

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTO AMBIENTAL – DIRAM
COORDENAÇÃO DE MONITORAMENTO DOS RECURSOS AMBIENTAIS E
HIDRÍCOS – COMON

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 014/2021



Lagoa de Pituaçu

QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO DAS LAGOAS URBANAS
DE SALVADOR-BA

Salvador, 2021



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
Rui Costa

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMA
João Carlos Oliveira da Silva

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA
DIRETORIA GERAL (DIREG)
Márcia Cristina Telles de Araújo Guedes

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTO AMBIENTAL – DIRAM
Eduardo Farias Topázio

COORDENAÇÃO DE MONITORAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS E HIDRÍCOS
– COMON
Ailton dos Santos Júnior

EXECUÇÃO DO TRABALHO

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DOS AMBIENTES LÊNTICOS DE
SALVADOR, BAHIA, BRASIL.

Ailton dos Santos Júnior

Coordenador geral

Aiane Catarina Fernandes Faria

Engenheira Ambiental/ Coordenadora

Carlos Miguel de Almeida Neto

Tecnólogo em Gestão Ambiental

Julia Cardoso Sant'anna

Técnica em Meio Ambiente

Jéssica da Cunha Santos

Estagiária de Oceanografia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 OBJETIVO	6
1.1.1 Objetivos específicos.....	6
2. EQUIPE TÉCNICA.....	7
3. ÁREA DE ESTUDO	8
4. METODOLOGIA.....	17
4.1 DESCRITIVO DA COLETA	17
4.2 ANÁLISE LABORATORIAL	17
4.3 ANÁLISE DE DADOS	18
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	19
5.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº357/2005.....	19
5.2 PERFIL VERTICAL DE OD	27
5.3 FITOPLÂNCTON	31
5.4 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES	38
5.4.1 Índice de Qualidade da Água – IQA.....	38
5.4.2 Índice de Estado Trófico – IET	39
6. CONCLUSÃO	43
7. REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desenfreado associado a problemas socioeconômicos geram uma rápida urbanização, originando regiões de precariedade de serviços básicos de saneamento. Nesse contexto, a alteração da paisagem natural, assoreamento dos corpos d'água e consequente alteração do escoamento superficial das águas são consequências esperadas (LIMA *et al.*, 2014; JORDÃO *et al.*, 2002).

Essa problemática corrobora a relevância de planejamento e padronização do uso dos recursos hídricos, de modo que exista uma aplicabilidade assertiva da legislação, estabelecendo a água como um bem público e finito (SANTOS, 2000). Atualmente, no Brasil, utiliza-se a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA para definir o enquadramento dos sistemas aquáticos de acordo com os seus usos preponderantes e assim estabelecer as condições e padrões de qualidade dos corpos hídricos (CUNHA *et al.*, 2003). Para isso, são predeterminados parâmetros que se tornaram referência na comparação dos dados obtidos e os respectivos limites associados ao seu enquadramento.

O monitoramento das condições ambientais da água é importante para o conhecimento da qualidade tanto para o abastecimento público, quanto para a preservação da biodiversidade dos ambientes aquáticos e outros usos como lazer/recreação. Os estudos realizados pelo INEMA explanam a situação atual dos ecossistemas lênticos da capital baiana e podem ser utilizados para subsidiar outros projetos que visem à manutenção da qualidade ambiental desses ecossistemas.

1.1 OBJETIVO

Avaliar a qualidade ambiental da água e o estado trófico das lagoas e represas urbanas do município de Salvador.

1.1.1 Objetivos específicos

- Determinar as condições de qualidade da água das lagoas;
- Classificar as lagoas urbanas da cidade de Salvador através de índices de qualidade.

2. EQUIPE TÉCNICA

- Ailton dos Santos Junior – Biólogo, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- Aiane Catarina Fernandes Faria – Engenheira Ambiental
- Carlos Miguel de Almeida Neto – Tecnólogo em Gestão Ambiental
- Julia Cardoso Sant'anna – Técnica em Meio Ambiente
- Jéssica da Cunha Santos – Estagiária de Oceanografia

3. ÁREA DE ESTUDO

As lagoas urbanas do município de Salvador estão inseridas na Região de Planejamento de Gestão das Águas - RPGA do Recôncavo Norte, na região hidrográfica do Atlântico Leste. O presente estudo foi desenvolvido em três (03) ambientes lênticos localizados no município de Salvador - BA, totalizando oito (08) pontos amostrais, conforme disposto na Tabela 1. Os pontos de coleta foram distribuídos por lagoa, conforme mostram as Figuras 1, 2, 3 e 4; a descrição está disposta na Tabela 2.

Tabela 1: Rede amostral dos ambientes lênticos urbanos de Salvador.

Código dos pontos	Corpo Hídrico	Latitude	Longitude
LGA-PIT1	Lagoa de Pituaçu 1	12°57'57.87" S	38°24'45.75" W
LGA-PIT2	Lagoa de Pituaçu 2	12°57'37.74" S	38°24'47.83" W
LGA-ABT1	Lagoa do Abaeté 1	12°56'39.43" S	38°21'31.45" W
LGA-ABT2	Lagoa do Abaeté 2	12°56'39.62" S	38°21'25.80" W
DIQ-TRR1	Dique do Tororó 1	12°58'54.73" S	38°30'15.38" W
DIQ-TRR2	Dique do Tororó 2	12°59'14.95" S	38°30'29.81" W
DIQ-TRR3	Dique do Tororó 3	12°59'04.07" S	38°30'21.27" W
DIQ-TRR4	Dique do Tororó 4	12°59'09.36" S	38°30'26.78" W

Figura 1: Rede amostral dos ambientes lênticos urbanos de Salvador.



Fonte: Google Earth, 2020.

Figura 2: Localização dos pontos da rede de amostragem – Lagoa de Pituaçu.



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 3: Localização dos pontos da rede de amostragem – Lagoa do Abaeté.



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 4: Localização dos pontos da rede de amostragem – Dique do Tororó.



Fonte: Google Earth, 2021.

Tabela 2: Descritivo dos locais de amostragem na Lagoa de Pituaçu.

Coordenadas	Ambiente lântico	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°57'57.87" S 38°24'45.75" W	Lagoa de Pituaçu 1	Localizada no bairro de Pituaçu, no Parque Metropolitano de Pituaçu. O ponto 1 encontra-se próximo ao píer. O ponto 2 está localizado próximo ao Km 1 da ciclovia.		Coloração da água: marrom clara com presença de vegetação flutuante e fragmentos da vegetação local (mata atlântica).
12°57'37.74" S 38°24'47.83" W	Lagoa de Pituaçu 2			

Tabela 3: Descritivo dos locais de amostragem na Lagoa do Abaeté.

Coordenadas	Ambiente lântico	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'39.43" S 38°21'31.45" W	Lagoa do Abaeté 1	Situada no bairro de Itapuã, encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental - APA Lagoas e Dunas do Abaeté e no Parque Municipal com o mesmo nome. Faz parte da bacia de drenagem natural de Stella Maris.		Coloração da água: marrom escura com vegetação flutuante nas margens. A vegetação local é restinga arbóreo-arbustiva.
12°56'39.62" S 38°21'25.80" W	Lagoa do Abaeté 2			A população local utiliza a lagoa para recreação, pesca lavagem de roupas e banho em animais, ocasionando a presença de resíduos orgânicos e inorgânicos.

Tabela 4: Descritivo dos locais de amostragem do Dique do Tororó nos pontos DIQ-TRR1 e DIQ-TRR2.

Coordenadas	Ambiente lêntico	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°58'54.73" S 38°30'15.38" W	Dique do Tororó 1	O Dique do Tororó faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia. O ponto 1 encontra-se próximo à Arena Fonte Nova e ao restaurante Cheiro de Pizza. O ponto 2 encontra-se próximo ao acesso a Av. Vasco da Gama.		Coloração da água: turva e esverdeada. O entorno do dique se encontra totalmente urbanizado e, ocasionalmente, a população local utiliza a lagoa para pesca.
12°59'14.95" S 38°30'29.81" W	Dique do Tororó 2			Possui conduto de drenagem de água pluvial e sistema de aeração da água. Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos.

Tabela 5: Descritivo dos locais de amostragem do Dique do Tororó nos pontos DIQ-TRR3 e DIQ-TRR4.

Coordenadas	Ambiente lântico	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°59'04.07" S 38°30'21.27" W	Dique do Tororó 3	O ponto 3 encontra-se próximo ao monumento aos orixás e o ponto 4 localiza-se entre os pontos 2 e 3.		Coloração da água: turva e esverdeada. O entorno do dique se encontra totalmente urbanizado e, ocasionalmente, a população local utiliza a lagoa para pesca.
12°59'09.36" S 38°30'26.78" W	Dique do Tororó 4			Possui conduto de drenagem de água pluvial e sistema de aeração da água. Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos.

4. METODOLOGIA

4.1 DESCRITIVO DA COLETA

As coletas foram realizadas nos dias 20 e 21 de agosto de 2020, obedecendo aos procedimentos descritos no “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos”, desenvolvido pela Agência Nacional das Águas - ANA em parceria com a CETESB.

Durante a coleta, foram feitas medições *in situ* dos parâmetros pH, temperatura da água, salinidade, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido (OD) ao longo da coluna d'água, com o auxílio de uma sonda multiparamétrica da marca YSI (modelo EXO1) para as três lagoas. A transparência da água também foi medida localmente, com o uso do disco de Secchi.

Nas lagoas de Pituaçu e Abaeté foram coletadas amostras de água superficial enquanto que, no Dique do Tororó, foram coletadas amostras de água superficial e de fundo. Todas as coletas de amostras da matriz água superficial foram realizadas entre 0 e 30 cm de profundidade do corpo d'água.

A coleta das amostras foi realizada pelos técnicos da Coordenação de Monitoramento dos Recursos Ambientais e Hídricos – COMON do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA, sendo encaminhadas para o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CEPED para posterior análise laboratorial.

4.2 ANÁLISE LABORATORIAL

Em laboratório, foram analisados 11 (onze) parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato, nitrogênio total kjeldahl, fósforo total, ortofosfato solúvel, sólidos totais, clorofila A e coliformes termotolerantes.

Além dos parâmetros citados acima, foi realizada a análise de fitoplâncton em um ponto superficial de cada lagoa.

As análises das amostras foram executadas com base nos métodos analíticos padronizados e apresentados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW).

4.3 ANÁLISE DE DADOS

Após as análises laboratoriais, os resultados obtidos foram utilizados como base para gerar o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Este índice resulta da síntese de valores referentes aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, expressando a qualidade de um sistema hídrico através de um número representativo e facilitando a compreensão da população.

O IQA foi adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB e agrupa nove variáveis hídricas (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, fósforo total, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, nitrogênio total, turbidez e sólidos totais) em apenas um valor representativo. A partir deste dado, classifica-se a água em cinco categorias, com fins de abastecimento humano: ótima, boa, regular, ruim e péssima (CETESB, 2008).

O segundo índice utilizado é o Índice do Estado Trófico (IET), desenvolvido por CARLSON (1977) e modificado por LAMPARELLI (2004), sendo utilizado para determinar o estado trófico dos corpos de águas a partir dos parâmetros fósforo total e clorofila A. De acordo com o IET, o estado trófico dos corpos d'água varia entre ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico (LAMPARELLI, 2004).

As análises estatísticas de fitoplâncton foram realizadas no software R, com o objetivo de se obter valores de comparação entre os corpos d'água analisados.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº357/2005

Os resultados foram interpretados de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece as condições e padrões de qualidade das águas com limites individuais para cada substância em cada classe. As águas dos ambientes lânticos avaliados nesse estudo foram consideradas como águas doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰) - classe 2, de acordo com o artigo 42 da referida resolução.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece um valor padrão para os parâmetros: condutividade, temperatura, sólidos totais, nitrogênio total, nitrogênio total kjedahl, ortofosfato solúvel e coliformes termotolerantes. As tabelas abaixo apresentam os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados em campo e em laboratório para cada corpo hídrico.

Tabela 6: Resultados das amostras coletadas nas lagoas de Salvador.

Parâmetros	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05	Unidade	Lagoas Urbanas de Salvador			
	Águas doces, classe 2		LGA-PIT1 superfície	LGA-PIT2 superfície	LGA-ABT1 superfície	LGA-ABT2 superfície
Ambiente Lêntico						
1.Físico-químicos						
Condutividade	-	µS/cm	337,5	338,9	192,9	193,7
Temperatura	-	°C	26,8	27,2	29,2	28,8
pH	6,0 a 9,0	-	7,73	7,24	6,89	7,01
Turbidez	≤ 100,0	NTU	1,38	1,20	2,29	2,10
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	3,07	3,14	7,76	7,54
DBO	≤ 5,0	mg/L	<3	<3	5	4
Sólidos totais	-	mg/L	178	194	147	133
2.Nutrientes						
Nitrogênio total	-	mg N/L	3,0	3,4	<1,0	<1,0
Nitrogênio amoniacal	≤ 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 ≤ 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	mg N-NH3/L	2,7	2,7	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	2,5	2,9	<1,0	<1,0
Nitrogênio nítrito	≤1,0 mg/L N	mg N-NO2 /L	0,08	0,08	<0,02	<0,02
Nitrogênio nítrato	≤ 10 mg N-NO3/L	mg N-NO3/L	0,44	0,38	<0,02	<0,02
Ortofosfato solúvel	-	mg PO4/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,04	0,04	0,10	0,03
3.Biológicos						
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	490	3500	2200	2400
Clorofila A	≤ 30	µg/L	7,61	8,64	<0,40	23,9

Nota: Os valores em vermelho indicam violação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces - classe 2.

Tabela 7: Resultados das amostras coletadas nas lagoas de Salvador.

Parâmetros	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05	Unidade	Lagoas Urbanas de Salvador							
	Águas doces, classe 2		DIQ-TRR1 superfície	DIQ-TRR1 fundo	DIQ-TRR2 superfície	DIQ-TRR2 fundo	DIQ-TRR3 superfície	DIQ-TRR3 fundo	DIQ-TRR4 superfície	DIQ-TRR4 fundo
Ambiente Lêntico										
1.Físico-químicos										
Condutividade	-	µS/cm	318,4	-	313,1	-	315,9	-	314,0	-
Temperatura	-	°C	27,2	-	27,7	-	27,6	-	27,8	-
pH	6,0 a 9,0	-	8,05	-	8,15	-	7,77	-	7,88	-
Turbidez	≤ 100,0	NTU	6,96	-	6,00	-	5,40	-	5,50	-
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	2,78	-	7,85	-	5,02	-	6,73	-
DBO	≤ 5,0	mg/L	12	-	8	-	9	-	10	-
Sólidos totais	-	mg/L	204	-	192	-	200	-	200	-
2.Nutrientes										
Nitrogênio total	-	mg N/L	3,6	3,0	3,2	2,8	3,7	3,0	3,5	3,4
Nitrogênio amoniacal	≤ 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 ≤ 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	mg N-NH3/L	<0,4	-	<0,4	-	<0,4	-	<0,4	-
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	1,4	<1,0	1,4	<1,0	1,6	1,2	1,6	1,6
Nitrogênio nítrito	≤1,0 mg/L N	mg N-NO2/L	0,86	-	0,49	-	0,83	-	0,58	-
Nitrogênio nítrato	≤ 10 mg N-NO3/L	mg N-NO3/L	1,30	-	1,31	-	1,26	-	1,32	-
Ortofosfato solúvel	-	mg PO4/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,11	0,07	0,07	0,14	0,16	0,20	0,17	0,50
3.Biológicos										
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	>16000	-	3500	-	9200	-	16000	-
Clorofila A	≤ 30	µg/L	105	-	92,6	-	79,7	-	97,1	-

Nota: Os valores em vermelho indicam violação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces - classe 2.

A condutividade trata-se da capacidade da água de conduzir corrente elétrica e pode representar uma medida indireta da concentração de poluentes, apesar de não discriminar os íons que se encontram presentes na água, em forma de uma expressão numérica. Em geral, altos valores de condutividade (níveis maiores que 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou 100 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$) são um indicativo de locais que possivelmente sofreram algum tipo de contaminação ambiental, principalmente devido ao lançamento de efluentes domésticos, industriais, resíduos de mineração, entre outros (CETESB, 2008). A Resolução CONAMA nº 357/2005 não apresenta um valor de referência para este parâmetro, todavia todos os ambientes lênticos avaliados obtiveram valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ou 100 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$).

A temperatura da água é um parâmetro que varia de acordo com o clima da região, apresentando variações sazonais e diárias nos corpos d'água. Esse parâmetro é responsável por reduzir ou intensificar a atividade biológica, onde em baixas temperaturas tem-se uma redução da produção biológica enquanto que temperaturas elevadas favorecem uma intensa produção, consumindo grande parte do oxigênio disponível no ambiente. O resultado direto do aumento da temperatura da água é a redução da solubilidade dos gases como, por exemplo, o oxigênio, além de aumentar a taxa de transferência de gases, o que pode gerar liberação de gases com odores desagradáveis. Os valores de temperatura encontrados não apresentaram grande variabilidade dentro de cada lagoa; sendo assim, de modo geral, observou-se uma oscilação de menor temperatura em LGA-ABT1 com 27,2°C e maior temperatura no DIQ-TRR1 com 29,2°C.

O pH é uma variável que exerce um controle muito importante nos processos físico-químicos, contribuindo tanto para a precipitação quanto para a solubilização de elementos químicos. Todos os pontos analisados apresentaram valores em conformidade com o padrão (entre 6 a 9) estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05.

A turbidez é causada pela dispersão dos raios luminosos devido à presença de partículas em suspensão, tais como silte, partículas coloidais, substâncias

orgânicas finamente divididas, microorganismos, óleo emulsificado, dentre outros, podendo limitar a penetração de raios solares. Isso pode ocasionar uma limitação nas funções fotossintéticas que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio dissolvido para os ecossistemas aquáticos. Todos os pontos amostrados apresentaram valor de turbidez dentro do limite estabelecido pela resolução.

O oxigênio dissolvido (OD) é reconhecido como o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um corpo d'água por ser essencial para a sobrevivência e manutenção da vida aquática. Além disso, é de extrema importância para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Os valores mensurados para este parâmetro mostraram-se fora de conformidade em relação à resolução na Lagoa de Pituaçu, nos pontos LGA-PIT1 e LGA-PIT2, apresentando valores de 3,07 e 3,14 mg/L, respectivamente, e no Dique do Tororó, no ponto DIQ-TRR1, com valor de 2,78 mg/L. A grande quantidade de algas e matéria orgânica podem influenciar no baixo teor de oxigênio devido à alta taxa de consumo do oxigênio para processos fotossintéticos e para decomposição da matéria orgânica após a morte e decantação, através do processo de oxidação.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é utilizada para mensurar a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável em uma determinada amostra. Dessa forma, mede a quantidade de oxigênio consumida na respiração e oxidação da matéria orgânica à temperatura de 20°C em 5 dias. Em termos gerais, o resultado da DBO (5,20) fornece uma indicação do teor de matéria orgânica biodegradável na amostra. Em um corpo d'água, os maiores aumentos deste parâmetro são provocados por despejos predominantemente orgânicos. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir a anoxia total na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

Os resultados de DBO demonstraram que o Dique do Tororó apresentou todos os valores acima do limite estabelecido pela resolução.

O fósforo é um nutriente essencial para os organismos vivos, sendo essencial para o crescimento de algas. Pode estar presente nos corpos hídricos na forma dissolvida e particulada, porém, quando em altas concentrações, favorece o processo de eutrofização. Dentre os pontos avaliados, apenas LGA-ABT2 se encontrou em conformidade com o valor padrão estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. De acordo com o ciclo do fósforo, uma alta concentração desencadeia um rápido crescimento de microalgas e a sua decomposição devolve ao ambiente a fração de fósforo anteriormente assimilada.

Segundo Esteves (1998), toda forma de fósforo presente em águas naturais encontra-se sob a forma de fosfatos. Do ponto de vista limnológico, todas as frações de fosfato são importantes, contudo, o ortofosfato (PO_4^{3-}) solúvel é a fração que possui maior relevância, visto que é a forma de fósforo mais prontamente assimilável por organismos aquáticos e plantas (SAWYER *et al.*, 1994). Por se tratar da forma fosfatada de primordial importância ao metabolismo dos vegetais aquáticos, as concentrações de ortofosfato na água podem ditar a estrutura das comunidades planctônicas. Possivelmente, a dinâmica da temperatura nos corpos d'água avaliados tenha aumentado o metabolismo dos organismos, fazendo com que o ortofosfato fosse assimilado mais rapidamente e incorporado a sua biomassa, levando a concentrações muito baixas desse parâmetro (ESTEVES, 2011). Com isso, em relação ao parâmetro ortofosfato solúvel, todos os pontos apresentaram concentrações relativamente baixas ($<0,02 \text{ mg/L}$).

O nitrogênio pode estar presente na água em diversas formas moleculares inorgânicas como, amoniacal, nitrito, nitrato, e sob a forma orgânica, sendo indispensável para o crescimento de algas. A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de efluente doméstico. Se a poluição for recente, o nitrogênio estará na forma de

nitrogênio orgânico ou amoniacal e, se for antiga, na forma de nitrato e nitrito, esse último em concentrações reduzidas. O nitrogênio total kjeldahl (NTK) é um método que engloba o nitrogênio orgânico e amoniacal, sendo de suma importância para avaliação da qualidade da água, pois o mesmo é a forma predominante do nitrogênio nos efluentes domésticos brutos (SPERLING, 2005).

Entre as amostras analisadas, vale destacar os pontos LGA-PIT1 com nitrogênio total de 3,0 mg N/L, sendo a fração orgânica de 2,5 mg N/L; LGA-PIT2 com 3,4 mg N/L de nitrogênio total, sendo a fração orgânica desse de 2,9 mg N/L. Na Lagoa do Abaeté, os valores desse parâmetro foram menor que 1 mg N/L. No Dique do Tororó, a amostragem foi feita em superfície e fundo. De modo geral, percebe-se que a fração orgânica disponível no sistema foi inferior a metade do valor de nitrogênio total. Nas amostras de fundo, esse valor diminui ainda mais, destacando-se os pontos DIQ-TRR1 e DIQ-TRR2 com valores menores que 1 mg N/L.

Altas concentrações de compostos da série nitrogenada podem ser indicativas de poluição por matéria orgânica. Vale ressaltar que, quando o nitrogênio é descarregado nas águas naturais, juntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos antrópicos, favorecem o enriquecimento de nutrientes no meio e possibilita o crescimento em maior extensão das algas, acelerando, dessa forma, o processo de eutrofização. Este ano, as concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram valores dentro do esperado para todos os pontos amostrais, exceto Pituaçu 1, que encontrou-se fora do limite estabelecido pela resolução.

A clorofila A é um pigmento fotossintético presente em todos os organismos fotossintetizantes como os fitoplânctônicos, algas e cianobactérias; além dele, estão presentes também os carotenóides e ficobilinas. Ela é a forma mais comum das clorofilas, sendo considerada como principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2008). O excesso deste parâmetro pode indicar alterações na qualidade da água como o aumento da matéria orgânica particulada (DI BERNARDO, 1995).

apud OLIVEIRA *et al.*, 2012). Todos os pontos apresentaram valores dentro das conformidades, exceto o Dique do Tororó, que apresentou valores acima de 30 µg/L nos 04 (quatro) pontos de superfície, violando o limite máximo estabelecido na resolução.

Os coliformes termotolerantes representam uma grande variedade de microrganismos que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacteria*, que habitam o intestino dos animais homeotérmicos (cavalo, porco, cachorro, seres humanos, entre outros). São indicadores de uma possível existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como: febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera. Também podem ser encontrados em águas com alta quantidade de matéria orgânica, em solo e material vegetal que está em processo de decomposição, sem necessariamente haver contaminação fecal.

Valores acima de 1.000 NMP/100 mL são considerados elevados, podendo estar associados a lançamentos irregulares de efluentes domésticos. Na lagoa de Pituaçu, o ponto LGA-PIT2 apresentou um valor de 3500 NMP/100mL, podendo ser justificado pela presença de possível descarte irregular no entorno do Parque Metropolitano de Pituaçu. Na lagoa do Abaeté, ambos os pontos amostrais apresentaram valores elevados. No Dique do Tororó, desde 1997 foram eliminados os lançamentos de esgoto doméstico na lagoa. Durante a amostragem, não foi visualizada nenhuma possível fonte, porém os resultados mostram concentrações elevadas, com valores de 3500 NMP/100mL no DIQ-TRR2 e de >16000 NMP/100mL no DIQ-TRR1.

5.2 PERFIL VERTICAL DO OD

Entre os vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade da água de um corpo hídrico, o oxigênio dissolvido (OD) é considerado um dos mais significativos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e o processo de fotossíntese. Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pelo consumo decorrente da decomposição da matéria orgânica (oxidação), por perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos.

A distribuição vertical da concentração de OD das lagoas geralmente não é uniforme em toda a coluna d'água, apresentando declínio de oxigênio ao longo das camadas. Isso ocorre possivelmente devido à oxidação da matéria orgânica e à falta de qualquer mecanismo que possibilite sua reposição com rapidez, já que a difusão atmosférica, possível forma de reposição de O_2 , é um processo lento. Essa situação deixa de existir, contudo, quando se apresentam condições que propiciam mistura de água (TOLEDO JR & KAWAI, 1967).

Medições de oxigênio dissolvido foram realizadas na coluna d'água para estabelecer o perfil vertical deste parâmetro no momento da amostragem em todas as lagoas. Nas Figuras 05 a 12, estão dispostos os gráficos demonstrativos de cada ponto.

Na lagoa de Pituaçu (Figuras 5 e 6), a superfície apresentou uma baixa concentração de oxigênio, com o fundo tendendo a anoxia, onde foram observadas concentrações de OD de 0,11 e 0,20 mg/L. Isso pode ser justificado pela alta decomposição da matéria orgânica.

Figura 5: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Pituaçu 1.

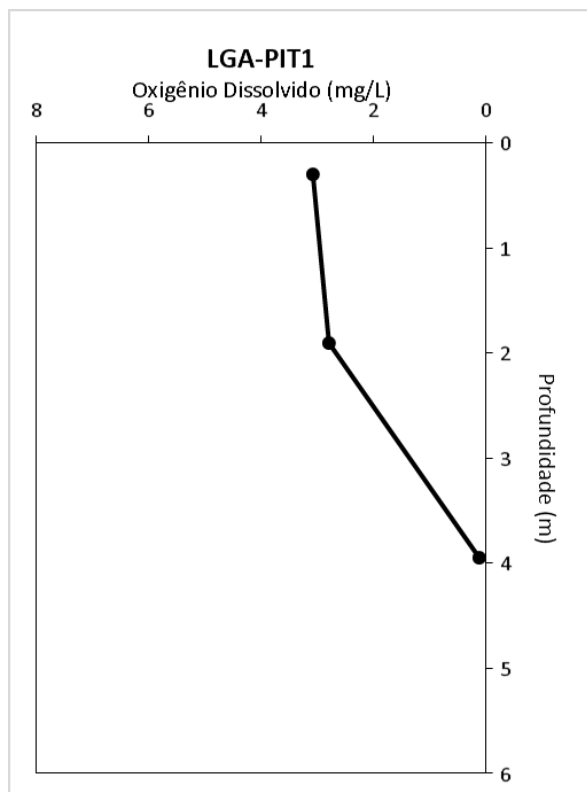
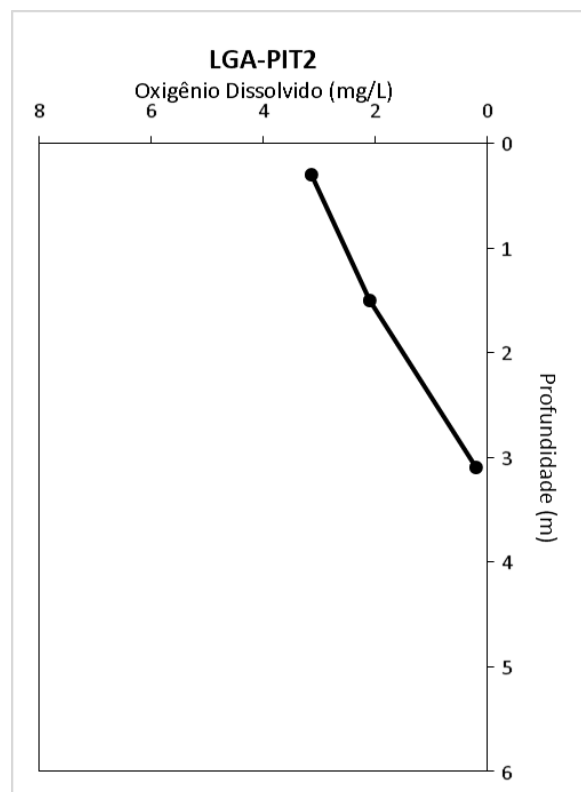


Figura 6: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Pituaçu 2.



Na lagoa do Abaeté, a profundidade máxima observada foi de 4,10m no ponto LGA-ABT1 e 5,10m no ponto LGA-ABT2. Para o primeiro ponto (Figura 7), observa-se um perfil regular de oxigênio, em que a concentração de oxigênio reduz drasticamente com a profundidade, devido ao seu alto consumo quase total nos primeiros metros de água. Porém, ao se observar o ponto LGA-ABT2 (Figura 8), ocorre uma anomalia ao fundo, apresentando uma condição onde a concentração de OD volta a aumentar em cerca de 2,5m de profundidade, o que pode estar relacionado a uma mistura nas camadas de água.

Figura 7: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Abaete 1.

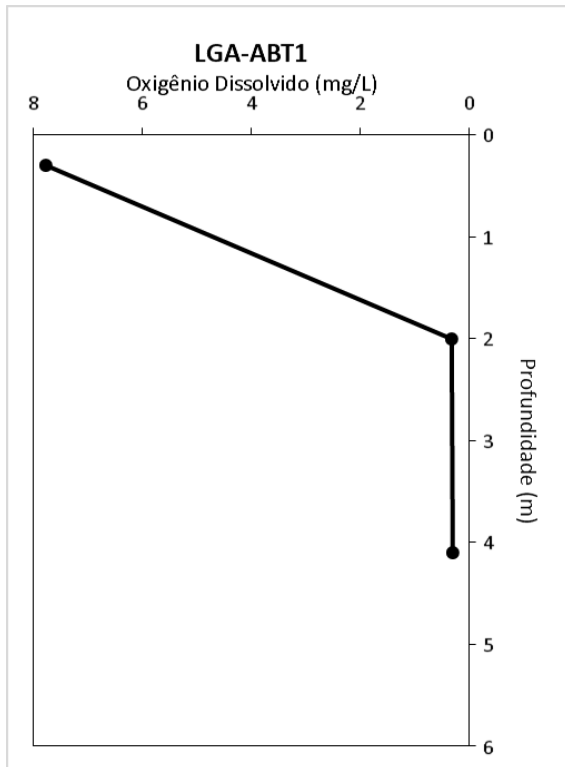
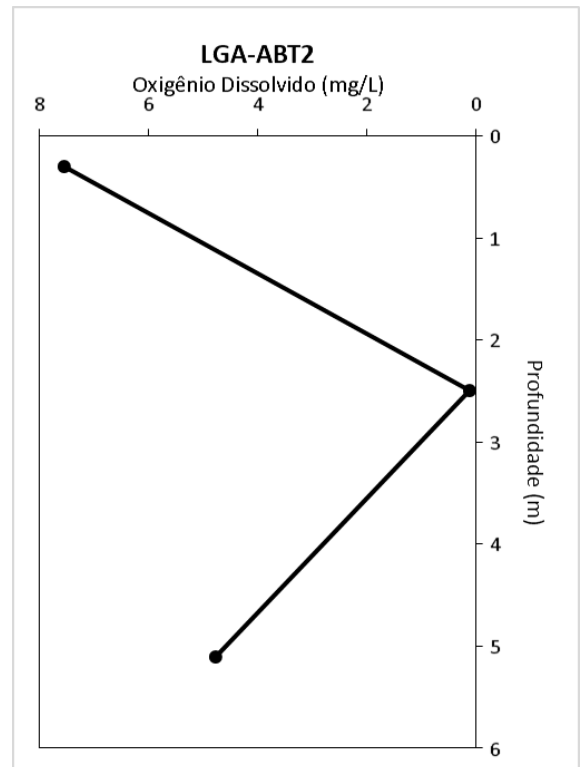


Figura 8: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Abaete 2.



No Dique do Tororó, todos os pontos apresentam conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05 para esse parâmetro, exceto o ponto DIQ-TRR1 que apresentou concentração superficial de 2,78 mg/L. Em relação ao ponto DIQ-TRR2, foi observado um valor relativamente alto de OD no fundo, o que pode ser explicado pela baixa profundidade deste ponto. O ponto DIQ-TRR4 apresentou uma queda brusca de OD da camada média (2,5m) para o fundo (2,9m), indo de 2,44 mg/L para 0,17 mg/L; essa diferença brusca em uma condição de pouca profundidade pode ser justificada pela intensa atividade bacteriana no fundo atuando na decomposição de matéria orgânica.

No hipolímnio, os processos metabólicos produzem grande quantidade de compostos redutores que, para sua oxidação, consomem grandes quantidades de oxigênio, causando uma tendência a anoxia nas camadas inferiores da coluna d'água.

Figura 9: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Tororó 1.

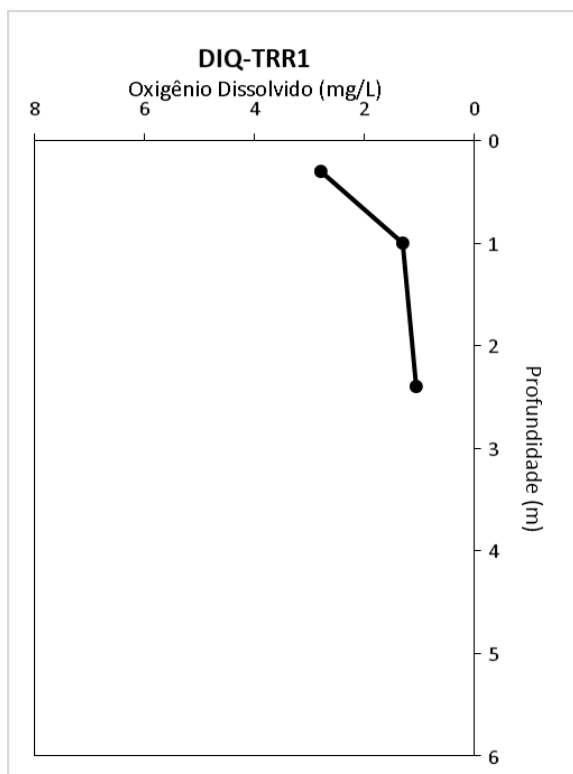


Figura 10: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Tororó 2.

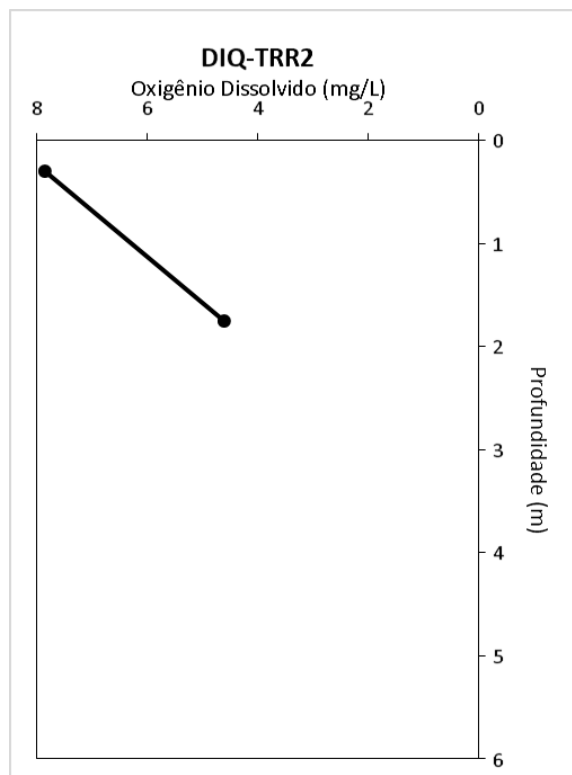


Figura 11: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Tororó 3.

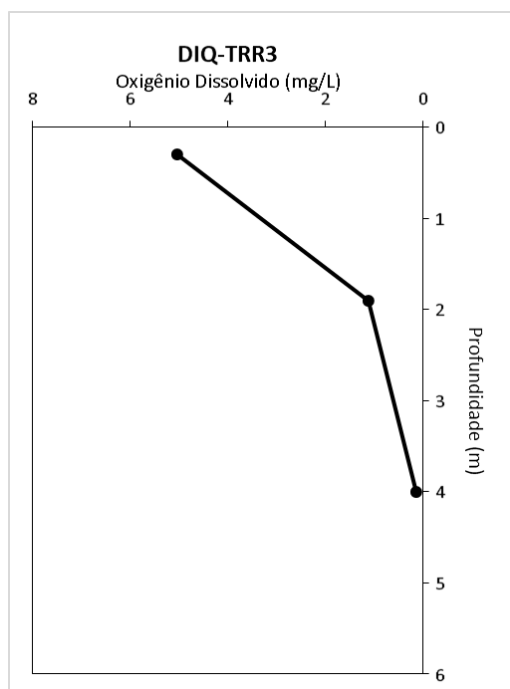
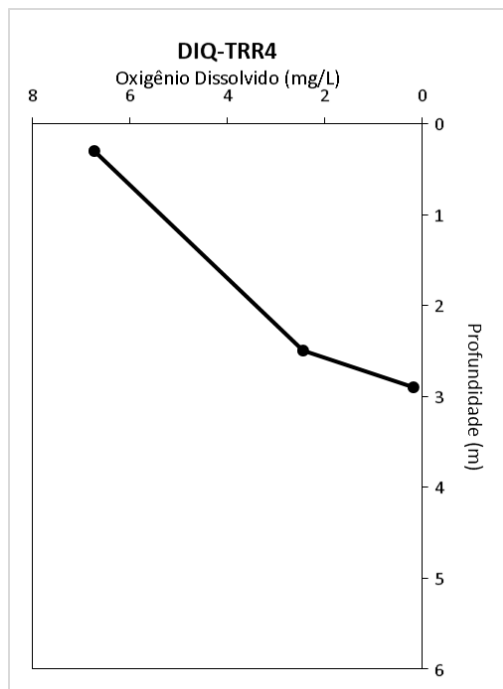


Figura 12: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Tororó 4.



5.3 FITOPLÂNCTON

Fitoplâncton é o conjunto de organismos microscópicos fotossintetizantes (que inclui as algas e cianobactérias) adaptados a passar parte ou todo o tempo da sua vida em suspensão na coluna d'água. É um dos principais produtores primários dos ecossistemas aquáticos e são de suma importância para compreensão de quaisquer alterações que possam ocorrer na base da cadeia alimentar, pois estas repercutem nos demais níveis tróficos.

O fitoplâncton apresenta ciclos de vida curtos (4/5 dias) e obtêm os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento na coluna d'água, sendo considerado indicador biológico por apresentar elevada sensibilidade a alterações nas condições ambientais e de pressões associadas ao processo de eutrofização no corpo hídrico, registrando bem as variações da qualidade da água (HUTCHINSON, 1967; REYNOLDS, 2006).

O fitoplâncton é constituído por diversos grupos de microalgas, podendo-se distinguir nas divisões: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta e Chrysophyta. A divisão Cyanophyta assume grande importância sanitária e de saúde pública.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 define as cianobactérias como:

“[...] micro-organismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde.”

Embora as cianobactérias possuam uma série de características que lhes permitem dominar os ambientes lênticos, eutróficos em condições naturais, as mesmas podem conviver de forma equilibrada com os demais organismos presentes nesses ambientes, sendo pouco comum a dominância de uma espécie sobre as demais. Porém, um possível aumento na carga de nutrientes no corpo d'água pode favorecer a dominância de cianobactérias (DEBREDT, 2002).

No presente estudo, a comunidade fitoplânctonica foi avaliada nas três lagoas. Os resultados quali-quantitativos estão expostos na Tabela 8. A partir dos dados obtidos, calculou-se no software R os seguintes parâmetros descritos abaixo e com resultados dispostos na Tabela 9:

1. A riqueza corresponde a soma do número total de espécies da unidade amostral.
2. O índice de dominância de Simpson reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. Variando de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, menor a probabilidade dessa amostra possuir uma espécie com dominância em relação as demais. A dominância de Simpson é estimada por meio da equação:

$$\lambda = 1 - \sum p_i^2$$

Onde: p_i = proporção de cada espécie, para i variando de 1 a S (número de espécies).

3. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') reflete o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra. A vantagem deste índice é que ele leva em consideração o número das espécies e as espécies dominantes. É representado pela equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde: S corresponde ao número de espécies e p_i corresponde abundância relativa de cada espécie.

4. O índice de equitabilidade de Pielou (J') demonstra a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, de maneira mais semelhante ou divergente. O índice de Pielou é obtido pela equação:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde: H' representa o índice de diversidade de Shannon-Wiener e S corresponde ao número total de espécies.

Tabela 8: Resultado quali-quantitativo da análise de fitoplâncton.

Fitoplâncton	Lagoa do Abaeté		Lagoa de Pituaçu		Dique do Tororó	
	n° de organismos/mL	Abundância %	n° de organismos/mL	Abundância %	n° de organismos/mL	Abundância %
Cyanophyta						
<i>Aphanocapsa</i> sp.	340	1,22	3	1,20	4672	4,72
<i>Aphanocapsa</i> sp.1	-	-	-	-	3398	3,43
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	2124	2,15
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	-	-	-	-	1274	1,29
<i>Limnothrix</i> sp.	374	1,34	57	22,89	1699	1,72
<i>Epigloeasphaeras</i> sp	-	-	-	-	425	0,43
<i>Merismopedia</i> sp.	-	-	-	-	2973	3,00
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	8	3,21	425	0,43
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	849	0,86
<i>Sphaerocavum</i> sp.	-	-	-	-	2548	2,57
Chlorophyta						
<i>Cloroficea</i> não identificada	2888	10,35	8	3,21	-	-
<i>Coelastrum</i> sp.	-	-	-	-	15291	15,45
<i>Closterium</i> sp.	951	3,41	-	-	1699	1,72
<i>Crucigenia</i> sp.	2039	7,31	-	-	1699	1,72
<i>Desmodesmus</i> sp.	1903	6,82	-	-	10194	10,30
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	7204	25,82	-	-	-	-
<i>Didymocystis</i> sp.	2888	10,35	-	-	5946	6,01
<i>Micractinium</i> sp.	-	-	-	-	1699	1,72
<i>Monoraphidium</i> sp.	3228	11,57	135	54,22	3398	3,43
<i>Nephrocytium</i> sp.	2379	8,53	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i> sp.	-	-	-	-	1274	1,29
<i>Scenedesmus</i> sp.1	-	-	-	-	3398	3,43
<i>Tetraedron</i> sp.	272	0,98	-	-	1699	1,72

Bacillariophyta						
<i>Cyclotella</i> sp.	883	3,17	3	1,20	1274	1,29
<i>Cocconeis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp.	34	0,12	-	-	849	0,86
<i>Navicula</i> sp.	204	0,73	-	-	1274	1,29
Cryptophyta						
<i>Cryptomonas</i> sp.	1359	4,87	25	10,04	19113	19,31
<i>Rhodomonas</i> sp.	951	3,41	10	4,02	5097	5,15
Dinophyta						
<i>Durinskia</i> sp.	-	-	-	-	2973	3,00
<i>Peridium</i> sp.	-	-	-	-	1699	1,72
TOTAL	27897	100	249	100	98963	100
Nº de cianobactérias (cel/mL)	160.451		3.697		149.425	

Tabela 9: Riqueza, Dominância, Diversidade e Equitabilidade.

Índices	Lagoa do Abaeté	Lagoa de Pituaçu	Dique do Tororó
Riqueza	16	8	27
Dominância de Simpson	0,87	0,64	0,91
Diversidade de Shannon (H')	2,34	1,35	2,81
Equitabilidade (J')	0,84	0,65	0,85

Analizando a Tabela 8, podemos destacar a abundância de algumas espécies dentro de cada lagoa, onde atingem destaque e dominam sobre outras. Na lagoa do Abaeté, a divisão Chlorophyta foi a mais abundante, com 3 espécies em destaque e um grupo não identificado: *Dictyosphaerium* sp. (25,82%), *Monoraphidium* sp. (11,57%), *Didymocystis* sp. (10,35%) e *Cloroficea não identificada* (10,35%). Na Lagoa de Pituaçu, a divisão Chlorophyta também obteve a maior abundância e a maior dominância entre as espécies, representada por *Monoraphidium* sp. com 54,22%; seguida da divisão Cyanophyta, em que se destaca a espécie *Limnothrix* sp. com 22,89%. O Dique do Tororó apresentou a divisão Cryptophyta com maior abundância, representada pela espécie *Cryptomonas* sp. com 19,31%; seguida pela divisão Chlorophyta com a espécie *Coelastrum* sp. com 15,45% de abundância relativa.

O art. 15, inciso VIII, da Resolução do CONAMA nº 357/2005, prevê que “a densidade de cianobactérias não deve exceder 50.000 cels/mL ou 5 mm³/L”. Sendo assim, apenas a lagoa de Pituaçu se encontra dentro do padrão legal exigido, com 3.697 cel/mL. Enquanto que a Lagoa do Abaeté e Dique do Tororó ultrapassam essa densidade, apresentando respectivamente 160.451 e 149.425 cel/mL.

Com base no resultado das amostras, é possível analisar então os parâmetros estatísticos Riqueza, Dominância, Diversidade e Equitabilidade (Tabela 9). Esses resultados permitem fazer uma análise comparativa entre as lagoas e traz em destaque o Dique do Tororó, onde todos os índices observados são superiores aos das outras lagoas, demonstrando assim maior riqueza, maior diversidade e menor dominância entre as espécies. A Lagoa de Pituaçu apresentou maior dominância.

O índice de Equabilidade de Pielou (J) é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes; o resultado representa uma variação de 0 a 1, onde 0 representa uniformidade mínima na amostra e 1 uniformidade máxima. O Dique do Tororó e a Lagoa do Abaeté apresentam

uma tendência à uniformidade do sistema, com resultados de 0,85 e 0,84 respectivamente. A Lagoa de Pituaçu apresenta um resultado de 0,65, estando em um estado mediano de uniformidade do sistema.

No que se refere à diversidade nas lagoas, destaca-se a Lagoa de Pituaçu representando a menor diversidade de espécies. Essa lagoa tem menor riqueza e maior dominância, ou seja, poucas espécies competem e dominam o ambiente.

Observou-se a ocorrência de pelo menos duas espécies incluídas na lista de cianobactérias potencialmente tóxicas (SANT'ANNA *et al.*, 2008): *Microcystis* sp., encontrada em Pituaçu e Dique do Tororó, e *Limnothrix* sp., observada em todas as lagoas, sendo que ambas as espécies se mostraram com densidades inferiores a 50.000 cel/mL. A espécie *Microcystis* sp. apresentou valor de densidade igual a 8 cel/mL (3,21%) em Pituaçu e 425 cel/mL (0,43%) no Dique do Tororó. Já a *Limnothrix* sp. apresentou 374 cel/mL na Lagoa do Abaeté, correspondendo a 1,34% da abundância da amostra, 57 cel/mL na Lagoa de Pituaçu, representando 22,89%, e 1.699 cel/mL no Dique do Tororó, com 1,72%.

Vale ressaltar ainda que, segundo TSUKAMOTO & TAKAHASHI (2007), a produção de toxina em cada espécie varia em função da interação de diversos fatores, como a genética, o estado fisiológico do organismo e condições ambientais. Assim, uma mesma espécie pode produzir toxinas em determinadas condições e em outras não. Nesse quesito, vale destacar uma maior atenção ao Dique do Tororó, onde a espécie *Limnothrix* sp. apresentou uma elevada abundância dentro do sistema, podendo então, caso as condições ambientais favoreçam, ter um potencial toxicológico.

5.4 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES

5.4.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA

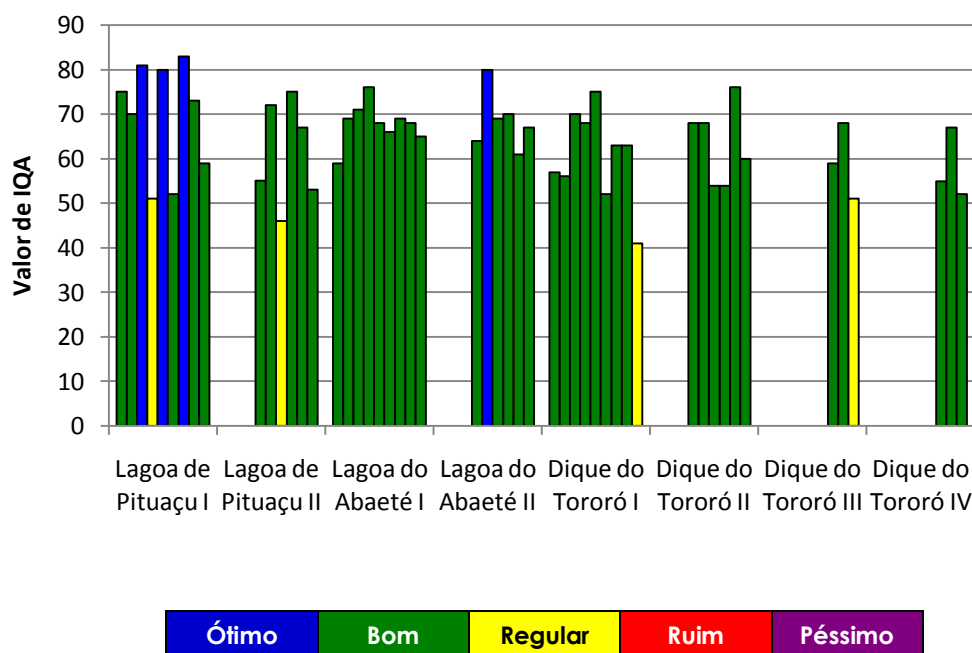
Para a avaliação da qualidade dos corpos d'água, foi utilizado o Índice de Qualidade das Águas – IQA (CETESB, 2007). As categorias de qualidade da água em função dos valores do IQA estão classificadas, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Categorias e valores do IQA.

Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
$79 < \text{IQA} \leq 100$	$51 < \text{IQA} \leq 79$	$36 < \text{IQA} \leq 51$	$19 < \text{IQA} \leq 36$	$\text{IQA} \leq 19$

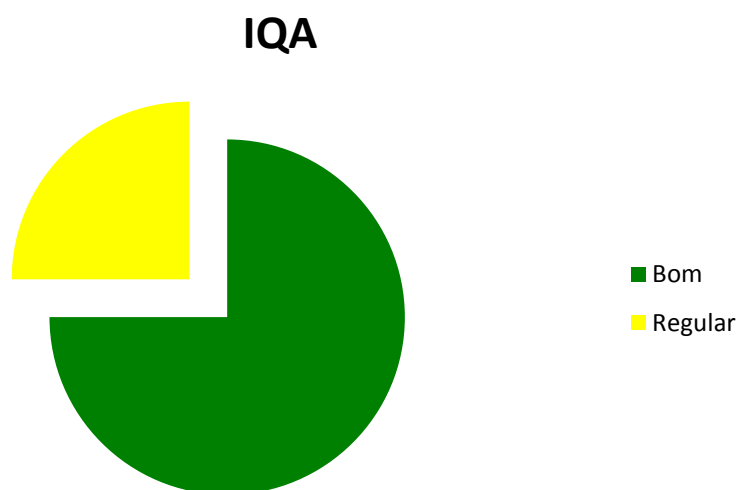
A Figura 13 apresenta a série temporal da variação dos resultados do IQA nas lagoas de Salvador no período de 2013.1 a 2020. O monitoramento desses corpos hídricos ao longo do tempo mostra que não há uma tendência à piora na qualidade dessas águas com base nesse índice.

Figura 13: Variação do IQA (2013.1 - 2020).



No ano de 2020, os resultados de IQA demonstraram que as três lagoas avaliadas foram classificadas como “BOM”, exceto nos pontos DIQ-TRR1 e DIQ-TRR3 que apresentam um índice “REGULAR”. A figura 14 apresenta o percentual de IQA referente ao ano de 2020.

Figura 14: Percentual de IQA no ano de 2020.



5.4.2 Índice de Estado Trófico – IET

Os níveis de estado de trofia em função dos valores do IET adaptado por Lamparelli (2004) estão classificados, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Níveis de estado de trofia e os respectivos valores.

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
$IET \leq 47$	$47 < IET \leq 52$	$52 < IET \leq 59$	$59 < IET \leq 63$	$63 < IET \leq 67$	$IET > 67$

O Quadro 3 apresenta as classes de estado trófico e suas características principais de acordo com LAMPARELLI (2004).

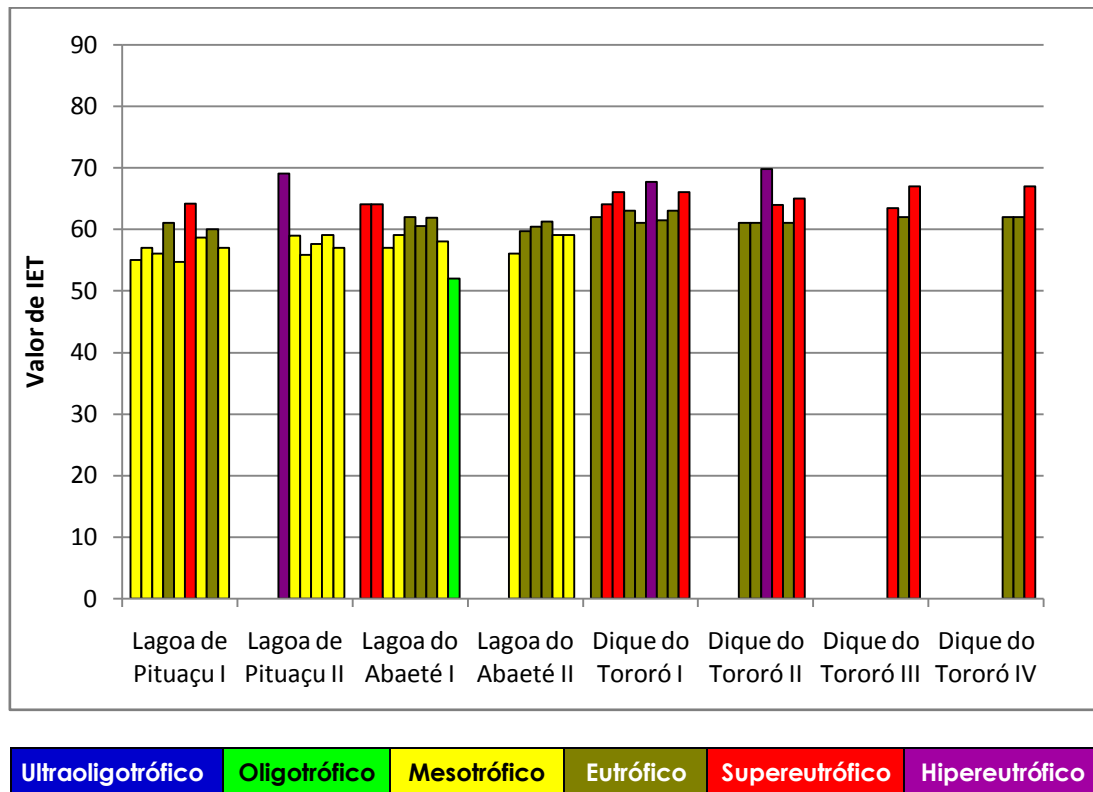
Quadro 3: Características das classes de estado trófico.

Características	
Classes de estado Trófico	Ultraoligotrófico Corpos d'água limpos, produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água
	Oligotrófico Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorre interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
	Mesotrófico Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
	Eutrófico Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
	Supereutrófico Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, com a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
	Hipereutrófico Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associados a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

O processo de eutrofização de um ambiente aquático é caracterizado através da classificação em graus de trofia, ou seja, em níveis de estado trófico. Essa abordagem de classificação tipológica consiste em, de acordo com as suas características químicas e biológicas (como concentrações de nutrientes e produtividade primária), conferir a um corpo d'água uma categoria de estado trófico, variando de estágios mais amenos de eutrofização, como o oligotrófico, para mais avançados, como o eutrófico. Naumann (1919, 1929 apud Lamparelli, 2004) define o estado trófico como “a resposta biológica de lagos à introdução de nutrientes”.

A Figura 15 apresenta a série temporal da variação dos resultados de IET nas lagoas de Salvador no período de 2013.1 a 2020.

Figura 15: Variação do IET (2013.1 - 2020).



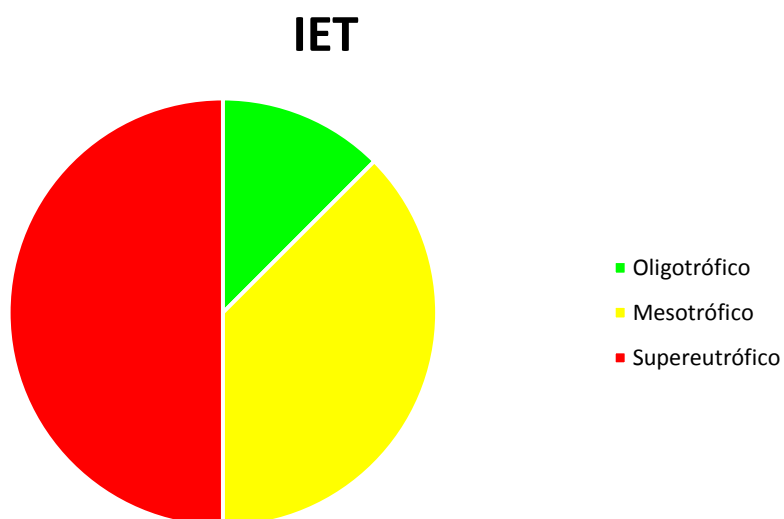
Os resultados de IET para Lagoa de Pituaçu mostram uma condição mesotrófica em 2020, com algumas oscilações nos anos anteriores, em que foram observados estados eutrófico e supereutrófico. Contudo, mesmo assim, não indicam tendência a uma possível piora.

Na Lagoa de Abaeté, o ponto LGA-ABT1 apresentou uma condição oligotrófica, sendo a primeira vez a apresentar esse resultado. A partir do histórico do ponto, observa-se que esse ponto tende a apresentar uma condição de maior trofia. No ponto LGA-ABT2, a condição mesotrófica se manteve.

No Dique do Tororó, todos os pontos foram classificados como supereutrófico em 2020. Quando se observa os resultados desse índice nos anos anteriores, é possível perceber uma tendência para uma condição de constante supereutrofização do corpo hídrico.

Observando a Figura 16, percebe-se a grande influência dos resultados do Dique do Tororó e como ele se apresenta em uma condição que exige mais atenção e monitoramento mais frequente.

Figura 16: Percentual de IET no ano de 2020.



6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, para o presente estudo, a maioria dos parâmetros analisados tiveram seus valores dentro dos limites dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005; os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), DBO, nitrogênio amoniacal, fósforo total e clorofila A apresentaram violações dos limites máximos ou mínimos estabelecidos pela resolução.

Vale salientar que, nas lagoas do Abaeté e Dique do Tororó, a densidade de cianobactérias detectada foi de 160.451 cels/mL e 149.425 cels/mL, respectivamente, violando assim o padrão estabelecido pelo CONAMA. Também houve a ocorrência de duas espécies consideradas tóxicas (*Microcystis sp.* e *Limnothrix sp.*), porém com baixas densidades na lagoa do Abaeté.

A análise do IQA demonstrou bons resultados para a maioria das lagoas. Em relação aos resultados obtidos no cálculo do IET, pode-se constatar que as lagoas de Abaeté e Pituaçu apresentaram nível de trofia intermediário, enquanto que o Dique do Tororó piorou a sua condição para supereutrófica.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

CETESB (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Série relatórios. Apêndice A. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 540 p., 2008.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS. Área de Proteção Ambiental Joanes Ipitanga. Salvador, 2002a.

DEBREDT, G. L. B. *Estudo de cianobactérias em reservatório com elevado grau de trofia* (Reservatório de Salto Grande - Americana - SP). 2002. 207p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2002.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2ª Edição. São Carlos: Rima, 2005.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

HUTCHINSON, G. E. (1967). A treatise on Limnology. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1115 pp.

LAMPARELLI, M. C. Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento, 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – São Paulo.

MACHADO, C. J. S (Org.). Gestão de Águas Doces. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

REYNOLDS, C. (2006). Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. Cambridge.

SANTOS, E. et al. O caminho das águas em salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador: ciags/ufba, 2010.

SAWYER, C.N., MCCARTY, P.L., PARKIN, G.F. Chemistry for environmental engineering. 4th edition. McGraw-Hill. 1994.

SOFFIATI, N.A.A. Aspectos históricos das Lagoas do Norte do Estado do Rio de Janeiro. In: ESTEVES, F.A. (ed.), Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

SPELLMAN, F.R. Handbook of water and wastewater treatment plant operations. Lewis Publishers, 2003.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.. Limnologia. São Paulo: Oficina de textos, 2008, 631p.

URAMOTO, K.; WALDER J.M.M.; ZUCCHI R.A.. Quantitative Analysis and Distribution of the Population of Species in the Genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) on Luiz de Queiroz Campus, Piracicaba, SP, Brazil, 2005.