

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 035/18

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



Dique do Tororó

**DIRETORIA DE FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO– DIFIM
COORDENAÇÃO DE MONITORAMENTO DOS RECURSOS AMBIENTAIS E
HIDRÍCOS – COMON**

Salvador
2018



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
Rui Costa

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMA
José Geraldo Reis

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

DIRETORIA DE FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL
Lúcia de Fátima Carvalho Gonçalves

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

EQUIPE TÉCNICA

Ailton dos Santos Junior
Coordenador geral

Aiane Catarina Fernandes Faria
Engenheira Ambiental/ Coordenadora

Mariana Humia Fontoura
Oceanógrafa/Colaboradora

Márcio Augusto Silva Gonçalves
Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Carlos Miguel de Almeida Neto
Tecnólogo em Gestão Ambiental

Nathália Rayra Tavares Dias Vasconcelos
Estagiária de Oceanografia

Railisa Sotero de Almeida
Estagiária de Biologia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 OBJETIVO	6
1.1.1 Objetivos específicos.....	6
2. EQUIPE TÉCNICA	6
3. ÁREA DE ESTUDO	7
4. METODOLOGIA.....	11
4.1 DESCRITIVO DA COLETA	11
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	12
5.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.....	12
5.2 PERFIL VERTICAL DO OD	19
5.3 FITOPLÂNCTON	21
5.4 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES	25
5.4.1 Índice de Qualidade da Água – IQA	25
5.4.2 Índice de Estado Trófico – IET	27
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A rápida urbanização é responsável por concentrar populações em periferias, carentes de serviços básicos de saneamento, contribuindo com a alteração da paisagem natural e assoreamento dos corpos d'água e consequente alteração do escoamento superficial das águas (LIMA *et al.*, 2014). Além disso, o aumento da industrialização no entorno de rios e lagoas pode gerar poluição através das descargas de resíduos domésticos, industriais e exploração excessiva dos recursos ambientais (JORDÃO *et al.*, 2002).

O consequente aumento desses tipos de problemáticas corrobora a relevância de regulação e planejamento do uso dos recursos hídricos, de modo que exista uma legislação que estabeleça a água como um bem público e finito (SANTOS, 2000). Atualmente, no Brasil, utiliza-se a Resolução nº 357 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 de qualidade dos corpos hídricos (CUNHA *et al.* 2003). Para isso, são utilizados limites máximos e mínimos de parâmetros que se tornaram referência na comparação dos dados obtidos *in situ* e os respectivos limites associados ao seu enquadramento.

Além da classificação, há outros métodos para se estimar a qualidade dos corpos d'água, como o índice de qualidade da água (IQA), utilizado no diagnóstico e monitoramento desses ecossistemas. Este índice resulta da síntese de valores referentes aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos (SANTOS, 2000), expressando a qualidade de um sistema hídrico através de um número representativo, 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 fecais, 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 de estado trófico (IET) desenvolvido por Carlson (1977) e modificado por Lamparelli (2004), 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).

O monitoramento e avaliação das condições ambientais da água são importantes 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

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

1.1.1 Objetivos específicos

- Determinação da condição de qualidade das águas das lagoas, tendo como referência a Resolução CONAMA 357/05
- Determinação do Índice de Qualidade da Água – IQA
- Determinação do Índice de Estado Trófico – IET

2. EQUIPE TÉCNICA

- Ailton dos Santos Junior – Biólogo, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- Aiane Catarina Fernandes Faria – Engenheira Ambiental
- Mariana Humia Fontoura – Oceanógrafa
- Márcio Augusto Silva Gonçalves – Biólogo, Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- Carlos Miguel de Almeida Neto – Tecnólogo de Gestão Ambiental
- Nathália Rayra Tavares Dias Vasconcelos – Estagiária de Oceanografia
- Railisa Sotero de Almeida – Estagiária de Biologia

3. ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em 3 (três) ambientes lênticos, totalizando 8 (oito) pontos amostrais, conforme Tabela 1. As lagoas urbanas se encontram localizadas no município de Salvador – BA que, por sua vez, está inserida na Região de Planejamento de Gestão das Águas - RPGA Recôncavo Norte, na região hidrográfica do Atlântico Leste. Os pontos de coleta foram distribuídos conforme mostram as Figuras 1, 2 e 3.

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

Códigos dos pontos	Mananciais	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: Localização dos pontos da rede de amostragem – Lagoa de Pituaçu.



Fonte: Google Earth, 2018.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Avenida Luís Viana Filho, 6ª Avenida, nº 600 - CAB - CEP 41.746-900 | CAB – Salvador
Bahia - Brasil (71) 3118-4267 www.inema.ba.gov.br

Figura 2: Localização dos pontos da rede de amostragem - Lagoa do Abaeté.



Fonte: Google Earth, 2018.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA – INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Avenida Luís Viana Filho, 6ª Avenida, nº 600 - CAB - CEP 41.746-900 | CAB – Salvador
Bahia - Brasil (71) 3118-4267 www.inema.ba.gov.br

Figura 3: Localização dos pontos da rede de amostragem – Dique do Tororó.



Fonte: Google Earth, 2018.

Tabela 2: Descritivo dos locais de amostragem.

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. Ponto localizado próximo ao píer.		Empreendimentos imobiliários no entorno Coloração da água: marrom clara
12°57'37.74" S 38°24'47.83" W	Lagoa de Pituaçu 2	Localizada no bairro de Pituaçu, no Parque Metropolitano de Pituaçu. Ponto localizado próximo ao Km 2.		Vegetação flutuante Fragmentos de mata atlântica

Tabela 3: Descritivo dos locais de amostragem.

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 das lagoas e Dunas do Abaeté e no Parque Municipal com o mesmo nome. Faz parte da Bacia de Drenagem Natural de Stella Maris.		População local utilizando a lagoa para recreação, pesca e lavagem de animais e roupas Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos
12°56'39.62" S 38°21'25.80" W	Lagoa do Abaeté 2			Coloração da água: marrom escura Vegetação flutuante nas margens Restinga arbóreo-arbustiva

Tabela 4: Descritivo dos locais de amostragem.

Coordenadas	Ambiente lântico	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	Situado na Av. Vasco da Gama, o Dique do Tororó faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia.. O ponto 1 encontra-se próximo ao estádio Fonte Nova e do restaurante Cheiro de Pizza. O ponto 2 encontra-se próximo ao acesso da centenário para a Vasco da Gama.		<u>Entorno urbanizado</u> População local utilizando a lagoa para pesca Coloração da água: esverdeada, turva
12°59'14.95" S 38°30'29.81" W	Dique do Tororó 2			Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos Presença de conduto de drenagem de água pluvial Sistema de aeração da água

Tabela 5: Descritivo dos locais de amostragem.

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	Situado na Av. Vasco da Gama, o Dique do Tororó faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia.. O ponto 3 encontra-se próximo ao monumento dos orixás.		<u>Entorno urbanizado</u> População utilizando a lagoa para pesca Coloração da água: esverdeada
12°59'09.36" S 38°30'26.78" W	Dique do Tororó 4			Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos Sistema de aeração da água

4. METODOLOGIA

4.1 DESCRITIVO DA COLETA

As coletas foram realizadas no período de 26 e 27 de setembro de 2018, 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, salinidade, condutividade, turbidez e oxigênio dissolvido (OD) na superfície, para as lagoas de Pituaçu e Abaeté, e superfície e fundo, para o Dique do Tororó, com o auxílio de uma sonda multiparamétrica da marca Hydrolab, modelo MS5. 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.

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).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

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 lênticos avaliados nesse estudo foram classificadas como águas doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰), classe 2.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece um valor limite para os parâmetros: condutividade, temperatura, sólidos totais, nitrogênio total, nitrogênio total kjedahl, ortofosfato solúvel e coliformes termotolerantes (em função do uso). As tabelas abaixo apresentam os resultados dos valores para parâmetros físico-químicos e biológicos analisados em cada corpo d'água.

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		Lagoa de Pituaçu 1	Lagoa de Pituaçu 2	Lagoa do Abaeté 1	Lagoa do Abaeté 2
Ambiente Lêntico						
1.Físico-químicos						
Condutividade		µS/cm	341,1	342,5	323,2	323,3
Salinidade	<0,5	‰	0,17	0,17	0,16	0,16
Temperatura		°C	29,6	29,7	29,7	30,0
pH	6,0 a 9,0	-	7,25	6,96	7,91	8,04
Turbidez	≤ 100,0	NTU	6,0	2,2	4,3	3,6
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg OD/L	7,36	5,02	8,56	9,3
DBO	≤ 5,0	mg/L	3	2	8	5
Sólidos totais		mg/L	218	256	228	216
2.Nutrientes						
Nitrogênio total		mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	1,1
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-NH ₃ /L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl		mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	1,1
Nitrogênio nitrito	≤1,0 mg/L N	mg N-NO ₂ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio nitrato	≤ 10 mg N-NO ₃ /L	mg N-NO ₃ /L	<0,02	<0,02	<0,02	0,03
Ortofosfato solúvel		mg PO ₄ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,04	0,04	0,08	0,06
3.Biológicos						
Coliformes termotolerantes		NMP/100mL	<1,8x10	<1,8x10	1,3x10 ³	3,3x10 ²
Clorofila a	≤ 30	µg/L	16,4	10,9	25,6	29,2

Nota: Os valores em vermelho indicam violação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 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		Dique do Tororó 1 superfície	Dique do Tororó 1 fundo	Dique do Tororó 2 superfície	Dique do Tororó 2 fundo	Dique do Tororó 3 superfície	Dique do Tororó 3 fundo	Dique do Tororó 4 superfície	Dique do Tororó 4 fundo
Ambiente Lêntico										
1.Físico-químicos										
Condutividade		µS/cm	340,0	346,4	328,0	401,3	334,1	405,5	329,6	390,2
Salinidade	<0,5	‰	0,17	0,17	0,16	0,20	0,16	0,20	0,16	0,19
Temperatura		°C	29,7	27,5	31,5	26,7	29,5	26,6	31,1	26,8
pH	6,0 a 9,0	-	8,75	7,83	9,20	7,42	8,98	7,25	9,10	7,42
Turbidez	≤ 100,0	NTU	9,9	14,3	12,4	16,6	10,2	14,8	11,9	18,7
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg OD/L	11,21	4,54	13,81	<0,10	12,56	<0,10	13,46	<0,10
DBO	≤ 5,0	mg/L	4	-	5	-	3	-	4	-
Sólidos totais		mg/L	224	-	200	-	214	-	240	-
2.Nutrientes										
Nitrogênio total		mg N/L	1,2	1,5	1,2	1,4	2,3	1,9	1,0	<1
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-NH ₃ /L	<0,4	-	<0,4	-	<0,4	-	<0,4	-
Nitrogênio total kjeldahl		mg N/L	1,1	1,3	1,1	1,4	2,2	1,8	<1,0	<1
Nitrogênio nitrito	≤1,0 mg/L N	mg N-NO ₂ /L	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
Nitrogênio nitrato	≤ 10 mg N-NO ₃ /L	mg N-NO ₃ /L	0,14	-	0,07	-	0,09	-	0,07	-
Ortofosfato solúvel		mg PO ₄ /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	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,12	0,04	0,05
3.Biológicos										
Coliformes termotolerantes		NMP/100mL	2,2x10 ²	-	1,3x10 ³	-	4,9x10 ²	-	1,3x10 ³	-
Clorofila a	≤ 30	µg/L	74,4	-	85,9	-	87,0	-	64,9	-

Nota: Os valores em vermelho indicam violação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces, classe 2.

A condutividade é a expressão numérica 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 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 possíveis impactos ambientais (CETESB, 2008) que, por ventura, possam ocorrer devido ao lançamento de efluentes domésticos, industriais, resíduos de mineração, entre outros. A Resolução CONAMA nº 357/05 não apresenta um valor de referência para este parâmetro, porém todas as lagoas avaliadas obtiveram valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ou 100 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$). Isso não significa necessariamente que todos os ambientes lênticos avaliados estejam significativamente poluídos.

A temperatura da água é um parâmetro que varia de acordo com o clima da região, apresentando variações diárias nos corpos d'água. Esse parâmetro é responsável pelo retardamento (em baixa temperatura) ou aceleração (em alta temperatura) da atividade biológica, pela absorção de oxigênio e precipitação de compostos. Quando se encontra ligeiramente elevada, causa 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 variaram de 26,6° C, no Dique do Tororó 3 fundo, a 31,5° C, no Dique do Tororó 2 superfície.

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. O pH teve seu valor padrão da Resolução CONAMA 357/05 em não conformidade no Dique do Tororó 2 superfície e no Dique do Tororó 4 superfície. Valores de pH fora da faixa padrão na superfície podem ter sido apresentados por conta do horário da coleta. O campo foi realizado no meio do dia, horário onde há alta incidência de luz, favorecendo o aumento da atividade fotossintética e retirada do CO_2 da água, trazendo um pH mais alcalino. Historicamente, o Dique do Tororó apresenta valores de pH mais altos que outras lagoas, apresentando índices em torno de 9, assim como no ano de 2018.

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. Tal fato ocasiona 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 CONAMA nº 357/05.

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 da vida aquática. Também é de extrema importância para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Os valores mensurados para este parâmetro nos 4 pontos do Dique do Tororó foram elevados na superfície. Isso pode ser atribuído a grande atividade fotossintética produzida pelas algas em subsuperfície, como pode ser observado pelos altos valores de clorofila A medidos nos 4 pontos de superfície do Dique do Tororó. Durante o período diurno, um corpo d'água com crescimento excessivo de algas, provocado por ambientes eutrofizados, por exemplo, pode apresentar concentrações muito elevadas de oxigênio, caracterizando assim uma situação de supersaturação (CETESB, 2008). Por outro lado, foram observados valores abaixo do valor de referência da Resolução CONAMA 357/05 nos 4 pontos do Dique do Tororó no fundo. A grande quantidade de algas presentes no corpo d'água influencia no baixo teor de oxigênio no fundo devido a alta taxa de decomposição da matéria orgânica (oxidação) após a morte e decantação dessas algas, processo que consome oxigênio.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é utilizada para mensurar a quantidade de oxigênio necessária para oxidar 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. Os maiores aumentos em

termos deste parâmetro, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. 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 a Lagoa do Abaeté 1 obteve valores acima do limite estabelecido pela CONAMA nº 357/05. Esses valores altos podem indicar a presença de poluição proveniente de fontes pontuais ou difusas de origem doméstica.

O fósforo é um nutriente essencial para os organismos vivos, podendo estar presente nos corpos hídricos na forma dissolvida e particulada. É essencial para o crescimento de algas, porém, quando em altas concentrações, favorece o processo de eutrofização. Este parâmetro apresentou-se acima do limite estabelecido pela CONAMA nº 357/05 em todas as lagoas observadas (Pituaçu nos dois pontos, Abaeté nos dois pontos e dique do Tororó nos quatro pontos, superfície e fundo). Este alto índice em todas as lagoas pode ser causado pela ciclagem da matéria orgânica, onde organismos decompositores degradam a matéria orgânica oriunda da morte de plantas (SPELLMAN, 2003). De acordo com o ciclo do fósforo, seus altos índices desencadeiam um bloom 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 as condições de 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,

todos os pontos amostrados apresentaram valor estável em relação ao parâmetro ortofosfato solúvel.

O nitrogênio pode estar presente na água em diversas formas moleculares inorgânicas como, amoniacal, nitrito, nitrato e sob a forma orgânica, sendo indispensável para crescimento de algas. A presença desse parâmetro é mais significativa em ambientes lênticos ou em ambientes lóticos que alimentam lênticos. Além disso, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de efluentes domésticos. 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 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). Altas concentrações de compostos da série do nitrogênio 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 dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, acelerando, dessa forma, o processo de eutrofização. Foram detectadas concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal nas lagoas de Pituaçu e Abaeté, já no Dique do Tororó os valores apresentados ficaram dentro o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05. O Dique do Tororó 3 superfície apresentou valores altos de nitrogênio total e NTK, o que pode ocorrer pelo fato do Dique do Tororó ser um ambiente fechado e eutrofizado, onde a matéria orgânica fica retida e está em constante ciclagem.

A clorofila A é um pigmento fotossintético, além dos carotenóides e ficobilinas, presente em todos os organismos fitoplanctônicos, algas e cianobactérias. Ela é a forma mais comum das clorofilas e é 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). O Dique do Tororó nos 4 pontos de superfície apresentou valores acima de 30µg/L para este parâmetro, violando o limite padrão da Resolução do CONAMA 357/05.

Os coliformes termotolerantes 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. Representam uma grande variedade de microrganismos que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobacteria*, que habitam o intestino dos animais de sangue quente (cavalo, porco, cachorro, seres humanos, entre outros). 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. Considerando que não foram verificados lançamentos pontuais de esgoto nos locais de amostragem, possivelmente valores mais elevados podem estar associados a presença de fezes de animais de sangue quente que frequentam os arredores das lagoas.

5.2 PERFIL VERTICAL DO OD

Foram realizadas medições de oxigênio dissolvido na coluna d'água para estabelecer o perfil vertical deste parâmetro no momento da amostragem no Dique do Tororó.

Figura 4: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 1.

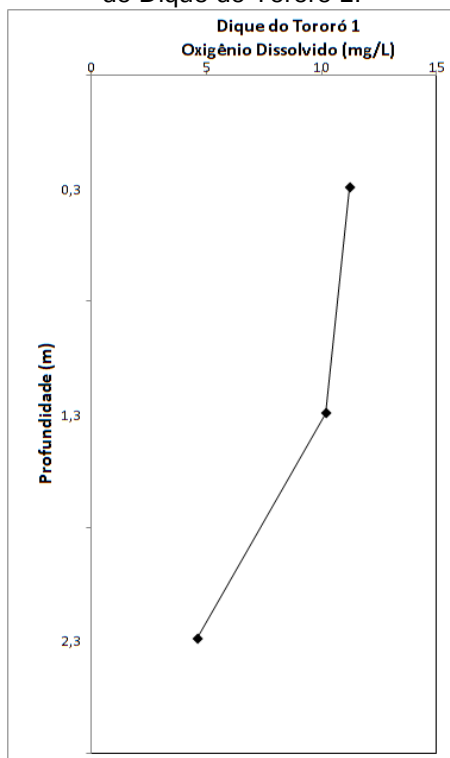


Figura 5: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 2.

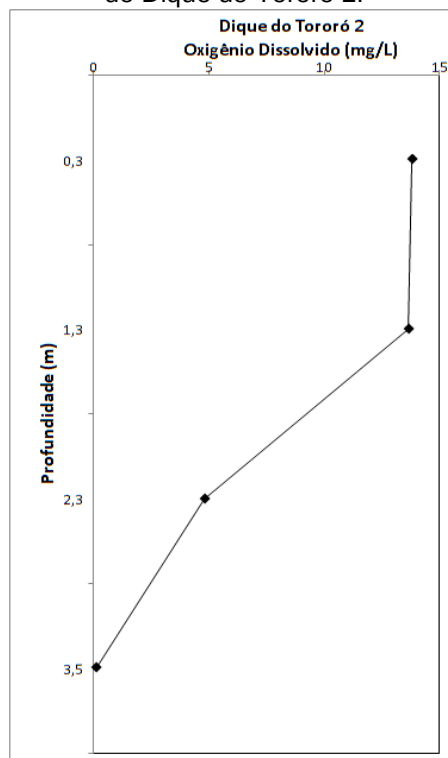


Figura 6: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 3.

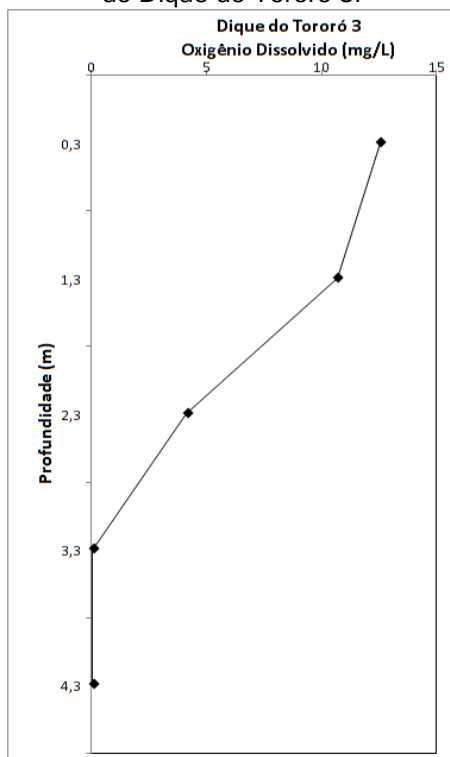
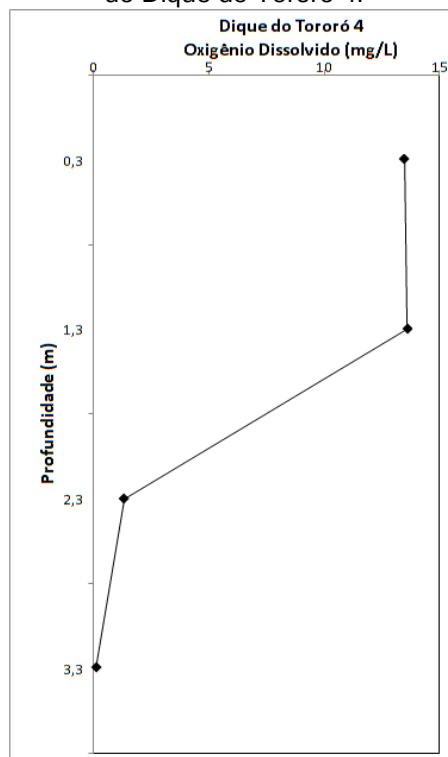


Figura 7: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 4.



Entre os vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade da água de um manancial hídrico, o oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros 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 não é uniforme em toda a coluna d'água. Geralmente, apresenta fortes déficits de oxigênio ao longo das camadas, especialmente na sua camada inferior, 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 O₂, é um processo lento. Essa situação deixa de existir, contudo, quando se apresentam condições que propiciam mistura da massa líquida (TOLEDO JR & KAWAI, 1967).

Em todos os pontos amostrados no Dique do Tororó, foi possível verificar uma variação negativa da concentração de OD ao longo da coluna d'água, com valores elevados na camada superficial e baixos valores de OD na camada inferior. Observou-se, nos pontos DIQ-TRR2, DIQ-TRR3 e DIQ-TRR4, uma condição quase anóxica na camada mais inferior de água, com valores próximos a zero. Este resultado possivelmente demonstra a alta atividade fotossintética na superfície e uma alta atividade bacteriana na camada inferior, onde os processos biológicos nessa camada passam a ser mais importantes, produzindo grande quantidade de compostos redutores que, para sua oxidação, consomem grandes quantidades de oxigênio, causando anoxia nas camadas inferiores da coluna d'água.

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 em águas oceânicas ou continentais. 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 melhor as variações da qualidade da água (HUTCHINSON, 1967; REYNOLDS, 2006).

O fitoplâncton é constituído por diversos grupos de microalgas, podendo-se distinguir em grupos: Bacillariophyta, Cholorophyta, Cyanophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta e Chrysophyta. O grupo Cyanophyta assume grande importância sanitária e de saúde pública.

A Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) 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: Lagoa de Abaeté, Lagoa de Pituaçu e Dique do Tororó. Os resultados qualitativos estão expostos na Tabela 8. A partir dos dados obtidos, calculou-se: (i) a riqueza, que corresponde ao número total de espécies da unidade amostral; (ii) o índice de dominância, que expressa o quanto o número de

indivíduos de uma determinada espécie é maior em relação ao número de indivíduos de todas as espécies; (iii) o índice de equitabilidade de Pielou (J'), que demonstra a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, de maneira mais semelhante ou divergente; e (iv) o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), que incorpora a riqueza e a equitabilidade em um índice. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

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

Fitoplâncton	Lagoa do Abaeté		Lagoa de Pituáçu		Dique do Tororó	
	n° de células/mL	Abundância %	n° de células/mL	Abundância %	n° de células/mL	Abundância %
Chlorophyta	18.750	72,42	17.250	69,0	28.000	44,98
<i>Actinastrum sp</i>	3.250	8,97	-	-	-	-
Clorofícea não identificada	-	-	375	1,50		
<i>Closteriopsis sp</i>	1.000	2,76				
<i>Closterium sp</i>	125	0,34	-	-	250	0,40
<i>Coelastrum sp</i>			5.000	20,0		
<i>Crucigenia sp</i>	-	-	2.000	8,00	-	-
<i>Desmodesmus sp</i>	-	-	-	-	8.000	12,85
<i>Didymocystis sp</i>	1750	4,83	500	2,00	-	-
<i>Dictyosphaerium sp</i>	7.375	20,34	7.875	31,50	-	-
<i>Golenkinia sp</i>	500	1,38	-	-	-	-
<i>Kirchneriella sp</i>	-	-	-	-	5.000	8,03
<i>Micractinium sp</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Monoraphidium sp</i>	7.000	19,31	1.500	6,00	2.500	4,02
<i>Nephrocytium sp</i>	3.250	8,97	-	-	-	-
<i>Scenedesmus acuminaus</i>	-	-	-	-	5.000	8,03
<i>Scenedesmus sp</i>	-	-	-	-	6.000	9,64
<i>Pediastrum sp</i>	2.000	5,52				
<i>Tettraedron sp</i>	-	-	-	-	1.250	2,01
Cyanophyta	5.625	15,52	5.250	21	24.250	38,96
<i>Aphanocapsa sp</i>	-	-	4.875	19,50	-	-
<i>Aphanocapsa sp1</i>	5.125	14,14			11.250	18,07
<i>Aphanocapsa sp2</i>	500	1,38	-	-	1.250	2,01
<i>Epigloeasphaera sp</i>	-	-	-	-	750	1,20
<i>Merismopedia sp1</i>	-	-	-	-	2.750	4,42
<i>Merismopedia sp2</i>	-	-	-	-	1.250	2,01
<i>Microcystis sp</i>	-	-	375	1,50	1.500	2,41
<i>Planktothrix sp</i>	-	-	-	-	2.500	4,02
<i>Limnothrix sp</i>	-	-	-	-	500	0,80
<i>Sphaerocavum sp</i>	-	-	-	-	2.500	4,02
Bacillariophyceae	625	1,72	1.625	6,5	21.525	34,13
<i>Amphora sp</i>	250	0,69	-	-	-	-
<i>Closterium sp</i>	-	-	250	1,00	-	-
<i>Cyclotella sp</i>	250	0,69	875	3,50	5.525	8,43
<i>Fragilaria sp</i>	-	-	250	1,00	-	-

<i>Navicula sp</i>	125	0,34	250	1,00	-	-
<i>Navicula sp1</i>	-	-	-	-	12.250	19,68
<i>Navicula sp2</i>	-	-	-	-	3.750	6,02
Euglenophyceae	0	0	0	0	500	0,80
<i>Euglena sp</i>	-	-	-	-	500	0,80
Cryptophyceae	4.196	11,82	875	3,50	9.500	15,26
<i>Chilomonas sp</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptomonas sp</i>	3.750	10,34	875	3,50	-	-
<i>Cryptomonas sp1</i>	-	-	-	-	3.250	5,22
<i>Cryptomonas sp2</i>	-	-	-	-	6.250	10,04
Total	36.250		25.000		83.775	

Tabela 9: Riqueza, Dominância, Diversidade e Equitabilidade.

Índices	Lagoa do Abaeté	Lagoa de Pituaçu	Dique do Tororó
Riqueza	15	13	22
Dominância	0,13	1,19	0,08
Shannon (H')	2,22	1,95	2,75
Equitabilidade (J')	0,80	0,71	1

Verificou-se que, no Dique do Tororó, a comunidade fitoplanctônica foi predominantemente composta por espécies pertencentes à classe Chlorophyta, correspondendo a uma abundância relativa de 44,98%. Entre as espécies mais comuns, é possível citar a *Desmodesmus sp.* e a *Scenedesmus sp.* com abundâncias relativas de 12,85% e 9,64%, respectivamente. O Dique do Tororó também apresentou menor dominância e maior diversidade (H') e equitabilidade (J') em relação às lagoas avaliadas.

O art. 15, inciso VIII, da Resolução do CONAMA 357/05, prevê que “a densidade de cianobactérias não deve exceder 50.000 cels/mL ou 5 mm³ /L”. No Dique do Tororó, a densidade de cianobactérias detectada foi de 3.338.250 cels/ml, violando o padrão estabelecido na legislação. Vale salientar que, apesar do dique do Tororó possuir um quantitativo de cels/mL de cianobactérias maior que as lagoas de Pituaçu e Abaeté, o mesmo não apresentou maior dominância de uma única espécie, com isso manteve-se com uma maior diversidade e maior equitabilidade.

Na Lagoa do Abaeté, a classe Chlorophyta foi a mais representativa, com 72,42% da abundância relativa. A espécie *Dictyosphaerium sp.* e a *Monoraphidium sp.* foram as mais dominantes, compondo 20,34% e 19,31% da

abundância relativa da amostra, respectivamente. A densidade de cianobactérias detectada foi de 938.125 cels/mL, estando também em desconformidade com o padrão estabelecido na legislação.

Em Pituaçu, a classe Chlorophyta também foi a mais representativa compondo 57,5% da amostra, razão pela qual esta lagoa apresentou maior dominância e menor diversidade (H') e equitabilidade (J') em relação às outras lagoas. As espécies *Coelastrum* sp. e *Dictyosphaerium* sp. corresponderam a 20,0% cada da abundância relativa da amostra, sendo as mais representativas. Em relação à densidade de cianobactérias, o número estimado foi de 695.750 cels/mL, ultrapassando também o valor estabelecido pelo CONAMA, que não deve exceder 50.000 cels/mL ou 5 mm³/L.

Observou-se a ocorrência de pelo menos duas espécies incluídas na lista de cianobactérias potencialmente tóxicas (SANT'ANNA et al., 2008): *Microcystis* sp., observada nas lagoas de Pituaçu e no dique do Tororó, e *Limnothrix* sp., observada apenas no Dique do Tororó, sendo que ambas as espécies se mostraram com densidades inferiores a 50.000 cels/mL. A espécie *Microcystis* sp. apresentou valor de densidade igual a 1.500 cels/mL no Dique do Tororó e 375 cels/mL em Pituaçu. Já a *Limnothrix* sp. apresentou 500 cels/mL no Dique do Tororó.

Conforme ressaltam TSUKAMOTO & TAKAHASHI (2007), a produção de toxina em cada espécie de cianobactéria varia em função da interação de diversos fatores, como a genética, o estado fisiológico do organismo e os parâmetros ambientais. Assim, uma mesma espécie pode produzir toxinas em um ambiente e não produzi-las em outro.

5.4 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES

5.4.1 Índice de Qualidade da Água – IQA

Para a avaliação da qualidade dos corpos d'água, foi utilizado o índice de qualidade da água – IQA (CETESB, 2007) e o índice de estado trófico- IET (LAMPARELLI, 2004).

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
$79 < \text{IQA} \leq 100$	$51 < \text{IQA} \leq 79$	$36 < \text{IQA} \leq 51$	$19 < \text{IQA} \leq 36$	$\text{IQA} \leq 19$

O Gráfico 1 apresenta a variação dos resultados do IQA das avaliações feitas nessas lagoas de Salvador no período de 2013 a 2018 realizadas pelo INEMA.

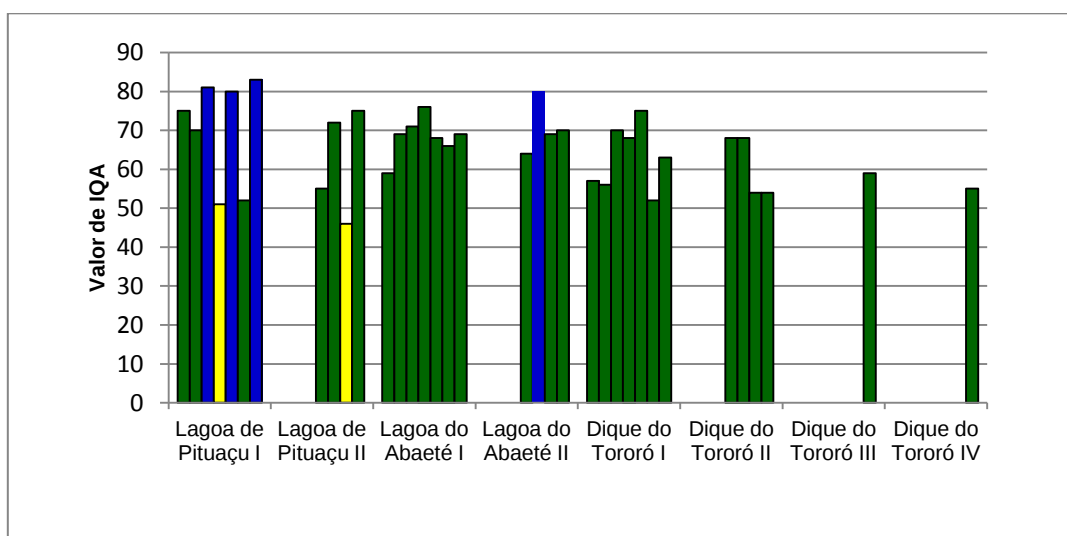


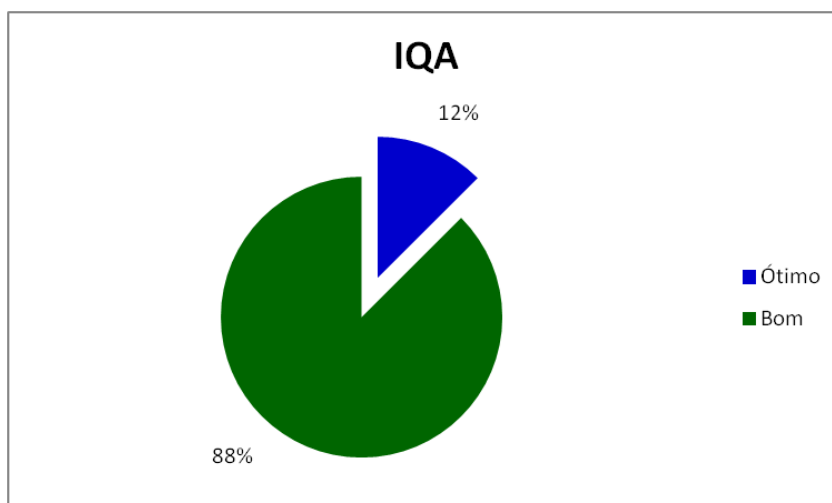
Gráfico 1: Variação do IQA (2013.1-2018).

Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
-------	-----	---------	------	---------

Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

No período de 2018, os resultados de IQA demonstraram que somente a lagoa de Pituaçu no ponto 1 foi classificada como “ÓTIMA”. As demais lagoas avaliadas apresentaram qualidade da água classificada como “BOM”. A Figura 12 mostra o gráfico da porcentagem referente ao IQA das lagoas urbanas avaliadas em 2018.

Figura 8: Gráfico da porcentagem do IQA nas lagoas de Salvador em 2018.



Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

Das lagoas avaliadas, 88% foram classificadas como “BOM” e 12% classificadas como “ÓTIMO”. Os estudos ao longo do tempo mostram que a maioria das lagoas de Salvador demonstrou uma melhora no IQA.

5.4.2 Índice de Estado Trófico – IET

Os níveis de estado de trofia em função dos valores do IET adaptado por Lamparelli em 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≤47	47 <IET≤52	52<IET≤59	59<IET≤63	63<IET≤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	
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 Gráfico 2 apresenta a variação dos resultados do IET das avaliações feitas no período de 2013 a 2018 realizadas pelo INEMA.

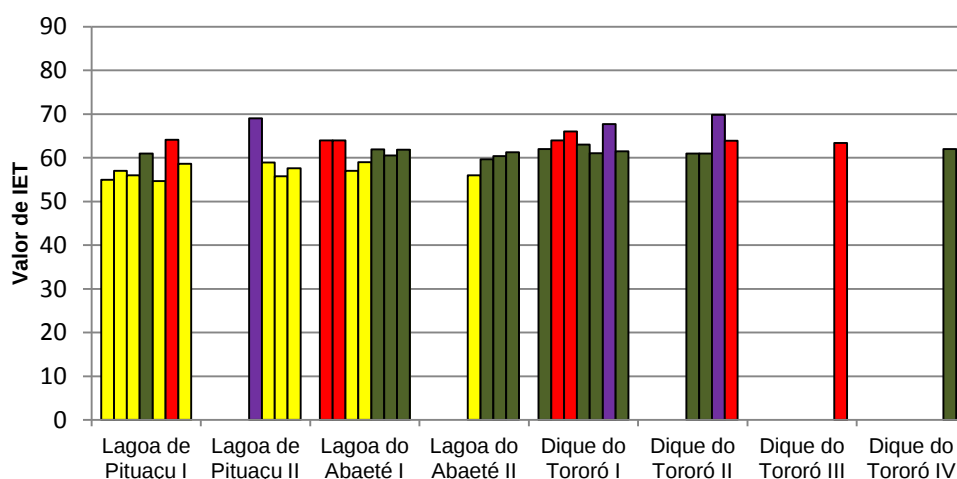


Gráfico 2: Variação do IET (2013.1-2018).

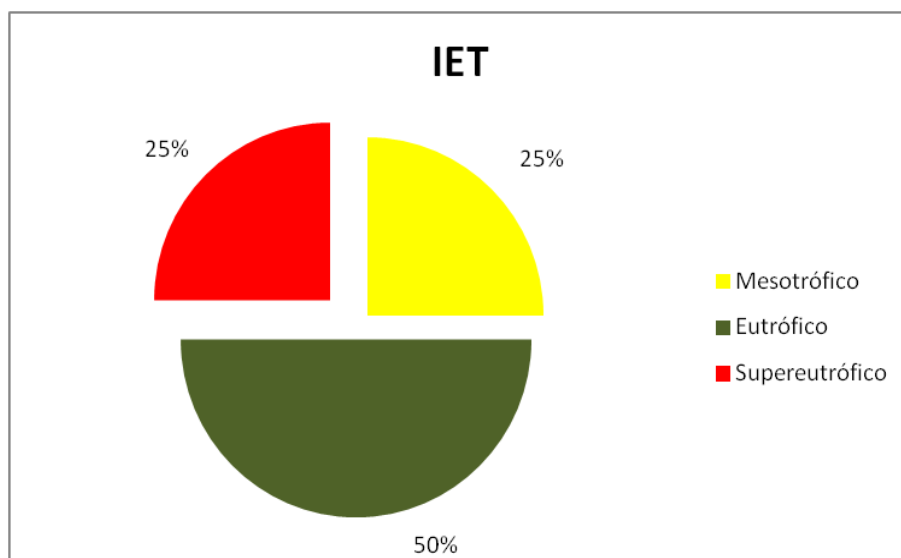
Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
--------------------------	---------------------	--------------------	------------------	-----------------------	-----------------------

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”. Em geral, é aceito que o nível trófico de um corpo d’água pode ser inferido a partir das suas concentrações de clorofila a (utilizadas como medidas da biomassa de algas) das espécies de algas presentes, da transparência da água e das concentrações de nutrientes e oxigênio dissolvido (TOLEDO et al., 1983).

No período de 2018, os resultados de IET demonstraram que as lagoas de Pituaçu 1 e 2 apresentaram nível de produtividade intermediária de nutrientes e foram classificadas como mesotróficas. Já as lagoas do Abaeté 1 e 2 e Dique do Tororó 1 e 4 foram classificadas como eutróficas, demonstrando alto enriquecimento de nutrientes. Os ambientes lânticos Dique do Tororó 2 e 3 obtiveram nível de trofia supereutrófico, apresentando alta produtividade em relação às condições naturais. A Figura 9 mostra o gráfico da porcentagem referente ao nível de trofia das lagoas urbanas avaliadas nesse estudo.

Figura 09: Gráfico da porcentagem do IET nas lagoas de Salvador em 2018.



Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

Das lagoas avaliadas, 25% foram classificadas com o nível de trofia “MESOTRÓFICO”, 50% como “EUTRÓFICO” e 25% como “SUPEREUTRÓFICO”.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a maioria das lagoas violou os limites máximos ou mínimos estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 em relação a alguns parâmetros, notadamente oxigênio dissolvido, DBO, fósforo total, nitrogênio amoniacal, clorofila a e pH.

Vale salientar que nas lagoas do Abaeté, Pituaçu e Dique do Tororó, a densidade de cianobactérias detectada foi de 938.125 cels/mL, 695.750cels/mL e 3.338.250 cels/mL, respectivamente, violando assim o padrão estabelecido pelo CONAMA nº 357/05.

A análise do IQA demonstrou de modo geral bons resultados, na qual foi possível observar que 88% das lagoas apresentaram qualidade da água classificada como “BOM” e 12% como “ÓTIMO”. Em relação aos resultados obtidos no cálculo do IET, pode-se concluir que, a lagoa de Pituaçu apresentou-se predominantemente mesotrófica de 2013 até 2018, já as lagoas do Abaeté e Dique do Tororó apresentaram níveis de trofia elevados. Em 2018, a lagoa de Abaeté e Dique do Tororó apresentaram níveis de eutrofização mais preocupantes.

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.