

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 006/2022



Represa do Ipitanga I

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

Salvador, 2022



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

Rui Costa

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMA

Márcia Cristina Telles de Araújo Guedes

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA

DIRETORIA GERAL (DIREG)

Daniella Teixeira Fernandes de Araujo

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

Mariana Humia Fontoura

Oceanógrafa / Colaboradora

Paula Leite da Cruz

Estagiária de Oceanografia

Joelson Nunes dos Santos Junior

Estagiário de Biologia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 OBJETIVO	6
2. REDE AMOSTRAL	7
3. METODOLOGIA.....	23
3.1 DESCRITIVO DA COLETA.....	23
3.2 ANÁLISE LABORATORIAL.....	23
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	24
4. RESULTADOS	25
4.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº357/2005	25
5. AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES	49
5.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA	49
5.2 Índice do Estado Trófico – IET	52
6. CONCLUSÃO	58
7. REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Os corpos hídricos superficiais como rios e lagoas são de suma importância para o desenvolvimento humano, pois, a água é um recurso fundamental para a estruturação das cidades (FATHI et al., 2020). Entretanto, o desenvolvimento de comunidades próximas a estes corpos hídricos influenciam na qualidade da água como consequência das intensas atividades econômicas e sociais no seu entorno (MUSTAFA, 2020). Dessa forma, o impacto causado por essas atividades torna necessário o controle do uso e monitoramento destes recursos hídricos para a manutenção da qualidade da água (SÁNCHEZ et al., 2007).

O monitoramento da qualidade de água dos corpos hídricos urbanos é fundamental para a manutenção das condições ideais destes recursos visando à conservação da biodiversidade aquática e das condições naturais do ecossistema, além da preservação da saúde da população (CUNHA et al., 2003). Além disso, frente a atual crise hídrica, cada vez mais alarmante, torna-se necessário o 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 como referência a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que estabelece os parâmetros e os respectivos valores de referência que determinam a qualidade de água adequada para a condição do corpo hídrico.

A rede de monitoramento do INEMA contempla atualmente 22 lagoas da cidade de Salvador, sendo a maioria rodeada ou próxima a bairros residenciais. Algumas dessas lagoas são utilizadas para atividades de lazer como pesca e banho e são atrativas turisticamente ao município, tendo assim, relevância na vida da população soteropolitana. Em vista disso, os estudos realizados pelo INEMA desde 2013 explanam a situação dos ecossistemas lênticos da capital baiana e monitoram a qualidade dos

mesmos ao longo dos anos, visando a manutenção da qualidade ambiental desses ecossistemas e a melhoria nas condições de uso e ocupação no seu entorno.

1.1 OBJETIVO

Avaliar a qualidade ambiental da água das lagoas e represas urbanas do município de Salvador-BA através do Índice de Qualidade das Águas – IQA, e Índice de Estado Trófico – IET, tendo como referência a Resolução CONAMA nº 357/2005.

2. REDE AMOSTRAL

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 vinte e dois (22) ambientes lênticos localizados no município de Salvador - BA, totalizando vinte e seis (26) pontos amostrais, conforme disposto na Tabela 1. Os pontos de coleta foram distribuídos conforme mostra a Figura 1; a descrição e fotos dos mesmos estão dispostos nas Tabelas 2 a 14.

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

Rede amostral dos ambientes lênticos urbanos de Salvador			
Código do ponto	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-VLEI	Lagoa do Vale Encantado I	12°56'40.85" S	38°23'42.98" W
LGA-VLEII	Lagoa do Vale Encantado II	12°56'58.14" S	38°23'41.59" W
LGA-CSV	Lagoas Costa Verde	12°56'46.15" S	38°23'12.24" W
LGA-FRD	Lagoa dos Frades	12°58'53.9" S	38°26'31.6" 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
LGA-RPC	Represa do Cascão	12°57'53.19" S	38° 27' 02.40" W
LGA-URB	Lagoa do Urubu	12°55'06.83" S	38°27'38.90" W
LGA-ALP	Lagoa Alphaville	12°56'17.8" S	38°24'06,7" W
LGA-FTC	Lagoa FTC	12°56'00.1" S	38°23'28.9" W
LGA-PTC	Lagoa Parque Tecnológico	12°55'35.0" S	38°23'10.6" W
LGA-SHP	Lagoa Shop. Paralela	12°55'58.80" S	38°23'39.14" W
LGA-CHF	Lagoa da Chesf	12°56'25.90" S	38°25'7.30" W
LGA-CAB	Lagoa do CAB	12°57'09.6" S	38°25'40.4" W
LGA-PRS	Lagoa do Paraíso	12°57'44.99" S	38°26'21.24" W
LGA-ORG	Lagoa Orlando Gomes	12° 55' 53.39" S	38° 23' 01.46" W
LGA-ABT1	Lagoa do Abaeté 1	12°56'39.43" S	38°21'31.45" W
LGA-ABT2	Lagoa do Abaeté 2	12°56'33.97" S	38°21'24.53" W
LGA-ABTC	Lagoa Abaeté Catu	12°55'37.19" S	38°21'3.19" W
LGA-VIT	Lagoa da Vitória	12°55'03.0" S	38°19'07.0" W
LGA-PAT	Lagoa dos Patos	13°00'21.4" S	38°27'57.1" W
RPS-IPII	Represa do Ipitanga	12°53'37.44" S	38°23'7.62" W
LGA-MCC	Lagoa dos Macacos	12°49'54.65" S	38°27'06.35" W

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



Fonte: Google Earth, 2021.

Tabela 2: Descritivo dos locais de amostragem na Lagoa de Pituaçu nos pontos LGA-PIT1 e LGA-PIT2.

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°57'57.87" S 38°24'45.75" W	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: esverdeada.
12°57'37.74" S 38°24'47.83" W	Pituaçu 2			Presença de muitas macrófitas flutuantes.

Tabela 3: Descritivo dos locais de amostragem na Lagoa do Abaeté nos pontos LGA-ABT1 e LGA-ABT2.

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'39.43" S 38°21'31.45" W	Abaeté 1	Situada no bairro de Itapuã, encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental - APA e Parque Municipal das Lagoas e Dunas do Abaeté. Faz parte da bacia de drenagem natural de Stella Maris.		Água com coloração marrom escura.
12°56'39.62" S 38°21'25.80" W	Abaeté 2			

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

Coordenadas	Lagoa	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 no fundo do restaurante Cheiro de Pizza. O ponto 2 encontra-se próximo ao acesso a Av. Vasco da Gama.		Coloração da água: esverdeada. O entorno da lagoa está totalmente urbanizado, sendo que a população local utiliza ocasionalmente 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. Presença de artefatos religiosos próximo ao ponto DIQ-TRR2.

Tabela 5: Descritivo dos locais de amostragem do Dique do Tororó no ponto DIQ-TRR3 e Lagoa da Vitória (LGA-VIT).

Coordenadas	Lagoa	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 Dique do Tororó faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia. O ponto 3 encontra-se próximo ao monumento dos Orixás.		O Dique do Tororó apresenta água com coloração esverdeada. O entorno da lagoa está totalmente urbanizado, sendo que a população local utiliza ocasionalmente a lagoa para pesca. Possui conduto de drenagem de água pluvial e sistema de aeração da água. Presença de resíduos orgânicos e inorgânicos.
12°55'03" S 38°19'07" W	Vitória	Encontra-se inserida na APA Lagoas e Dunas do Abaeté e no Parque Municipal das Dunas de Salvador-Ba. Sendo um dos maiores fragmentos de restinga, inserido na zona urbana. A Lagoa da Vitória faz parte da Bacia de Drenagem Natural de Stella Maris (SANTOS <i>et al.</i> , 2010).		Possui água com coloração escura com macrófitas flutuantes e enraizadas e juncos nas margens.

Tabela 6: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa do Vale Encantado nos pontos LGA-VLEI e LGA-VLEII.

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'40.96" S 38°23'42.72" W	Vale Encantado 1	Situada na Rua da Adelba em Patamares, atrás do condomínio Jardim Mediterrâneo, próxima à lagoa Vale Encantado II. Nomeou-se Lagoa do Vale Encantado, devido a sua localização.		Água com coloração esverdeada. Presença de muitas macrófitas flutuantes e enraizadas. Artefatos religiosos no entorno da lagoa.
12°56'58.21" S 38°23'41.55" W	Vale Encantado 2	Situada na Rua da Adelba em Patamares, próxima ao condomínio Jardim Mediterrâneo.		Água com coloração esverdeada. Presença de muitas macrófitas flutuantes e enraizadas. Artefatos religiosos no entorno da lagoa. Presença de cavalos numa residência no entorno.

Tabela 7: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa Costa Verde (LGA-CSV) e Lagoa dos Frades (LGA-FRD).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'46.15" S 38°23'12.24" W	Costa Verde	Situada dentro do Condomínio Costa Verde, localizado na margem direita da Av. Orlando Gomes – sentido orla.	 A photograph of Lagoa Costa Verde, showing a body of water with a brownish tint, surrounded by green trees and a clear blue sky with some clouds.	Água com coloração marrom esverdeada. Presença de patos no entorno da lagoa.
12°58'53.9" S 38°26'31.6" W	Frades	Situada na Avenida Professor Manoel Ribeiro no bairro do Stiep. Atualmente funciona o Parque Municipal da Lagoa dos Dinossauros de Salvador - BA.	 A photograph of Lagoa dos Frades, showing a body of water with a greenish tint, surrounded by dense green trees and a building in the background.	Água com coloração verde muito forte. Tubulação despeja a drenagem da rede pluvial. Presença de 1 aerador móvel na lagoa, ligado durante 8 horas por dia.

Tabela 8: Descritivo dos locais de amostragem da Represa do Cascão (LGA-RPC) e Lagoa do Urubu (LGA-URB).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°57'53.19" S 38°27'02.40" W	Represa do Cascão	Ponto situado no 19º Batalhão de Caçadores do Exército Brasileiro, no bairro do Cabula. Essa represa faz parte da bacia Rio Pedras e Pituaçu e é formada pelo barramento do rio Cascão.		Água com coloração marrom. Presença de muita matéria orgânica (galhos e folhas).
12°55'06.83" S 38°27'38.90" W	Urubu	Situada entre a Av. Cardeal Avelar Brandão Villela e a Rua Tailândia, no bairro Jardim Santo Inácio.		Água com coloração esverdeada. Macrófitas flutuantes e enraizadas.

Tabela 9: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa Alphaville (LGA-ALP) e Lagoa do CAB (LGA-CAB).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'17.8" S 38°24'6.7" W	Alphaville	Situada na margem direita da Avenida Luís Viana Filho (Paralela), sentido Lauro de Freitas, próximo ao condomínio Alphaville.		Água com coloração esverdeada turva.
12°57'09.6" S 38°25'40.4" W	CAB	Situada na Paralela, na 2ª Av. do Centro Administrativo da Bahia - CAB, entre a Secretaria do Planejamento do Estado da Bahia - SEPLAN e o Tribunal Regional Eleitoral - TRE.	 25 de agosto de 2021 S 12° 57' 9" W 38° 25' 39" Avenida Luiz Viana Filho Lagoa do Cab	Água com coloração marrom clara turva. Presença de conduto de escoamento de água pluvial.

Tabela 10: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa da Chesf (LGA-CHF) e Lagoa FTC (LGA-FTC).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°56'25.90" S 38°25'7.30" W	Chesf	Situada na Sede Administrativa da Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF, na margem direita da via Av. Luis Viana Filho (Paralela), sentido Iguatemi.		Água com coloração esverdeada.
12°56'00.1" S 38°23'28.9" W	FTC	Situada na margem esquerda da Av. Luis Viana Filho (Paralela), próxima a Faculdade de Tecnologia e Ciência - FTC.		Água com coloração esverdeada. Forte odor de matéria orgânica em decomposição na margem.

Tabela 11: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa do Paraíso (LGA-PRS) e Lagoa Parque Tecnológico (LGA-PTC).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°57'44.99" S 38°26'21.24" W	Paraíso	Acesso pela Rua Edgar Santos, no bairro do Doron.	 A fotografia mostra a Lagoa do Paraíso com edifícios altos ao fundo. O céu está nublado. Há uma sobreposição de texto no canto superior direito da imagem: "25 de agosto de 2021", "S 12° 57' 46", W 38° 26' 22", "41180", "Lagoa do Paraíso".	Água com coloração verde escura. Moradores pescavam no local durante a visita. Resíduos inorgânicos despejados na margem.
12°55'35.0" S 38°23'10.6" W	Parque Tecnológico	Situada na margem direita da Av. Luis Viana (Paralela) sentido Iguatemi, nas proximidades do Parque Tecnológico da Bahia, ao lado do antigo Parque Aquático Wet'n Wild. Nomeou-se como Lagoa Parque Tecnológico, devido a sua localização.	 A fotografia mostra a Lagoa Parque Tecnológico com vegetação densa ao fundo. O céu está nublado. Há uma sobreposição de texto no canto superior direito da imagem: "25 de agosto de 2021", "S 12° 55' 35", W 38° 23' 13", "41490", "Lagoa Parque Tecnológico".	Água com coloração esverdeada.

Tabela 12: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa Shopping Paralela (LGA-SHP) e Lagoa Abaeté Catu (LGA-ABTC).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°55'58.80" S 38°23'39.14" W	Shopping Paralela	Situada à margem direita da Av. Luis Viana Filho (Paralela), sentido Iguatemi, em frente ao Shopping Paralela.		O único acesso à lagoa identificado no momento da visita não apresentava condições favoráveis para realizar a coleta em segurança e por este motivo não foi realizada.
12°57'37.74" S 38°24'47.83" W	Abaeté Catu	Acesso pela Alameda das Praias. Parte integrante da 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.		Coloração da água verde escura.

Tabela 13: Descritivo dos locais de amostragem da Lagoa da Orlando Gomes (LGA-ORG) e Lagoa dos Patos (LGA-PAT).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°55'53.39" S 38°23'01.46" W	Orlando Gomes	Situada na margem direita na Av. Orlando Gomes, próxima ao Condomínio Vila Tropical. Nomeou-se como Lagoa Orlando Gomes, devido a sua localização.	 26 de agosto de 2021 S 12° 55' 55", W 38° 23' 1" Avenida Orlando Gomes, 1597-1639 Lagoa da Orlando Gomes	Coloração da água esverdeada.
13°00'21.4" S 38°27'57.1" W	Patos	Situada entre as ruas Piauí e Maranhão, no bairro da Pituba.	 26 de agosto de 2021 S 13° 0' 21", W 38° 27' 55" Rua Maranhão, 420 Lagoa dos Patos	Coloração da água esverdeada e turva.

Tabela 14: Descritivo dos locais de amostragem da Represa do Ipitanga I (RPC-IPTI) e Lagoa dos Macacos (LGA-MCC).

Coordenadas	Lagoa	Descritivo do local de amostragem	Fotografia	Observações <i>in situ</i>
12°53'37.44" S 38°23'7.62" W	Represa do Ipitanga I	Inserida em uma área da Empresa Baiana de Água e Saneamento S.A - EMBASA e na APA Joanes/Ipitanga, situada próxima a Estrada da Barragem de Ipitanga, no bairro de Cassange.		Coloração da água esverdeada. Barragem é um dos pontos de captação de água pela EMBASA.
12°49'54.65" S 38°27'06.35" W	Macacos	Ponto situado dentro de uma área militar da Marinha, no bairro de Paripe. O mesmo faz parte da bacia do Rio dos Macacos.		Coloração da água esverdeada.

3. METODOLOGIA

3.1 DESCRITIVO DA COLETA

As coletas foram realizadas entre os dias 23 e 27 de agosto de 2021, 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). A transparência da água foi medida com o uso do disco de Secchi.

Em 24 dos 26 pontos amostrais, foram coletadas amostras de água superficial entre 0 a 30 cm de profundidade. Na Represa de Ipitanga I, foi realizada coleta em superfície, zona fótica e zona afótica. Na Lagoa do Shopping Paralela, não foi realizada amostragem devido à impossibilidade de acesso ao local de coleta.

A coleta das amostras foi realizada pelos técnicos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento – CEPED e acompanhada pelos técnicos da Coordenação de Monitoramento dos Recursos Ambientais e Hídricos – COMON do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA e sendo posteriormente encaminhadas para o para análise laboratorial no CEPED.

3.2 ANÁLISE LABORATORIAL

Em laboratório, foram analisados 12 (doze) parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato, nitrogênio total kjeldahl, fósforo total, ortofosfato solúvel, sólidos totais, clorofila A e coliformes termotolerantes.

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).

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Após as análises laboratoriais, os resultados obtidos foram utilizados como base para gerar o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Estado Trófico – IET. Estes índices resultam 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. Todo processamento de dados foi realizado utilizando o software Excel 12.0.

4. RESULTADOS

4.1 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.

As tabelas abaixo apresentam os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados em campo e em laboratório para cada corpo d'água.

Tabela 15: 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	LGA-PIT2	LGA-VLEI	LGA-VLEII	LGA-CSV	LGA-FRD	LGA-PAT
1.Físico-químicos									
Salinidade	-	‰	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,08	0,13
Condutividade	-	µS/cm	282,7	280,0	263,2	282,9	230,4	168,9	275,8
Temperatura da água	-	°C	26,0	26,3	26,8	27,4	27,6	27,5	27,1
pH	6,0 a 9,0	-	6,94	6,80	6,57	6,48	7,75	9,65	6,63
Turbidez	≤ 100,0	NTU	1,30	0,15	5,24	0,74	4,20	63,0	11,19
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	3,93	3,20	5,74	4,72	9,02	11,09	6,32
DQO	-	mg O ₂ /L	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
DBO	≤ 5,0	mg/L	4	<3	6	<3	5	10	<3
Sólidos totais	-	mg/L	181	179	171	201	174	152	155
2.Nutrientes									
Nitrogênio total	-	mg N/L	<1,0	<1,0	2,1	<1,0	<1,0	<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-NH ₃ /L	0,8	0,6	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	<1,0	<1,0	2,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nitrogênio nitrito	≤ 1,0	mg N-NO ₂ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio nitrato	≤ 10	mg N-NO ₃ /L	0,15	0,14	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ortofosfato solúvel	-	mg PO ₄ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,12	0,05	0,16	<0,02	0,03	0,50	0,05
3.Biológicos									
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	330	490	>16000	20	170	1300	790
Clorofila A	≤ 30	µg/L	5,10	2,55	55,3	4,78	20,6	82,0	35,4

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

Tabela 16: 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	DIQ-TRR2	DIQ-TRR3	LGA-RPC	LGA-PRS	LGA-CAB	LGA-CHF
1.Físico-químicos									
Salinidade	-	‰	0,13	0,13	0,13	0,11	0,21	0,07	0,05
Condutividade	-	µS/cm	286,1	281,2	282,8	232,4	417,1	140,9	111,0
Temperatura da água	-	°C	27,6	27,5	27,3	28,8	27,3	27,3	27,3
pH	6,0 a 9,0	-	7,60	8,41	8,11	7,74	7,77	6,21	6,90
Turbidez	≤ 100,0	NTU	6,10	4,55	4,96	9,07	34,9	11,95	0,96
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	7,41	8,86	8,39	9,31	14,92	3,71	7,88
DQO	-	mg O ₂ /L	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	42,3	36,9	<30,0
DBO	≤ 5,0	mg/L	4	<3	4	4	16	<3	<3
Sólidos totais	-	mg/L	223	193	196	187	247	<50	<50
2.Nutrientes									
Nitrogênio total	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	7,3	<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-NH ₃ /L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	4,4	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	6,6	<1,0	<1,0
Nitrogênio nitrito	≤ 1,0	mg N-NO ₂ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,44	<0,02	<0,02
Nitrogênio nitrato	≤ 10	mg N-NO ₃ /L	0,07	0,09	0,09	<0,02	0,29	<0,02	<0,02
Ortofosfato solúvel	-	mg PO ₄ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,13	0,09	0,09	0,08	<0,02	<0,02	<0,02
3.Biológicos									
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	2800	>16000	4900	230	>16000	>16000	9200
Clorofila A	≤ 30	µg/L	81,3	37,3	59,2	43,9	939	7,33	1,90

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

Tabela 17: 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-URB	LGA-MCC	RPS-IPII	LGA-ALP	LGA-FTC	LGA-PTC	LGA-ORG
1.Físico-químicos									
Salinidade	-	‰	0,11	0,05	0,12	0,07	0,05	0,07	0,07
Condutividade	-	µS/cm	232,9	106,9	254,1	143,0	105,3	141,9	144,5
Temperatura da água	-	°C	28,0	26,8	26,6	26,9	27,2	26,8	26,5
pH	6,0 a 9,0	-	7,30	7,07	8,55	6,90	7,00	6,83	6,70
Turbidez	≤ 100,0	NTU	6,50	0,82	0,58	2,70	1,29	3,91	3,26
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	8,28	7,91	10,08	6,59	6,43	6,36	5,77
DQO	-	mg O ₂ /L	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
DBO	≤ 5,0	mg/L	6	<3	4	<3	<3	<3	<3
Sólidos totais	-	mg/L	175	55	126	52	52	<50	70
2.Nutrientes									
Nitrogênio total	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<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-NH ₃ /L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nitrogênio nitrito	≤ 1,0	mg N-NO ₂ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio nitrato	≤ 10	mg N-NO ₃ /L	<0,02	<0,02	0,17	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ortofosfato solúvel	-	mg PO ₄ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,10	<0,02	<0,02	0,36	<0,02	<0,02	0,46
3.Biológicos									
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	9200	<18	130	16000	>16000	5400	170
Clorofila A	≤ 30	µg/L	43,4	1,84	8,09	5,81	2,55	11,2	3,26

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

Tabela 18: 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-ABT1	LGA-ABT2	LGA-ABTC	LGA-VIT
1.Físico-químicos						
Salinidade	-	‰	0,08	0,08	0,09	0,04
Condutividade	-	µS/cm	178,2	178,3	192,7	96,6
Temperatura da água	-	°C	27,5	27,2	27,5	25,3
pH	6,0 a 9,0	-	7,02	6,89	7,37	4,46
Turbidez	≤ 100,0	NTU	2,00	1,89	2,48	0,34
Oxigênio dissolvido	≥ 5,0	mg/L	7,62	6,85	8,56	4,68
DQO	-	mg O ₂ /L	<30,0	<30,0	<30,0	53,1
DBO	≤ 5,0	mg/L	<3	<3	<3	<3
Sólidos totais	-	mg/L	110	153	132	79
2.Nutrientes						
Nitrogênio total	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<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-NH ₃ /L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Nitrogênio total kjeldahl	-	mg N/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nitrogênio nítrito	≤ 1,0	mg N-NO ₂ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrogênio nítrato	≤ 10	mg N-NO ₃ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ortofosfato solúvel	-	mg PO ₄ /L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo total	≤ 0,03 (Lêntico)	mg P/L	0,12	<0,02	0,02	<0,02
3.Biológicos						
Coliformes termotolerantes	-	NMP/100mL	5400	330	490	<18
Clorofila A	≤ 30	µg/L	26,9	19,2	9,50	1,84

Nota: Os valores em vermelho indicam violação ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 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 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$), com exceção da Lagoa da Vitória (LGA-VIT) com 96,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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 variação considerando todos os pontos amostrais, sendo o menor valor observado para este parâmetro na Lagoa da Vitória (LGA-VIT) com 25,3°C e o maior valor observado na Represa do Cascão (LGA-RPC) com 28,8°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 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define o pH ideal entre 6,0 e 9,0, com

exceção da Lagoa da Vitória (LGA-VIT) que apresentou o valor de 4,46 e da Lagoa do Frades (LGA-FDS) com 9,65. Levando em consideração os dados dos anos anteriores (entre 2014 e 2017) na Lagoa da Vitória, nota-se que em todas as análises este ambiente apresentou pH inferior ao padrão estabelecido, indicando assim uma característica frequente no perfil deste corpo d'água. De modo oposto, entre os anos 2013 e 2017, a Lagoa dos Frades apresentou valores próximos a 9, podendo ser considerada uma condição frequentemente observada neste local.

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. Dentre os 25 pontos amostrados, 5 pontos indicaram valores de OD abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Os valores observados para este parâmetro na Lagoa de Pituaçu nos pontos amostrais LGA-PIT1 e LGA-PIT2 foram de 3,93 e 3,20 mg/L, respectivamente, sendo valores bem próximos ao observado nas análises do ano anterior. Nos pontos LGA-VIT, LGA-CAB e LGA-VLEII, os valores de OD encontrados foram de 4,68 mg/L, 3,71 mg/L e 4,72 mg/L, respectivamente. Por outro lado, no ponto DIQ-TRR1 do Dique do Tororó, que apresentou valor de 2,78 mg/L no ano anterior, neste ano indicou a concentração de OD de 7,41 mg/L, dentro do padrão estabelecido pela resolução.

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. 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 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). Dentre as 25 amostras coletadas, apenas os pontos LGA-VLEI, LGA-URB, LGA-FRD e LGA-PRS apresentaram valores superiores ao padrão estabelecido pelo CONAMA ($\leq 5,0$ mg/L), indicando os valores de DBO de 6 mg/L, 6 mg/L, 10 mg/L e 16 mg/L, respectivamente.

A demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2008). Os pontos LGA-PRS, LGA-VIT e LGA-CAB apresentaram valores de 42,3, 53,1 e 36,9 mg/L respectivamente. Todas as demais apresentam resultados menores que 30 mg/L.

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 e, quando em altas concentrações, favorece o processo de eutrofização. Nesta avaliação, 13 dos 25 pontos amostrais indicaram níveis de fósforo em desconformidade com o valor padrão estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005 ($\leq 0,03$ mg P/L). Os pontos amostrais que indicaram maiores níveis de fósforo foram as lagoas Alphaville (LGA-ALP), Orlando Gomes (LGA-ORG) e Frades (LGA-FRD), indicando valores de fósforo de 0,36 mg/L, 0,46 mg/L e 0,50 mg/L, respectivamente. Vale ressaltar que os três pontos amostrais do Dique do Tororó (DIQ-TRR1, DIQ-TRR2 e DIQ-TRR3) e Lagoa de Pituaçu (LGA-PIT1 e LGA-

PIT2) frequentemente apontam níveis elevados de fósforo. 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. Todos os pontos amostrais indicaram valor de ortofosfato dissolvido inferior ao valor mínimo detectável nas análises ($<0,02 \text{ mg PO}_4/\text{L}$), ou seja, valores relativamente baixos para este parâmetro. 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 deste parâmetro (ESTEVES, 2011).

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 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. Por sua vez, 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 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.

No presente estudo, apenas a Lagoa do Paraíso (LGA-PRS) apresentou níveis de nitrogênio amoniacal superiores ao estabelecido pela resolução para o respectivo valor de pH ($\leq 2,0$ mg/L N). Este ponto amostral apresentou níveis de nitrogênio amoniacal e nitrogênio total kjedhal de 4,4 mg/L e 6,6 mg/L, respectivamente, indicando assim uma possível influência de efluentes domésticos despejados recentemente neste ambiente lântico.

Nos ecossistemas aquáticos, a produção primária é avaliada através da biomassa fitoplanctônica, sendo expressa através do teor de clorofila *a*, e/ou pelo biovolume (volume biológico de algas por volume) (REYNOLDS, 2006). Dentre os pigmentos responsáveis pela captura de energia luminosa para a fotossíntese, a clorofila *a* é o único que se encontra na maioria das células vegetais. 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). Dentre os 25 pontos amostrados, 9 pontos estavam em desacordo com o padrão estabelecido pelo CONAMA (≤ 30 µg/L), sendo eles LGA-URB, LGA-PAT, LGA-VLEI, LGA-FRD, LGA-RPC, LGA-PRS, DIQ-TRR1, DIQ-TRR2 e DIQ-TRR3. Em destaque, os pontos amostrais DIQ-TRR1, LGA-FRD e LGA-PRS apresentaram os valores mais elevados, com 81,3 µg/L, 82,0 µg/L e 939 µg/L, respectivamente. Levando em consideração os anos anteriores, historicamente esses três pontos vem exibindo altas concentrações de clorofila *a*.

Os coliformes termotolerantes representam uma grande variedade de microrganismos que inclui os gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e

Citrobacter, que habitam o intestino dos animais homeotérmicos (animais de sangue quente). São indicadores de uma possível existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. 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 (CETESB, 2008).

O Dique do Tororó apresentou valores elevados de coliformes termotolerantes nos três pontos amostrados, sendo de 2800 NMP/100mL em DIQ-TRR1, >16000 NMP/100mL em DIQ-TRR2 e 4900 NMP/100mL em DIQ-TRR3. Apesar do lançamento de esgoto doméstico no Dique do Tororó ter sido interrompido desde 1997, em todos os estudos feitos de 2013 a 2020, com exceção do ano 2014, o referido corpo hídrico apresentou algum ponto amostral com alta concentração de coliformes.

Além do DIQ-TRR2, outras 5 lagoas apresentaram resultado superior a 16000 NMP/100mL, sendo elas LGA-VLEI, LGA-ALP, LGA-FTC, LGA-CAB e LGA-PRS. Vale ressaltar que, até a última avaliação em 2017, as lagoas Alphaville (LGA-ALP), FTC (LGA-FTC) e Vale Encantado I (LGA-VLEI) tiveram valores baixos de coliformes termotolerantes; porém, notou-se um aumento substancial no valor deste parâmetro em 2021. Os pontos LGA-CAB e LGA-PRS apresentaram oscilações nos valores observados para este parâmetro, ao longo das campanhas realizadas. Além destes, os pontos LGA-PTC e LGA-CHF também indicaram aumentos significativos no presente estudo com valores de 5400 e 9200 NMP/100mL, respectivamente.

4.2 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 (ESTEVES, 2011). As principais fontes de oxigênio para a água são o processo de fotossíntese e a dissolução dos gases atmosféricos. Por outro lado, as perdas de oxigênio são causadas pelo consumo decorrente da decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos (ESTEVES, 2011).

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 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 (TOLEDO JR & KAWAI, 1967). Essa situação deixa de existir, contudo, quando se apresentam condições que propiciam mistura de água, fazendo com que um perfil mais uniforme seja encontrado.

Medições de oxigênio dissolvido foram realizadas no momento da amostragem em 3 profundidades (superfície, meio e fundo) para estabelecer o perfil vertical deste parâmetro. A superfície corresponde aos 0,30 m superiores e o meio equivale à metade da profundidade total. Em pontos amostrais muito rasos, foi feita a medição apenas em superfície e fundo.

Nas Figuras 02 a 26, estão dispostos os gráficos para todas as lagoas amostradas.

Figura 02: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Pituaçu 1.

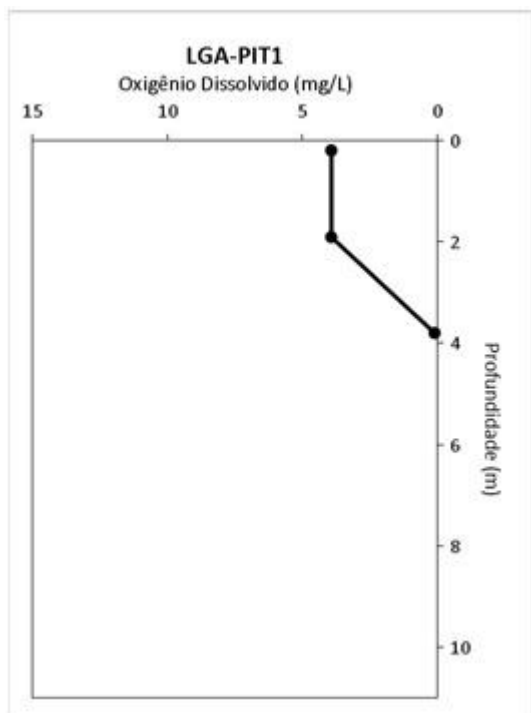
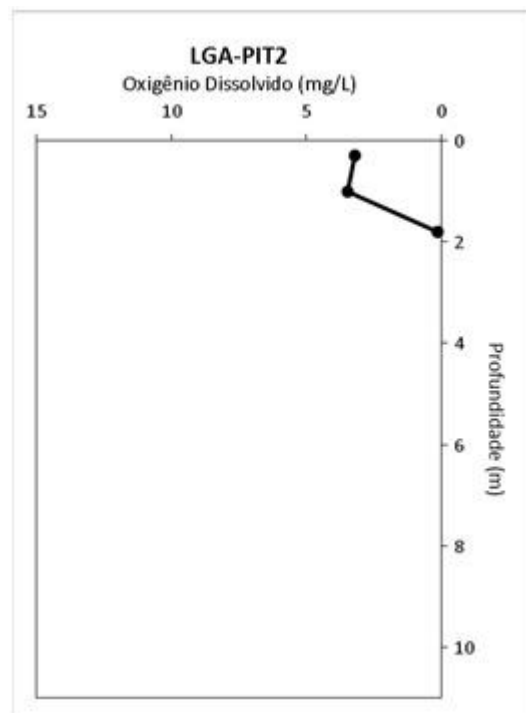


Figura 03: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa de Pituaçu 2.



A Lagoa de Pituaçu apresentou baixas concentrações de oxigênio dissolvido em superfície e tendência de completa anoxia no fundo, com valores de OD de 0,12 e 0,14 mg/L no fundo. Esse perfil de oxigênio foi muito semelhante ao encontrado no ano anterior e pode ser justificado pela presença de matéria orgânica próxima ao fundo.

Figura 04: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Vale encantado I.

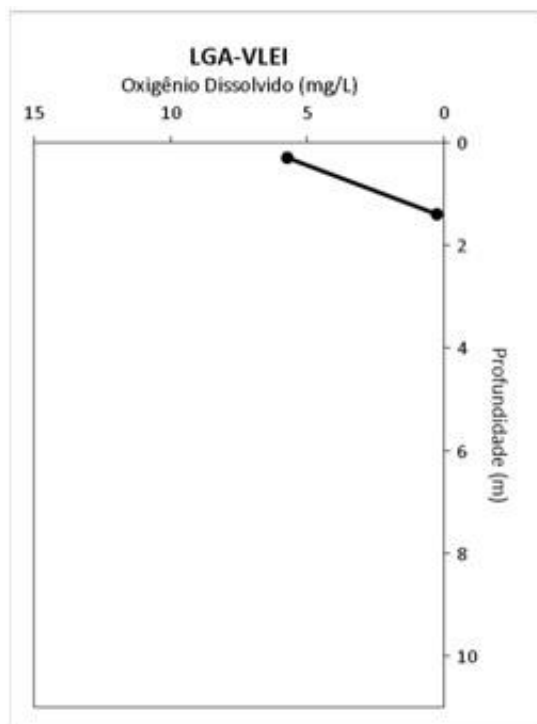
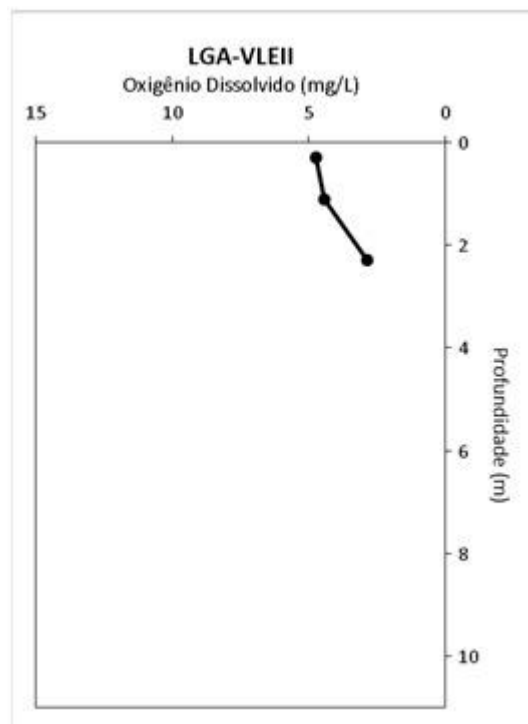


Figura 05: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Vale encantado II.



Na Lagoa do Vale Encantado I, foram coletados dados apenas em superfície e fundo, pois esta lagoa apresentou baixa profundidade. Uma condição interessante a se destacar nesta lagoa é a sua elevada produtividade primária na superfície, representado pelo elevado valor de clorofila A, e concentração de oxigênio dissolvido considerada dentro dos padrões. Porém, em poucos metros de profundidade, praticamente todo esse OD é consumido, chegando a concentração de 0,24 mg/L no fundo.

Por sua vez, a Lagoa do Vale Encantado II apresentou uma concentração de oxigênio dissolvido próximo a 5 mg/L na superfície com um pequeno declínio ao longo da coluna d'água, o que se observa a partir do perfil quase verticalizado.

Figura 06: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa dos Frades.

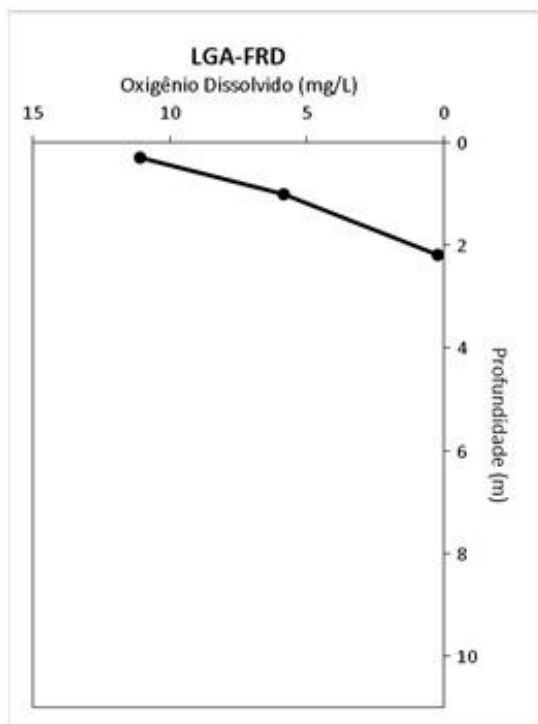
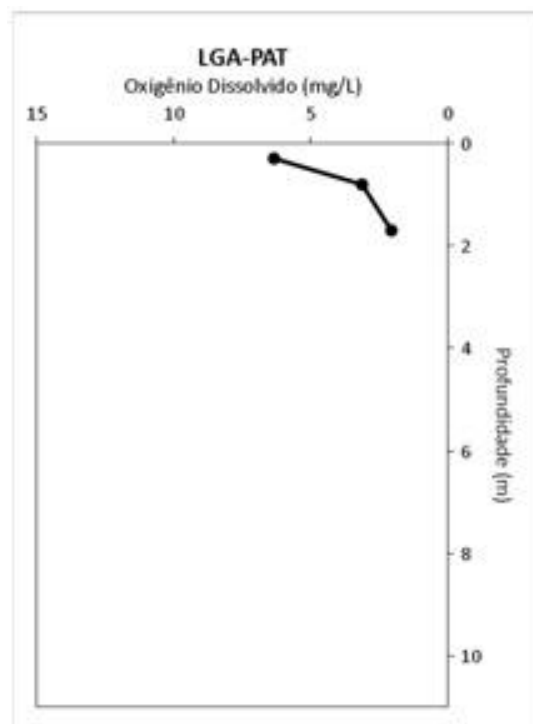


Figura 07: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa dos Patos.



Na Lagoa dos Frades, foi observada uma elevada saturação de oxigênio na superfície e baixíssimas concentrações no fundo. Esse perfil de oxigênio é comumente observado em corpos hídricos com crescimento excessivo de microalgas, onde a elevada atividade fotossintética durante o período diurno pode produzir concentrações muito elevadas de oxigênio na superfície, caracterizando assim uma situação de supersaturação (CETESB, 2008). Essa condição é corroborada pela alta concentração de clorofila A (82 µg/L) encontrada nesta lagoa. Não obstante, ao longo da coluna d'água, notou-se um declínio acentuado da concentração de OD, chegando a condições anóxicas nas camadas mais baixas.

A Lagoa dos Patos exibiu concentração superficial de OD dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA, com redução da concentração ao longo da coluna d'água.

Figura 08: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 1.

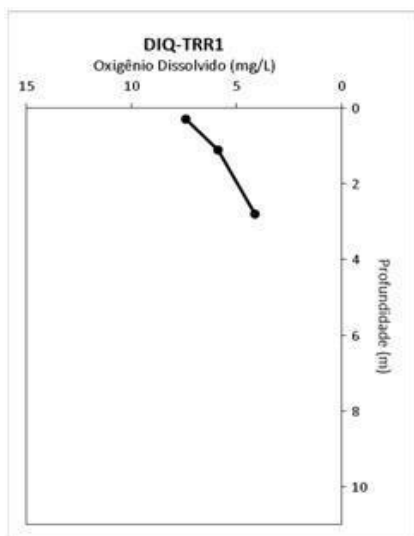


Figura 09: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 2.

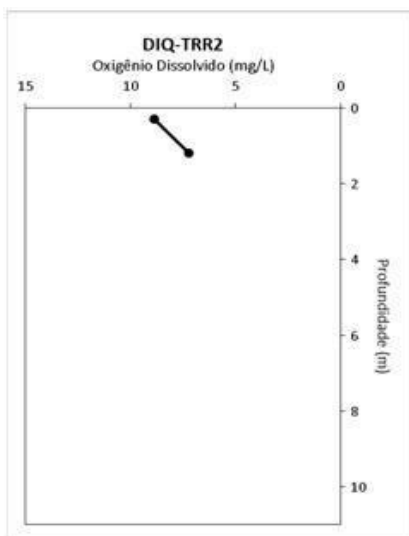
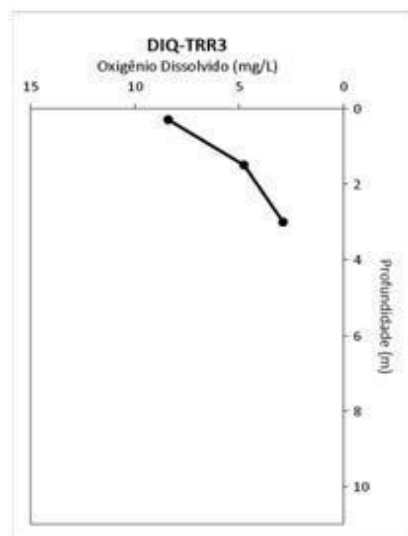


Figura 10: Perfil de Oxigênio Dissolvido do Dique do Tororó 3.



No Dique do Tororó, os três pontos amostrados apresentaram um perfil regular de oxigênio, em que a concentração de oxigênio reduziu com o aumento da profundidade, devido ao consumo de oxigênio nos primeiros metros de água. As condições de fundo não tenderam a anoxia do sistema, com concentrações de oxigênio superiores a 2,90 mg/L no fundo. Vale destacar ainda que, no ponto DIQ-TRR2, a concentração de OD no fundo foi de 7,23 mg/L, o que pode ser explicado pela baixa profundidade deste ponto.

Figura 11: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Represa do Cascão.

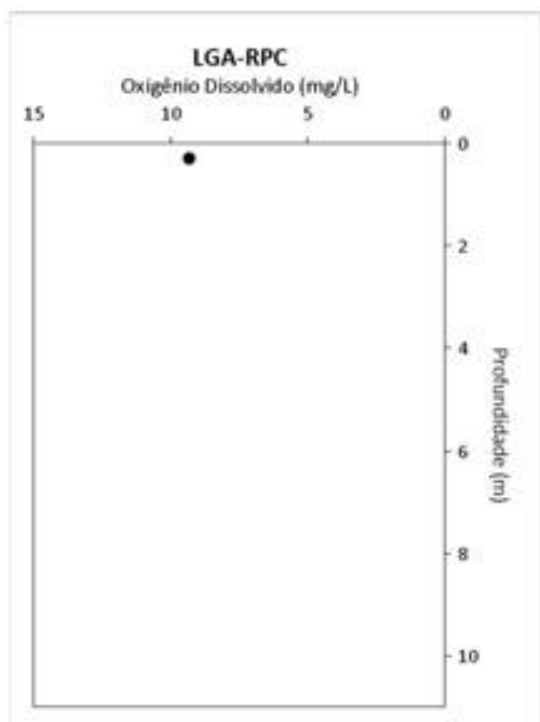
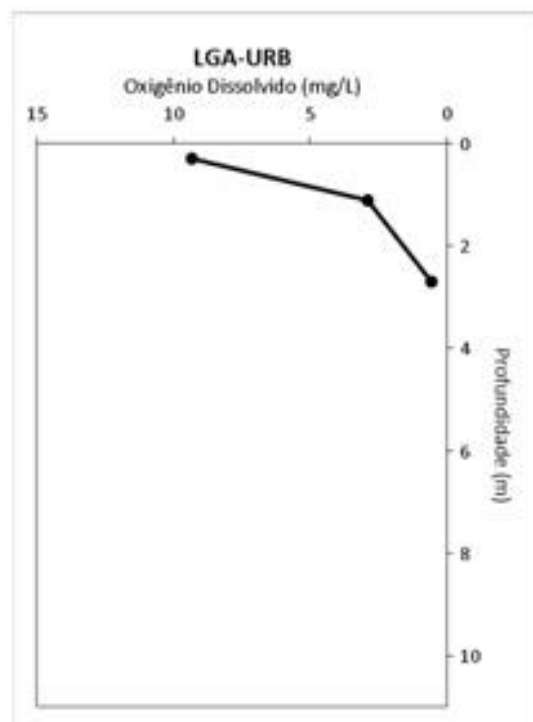


Figura 12: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Urubu.



Na Represa do Cascão, por não existir acesso com o barco, foi realizado apenas amostragem na superfície da lagoa, que se destaca no gráfico com apenas um ponto, que indicou um valor elevado de oxigênio dissolvido.

A Lagoa do Urubu também apresentou elevada concentração de OD na superfície, associada à intensa atividade fotossintética, e rápido declínio de OD nas camadas mais baixas da lagoa, devido ao alto consumo para decomposição dos compostos orgânicos.

Figura 13: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa Alphaville.

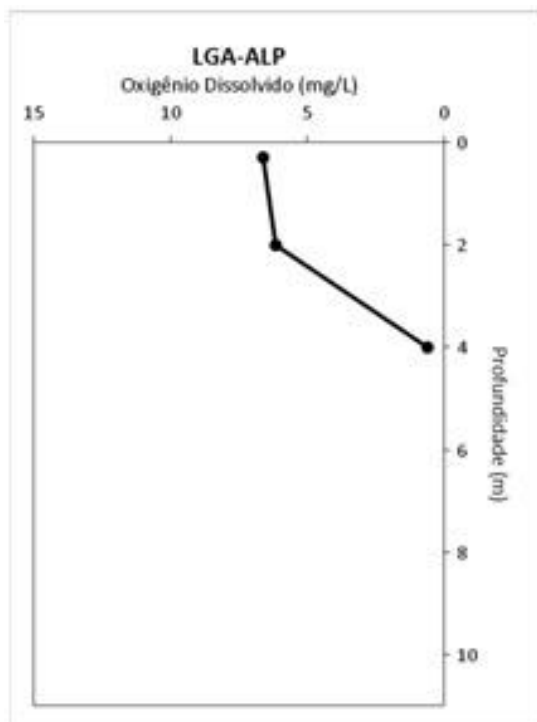
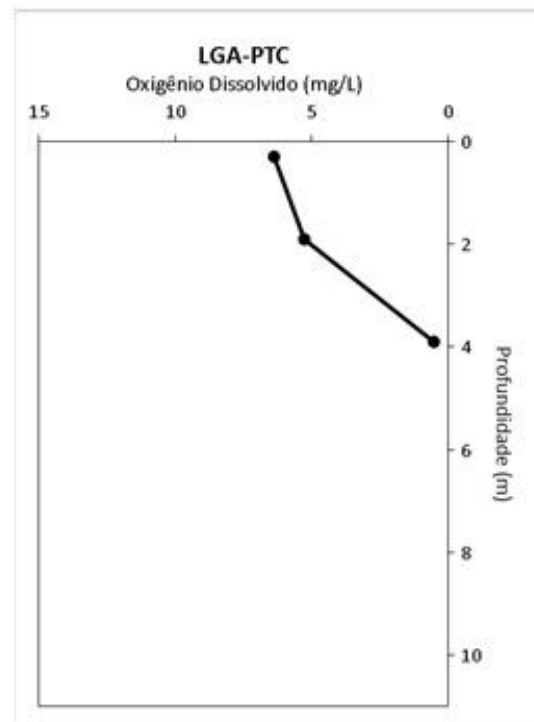


Figura 14: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa Parque Tecnológico.



As lagoas Alphaville e Parque Tecnológico exibiram perfis semelhantes, com concentrações de OD acima de 5mg/L na superfície e queda acentuada do meio para o fundo. É importante destacar que a chuva no momento da coleta pode ter contribuído para uma mistura nas camadas mais superficiais das lagoas.

Figura 15: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa FTC.

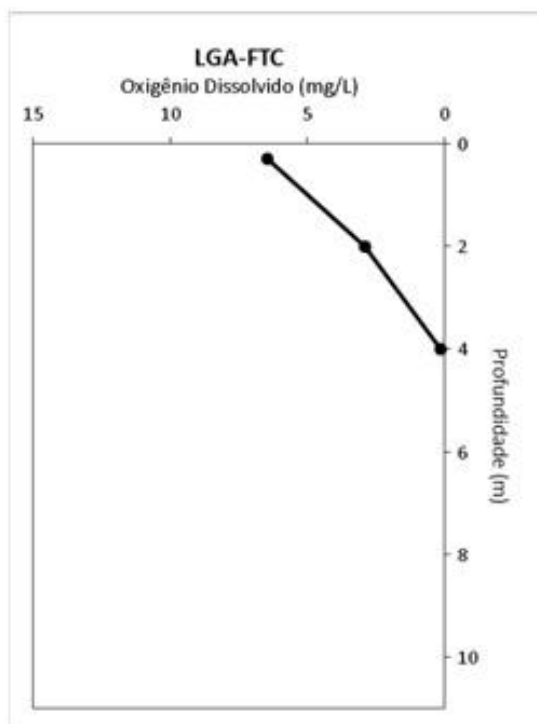
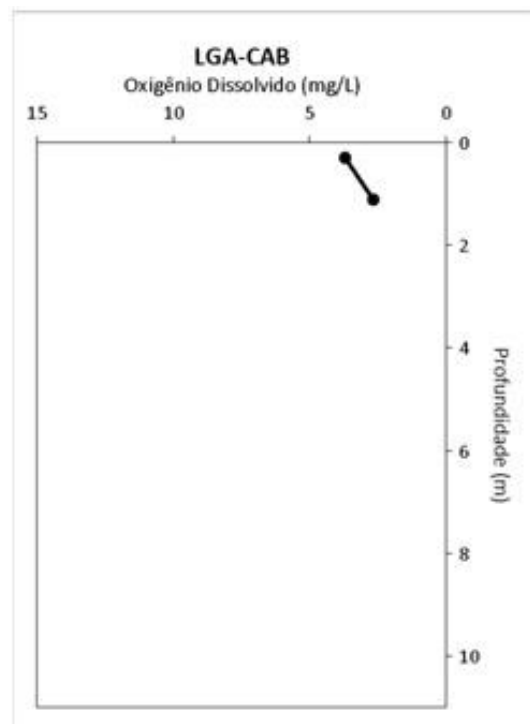


Figura 16: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do CAB.



A Lagoa FTC apresentou concentrações superficiais de oxigênio dissolvido em conformidade com a Resolução CONAMA nº 375/2005, com redução ao longo da coluna d'água e tendência de anoxia no fundo, onde se observou um valor de OD de 0,15 mg/L no fundo.

Na Lagoa do CAB, foram coletados dados em superfície e fundo, devido à baixa profundidade da lagoa. Foram observadas baixas concentrações de oxigênio dissolvido em superfície com pequena redução no fundo.

Figura 17: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa da Chesf.

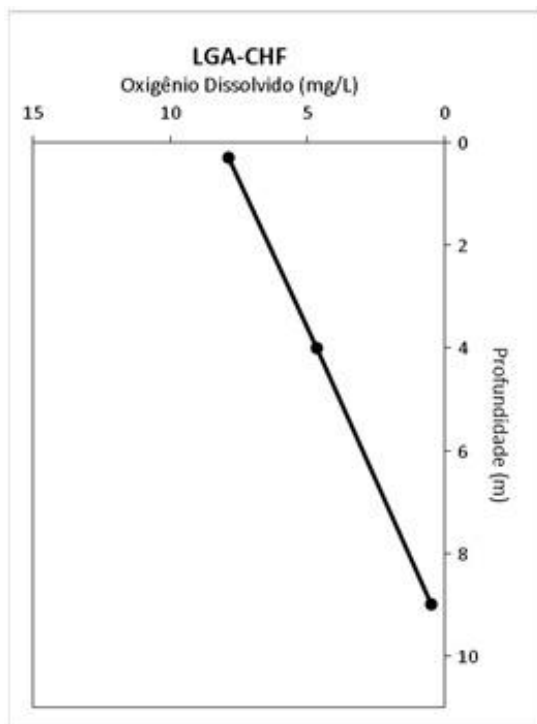
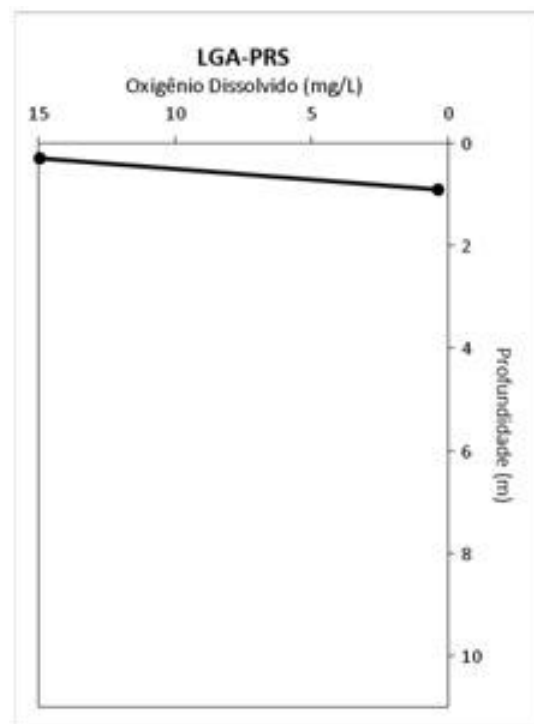


Figura 18: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Paraíso.



Na Lagoa da Chesf, as concentrações de OD estiveram dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA na superfície, decaindo de forma linear e gradual com o aumento da profundidade.

Por outro lado, a Lagoa do Paraíso mostrou um perfil completamente diferente, apresentando uma saturação de oxigênio extremamente elevada na superfície e grande declínio das concentrações de OD em apenas 1m de coluna d'água, sendo quase totalmente consumido e levando a uma condição de quase anoxia no fundo.

Figura 19: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa Costa Verde.

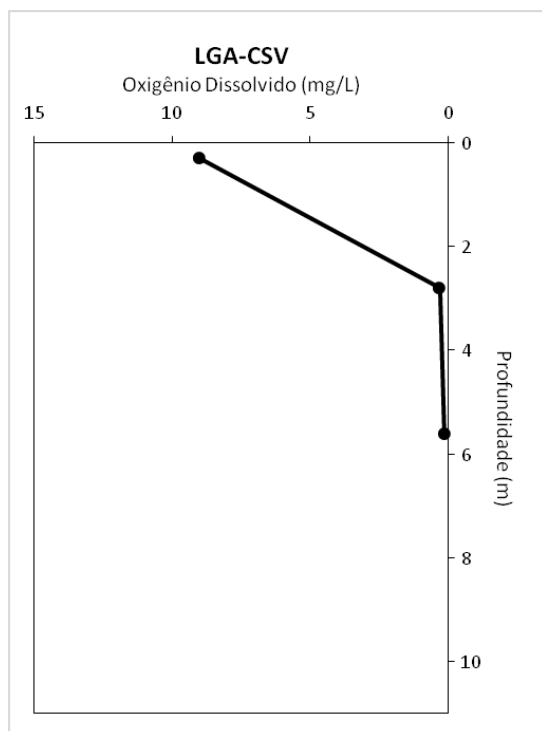
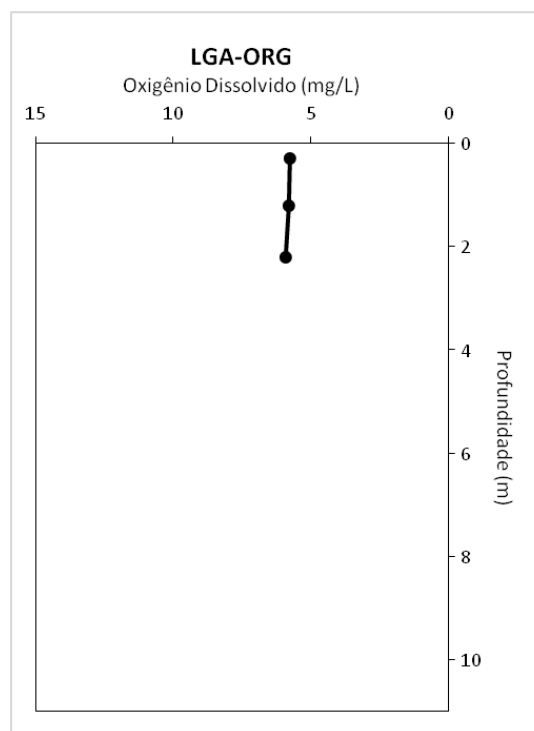


Figura 20: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa Orlando Gomes.



A Lagoa Costa Verde também exibiu alta concentração de OD em superfície e baixa concentração no fundo, sendo possível observar condições anóxicas a partir de 2,8m de profundidade.

Na Lagoa Orlando Gomes, foi observado um perfil quase vertical de oxigênio dissolvido, com concentrações acima de 5 mg/L. Os demais parâmetros mensurados também indicam condições homogêneas e uma coluna d'água bem misturada, podendo estar relacionado as chuvas que ocorreram no dia da coleta.

Figura 21: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Abaeté 1.

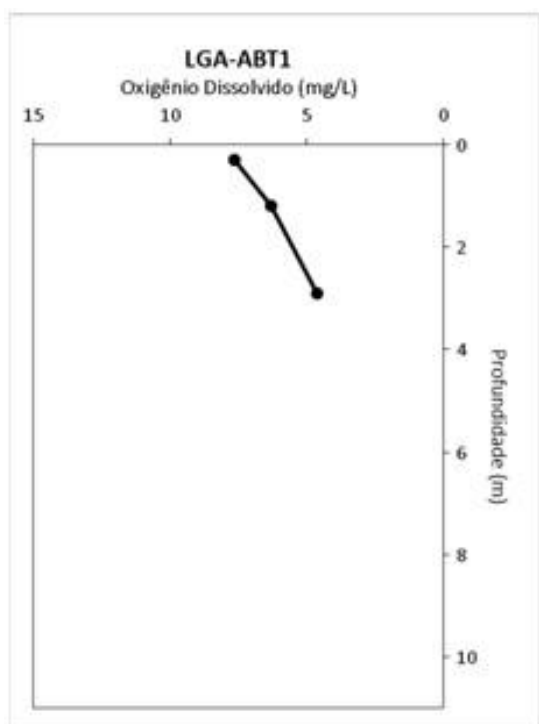
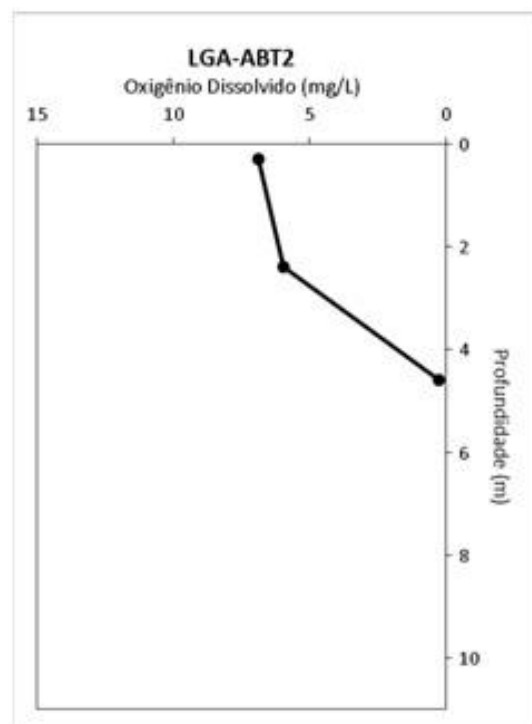


Figura 22: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa do Abaeté 2.



A Lagoa do Abaeté no ponto LGA-ABT1 apresentou um perfil regular de oxigênio, com declínio quase linear das concentrações de oxigênio com o aumento da profundidade. Não foram observadas condições anóxicas no fundo, provavelmente devido à baixa profundidade neste ponto. Já o ponto LGA-ABT2 exibiu concentrações de OD acima de 5 mg/L na superfície e queda acentuada do meio para o fundo da lagoa.

Figura 23: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa Abaeté Catu.

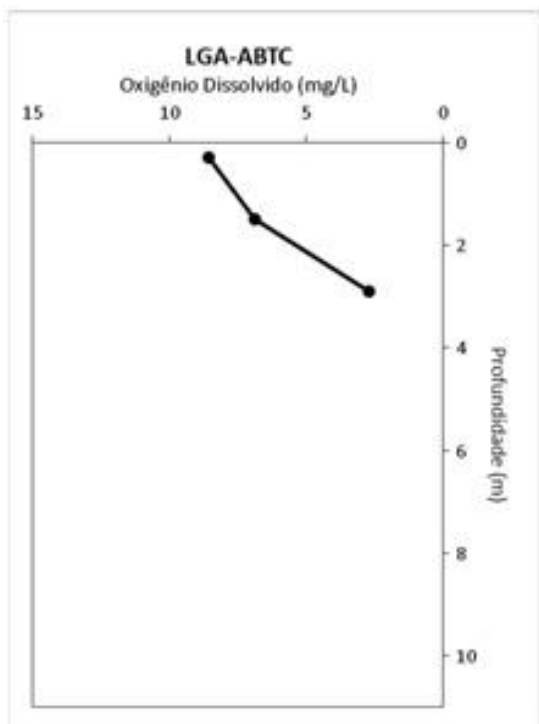
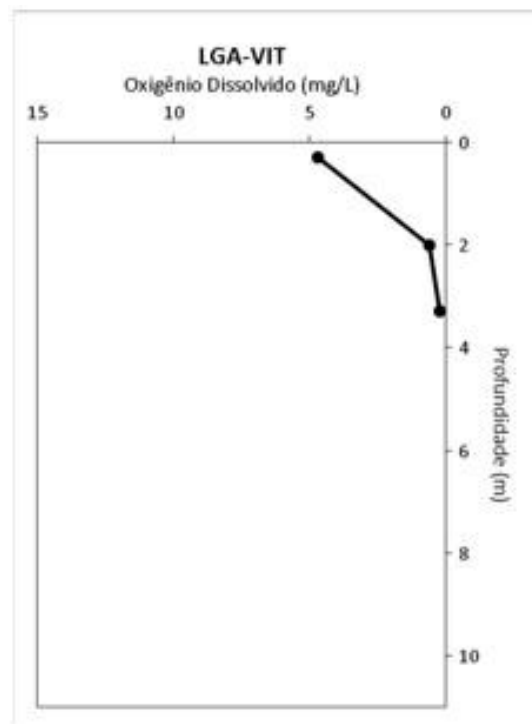


Figura 24: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa da Vitória.



A Lagoa Abaeté Catu demonstrou perfil semelhante ao ponto LGA-ABT1, com as concentrações de OD decaindo ao longo da coluna d'água.

Por sua vez, a Lagoa da Vitória exibiu concentração de OD próximo a 5 mg/L na superfície e uma queda brusca nos primeiros 2m de profundidade, com condições anóxicas no fundo da lagoa.

Figura 25: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Lagoa dos Macacos.

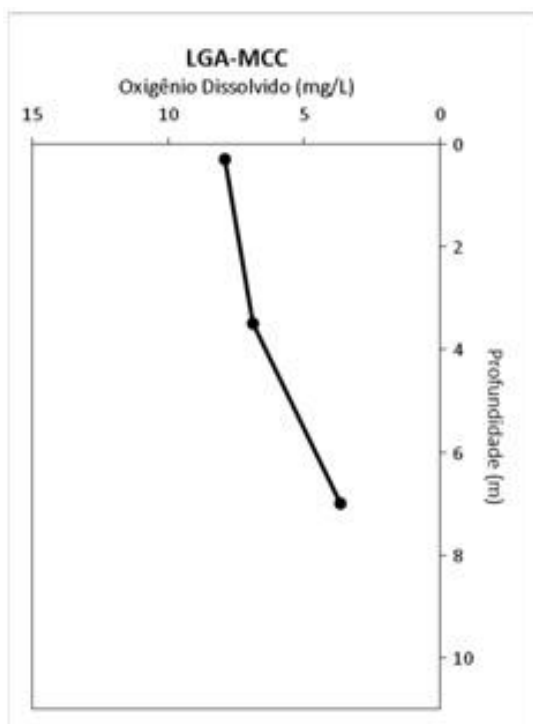
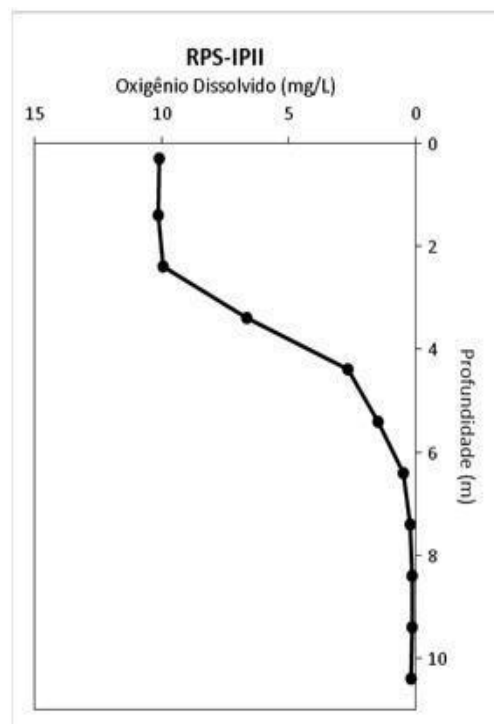


Figura 26: Perfil de Oxigênio Dissolvido da Represa do Ipitanga I.



Na Lagoa dos Macacos, observaram-se concentrações superficiais de OD dentro dos padrões com leve diminuição ao longo da coluna d'água, mesmo sendo uma lagoa de maior profundidade.

A Represa do Ipitanga I apresentou uma concentração superficial elevada que decaiu com o aumento da profundidade, chegando ao fundo com condições anóxicas. É importante destacar que o maior declínio foi observado entre 2 e 4 m de profundidade, região crítica para o consumo de oxigênio. Esse foi o único ponto amostral em que foi realizada medição a cada 1m de profundidade, devido a sua grande relevância por se tratar de um ponto de captação de água para consumo humano pela EMBASA.

5. AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES

5.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA

O Índice de Qualidade das Águas – IQA foi desenvolvido para a avaliação da qualidade dos corpos d'água (CETESB, 2007). 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).

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

Dos 25 pontos amostrais, 22 (88%) foram classificados como “Bom”, 1 (4%) como “Ótimo” e 2 (8%) como “Regular”, indicando condições satisfatórias para captação e utilização da água para abastecimento público após o tratamento (Figura 27). Por se tratarem de lagoas em áreas completamente urbanizadas, esse resultado é considerado satisfatório, tendo em vista os impactos potenciais que podem vir a comprometer esses corpos d'água.

Figura 27: Gráfico da porcentagem de IQA nas lagoas de Salvador em 2021.

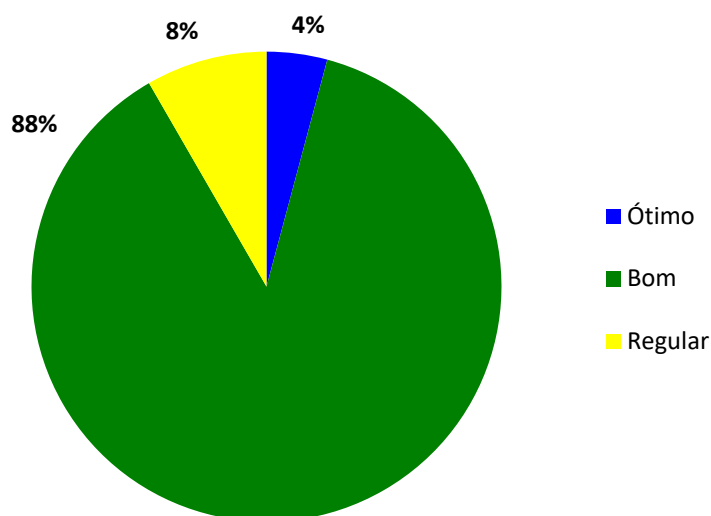
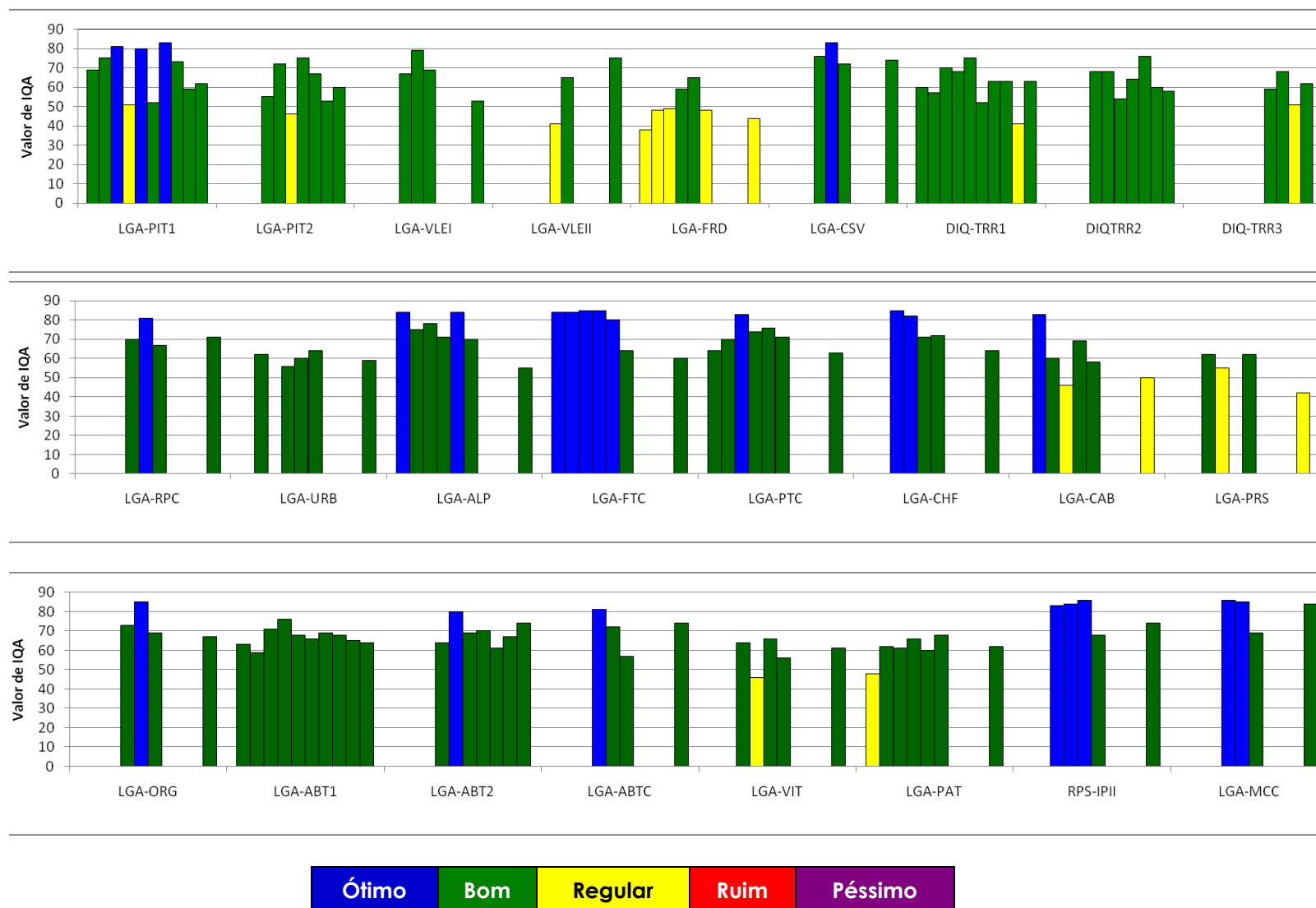


Tabela 19: Resultados de IQA nas lagoas de Salvador de 2013 a 2021.

Campanha	2013.1	2013.2	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LGA-PIT1	69	75	81	51	80	52	83	73	59	62
LGA-PIT2				55	72	46	75	67	53	60
LGA-VLEI				67		69				53
LGA-VLEII					41	65				75
LGA-FRD	38	48	49	59	65	48				44
LGA-CSV				76	83	72				74
DIQ-TRR1	60	57	70	68	75	52	63	63	41	63
DIQ-TRR2				68	68	54	64	76	60	58
DIQ-TRR3							59	68	51	62
LGA-RPC				70	81	67				71
LGA-URB		62		56	60	64				59
LGA-ALP	84	75	78	71	84	70				55
LGA-FTC	84	84	85	85	80	64				60
LGA-PTC	64	70	83	74	76	71				63
LGA-CHF			85	82	71	72				64
LGA-CAB		83	60	46	69	58				50
LGA-PRS			62	55		62				42
LGA-ORG				73	85	69				67
LGA-ABT1	63	59	71	76	68	66	69	68	65	64
LGA-ABT2				64	80	69	70	61	67	74
LGA-ABTC				81	72	57				74
LGA-VIT			64	46	66	56				61
LGA-PAT	48	62	61	66	60	68				62
RPS-IPII			83	84	86	68				74
LGA-MCC				86	85	69				84

Figura 28: Série temporal da variação dos resultados do IQA nas lagoas de Salvador no período de 2013.1 a 2021.



Em termos gerais, a avaliação da série temporal de IQA obtida para estes pontos amostrais indicam que todas as lagoas sempre apresentaram índices entre regular e ótimo, ou seja, classificadas como apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público. Entretanto, alguns pontos apresentaram uma leve redução no IQA nos últimos anos, como pode ser observado em LGA-PIT1, LGA-ALP, LGA-FTC, LGA-PTC, LGA-CHF, LGA-CAB e LGA-PRS.

5.2 Índice do Estado Trófico – IET

O Índice do Estado Trófico (IET), desenvolvido por CARLSON (1977) e modificado por LAMPARELLI (2004), é 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 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”.

Os níveis de estado de trofia em função dos valores do IET 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 a descrição da característica do corpo hídrico referente a cada estado (adaptado CETESB 2008 e LAMPARELLI 2004).

Quadro 3: Características das classes de estado trófico.

Estado Trófico	Especificação
Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem 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, como 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, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Em relação ao IET, 17% dos pontos coletados foram classificados como “Oligotrófico”, 37% como “Mesotrófico”, 29% como “Eutrófico” e 17% entre “Supereutrófico” e “Hipereutrófico” (Figura 29). Esse resultado indica condições preocupantes em relação ao estado de trofia das lagoas, que podem apresentar prejuízos aos usos múltiplos das suas águas, em virtude ao elevado grau de eutrofização observado.

Figura 29: Gráfico da porcentagem do IET nas lagoas de Salvador em 2021.

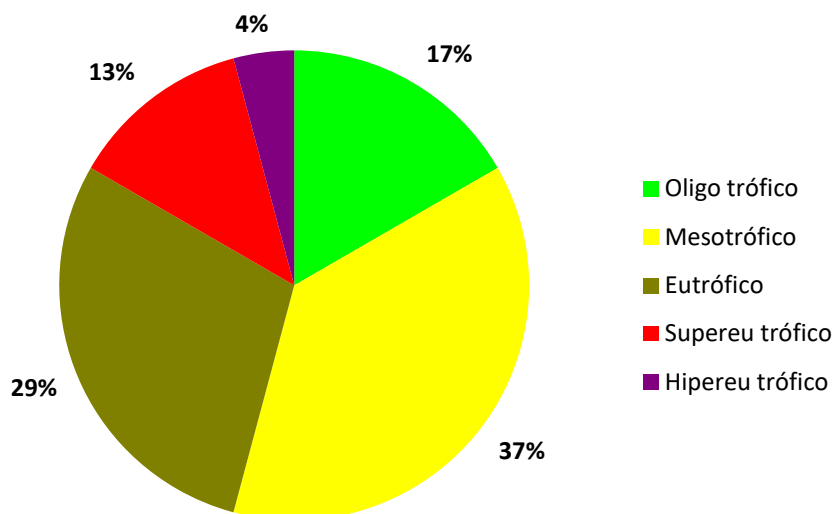


Tabela 20: Resultados de IET nas lagoas de Salvador de 2013 a 2021.

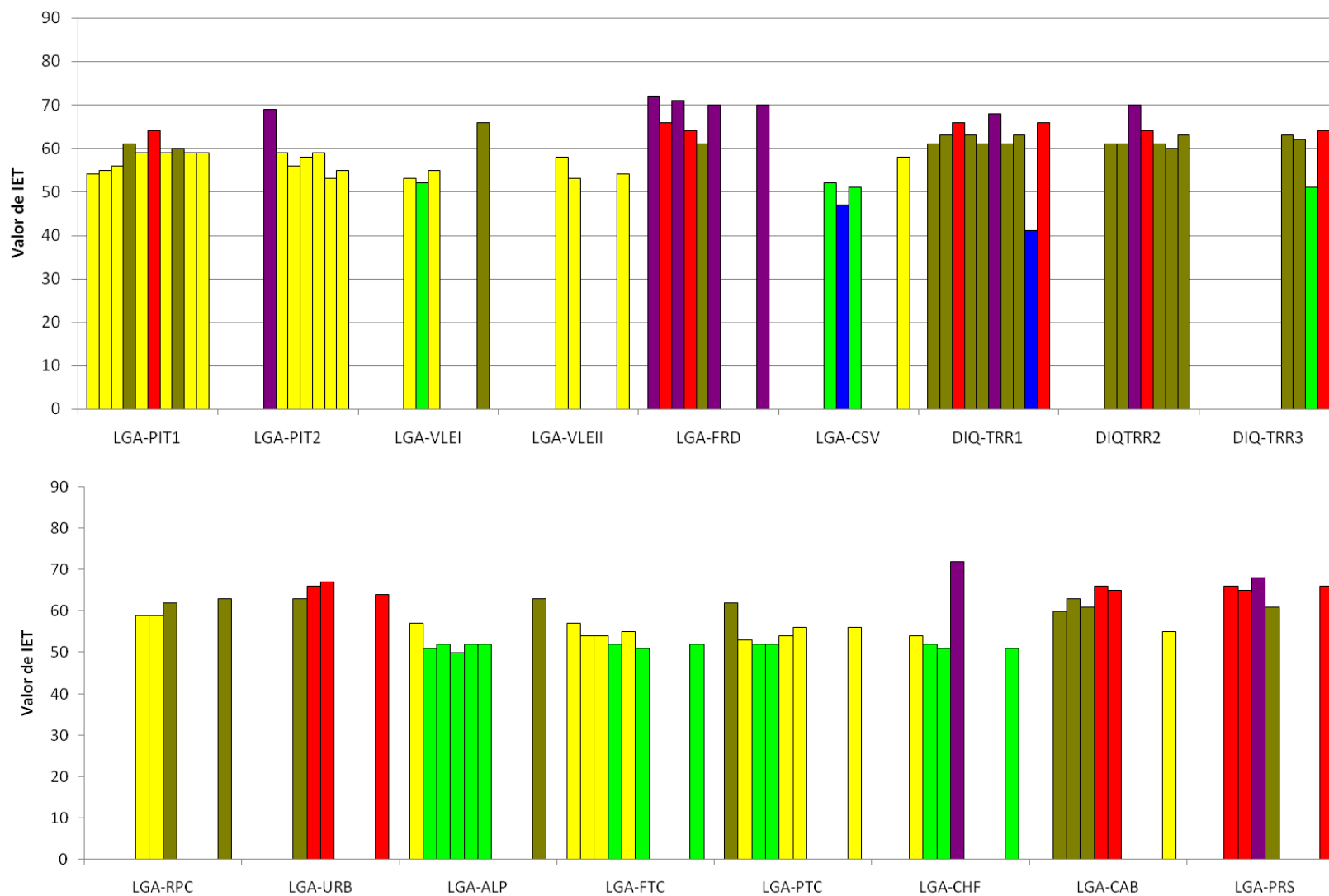
Campanha	2013.1	2013.2	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LGA-PIT1	54	55	56	61	59	64	59	60	59	59
LGA-PIT2				69	59	56	58	59	53	55
LGA-VLEI				53	52	55				66
LGA-VLEII					58	53				54
LGA-FRD	72	66	71	64	61	70				70
LGA-CSV				52	47	51				58
DIQ-TRR1	61	63	66	63	61	68	61	63	41	66
DIQ-TRR2				61	61	70	64	61	60	63
DIQ-TRR3							63	62	51	64
LGA-RPC				59	59	62				63
LGA-URB				63	66	67				64
LGA-ALP	57	51	52	50	52	52				63
LGA-FTC	57	54	54	52	55	51				52
LGA-PTC	62	53	52	52	54	56				56
LGA-CHF			54	52	51	72				51
LGA-CAB		60	63	61	66	65				55
LGA-PRS			66	65	68	61				66
LGA-ORG				49	47	55				62
LGA-ABT1	64	63	57	59	62	61	62	58	65	63
LGA-ABT2				56	60	60	61	59	67	57
LGA-ABTC			56	53	60	56				55
LGA-VIT			47	50	50	62				51
LGA-PAT	67	65	61	61	59	63				61
RPS-IPII			50	52	53	54				55
LGA-MCC				50	51	52				51

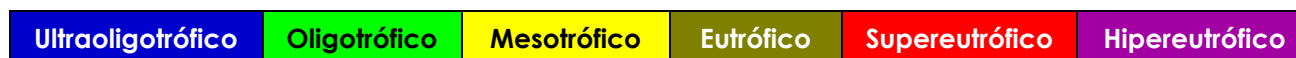
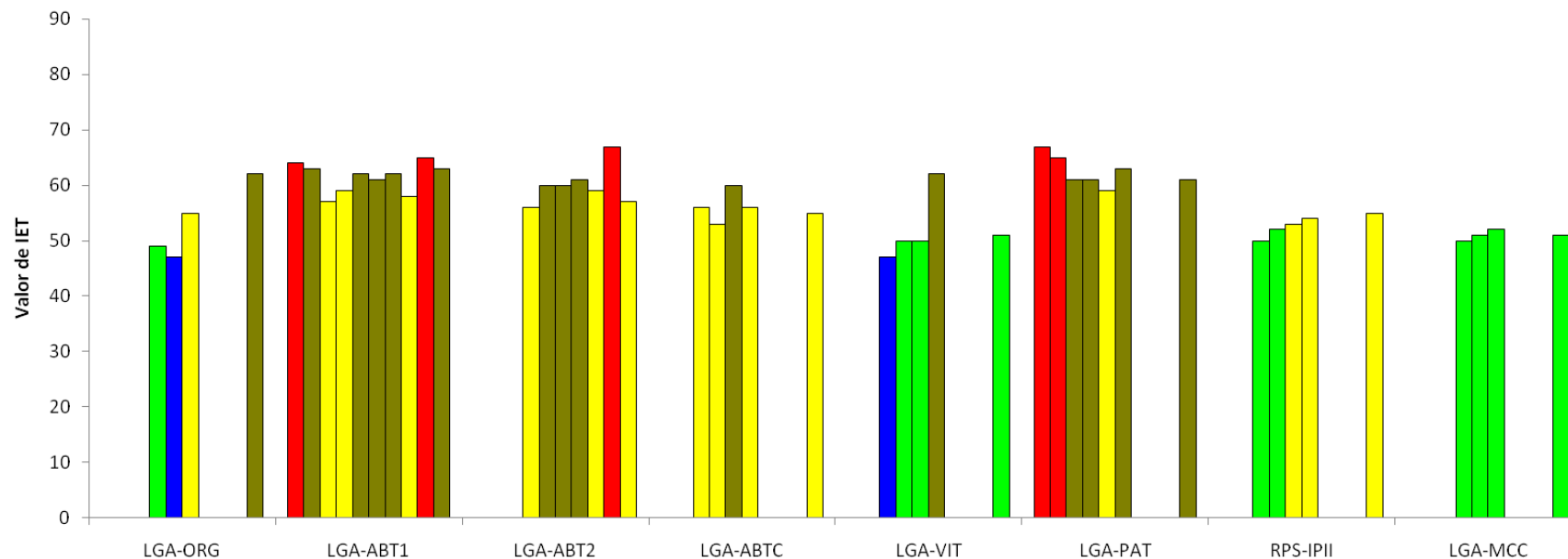
Em 2021, os resultados do IET para a Lagoa de Pituaçu foram semelhantes ao ano passado, mantendo-se em estado mesotrófico. No Dique do Tororó, é possível observar uma mudança para estados mais eutrofizados em DIQ-TRR1 e DIQ-TRR3, enquanto o ponto DIQ-TRR2 se manteve no estado eutrófico, indicando uma piora no estado trófico geral da lagoa em relação ao ano anterior. Já na Lagoa do Abaeté foi observada uma leve redução no nível trófico da lagoa, indo supereutrófico para eutrófico e mesotrófico nos 2 pontos amostrais.

Em comparação com os últimos resultados, obtidos no ano de 2017, as lagoas do Vale Encantado II, Parque Tecnológico, Abaeté Catu e Represa do Ipitanga I se mantiveram em estado mesotrófico. Da mesma forma, as lagoas dos Macacos e FTC continuaram apresentando estado oligotrófico, enquanto que a Lagoa dos Patos e Represa do Cascão se mantiveram em estado eutrófico. Os maiores valores de IET observados no presente estudo também se equiparam à última análise de 2017, como pode ser observado na Lagoa dos Frades, do Urubu e do Paraíso, os quais historicamente sempre apresentaram altos níveis de eutrofização.

Em 2017, a Lagoa da Chesf foi classificada como hipereutrófica, porém, neste ano, foi obtido um valor de IET consideravelmente inferior, sendo classificada como oligotrófico e indicando uma modificação importante no estado trófico desta lagoa. Reduções consideráveis do IET também foram observadas nas lagoas da Vitória e do CAB, que mudaram da classificação eutrófico para oligotrófico e supereutrófico para mesotrófico, respectivamente. Por outro lado, as lagoas do Vale Encantado I, Costa Verde, Orlando Gomes e Alphaville apresentaram um maior grau de eutrofização.

Figura 30: Série temporal da variação dos resultados do IET nas lagoas de Salvador no período de 2013.1 a 2021.





6. CONCLUSÃO

Ao considerar os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, analisados em 25 pontos amostrais distribuídos entre 22 corpos hídricos, foi observado que os parâmetros fósforo total e clorofila A foram os que mais apresentaram desconformidade em relação aos padrões de qualidade da água. Alguns pontos amostrais também indicaram valores de pH, oxigênio dissolvido, DBO e nitrogênio amoniacal fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

Esses resultados contribuíram para o elevado grau de eutrofização observado em 45% das lagoas estudadas (classificadas entre os estados eutrófico e hipereutrófico), com destaque à Lagoa dos Frades como o único corpo hídrico classificado como hipereutrófico. Os melhores resultados para este índice foram observados nas lagoas da Vitória, Macacos, FTC e Chesf, sendo todas elas classificadas como oligotróficas, salientando-se esta última que havia sido classificada como hipereutrófica no último estudo realizado em 2017.

Em relação ao IQA, a maioria dos pontos foi classificada como “Bom” ou “Ótimo”, mantendo a classificação de IQA obtida no estudo anterior. Porém algumas mudanças foram observadas no Dique do Tororó e Lagoa dos Macacos, que apresentaram uma melhora no IQA, enquanto que as lagoas do CAB e do Paraíso apresentaram uma redução do IQA de “Bom” para “Regular”.

Portanto, de maneira geral, a eutrofização configura-se como o principal problema da qualidade das águas nas lagoas urbanas da cidade de Salvador.

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>.

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

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, 540p, 2008.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).

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.

FATHI, E.; AHMADMAHMOOD, Z. R.; BIDAHI, Z. R. Water quality evaluation using water quality index and multivariate methods, Beheshtabad River, Iran. Applied Water Science, v. 210, p. 1-6, 2018.

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

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tese de doutorado - Universidade de São Paulo. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia, 235p, 2004.

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

MUSTAFA, S.; BAHAR, A.; AZIZ, A. Z.; DARWISH, M. Solute transport modelling to manage groundwater pollution from surface water resources. *Journal of Contaminant Hydrology*, v. 233, 2020.

ODUM, E. P. *Fundamentos de Ecologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 927, 1971.

PARANHOS, R. *Alguns métodos para análise da água*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

REYNOLDS, C. *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge, 535p, 2006.

SÁNCHEZ, E.; COLMENAREJO, M. F.; VINCENTE, J.; RUBIO, A.; GARCÍA, M. G.; TRAVIESO, L.; BORJA, R. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *Ecological indicators*, v. 7(2), p. 315–328, 2007.

SANTOS, E.; PINHO, J. A. G.; MORAES, L. R. S.; FISCHER, T. *O caminho das águas em salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes*. Salvador: CIAGS/UFBA, 486p, 2010.

SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. *Chemistry for environmental engineering*. 4ª Ed. McGraw-Hill, 1994.

SOFFIATI, N. A. A. Aspectos históricos das Lagoas do Norte do Estado do Rio de Janeiro. In: ESTEVES, F. A. *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, 631p, 2008.