,1

## Salinidade

## Inverno de 2015

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	14,2	14,8	14,5	15,4	15,3	15,5	15,6	15,7	15,5	15,5	12,7	15,1	14,2	15,5	15,3	15,0	15,5	15,3	15,1	14,7	15,1	15,9	16,3	17,7	15,0	15,3	16,2
LR F2	14,0	14,5	15,0	15,3	15,4	15,5	15,7	15,8	15,7	15,7	14,2	15,3	14,5	15,5	15,4	15,3	15,4	15,2	15,7	15,5	15,8	16,1	16,4	18,2	15,1	17,4	16,3
LR F3	13,1	15,0	14,5	15,2	15,6	15,1	15,8	15,0	16,7	15,7	14,4	15,5	14,7	15,6	15,4	16,2	15,6	15,4	15,9	16,1	15,9	16,1	16,3	18,2	14,0	15,6	16,3
LR F4	13,7	14,9	15,1	15,1	15,6	15,5	15,7	15,9	16,2	15,7	14,4	15,3	14,8	15,5	15,4	15,8	15,4	15,2	16,4	15,7	14,8	16,1	16,4	17,8	14,3	16,4	16,4
LR F5	14,2	15,0	15,3	15,3	15,7	15,4	15,8	15,8	15,7	15,8	14,8	15,4	15,0	15,5	15,6	15,8	15,6	15,8	16,1	15,9	13,6	16,3	16,5	17,1	14,2	15,7	16,7
LR F6	13,8	15,3	15,1	15,1	15,5	15,5	15,7	15,7	15,9	15,8	14,9	15,5	14,6	15,6	15,2	15,7	15,4	15,3	16,8	16,4	15,3	16,2	16,5	17,0	14,4	15,9	16,4

## Primavera de 2015

	23/9 /15	28/9 /15	30/9 /15	05/10 /15	07/10 /15	13/10 /15	15/10 /15	19/10 /15	21/10 /15	26/10 /15	28/10 /15	03/11 /15	05/11 /15	09/11 /15	11/11 /15	16/11 /15	18/11 /15	23/11 /15	25/11 /15	30/11 /15	02/12 /15	07/12 /15	09/12 /15	14/12 /15	16/12 /15	21/12 /15
LR F1	14,8	14,8	15,5	15,2	13,2	15,1	15,7	16,2	14,9	15,3	15,9	15,5	15,2	14,7	11,9	13,5	14,5	13,8	13,5	13,2	13,4	11,9	12,6	12,6	12,7	12,8
LR F2	14,3	14,6	15,4	14,9	13,4	15,0	15,8	16,4	16,0	16,0	16,0	15,4	15,3	14,6	12,5	13,8	14,6	14,3	13,5	13,3	13,5	11,7	13,1	12,7	12,5	12,7
LR F3	14,6	15,1	14,2	15,1	14,6	15,1	16,0	16,1	15,9	16,0	16,0	15,7	15,5	14,7	13,3	14,0	14,6	14,1	13,3	13,4	13,1	12,6	12,4	12,5	12,7	12,8
LR F4	14,1	14,6	15,4	15,2	14,8	15,1	16,3	16,1	16,2	16,1	15,9	15,5	15,8	14,6	13,8	14,0	14,7	14,4	13,7	13,4	13,6	12,7	12,5	12,6	12,6	12,8
LR F5	14,6	14,5	15,3	15,4	14,8	15,6	16,3	16,7	16,2	16,2	16,0	15,7	15,7	14,8	13,5	14,2	14,6	13,9	13,8	13,1	13,5	13,0	12,3	12,5	12,6	12,8
LR F6	14,3	14,6	15,3	15,1	14,9	15,0	16,3	16,3	16,2	16,1	16,1	15,4	16,1	14,7	13,8	14,0	14,7	14,2	13,7	13,3	13,5	12,5	12,3	12,6	12,1	12,8

## Verão de 2016

	23/12 /15	28/12 /15	30/12 /15	04/1/ 16	06/1/ 16	11/1/ 16	13/1/ 16	18/1/ 16	21/1/ 16	25/1/ 16	27/1/ 16	01/2/ 16	03/2/ 16	08/2/ 16	11/2/ 16	15/2/ 16	17/2/ 16	22/2/ 16	24/2/ 16	29/2/ 16	02/3/ 16	07/3/ 16	09/3/ 16	14/3/ 16	16/3/ 16	21/3/ 16
LR F1	12,6	12,8	12,7	12,6	12,9	13,0	12,5	11,7	11,8	11,8	11,3	11,4	11,4	11,5	11,4	11,4	11,1	10,8	11,4	11,6	10,4	10,6	10,7	8,7	9,4	9,6
LR F2	12,7	12,8	12,8	12,6	12,9	12,9	12,7	12,0	12,0	11,7	11,1	11,4	11,3	11,6	11,4	11,8	11,5	11,2	11,6	11,7	10,5	10,8	10,8	8,9	9,6	9,6
LR F3	12,6	12,5	12,8	12,6	12,9	13,0	12,8	12,1	12,1	11,5	11,4	11,4	11,5	11,5	11,4	11,7	11,5	11,1	11,6	11,9	10,6	10,7	10,8	9,6	9,7	9,6
LR F4	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9	13,0	12,8	11,9	11,9	11,7	11,3	11,4	11,6	11,3	11,6	11,7	11,4	11,1	11,6	11,6	10,5	10,7	10,9	9,5	9,9	9,7
LR F5	12,9	12,8	12,7	12,8	13,0	13,0	12,9	11,6	12,0	11,9	11,6	11,6	11,6	11,7	11,5	11,6	11,4	11,1	11,5	11,8	10,3	10,8	10,9	9,1	9,8	9,6
LR F6	12,8	12,7	12,9	12,8	13,0	13,0	12,7	11,8	12,0	11,8	11,3	11,5	11,5	11,6	11,7	11,6	11,2	11,1	11,6	11,8	10,7	10,9	10,9	9,3	9,9	9,7

## Outono de 2016

	23/3/16	28/3/16	30/3/16	04/4/16	06/4/16	11/4/16	13/4/16	18/4/16	20/4/16	25/4/16	27/4/16	02/5/16	04/5/16	09/5/16	11/5/16	16/5/16	18/5/16	23/5/16	25/5/16	30/5/16	01/6/16	06/6/16	08/6/16	13/6/16	15/6/16	20/6/16
<b>LR F1</b>	9,6	9,9	10,3	10,4	10,5	10,9	11,0	11,1	11,1	11,3	11,4	11,6	11,7	12,1	12,5	13,6	13,5	13,7	13,7	13,5	14,2	13,9	13,8	14,4	13,4	13,8
<b>LR F2</b>	9,7	10,0	10,1	10,4	10,5	10,9	11,0	11,1	11,1	11,4	11,4	11,7	11,6	12,2	12,6	13,7	13,6	13,6	13,8	14,0	14,2	13,7	13,6	14,5	13,4	13,6
<b>LR F3</b>	8,8	10,0	10,1	10,4	10,6	10,9	11,0	11,1	11,1	11,4	11,4	11,7	11,7	12,2	12,5	13,6	13,6	13,7	13,8	14,0	14,3	14,0	14,2	14,4	13,5	13,9
<b>LR F4</b>	9,8	10,1	10,2	10,4	10,6	10,9	11,0	11,1	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8	12,2	12,6	13,3	13,5	13,7	13,8	14,1	14,3	14,0	14,2	14,8	13,5	13,8
<b>LR F5</b>	9,8	10,1	10,2	10,5	10,6	10,9	10,9	11,0	11,2	11,4	11,5	11,7	11,8	12,2	12,7	13,4	13,6	14,0	13,8	14,1	14,2	14,1	14,4	14,7	13,4	13,9
<b>LR F6</b>	9,8	10,1	10,2	10,4	10,6	10,9	11,0	11,1	11,1	11,4	11,4	11,7	11,8	12,2	12,6	13,3	13,5	14,1	13,8	14,0	14,3	14,1	14,1	14,6	13,6	13,7

## Inverno de 2016

	22/6/16	27/6/16	29/6/16	04/7/16	06/7/16	11/7/16	13/7/16	18/7/16	21/7/16	25/7/16	27/7/16	01/8/16	03/8/16	08/8/16	10/8/16	15/8/16	17/8/16	22/8/16	24/8/16	29/8/16	31/8/16	05/9/16	07/9/16	12/9/16	14/9/16	19/9/16	21/9/16
<b>LR F1</b>	13,8	14,7	14,7	14,6	14,9	15,0	14,9	15,1	15,1	14,5	14,8	15,3	15,0	15,2	15,2	14,8	15,0	15,4	15,2	15,4	15,5	15,3	15,5	15,6	15,7	15,9	15,8
<b>LR F2</b>	14,0	14,7	14,8	14,8	14,8	15,0	15,0	14,9	15,0	14,7	15,2	15,3	15,2	15,3	15,4	15,2	15,2	15,2	15,2	15,1	15,5	15,5	15,5	15,6	15,5	15,9	15,6
<b>LR F3</b>	13,9	14,5	14,8	14,8	14,9	15,0	15,0	14,9	15,0	14,8	15,2	15,3	15,2	15,2	15,4	14,9	15,2	15,2	14,9	15,3	15,5	15,4	15,5	15,6	15,6	16,0	15,9
<b>LR F4</b>	13,8	14,9	14,9	14,9	15,0	14,7	15,0	15,0	15,0	15,0	14,7	15,3	15,2	15,3	15,2	15,1	15,1	15,2	15,2	15,4	15,6	15,3	15,6	15,3	15,6	15,6	15,8
<b>LR F5</b>	14,0	14,9	14,5	14,9	15,0	14,9	15,1	15,1	15,1	15,1	15,1	15,2	15,3	15,3	15,1	15,1	15,2	15,1	15,2	15,3	15,3	15,1	15,6	15,5	15,7	15,6	15,9
<b>LR F6</b>	14,0	14,8	14,7	14,7	15,0	14,9	14,9	15,1	15,0	14,8	15,1	15,2	15,3	15,3	15,2	15,1	15,2	15,1	15,1	15,4	15,3	15,3	15,6	15,5	15,6	15,9	15,6

pH

## Inverno de 2015

	22/6/15	24/6/15	29/6/15	01/7/15	06/7/15	08/7/15	13/7/15	15/7/15	20/7/15	22/7/15	27/7/15	29/7/15	03/8/15	05/8/15	10/8/15	12/8/15	17/8/15	19/8/15	24/8/15	26/8/15	31/8/15	02/9/15	08/9/15	10/9/15	14/9/15	16/9/15	21/9/15
LR F1	7,75	7,36	7,78	7,69	8,10	7,05	7,71	7,96	7,63	7,53	7,52	7,81	7,59	7,73	7,71	7,51	7,69	8,10	8,55	8,56	8,30	8,39	7,44	7,95	7,61	8,45	8,93
LR F2	7,74	7,30	7,88	7,66	6,83	7,10	8,10	7,98	7,62	7,53	7,17	7,80	7,95	7,56	7,79	7,89	7,83	8,23	8,12	8,85	8,37	8,81	7,39	7,98	8,01	7,72	9,10
LR F3	7,75	7,87	7,76	7,95	6,23	7,52	7,52	7,81	7,47	7,47	7,06	7,74	7,66	7,83	7,60	7,71	7,53	7,39	8,26	8,80	8,44	8,62	7,38	7,93	8,17	8,57	9,34
LR F4	7,85	7,20	7,94	7,75	5,90	7,19	8,13	7,95	7,72	7,58	7,08	7,71	7,73	7,70	7,72	7,95	7,68	8,03	8,07	8,69	8,37	8,67	7,53	7,82	8,19	8,57	9,02
LR F5	7,21	6,93	8,02	7,80	6,01	7,04	8,15	8,06	7,75	7,59	7,11	7,67	7,71	7,96	8,11	8,26	7,49	8,19	8,58	8,97	8,30	8,79	7,47	7,93	8,77	8,73	9,29
LR F6	7,83	6,65	8,07	7,76	6,04	7,07	8,26	8,07	7,67	7,52	7,08	7,69	7,85	7,97	7,80	7,97	7,47	8,13	8,28	8,69	8,68	8,79	7,39	7,82	8,44	8,62	9,02

## Primavera de 2015

	23/9/15	28/9/15	30/9/15	05/10/15	07/10/15	13/10/15	15/10/15	19/10/15	21/10/15	26/10/15	28/10/15	03/11/15	05/11/15	09/11/15	11/11/15	16/11/15	18/11/15	23/11/15	25/11/15	30/11/15	02/12/15	07/12/15	09/12/15	14/12/15	16/12/15	21/12/15
LR F1	8,95	7,98	8,48	7,53	7,24	8,41	8,18	7,18	8,20	7,20	7,84	7,98	8,03	7,23	8,58	8,46	7,56	8,20	7,50	8,71	7,67	8,40	7,80	8,14	8,76	9,11
LR F2	9,14	8,11	8,23	7,65	7,40	8,52	8,35	8,19	8,33	7,55	7,83	8,16	8,10	7,46	8,57	8,52	7,68	8,16	7,81	8,81	7,69	8,32	7,66	8,19	8,86	9,50
LR F3	9,06	8,09	7,89	7,86	7,45	8,45	8,45	8,07	8,27	7,80	7,90	7,83	7,82	7,33	8,54	8,36	7,84	8,04	7,54	8,38	7,33	8,09	7,58	8,33	8,76	9,34
LR F4	8,99	8,27	7,88	7,94	7,39	8,50	8,42	8,01	8,32	7,65	7,74	8,04	7,94	7,41	8,45	8,55	7,66	7,98	7,76	8,98	7,64	8,39	7,98	8,35	8,77	9,24
LR F5	8,73	8,40	8,50	7,79	7,44	8,57	8,36	8,10	8,34	7,69	8,16	7,84	7,92	7,41	8,59	8,79	7,95	8,21	7,73	9,02	7,85	7,81	8,11	8,40	9,02	9,30
LR F6	8,89	8,22	7,84	7,82	7,42	8,43	8,44	8,03	8,28	7,59	7,71	7,67	7,86	7,46	8,43	8,35	7,78	8,00	7,83	9,04	7,78	8,17	8,07	8,43	8,75	9,42

## Verão de 2016

	23/12/15	28/12/15	30/12/15	04/1/16	06/1/16	11/1/16	13/1/16	18/1/16	21/1/16	25/1/16	27/1/16	01/2/16	03/2/16	08/2/16	11/2/16	15/2/16	17/2/16	22/2/16	24/2/16	29/2/16	02/3/16	07/3/16	09/3/16	14/3/16	16/3/16	21/3/16
LR F1	9,07	8,87	8,53	8,24	8,50	8,32	8,12	8,09	7,98	8,68	8,54	8,32	8,43	8,47	7,98	8,48	7,86	7,29	6,97	7,51	6,67	7,93	7,46	7,00	8,29	8,21
LR F2	8,98	8,89	8,62	8,21	8,45	8,20	8,25	8,16	8,40	8,77	8,48	8,65	8,55	8,38	8,08	8,79	8,37	7,80	7,25	7,64	7,03	8,16	7,49	7,38	8,27	8,37
LR F3	9,23	8,85	8,57	8,25	8,39	8,14	8,27	8,29	8,03	8,59	8,62	8,44	8,46	8,13	8,22	8,24	8,42	7,85	7,42	7,52	7,03	7,88	7,47	7,33	7,94	8,66
LR F4	9,27	8,97	8,68	8,02	8,10	8,19	8,14	8,38	8,31	8,83	8,42	8,61	8,59	8,15	8,13	8,33	8,13	7,79	7,99	7,55	7,26	8,11	7,61	7,36	8,30	8,79
LR F5	9,36	8,98	8,68	8,26	8,58	8,07	8,14	8,42	8,60	8,77	8,68	8,55	8,49	8,26	7,95	8,31	7,97	7,68	7,90	7,34	7,25	8,06	7,51	7,59	8,21	8,84
LR F6	9,16	8,97	8,76	8,16	8,18	8,02	8,05	8,33	8,69	8,71	8,70	8,73	8,51	8,24	8,07	8,20	8,02	7,63	7,93	7,38	7,26	8,07	7,52	7,43	8,13	8,79

## Outono de 2016

	23/3/16	28/3/16	30/3/16	04/4/16	06/4/16	11/4/16	13/4/16	18/4/16	20/4/16	25/4/16	27/4/16	02/5/16	04/5/16	09/5/16	11/5/16	16/5/16	18/5/16	23/5/16	25/5/16	30/5/16	01/6/16	06/6/16	08/6/16	13/6/16	15/6/16	20/6/16
LR F1	8,94	9,08	8,96	9,17	9,18	8,90	8,81	8,80	8,36	8,53	8,41	8,02	9,14	8,28	8,11	7,53	7,38	7,67	8,09	8,60	8,85	8,19	7,67	9,01	8,92	8,78
LR F2	8,95	9,00	9,00	9,15	9,19	8,91	8,83	8,88	8,51	8,53	8,24	8,04	9,11	8,12	7,59	7,59	7,47	7,75	7,88	9,09	8,84	8,25	7,83	8,79	8,79	8,80
LR F3	8,96	8,92	8,97	9,07	8,89	8,73	8,87	8,51	8,67	8,71	8,02	8,10	8,31	8,09	7,70	7,36	7,61	7,60	7,93	9,15	8,68	8,16	7,47	8,66	8,87	8,69
LR F4	8,95	8,99	9,07	9,09	9,07	8,79	8,59	8,89	8,64	8,61	8,05	7,82	8,56	8,06	7,67	7,64	7,53	7,96	8,28	8,78	8,59	8,11	7,67	8,44	8,37	8,80
LR F5	9,02	9,04	8,88	8,98	9,11	8,91	8,69	8,77	8,62	8,52	8,12	7,96	8,56	8,09	7,68	7,55	7,50	7,93	8,17	8,93	8,22	7,84	7,36	8,14	8,97	8,63
LR F6	8,92	8,96	9,12	9,15	9,09	8,85	8,48	8,87	8,60	8,62	8,12	7,80	8,44	8,05	7,76	7,64	7,40	7,90	8,12	9,12	8,54	7,96	7,75	8,33	8,87	8,70

## Inverno de 2016

	22/6/16	27/6/16	29/6/16	04/7/16	06/7/16	11/7/16	13/7/16	18/7/16	21/7/16	25/7/16	27/7/16	01/8/16	03/8/16	08/8/16	10/8/16	15/8/16	17/8/16	22/8/16	24/8/16	29/8/16	31/8/16	05/9/16	07/9/16	12/9/16	14/9/16	19/9/16	21/9/16
LR F1	8,56	7,63	7,84	8,66	8,51	7,30	7,39	7,50	7,67	8,02	7,70	7,54	7,67	7,51	7,45	7,90	7,71	7,43	8,44	8,93	9,03	9,04	8,89	8,73	8,53	8,96	8,64
LR F2	8,57	7,72	7,82	8,68	8,51	7,40	7,39	7,36	7,70	7,92	7,74	7,73	7,70	7,55	7,40	7,96	7,80	7,41	8,13	8,96	9,00	8,86	8,87	8,64	8,49	8,90	8,60
LR F3	8,73	7,67	7,91	8,64	8,44	7,38	7,39	7,53	7,49	7,96	7,69	7,70	7,68	7,51	7,40	7,99	7,78	7,42	8,46	8,92	8,77	8,93	8,89	8,87	8,49	8,20	8,65
LR F4	8,61	7,71	7,86	8,66	8,48	7,41	7,38	7,54	7,40	7,96	7,79	7,66	7,70	7,50	7,25	8,03	7,79	7,40	7,91	8,90	9,01	9,17	8,73	8,48	8,55	8,87	8,55
LR F5	8,66	7,61	8,23	8,55	8,31	7,33	7,47	7,36	7,40	7,84	7,68	7,81	7,73	7,59	7,15	8,14	7,66	7,46	8,08	8,86	8,83	8,92	8,63	8,80	8,63	8,68	8,50
LR F6	8,59	7,62	8,10	8,63	8,39	7,19	7,41	7,39	7,22	7,92	7,75	8,11	7,77	7,63	7,35	8,08	7,78	7,48	7,97	8,91	8,96	9,13	8,79	8,79	8,61	8,79	8,55

## Turbidez

## Inverno de 2015

	22/6/15	24/6/15	29/6/15	01/7/15	06/7/15	08/7/15	13/7/15	15/7/15	20/7/15	22/7/15	27/7/15	29/7/15	03/8/15	05/8/15	10/8/15	12/8/15	17/8/15	19/8/15	24/8/15	26/8/15	31/8/15	02/9/15	08/9/15	10/9/15	14/9/15	16/9/15	21/9/15
LR F1	2,64	3,42	2,78	2,91	2,31	2,07	3,05	2,97	3,05	3,45	1,51	3,67	3,68	3,78	5,64	4,16	3,43	4,71	3,02	3,93	5,08	7,58	8,57	10,50	6,71	10,60	26,80
LR F2	2,53	3,83	2,32	2,77	2,03	1,82	3,35	2,98	2,61	4,36	1,61	3,15	2,50	2,60	5,24	4,22	3,57	3,72	3,15	3,89	2,46	4,00	9,86	11,40	6,54	6,80	10,90
LR F3	3,66	3,98	2,24	5,26	2,13	1,90	3,28	2,84	3,98	4,74	1,04	3,40	2,21	2,60	8,19	5,59	2,98	2,90	2,70	2,99	2,28	3,75	9,72	9,45	6,72	8,17	14,10
LR F4	2,29	3,29	2,37	3,36	2,33	1,51	2,98	2,54	2,59	3,63	1,41	3,11	4,04	2,54	5,78	7,15	3,41	3,36	3,20	3,38	2,02	3,58	5,98	7,74	7,71	6,83	8,24
LR F5	2,93	3,42	3,42	3,33	1,40	1,91	3,64	2,74	2,16	2,94	1,46	3,92	2,90	2,73	4,12	2,65	4,08	3,62	2,70	3,13	2,06	4,79	6,27	6,33	14,80	7,68	12,90
LR F6	2,44	2,91	3,86	3,28	1,66	1,42	3,51	2,64	3,31	2,84	1,63	2,65	2,16	2,83	4,36	3,56	3,19	2,92	2,70	2,63	1,63	4,09	5,94	7,85	6,52	5,07	6,93



## Primavera de 2015

	23/9 /15	28/9 /15	30/9 /15	05/10 /15	07/10 /15	13/10 /15	15/10 /15	19/10 /15	21/10 /15	26/10 /15	28/10 /15	03/11 /15	05/11 /15	09/11 /15	11/11 /15	16/11 /15	18/11 /15	23/11 /15	25/11 /15	30/11 /15	02/12 /15	07/12 /15	09/12 /15	14/12 /15	16/12 /15	21/12 /15
LR F1	12,60	7,21	11,80	5,25	6,30	6,51	6,53	4,69	5,97	6,96	4,53	5,48	5,38	16,90	8,81	9,78	6,29	7,00	7,67	11,80	6,90	7,68	4,60	10,10	7,30	6,06
LR F2	15,10	8,45	7,65	9,13	3,40	7,62	6,53	11,50	6,57	7,99	4,43	4,02	4,97	16,50	8,17	7,34	5,84	7,35	9,49	10,70	5,33	7,01	3,80	8,50	8,90	5,89
LR F3	12,50	8,18	6,50	7,88	3,50	5,85	5,96	7,17	5,63	7,89	4,23	3,71	4,40	12,20	6,05	14,80	5,62	8,67	6,81	8,96	5,04	4,32	4,40	6,60	7,90	5,16
LR F4	9,45	6,46	6,16	7,14	3,30	6,34	4,53	6,75	5,41	4,36	5,37	4,04	4,21	14,80	5,50	11,50	4,49	8,17	8,68	9,14	4,39	4,87	4,70	6,70	8,20	4,27
LR F5	7,85	8,70	7,26	8,01	2,90	6,09	4,15	6,36	6,09	4,83	5,07	4,24	6,28	12,10	5,87	5,80	3,90	13,60	7,94	10,30	5,20	5,73	5,80	8,90	14,60	3,51
LR F6	9,06	5,69	4,70	6,09	3,90	5,39	4,67	6,99	5,76	4,30	3,87	5,50	6,07	12,50	6,70	8,09	4,69	9,66	7,85	9,89	4,69	4,87	5,10	6,00	6,30	4,15

## Verão de 2016

	23/12 /15	28/12 /15	30/12 /15	04/1/ 16	06/1/ 16	11/1/ 16	13/1/ 16	18/1/ 16	21/1/ 16	25/1/ 16	27/1/ 16	01/2/ 16	03/2/ 16	08/2/ 16	11/2/ 16	15/2/ 16	17/2/ 16	22/2/ 16	24/2/ 16	29/2/ 16	02/3/ 16	07/3/ 16	09/3/ 16	14/3/ 16	16/3/ 16	21/3/ 16
LR F1	5,78	4,34	2,19	3,03	4,45	4,44	2,19	3,94	14,30	3,57	5,20	7,40	6,50	3,80	6,20	8,50	10,30	4,90	14,60	11,80	4,80	4,20	0,70	11,20	3,74	2,84
LR F2	4,73	3,88	1,76	1,97	3,60	4,07	3,53	3,27	4,86	3,33	4,90	7,50	6,70	2,90	5,70	6,50	10,50	6,10	5,50	7,70	6,10	4,70	0,90	7,94	3,92	2,72
LR F3	4,24	3,00	4,71	2,23	3,78	2,70	2,56	4,19	2,23	2,39	4,10	5,00	6,00	2,10	5,80	4,60	6,50	4,60	3,70	5,50	4,80	4,20	1,10	7,75	3,29	2,64
LR F4	3,82	3,32	2,09	3,88	3,11	4,44	2,78	3,41	4,78	3,36	4,70	8,60	7,70	6,40	6,00	3,70	2,60	2,80	4,10	6,50	5,30	4,10	2,00	9,32	4,08	2,89
LR F5	3,21	2,17	2,67	2,72	4,77	4,49	2,88	4,64	4,72	3,14	5,40	6,60	6,80	0,90	4,40	8,20	4,30	5,70	4,80	3,80	5,20	4,70	1,20	9,87	4,09	3,83
LR F6	3,86	3,25	2,21	2,82	3,11	4,20	2,55	3,26	4,72	3,15	5,70	9,20	7,80	3,40	4,50	4,10	4,70	4,60	4,60	3,50	4,30	4,70	2,20	8,97	4,03	2,63

## Outono de 2016

	23/3 /16	28/3 /16	30/3 /16	04/4 /16	06/4 /16	11/4 /16	13/4 /16	18/4 /16	20/4 /16	25/4 /16	27/4 /16	02/5 /16	04/5 /16	09/5 /16	11/5 /16	16/5 /16	18/5 /16	23/5 /16	25/5 /16	30/5 /16	01/6 /16	06/6 /16	08/6 /16	13/6 /16	15/6 /16	20/6 /16
LR F1	5,31	5,43	4,64	14,60	12,80	10,00	8,67	4,21	8,78	3,31	3,73	3,60	6,68	1,50	1,86	2,,78	2,46	7,15	1,99	3,79	5,92	7,30	5,60	93,50	12,90	21,40
LR F2	5,60	5,02	5,05	14,50	14,80	9,26	5,65	7,11	6,45	5,66	3,41	2,57	6,25	1,33	2,01	3,68	2,89	5,31	1,19	3,74	8,97	7,80	12,70	15,60	7,90	14,90
LR F3	4,42	4,01	4,26	11,00	8,53	8,44	7,58	3,86	7,16	6,12	4,18	2,87	3,47	1,71	1,93	3,63	3,24	5,05	0,80	4,79	4,02	7,40	4,60	4,07	10,40	13,70
LR F4	3,95	5,17	5,37	16,60	10,80	4,55	7,58	3,,91	4,95	4,81	5,56	2,65	3,32	1,58	2,07	2,50	2,93	5,91	1,87	2,80	3,79	5,40	5,60	1,77	1,40	8,70
LR F5	4,39	5,18	4,56	12,90	10,50	5,10	5,73	5,02	4,77	3,67	3,67	2,50	3,32	1,66	3,23	2,13	3,41	5,05	1,04	4,20	3,31	5,40	5,20	2,97	33,30	14,20
LR F6	4,37	5,45	4,99	16,10	6,84	6,34	5,90	5,17	5,26	4,74	3,95	1,93	3,62	1,55	2,58	2,75	2,27	5,33	1,74	3,66	4,29	5,80	6,60	1,95	9,00	8,10

## Inverno de 2016

	22/6/ 16	27/6/ 16	29/6/ 16	04/7/ 16	06/7/ 16	11/7/ 16	13/7/ 16	18/7/ 16	21/7/ 16	25/7/ 16	27/7/ 16	01/8/ 16	03/8/ 16	08/8/ 16	10/8/ 16	15/8/ 16	17/8/ 16	22/8/ 16	24/8/ 16	29/8/ 16	31/8/ 16	05/9/ 16	07/9/ 16	12/9/ 16	14/9/ 16	19/9/ 16	21/9/ 16
LR F1	9,80	0,80	2,00	2,00	7,30	0,90	3,80	4,30	5,20	3,30	5,50	0,00	3,10	2,60	14,50	5,60	3,00	11,30	9,70	11,20	16,00	17,00	14,80	21,70	31,50	9,24	15,30
LR F2	10,80	0,80	1,60	2,60	5,80	1,30	3,60	4,00	6,20	2,10	1,80	2,00	3,20	4,30	10,90	4,10	1,20	14,40	7,50	12,60	16,50	14,90	15,60	14,00	29,90	9,20	12,70
LR F3	11,30	1,30	4,40	3,40	4,00	1,60	3,60	4,80	4,80	3,10	3,70	1,80	4,00	5,10	10,40	6,30	3,50	10,20	10,80	12,80	13,70	15,60	9,37	18,50	22,70	8,50	12,60
LR F4	7,50	2,90	3,20	6,10	6,90	-	4,60	6,00	5,10	1,30	4,40	2,50	4,20	7,10	12,10	5,70	5,50	7,20	7,60	11,60	15,40	15,90	11,50	10,90	18,40	7,14	11,10
LR F5	19,00	4,10	17,20	13,70	6,40	1,40	4,70	6,20	4,10	2,00	5,40	4,20	3,30	5,50	12,80	0,80	3,30	7,40	9,20	12,10	16,20	13,90	9,00	15,40	21,90	8,36	10,20
LR F6	8,20	1,20	11,40	9,10	4,70	0,00	3,40	5,00	3,60	2,40	3,80	2,00	4,10	6,50	9,20	0,70	4,40	7,50	6,80	11,50	14,70	12,80	12,00	14,70	20,30	8,28	9,60

## Oxigênio dissolvido

### Inverno de 2015

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	9,52	9,26	6,97	6,25	5,24	7,18	7,76	8,00	6,28	5,92	6,15	8,40	6,37	7,59	7,27	6,86	7,16	6,76	8,30	6,63	14,80	13,61	7,40	8,20	6,85	10,50	16,43
LR F2	10,38	9,48	7,21	6,62	5,20	7,07	8,51	8,00	6,27	5,79	5,87	8,31	7,41	7,39	6,95	7,01	7,39	6,73	8,25	6,87	12,22	13,47	8,21	7,85	7,13	5,87	12,24
LR F3	9,51	9,14	6,10	6,67	4,15	6,91	8,08	7,00	5,72	5,80	4,67	7,82	6,62	7,79	6,59	6,90	6,87	7,21	7,85	6,40	12,11	11,47	7,09	7,25	8,28	10,80	12,59
LR F4	9,84	9,42	7,60	7,04	5,44	6,63	8,51	7,85	6,40	5,97	5,47	7,50	7,24	7,02	7,08	6,75	6,85	6,34	7,39	5,88	10,10	10,24	6,18	6,90	6,96	11,00	12,38
LR F5	11,12	7,83	8,27	7,89	4,92	8,31	7,96	7,90	6,53	5,56	5,49	6,81	8,27	8,46	7,91	7,67	7,81	7,61	8,62	7,41	9,67	11,65	7,68	7,50	12,34	11,45	14,89
LR F6	9,77	6,75	8,69	7,21	5,47	7,00	9,05	8,09	6,07	6,10	5,38	7,43	7,60	8,44	7,15	6,99	6,73	6,92	7,12	5,84	11,83	12,08	6,13	7,00	7,18	11,40	13,58

### Primavera de 2015

	23/9/ 15	28/9/ 15	30/9/ 15	05/10/ 15	07/10/ 15	13/10/ 15	15/10/ 15	19/10/ 15	21/10/ 15	26/10/ 15	28/10/ 15	03/11/ 15	05/11/ 15	09/11/ 15	11/11/ 15	16/11/ 15	18/11/ 15	23/11/ 15	25/11/ 15	30/11/ 15	02/12/ 15	07/12/ 15	09/12/ 15	14/12/ 15	16/12/ 15	21/12/ 15
LR F1	10,55	5,21	8,95	3,85	4,20	9,53	8,01	4,99	7,55	4,15	6,68	6,46	7,64	8,83	10,81	8,55	3,90	6,97	4,55	5,97	4,93	8,23	3,88	7,05	8,42	9,20
LR F2	11,22	5,82	6,05	4,47	4,15	9,72	7,15	6,46	9,16	4,52	6,87	8,01	8,29	8,76	10,88	8,68	3,92	7,24	5,47	6,49	4,80	8,27	2,33	6,50	8,44	11,10
LR F3	10,93	5,15	4,40	5,06	4,50	9,21	8,30	6,01	8,05	6,09	6,94	6,41	6,88	7,06	10,81	8,05	4,90	6,58	4,63	5,64	4,02	7,06	4,68	6,47	8,20	9,80
LR F4	10,43	6,38	4,40	5,17	3,80	9,36	8,25	5,02	9,17	5,09	5,84	7,57	7,00	8,09	10,10	8,80	4,09	6,52	5,14	6,40	3,82	7,68	4,98	6,88	7,99	8,67
LR F5	9,15	7,61	9,05	4,37	4,60	9,91	7,46	5,94	8,97	5,23	8,02	7,19	7,13	7,45	10,80	6,10	5,44	7,74	5,85	5,86	5,19	5,34	5,89	6,87	10,70	9,88
LR F6	9,28	6,25	4,38	4,58	4,25	8,53	8,55	5,74	8,82	4,71	5,96	7,34	6,62	7,90	9,92	7,46	4,75	6,58	5,19	5,75	4,75	7,47	5,53	7,09	7,38	10,01

## Verão de 2016

	23/12/15	28/12/15	30/12/15	04/1/16	06/1/16	11/1/16	13/1/16	18/1/16	21/1/16	25/1/16	27/1/16	01/2/16	03/2/16	08/2/16	11/2/16	15/2/16	17/2/16	22/2/16	24/2/16	29/2/16	02/3/16	07/3/16	09/3/16	14/3/16	16/3/16	21/3/16
LR F1	7,21	5,47	3,51	5,01	8,30	6,20	5,04	7,89	7,83	8,40	8,37	8,05	6,79	6,29	4,58	7,51	5,32	4,80	5,16	4,82	5,03	7,35	5,57	6,28	7,96	7,74
LR F2	5,88	5,78	3,91	4,65	8,05	6,06	5,26	6,86	7,04	8,54	8,33	7,61	6,96	6,20	4,68	7,50	5,04	4,83	3,32	4,76	4,66	7,47	4,94	6,05	7,65	7,63
LR F3	8,06	5,67	4,27	5,11	7,89	5,11	5,82	7,56	3,69	8,00	7,93	7,10	7,28	4,50	4,72	6,30	6,22	4,36	5,50	4,47	4,40	7,00	5,44	5,26	6,46	8,31
LR F4	8,18	6,20	4,67	4,69	6,50	5,70	4,99	7,78	8,34	9,31	8,71	8,09	7,74	4,70	4,80	5,80	4,57	3,65	5,40	4,53	3,77	7,68	5,41	5,63	7,43	8,76
LR F5	8,37	6,17	4,99	6,09	8,89	5,32	5,02	8,90	8,54	8,77	8,29	7,53	6,56	4,52	3,87	7,14	4,61	4,84	5,06	3,27	3,70	7,14	4,94	6,60	7,47	8,95
LR F6	7,01	6,11	5,14	5,71	7,10	4,74	4,96	7,71	8,66	8,21	8,67	7,85	7,28	5,15	4,18	5,18	4,34	3,56	5,63	3,10	3,39	7,37	5,01	6,29	7,09	8,01

## Outono de 2016

	23/3/16	28/3/16	30/3/16	04/4/16	06/4/16	11/4/16	13/4/16	18/4/16	20/4/16	25/4/16	27/4/16	02/5/16	04/5/16	09/5/16	11/5/16	16/5/16	18/5/16	23/5/16	25/5/16	30/5/16	01/6/16	06/6/16	08/6/16	13/6/16	15/6/16	20/6/16
LR F1	9,80	9,48	7,92	8,12	8,21	6,87	6,64	7,31	7,60	6,86	6,14	7,51	13,40	6,35	5,39	4,92	4,67	5,48	8,15	12,13	13,10	7,76	5,76	17,71	15,07	12,15
LR F2	9,55	9,06	8,29	7,72	7,97	6,87	6,55	7,46	6,78	6,04	5,55	7,59	13,00	6,11	4,80	5,80	4,77	6,14	7,02	14,04	11,70	8,26	6,48	15,42	13,58	11,46
LR F3	9,42	8,45	8,01	7,01	6,17	6,00	6,75	5,88	7,82	7,29	5,34	7,31	9,45	5,92	4,97	5,93	4,84	4,65	6,45	13,78	10,81	7,56	4,94	12,22	14,40	11,72
LR F4	9,44	8,52	8,37	7,09	7,33	5,80	5,87	7,78	7,51	6,72	5,43	6,35	9,86	6,16	4,89	5,72	4,52	6,05	7,75	10,68	9,76	7,60	5,70	10,67	10,20	11,68
LR F5	9,66	8,83	7,67	7,12	7,76	6,27	6,67	7,67	7,77	6,70	5,68	7,53	9,49	5,91	4,75	5,29	4,39	4,80	7,57	11,72	7,67	5,88	4,17	11,41	16,33	10,91
LR F6	9,10	8,71	8,20	7,53	7,08	6,17	5,24	7,81	7,67	6,78	5,50	6,31	9,09	6,03	5,59	5,64	3,88	5,69	7,39	11,64	9,09	8,00	5,80	7,79	13,91	10,70

## Inverno de 2016

	22/6/ 16	27/6/ 16	29/6/ 16	04/7/ 16	06/7/ 16	11/7/ 16	13/7/ 16	18/7/ 16	21/7/ 16	25/7/ 16	27/7/ 16	01/8/ 16	03/8/ 16	08/8/ 16	10/8/ 16	15/8/ 16	17/8/ 16	22/8/ 16	24/8/ 16	29/8/ 16	31/8/ 16	05/9/ 16	07/9/ 16	12/9/ 16	14/9/ 16	19/9/ 16	21/9/ 16
LR F1	14,99	3,41	4,60	11,12	9,50	3,28	4,06	5,82	6,40	8,04	6,91	7,14	7,62	7,21	6,70	8,44	6,90	6,48	9,71	12,37	13,08	10,25	8,90	8,59	7,53	10,30	7,98
LR F2	14,37	3,88	4,92	11,54	9,50	3,80	4,56	5,30	6,42	7,61	6,92	7,60	7,89	7,10	6,75	8,34	7,39	6,20	8,40	11,46	12,27	9,15	8,50	8,16	7,04	9,78	7,33
LR F3	13,10	4,57	5,34	10,46	8,19	3,80	4,91	6,09	6,22	7,56	6,62	7,32	7,42	7,17	6,54	8,47	7,32	5,90	10,86	12,56	11,63	9,83	8,59	10,20	7,16	10,04	7,71
LR F4	11,16	4,37	5,29	10,71	8,99	3,95	4,61	5,64	5,73	7,54	6,64	7,25	7,49	6,86	5,89	8,46	7,50	6,42	7,23	12,37	13,65	11,94	7,22	6,72	8,26	9,60	6,82
LR F5	12,65	4,26	7,12	8,91	7,81	3,92	4,70	5,32	5,84	7,43	6,51	7,67	7,91	7,33	5,30	9,45	7,00	6,31	8,66	12,30	12,70	10,21	6,50	10,03	8,51	10,82	6,64
LR F6	11,09	4,18	6,67	9,38	8,17	2,84	4,94	5,11	5,20	7,49	7,00	8,77	7,81	7,31	6,26	9,13	7,18	6,54	7,79	12,87	12,77	11,78	7,60	9,74	8,43	9,56	7,17

## Nitrogênio amoniacal

## Inverno de 2015

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	0,11	0,09	0,26	0,32	0,35	0,26	0,24	0,21	0,50	0,29	0,36	0,20	0,32	0,24	0,21	0,19	0,17	0,18	0,13	0,16	0,11	0,06	0,08	0,16	0,26	0,10	0,07
LR F2	0,10	0,05	0,22	0,29	0,43	0,37	0,15	0,24	0,30	0,28	0,35	0,18	0,26	0,26	0,18	0,15	0,14	0,16	0,14	0,13	0,04	0,06	0,05	0,17	0,26	0,25	0,05
LR F3	0,16	0,14	0,26	0,23	0,39	0,35	0,20	0,29	0,31	0,27	0,41	0,18	0,41	0,21	0,17	0,14	0,14	0,16	0,14	0,11	0,02	0,06	0,07	0,29	0,21	0,07	0,06
LR F4	0,11	0,09	0,18	0,28	0,35	0,35	0,15	0,28	0,30	0,25	0,33	0,20	0,30	0,23	0,20	0,15	0,12	0,20	0,15	0,20	0,04	0,04	0,15	0,22	0,20	0,07	0,04
LR F5	0,11	0,15	0,20	0,19	0,32	0,28	0,17	0,18	0,31	0,30	0,34	0,19	0,23	0,14	0,11	0,12	0,09	0,13	0,08	0,12	0,04	0,04	0,15	0,21	0,10	0,04	0,03
LR F6	0,10	0,22	0,16	0,28	0,36	0,34	0,10	0,11	0,40	0,27	0,31	0,26	0,23	0,18	0,19	0,16	0,14	0,23	0,12	0,21	0,63	0,04	0,11	0,22	0,16	0,07	0,04

## Primavera de 2015

	23/9/15	28/9/15	30/9/15	05/10/15	07/10/15	13/10/15	15/10/15	19/10/15	21/10/15	26/10/15	28/10/15	03/11/15	05/11/15	09/11/15	11/11/15	16/11/15	18/11/15	23/11/15	25/11/15	30/11/15	02/12/15	07/12/15	09/12/15	14/12/15	16/12/15	21/12/15
LR F1	0,10	0,15	0,38	0,12	0,48	0,10	0,06	0,22	0,07	0,29	0,17	0,24	0,12	0,10	0,15	0,11	0,06	0,10	0,37	0,22	0,36	0,10	0,42	0,24	0,16	0,09
LR F2	0,03	0,07	0,17	0,11	0,27	0,06	0,06	0,06	0,04	0,24	0,19	0,09	0,10	0,06	0,11	0,07	0,03	0,09	0,27	0,12	0,30	0,09	0,74	0,29	0,10	0,07
LR F3	0,04	0,10	0,25	0,06	0,31	0,04	0,03	0,10	0,18	0,17	0,14	0,17	0,17	0,10	0,07	0,07	0,03	0,14	0,32	0,20	0,40	0,15	0,34	0,23	0,20	0,08
LR F4	0,03	0,07	0,17	0,10	0,31	0,05	0,05	0,15	0,04	0,20	0,22	0,09	0,07	0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,26	0,13	0,61	0,15	0,32	0,20	0,19	0,06
LR F5	0,04	0,06	0,11	0,14	0,32	0,06	0,07	0,16	0,04	0,18	0,09	0,07	0,13	0,07	0,09	0,20	0,03	0,11	0,25	0,17	0,35	0,28	0,28	0,25	0,12	0,08
LR F6	0,04	0,07	0,19	0,09	0,25	0,06	0,05	0,16	0,05	0,20	0,20	0,09	0,10	0,06	0,10	0,13	0,03	0,11	0,28	0,14	0,38	0,13	0,27	0,20	0,14	0,09

## Verão de 2016

	23/12/15	28/12/15	30/12/15	04/1/16	06/1/16	11/1/16	13/1/16	18/1/16	21/1/16	25/1/16	27/1/16	01/2/16	03/2/16	11/2/16	15/2/16	17/2/16	22/2/16	24/2/16	29/2/16	02/3/16	07/3/16	09/3/16	14/3/16	16/3/16	21/3/16
LRF 1	0,11	0,16	0,47	0,28	0,15	0,35	0,24	0,17	0,10	0,18	0,16	0,15	0,08	0,09	0,17	0,07	0,06	0,40	0,10	0,18	0,06	0,35	0,18	0,12	0,28
LRF 2	0,19	0,14	0,46	0,40	0,26	0,12	0,18	0,10	0,13	0,13	0,04	0,06	0,12	0,07	0,15	0,07	0,03	0,27	0,08	0,25	0,05	0,18	0,14	0,16	0,21
LRF 3	0,10	0,14	0,29	0,32	0,20	0,13	0,10	0,14	0,36	0,11	0,08	0,12	0,07	0,21	0,22	0,06	0,02	0,14	0,07	0,13	0,14	0,21	0,18	0,36	0,15
LRF 4	0,11	0,10	0,29	0,37	0,36	0,14	0,20	0,16	0,17	0,11	0,03	0,10	0,06	0,09	0,10	0,14	0,18	0,29	0,10	0,24	0,13	0,24	0,18	0,58	0,11
LRF 5	0,12	0,11	0,24	0,33	0,15	0,17	0,15	0,03	0,10	0,25	0,04	0,04	0,26	0,14	0,08	0,14	0,18	0,53	0,28	0,27	0,17	0,26	0,10	0,38	0,12
LRF 6	0,16	0,09	0,33	0,26	0,26	0,27	0,23	0,15	0,15	0,11	0,02	0,09	0,06	0,14	0,12	0,21	0,04	0,15	0,20	0,31	0,07	0,18	0,13	0,17	0,21

## Outono de 2016

	23/3/16	28/3/16	30/3/16	04/4/16	06/4/16	11/4/16	13/4/16	18/4/16	20/4/16	25/4/16	27/4/16	02/5/16	04/5/16	09/5/16	11/5/16	16/5/16	18/5/16	23/5/16	25/5/16	30/5/16	01/6/16	06/6/16	08/6/16	13/6/16	15/6/16	20/6/16
LR F1	0,06	0,09	0,08	0,09	0,05	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,16	0,35	0,03	0,15	0,24	0,27	0,34	0,40	0,38	0,21	0,03	0,24	0,35	0,14	0,07	0,03
LR F2	0,03	0,08	0,13	0,17	0,15	0,15	0,11	0,15	0,18	0,25	0,16	0,29	0,03	0,17	0,22	0,29	0,31	0,30	0,39	0,06	0,06	0,14	0,42	0,09	0,07	0,04
LR F3	0,05	0,13	0,07	0,20	0,09	0,18	0,18	0,13	0,12	0,17	0,16	0,21	0,07	0,13	0,22	0,28	0,39	0,51	0,32	0,07	0,07	0,22	0,31	0,20	0,05	0,03
LR F4	0,07	0,09	0,07	0,10	0,13	0,24	0,18	0,13	0,08	0,19	0,20	0,34	0,07	0,23	0,30	0,25	0,23	0,36	0,42	0,07	0,09	0,22	0,33	0,29	0,23	0,04
LR F5	0,11	0,09	0,09	0,13	0,11	0,14	0,27	0,15	0,13	0,17	0,21	0,27	0,12	0,24	0,28	0,30	0,32	0,49	0,44	0,12	0,19	0,27	0,30	0,25	0,04	0,10
LR F6	0,06	0,09	0,06	0,11	0,15	0,20	0,17	0,14	0,20	0,18	0,20	0,31	0,09	0,11	0,23	0,27	0,35	0,40	0,44	0,24	0,11	0,24	0,31	0,47	0,10	0,07

## Inverno de 2016

	22/6/16	27/6/16	29/6/16	04/7/16	06/7/16	11/7/16	13/7/16	18/7/16	21/7/16	25/7/16	27/7/16	01/8/16	03/8/16	08/8/16	10/8/16	15/8/16	17/8/16	22/8/16	24/8/16	29/8/16	31/8/16	05/9/16	07/9/16	12/9/16	14/9/16	19/9/16	21/9/16
LR F1	0,13	0,26	0,23	0,20	0,23	0,47	0,51	0,64	0,41	0,36	0,24	0,47	0,38	0,41	0,50	0,35	0,36	0,41	0,28	0,16	0,13	0,05	0,15	0,17	0,15	0,14	0,08
LR F2	0,06	0,30	0,24	0,17	0,18	0,47	0,48	0,48	0,43	0,41	0,34	0,38	0,42	0,38	0,40	0,34	0,40	0,41	0,33	0,12	0,10	0,13	0,13	0,24	0,26	0,05	0,07
LR F3	0,06	0,26	0,24	0,14	0,25	0,41	0,46	0,57	0,47	0,24	0,30	0,45	0,43	0,38	0,33	0,26	0,32	0,44	0,29	0,18	0,14	0,14	0,08	0,12	0,21	0,04	0,07
LR F4	0,06	0,28	0,28	0,11	0,23	0,44	0,47	0,47	0,40	0,24	0,34	0,42	0,44	0,39	0,33	0,29	0,33	0,45	0,35	0,12	0,07	0,04	0,07	0,26	0,18	0,04	0,13
LR F5	0,05	0,36	0,26	0,22	0,26	0,32	0,43	0,52	0,45	0,33	0,32	0,38	0,15	0,33	0,53	0,26	0,35	0,35	0,31	0,14	0,09	0,08	0,20	0,13	0,17	0,06	0,18
LR F6	0,08	0,41	0,24	0,17	0,22	0,41	0,49	0,47	0,47	0,30	0,34	0,35	0,58	0,37	0,43	0,25	0,29	0,41	0,34	0,15	0,09	0,05	0,14	0,14	0,11	0,05	0,16

## Fósforo total

### Inverno de 2015

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	0,032	0,033	0,026	0,035	0,043	0,022	0,016	0,015	0,027	0,028	0,026	0,040	0,038	0,037	0,032	0,030	0,015	0,021	0,035	0,041	0,071	0,129	0,131	0,053	0,042	0,053	0,089
LR F2	0,030	0,041	0,025	0,029	0,032	0,027	0,015	0,018	0,028	0,033	0,030	0,055	0,034	0,029	0,029	0,035	0,021	0,040	0,040	0,021	0,031	0,109	0,108	0,044	0,044	0,058	0,030
LR F3	0,022	0,035	0,031	0,072	0,026	0,024	0,015	0,021	0,029	0,030	0,030	0,040	0,038	0,032	0,019	0,029	0,019	0,021	0,038	0,147	0,035	0,111	0,073	0,073	0,033	0,028	0,027
LR F4	0,025	0,028	0,027	0,032	0,047	0,029	0,015	0,015	0,028	0,028	0,035	0,041	0,030	0,104	0,025	0,033	0,015	0,029	0,024	0,030	0,052	0,068	0,134	0,050	0,062	0,029	0,024
LR F5	0,035	0,035	0,050	0,036	0,028	0,029	0,015	0,018	0,038	0,031	0,027	0,025	0,041	0,076	0,032	0,021	0,026	0,024	0,032	0,029	0,037	0,093	0,052	0,069	0,196	0,044	0,024
LR F6	0,034	0,035	0,049	0,035	0,039	0,021	0,015	0,021	0,027	0,031	0,027	0,036	0,032	0,052	0,045	0,031	0,023	0,025	0,024	0,041	0,036	0,084	0,108	0,111	0,038	0,031	0,022

### Primavera de 2015

	23/9/ 15	28/9/ 15	30/9/ 15	05/10/ 15	07/10/ 15	13/10/ 15	15/10/ 15	19/10/ 15	21/10/ 15	26/10/ 15	28/10/ 15	03/11/ 15	05/11/ 15	09/11/ 15	11/11/ 15	16/11/ 15	18/11/ 15	23/11/ 15	25/11/ 15	30/11/ 15	02/12/ 15	07/12/ 15	09/12/ 15	14/12/ 15	16/12/ 15	21/12/ 15
LR F1	0,029	0,034	0,069	0,029	0,048	0,031	0,028	0,024	0,030	0,023	0,031	0,017	0,015	0,052	0,015	0,034	0,023	0,037	0,049	0,044	0,052	0,019	0,034	0,048	0,042	0,048
LR F2	0,030	0,034	0,017	0,039	0,032	0,035	0,025	0,029	0,016	0,023	0,022	0,030	0,015	0,033	0,022	0,015	0,015	0,028	0,066	0,043	0,057	0,027	0,029	0,056	0,049	0,075
LR F3	0,036	0,031	0,027	0,024	0,034	0,023	0,046	0,026	0,016	0,031	0,019	0,019	0,015	0,019	0,022	0,082	0,018	0,025	0,040	0,047	0,064	0,016	0,032	0,035	0,084	0,046
LR F4	0,029	0,030	0,015	0,036	0,034	0,025	0,056	0,030	0,024	0,018	0,024	0,042	0,015	0,019	0,015	0,026	0,018	0,028	0,054	0,044	0,057	0,023	0,035	0,037	0,036	0,032
LR F5	0,027	0,045	0,033	0,030	0,036	0,018	0,022	0,032	0,018	0,019	0,028	0,019	0,015	0,024	0,015	0,026	0,043	0,058	0,040	0,052	0,050	0,028	0,041	0,047	0,137	0,038
LR F6	0,031	0,028	0,018	0,022	0,031	0,023	0,025	0,028	0,018	0,026	0,023	0,023	0,015	0,025	0,016	0,015	0,018	0,034	0,052	0,046	0,047	0,025	0,031	0,032	0,049	0,038



## Verão de 2016

	23/12/ 15	28/12/ 15	30/12/ 15	04/1/ 16	06/1/ 16	11/1/ 16	13/1/ 16	18/1/ 16	21/1/ 16	25/1/ 16	27/1/ 16	01/2/ 16	03/2/ 16	11/2/ 16	15/2/ 16	17/2/ 16	22/2/ 16	24/2/ 16	29/2/ 16	02/3/ 16	07/3/ 16	09/3/ 16	14/3/ 16	16/3/ 16	21/3/ 16
<b>LRF 1</b>	0,032	0,046	0,053	0,036	0,015	0,028	0,034	0,039	0,043	0,032	0,031	0,042	0,065	0,067	0,070	0,049	0,059	0,054	0,026	0,029	0,029	0,022	0,015	0,015	0,022
<b>LRF 2</b>	0,035	0,044	0,063	0,037	0,026	0,030	0,034	0,033	0,043	0,029	0,023	0,036	0,048	0,060	0,033	0,055	0,043	0,056	0,025	0,032	0,039	0,026	0,015	0,015	0,026
<b>LRF 3</b>	0,042	0,044	0,052	0,036	0,027	0,031	0,025	0,052	0,029	0,027	0,021	0,038	0,020	0,070	0,038	0,059	0,051	0,051	0,043	0,031	0,039	0,028	0,015	0,015	0,015
<b>LRF 4</b>	0,049	0,033	0,045	0,035	0,036	0,026	0,031	0,043	0,032	0,021	0,027	0,037	0,020	0,060	0,043	0,026	0,074	0,063	0,043	0,034	0,037	0,028	0,015	0,015	0,027
<b>LRF 5</b>	0,044	0,035	0,040	0,037	0,038	0,028	0,035	0,041	0,053	0,024	0,027	0,047	0,037	0,045	0,066	0,025	0,060	0,047	0,023	0,015	0,029	0,046	0,015	0,015	0,021
<b>LRF 6</b>	0,039	0,048	0,042	0,042	0,036	0,031	0,033	0,048	0,033	0,021	0,026	0,045	0,065	0,065	0,029	0,023	0,064	0,043	0,029	0,038	0,052	0,025	0,015	0,015	0,022

## Outono de 2016

	23/3/ 16	28/3/ 16	30/3/ 16	04/4/ 16	06/4/ 16	11/4/ 16	13/4/ 16	18/4/ 16	20/4/ 16	25/4/ 16	27/4/ 16	02/5/ 16	04/5/ 16	09/5/ 16	11/5/ 16	16/5/ 16	18/5/ 16	23/5/ 16	25/5/ 16	30/5/ 16	01/6/ 16	06/6/ 16	08/6/ 16	13/6/ 16	15/6/ 16	20/6/ 16
<b>LR F1</b>	0,020	0,034	0,034	0,037	0,041	0,044	0,048	0,063	0,059	0,036	0,053	0,055	0,031	0,021	0,084	0,038	0,042	0,051	0,063	0,062	0,042	0,044	0,055	1,660	0,131	0,081
<b>LR F2</b>	0,030	0,039	0,042	0,042	0,035	0,051	0,054	0,059	0,063	0,048	0,053	0,049	0,031	0,015	0,059	0,056	0,031	0,069	0,050	0,073	0,048	0,044	0,147	0,398	0,037	0,095
<b>LR F3</b>	0,029	0,030	0,043	0,041	0,042	0,040	0,029	0,055	0,029	0,030	0,045	0,038	0,028	0,040	0,050	0,084	0,032	0,060	0,048	0,071	0,048	0,116	0,059	0,120	0,057	0,065
<b>LR F4</b>	0,043	0,026	0,036	0,042	0,033	0,041	0,046	0,068	0,045	0,037	0,043	0,045	0,022	0,067	0,033	0,051	0,033	0,162	0,050	0,056	0,055	0,044	0,042	0,127	0,037	0,070
<b>LR F5</b>	0,022	0,028	0,030	0,035	0,042	0,040	0,047	0,055	0,058	0,047	0,057	0,035	0,034	0,073	0,021	0,075	0,022	0,168	0,074	0,055	0,049	0,036	0,091	0,106	0,157	0,058
<b>LR F6</b>	0,041	0,028	0,036	0,053	0,037	0,049	0,047	0,064	0,057	0,030	0,049	0,046	0,026	0,060	0,065	0,049	0,018	0,066	0,072	0,066	0,024	0,079	0,120	0,046	0,076	0,059

## Inverno de 2016

	22/6/16	27/6/16	29/6/16	04/7/16	06/7/16	11/7/16	13/7/16	18/7/16	21/7/16	25/7/16	27/7/16	01/8/16	03/8/16	08/8/16	10/8/16	15/8/16	17/8/16	22/8/16	24/8/16	29/8/16	31/8/16	05/9/16	07/9/16	12/9/16	14/9/16	19/9/16	21/9/16
LR F1	0,095	0,048	0,032	0,033	0,032	0,019	0,022	0,027	0,028	0,022	0,022	0,035	0,039	0,047	0,148	0,043	0,045	0,045	0,035	0,045	0,023	0,086	0,085	0,127	0,116	0,143	0,024
LR F2	0,053	0,036	0,051	0,056	0,031	0,018	0,031	0,032	0,033	0,025	0,018	0,036	0,035	0,053	0,120	0,038	0,037	0,034	0,058	0,015	0,117	0,106	0,177	0,130	0,152	0,147	0,038
LR F3	0,044	0,033	0,047	0,036	0,032	0,030	0,035	0,022	0,034	0,021	0,022	0,053	0,054	0,055	0,127	0,045	0,042	0,043	0,065	0,110	0,042	0,092	0,123	0,108	0,109	0,164	0,047
LR F4	0,055	0,061	0,024	0,046	0,021	0,015	0,029	0,035	0,022	0,020	0,023	0,055	0,049	0,085	0,090	0,087	0,067	0,041	0,076	0,015	0,098	0,120	0,096	0,121	0,085	0,130	0,030
LR F5	0,135	0,053	0,061	0,039	0,019	0,019	0,032	0,021	0,029	0,026	0,029	0,051	0,043	0,107	0,095	0,072	0,070	0,086	0,061	0,135	0,049	0,128	0,076	0,105	0,150	0,147	0,056
LR F6	0,040	0,046	0,079	0,049	0,018	0,045	0,041	0,026	0,034	0,023	0,019	0,045	0,052	0,080	0,158	0,071	0,082	0,042	0,043	0,180	0,063	0,083	0,074	0,128	0,132	0,182	0,050

## Ortofosfato

## Inverno de 2015

	22/6/15	24/6/15	29/6/15	01/7/15	06/7/15	08/7/15	13/7/15	15/7/15	20/7/15	22/7/15	27/7/15	29/7/15	03/8/15	05/8/15	10/8/15	12/8/15	17/8/15	19/8/15	24/8/15	26/8/15	31/8/15	02/9/15	08/9/15	10/9/15	14/9/15	16/9/15	21/9/15
LR F1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,044	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F2	0,023	0,015	0,015	0,015	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,045	0,017	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F3	0,016	0,015	0,015	0,015	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,047	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F4	0,015	0,015	0,015	0,015	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,053	0,022	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F5	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,061	0,027	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F6	0,015	0,015	0,015	0,015	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,059	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015



## Outono de 2016

	23/3/16	28/3/16	30/3/16	04/4/16	06/4/16	11/4/16	13/4/16	18/4/16	20/4/16	25/4/16	27/4/16	02/5/16	04/5/16	09/5/16	11/5/16	16/5/16	18/5/16	23/5/16	25/5/16	30/5/16	01/6/16	06/6/16	08/6/16	13/6/16	15/6/16	20/6/16
LR F1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,035	0,017	0,015	0,039	0,015	0,015	0,015	0,015	0,620	0,060	0,015
LR F2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,028	0,015
LR F3	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,021	0,024	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,037	0,015
LR F4	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,043	0,015	0,015	0,015	0,017	0,015	0,020	0,017
LR F5	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,023	0,051	0,015	0,028	0,015	0,015	0,015	0,041	0,017
LR F6	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,015	0,020	0,015	0,015	0,027	0,050	0,019

## Inverno de 2016

	22/6/16	27/6/16	29/6/16	04/7/16	06/7/16	11/7/16	13/7/16	18/7/16	21/7/16	25/7/16	27/7/16	01/8/16	03/8/16	08/8/16	10/8/16	15/8/16	17/8/16	22/8/16	24/8/16	29/8/16	31/8/16	05/9/16	07/9/16	12/9/16	14/9/16	19/9/16	21/9/16	
LR F1	0,015	0,015	0,015	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,022	0,015	0,045	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F2	0,015	0,015	0,015	0,024	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,015	0,056	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F3	0,015	0,015	0,015	0,020	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,017	0,015	0,068	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F4	0,017	0,015	0,015	0,020	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,019	0,015	0,074	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F5	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,029	0,017	0,017	0,015	0,083	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LR F6	0,021	0,015	0,015	0,022	0,015	0,018	0,026	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,019	0,015	0,065	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,023	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

***Escherichia coli*****Inverno de 2015**

	22/6/ 15	24/6/ 15	29/6/ 15	01/7/ 15	06/7/ 15	08/7/ 15	13/7/ 15	15/7/ 15	20/7/ 15	22/7/ 15	27/7/ 15	29/7/ 15	03/8/ 15	05/8/ 15	10/8/ 15	12/8/ 15	17/8/ 15	19/8/ 15	24/8/ 15	26/8/ 15	31/8/ 15	02/9/ 15	08/9/ 15	10/9/ 15	14/9/ 15	16/9/ 15	21/9/ 15
LR F1	360	1300	41	205	1300	46	510	64	41	180	40	150	18	36	28	350	28	77	20	36	28	390	32	41	1260	730	130
LR F2	330	5400	33	170	790	49	70	130	94	280	31	49	5	130	49	79	49	33	79	49	130	220	45	33	2400	240	170
LR F3	130	79	130	170	330	110	490	940	170	49	350	330	33	33	33	23	11	33	27	79	49	350	310	23	350	350	23
LR F4	310	130	23	350	490	33	79	49	49	140	26	33	8	17	33	33	33	23	23	49	17	33	20	23	350	920	13
LR F5	230	790	22	350	330	3500	1700	49	79	170	220	79	31	49	79	240	79	130	920	240	540	240	790	240	2400	350	23
LR F6	330	490	11	220	490	130	33	79	49	49	23	33	23	23	23	7	23	33	33	79	33	33	130	49	920	920	13

**Primavera de 2015**

	23/9/ 15	28/9/ 15	30/9/ 15	05/10/ 15	07/10/ 15	13/10/ 15	15/10/ 15	19/10/ 15	21/10/ 15	26/10/ 15	28/10/ 15	03/11/ 15	05/11/ 15	09/11/ 15	11/11/ 15	16/11/ 15	18/11/ 15	23/11/ 15	25/11/ 15	30/11/ 15	02/12/ 15	07/12/ 15	09/12/ 15	14/12/ 15	16/12/ 15	21/12/ 15
LR F1	79	510	130	170	90	82	150	515	395	10	445	95	2400	2950	170	415	130	2400	130	2000	330	945	1700	245	170	33
LR F2	79	3500	220	330	26	17	49	230	49	33	49	330	1700	16000	78	170	330	240	540	3500	230	790	330	350	350	14
LR F3	33	700	130	310	79	23	240	130	350	5	350	700	9200	5400	330	110	46	920	540	350	130	490	490	540	79	45
LR F4	33	3500	79	33	140	23	700	2	79	2	79	1700	5400	2400	140	170	350	79	110	540	490	110	790	350	70	45
LR F5	350	5400	33	330	33	170	3500	790	350	13	3500	2400	3500	3500	20	790	240	3500	9200	16000	17000	790	490	350	3500	68
LR F6	79	2400	220	490	49	79	33	490	1700	8	130	2800	2400	1600	170	330	49	2400	1300	1700	1300	2400	330	170	70	20

## Verão de 2016

	23/12/ 15	28/12/ 15	30/12/ 15	04/1/ 16	06/1/ 16	11/1/ 16	13/1/ 16	18/1/ 16	21/1/ 16	25/1/ 16	27/1/ 16	01/2/ 16	03/2/ 16	11/2/ 16	15/2/ 16	17/2/ 16	22/2/ 16	24/2/ 16	29/2/ 16	02/3/ 16	07/3/ 16	09/3/ 16	14/3/ 16	16/3/ 16	21/3/ 16
<b>LRF 1</b>	350	36	70	295	40	41	350	94	105	112	64	41	31	2300	6	710	795	445	100	2400	125	350	1100	64	28
<b>LRF 2</b>	33	49	240	49	33	23	33	230	280	33	33	70	49	79	7	330	331	920	70	5400	110	49	1400	130	13
<b>LRF 3</b>	79	33	33	46	33	33	33	170	350	1600	49	79	23	17000	23	110	2800	350	350	2400	170	540	1300	79	33
<b>LRF 4</b>	23	49	79	14	2	130	70	230	33	240	130	6	49	8	8	46	2800	350	17	790	49	130	790	350	13
<b>LRF 5</b>	79	33	1600	1600	79	540	5400	490	1600	240	79	170	22	49	23	130	9200	2400	920	5400	49	33	790	240	17
<b>LRF 6</b>	46	130	240	6	79	23	170	170	49	350	70	22	17	460	13	220	17000	1600	49	1700	79	49	3500	350	22

## Outono de 2016

	23/3/ 16	28/3/ 16	30/3/ 16	04/4/ 16	06/4/ 16	11/4/ 16	13/4/ 16	18/4/ 16	20/4/ 16	25/4/ 16	27/4/ 16	02/5/ 16	04/5/ 16	09/5/ 16	11/5/ 16	16/5/ 16	18/5/ 16	23/5/ 16	25/5/ 16	30/5/ 16	01/6/ 16	06/6/ 16	08/6/ 16	13/6/ 16	15/6/ 16	20/6/ 16
<b>LR F1</b>	64	15	100	88	79	11	12	12	10	445	295	410	28	15	390	240	795	4200	700	2600	73	2300	6000	350	175	260
<b>LR F2</b>	33	7	540	46	49	8	11	17	7	79	540	490	22	8	70	240	9200	1700	16000	330	49	1700	54000	49	240	540
<b>LR F3</b>	540	33	920	130	14	17	7	8	22	170	350	280	49	2	26	240	1100	3300	790	23	240	790	2400	130	540	130
<b>LR F4</b>	49	22	920	240	70	26	46	11	49	170	330	130	79	46	110	79	1700	490	490	49	79	1100	790	23	220	79
<b>LR F5</b>	79	33	540	540	110	79	3500	920	110	1600	1700	130	70	2	130	130	700	330	3500	79	350	1700	170	170	240	240
<b>LR F6</b>	350	79	350	540	49	23	110	33	79	240	540	490	350	8	130	220	16001	490	460	110	79	1300	2200	5400	1700	130

## Inverno de 2016

	22/6/ 16	27/6/ 16	29/6/ 16	04/7/ 16	06/7/ 16	11/7/ 16	13/7/ 16	18/7/ 16	21/7/ 16	25/7/ 16	27/7/ 16	01/8/ 16	03/8/ 16	08/8/ 16	10/8/ 16	15/8/ 16	17/8/ 16	22/8/ 16	24/8/ 16	29/8/ 16	31/8/ 16	05/9/ 16	07/9/ 16	12/9/ 16	14/9/ 16	19/9/ 16	21/9/ 16
<b>LR F1</b>	635	105	60	64	110	285	240	220	33	36	230	23	17	33	110	11	7	390	110	130	33	7	33	13	240	49	3500
<b>LR F2</b>	240	49	14	130	350	33	49	33	23	79	330	17	8	220	33	8	2	350	540	23	33	4	23	33	130	79	350
<b>LR F3</b>	130	79	130	70	240	49	240	33	33	49	490	13	5	49	11	49	2	1600	79	79	540	8	23	23	79	130	280
<b>LR F4</b>	110	33	23	49	23	79	3500	5	49	33	230	13	11	23	330	17	14	920	49	23	33	17	33	23	79	79	1600
<b>LR F5</b>	130	240	2400	1600	220	49	130	280	33	540	790	130	13	49	11	31	11	350	33	920	350	11	23	23	130	33	350
<b>LR F6</b>	170	790	22	130	23	490	350	230	94	36	49	49	9	220	540	33	8	540	170	350	79	110	33	49	79	49	2400