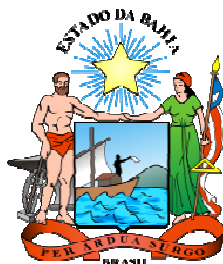




**RIOS DE
SALVADOR**

2024

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DOS RIOS
DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS, BAHIA, BRASIL.**



GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

Jerônimo Rodrigues Souza

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMA

Eduardo Mendonça Sodré Martins

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA

DIRETORIA GERAL – DIREG

Maria Amélia de Coni e Moura Mattos Lins

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTO AMBIENTAL – DIRAM

Antonio Martins de Oliveira Rocha

**COORDENAÇÃO DE MONITORAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS
E HÍDRICOS – COMON**

Ailton dos Santos Júnior

EXECUÇÃO DO TRABALHO

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DOS RIOS DE SALVADOR
E LAURO DE FREITAS, BAHIA, BRASIL.

EQUIPE TÉCNICA

Ailton dos Santos Júnior

Coordenador Geral

Aiane Catarina Fernandes Faria

Engenheira Ambiental / Coordenadora Técnica

Joelson Nunes dos Santos Junior

Biólogo / Colaborador

Ruan Silva Maciel

Estagiário de Biologia

Ana Júlia Oliveira da Silva Santos

Estagiária de Biologia

Thais Maria de Freitas Barros

Estagiária de Oceanografia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	10
2.1 Definições da rede de amostragem	10
2.2 Área de estudo	11
2.3 Descrições das bacias hidrográficas	12
2.3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Camarajipe	12
2.3.2 Bacia Hidrográfica do Rio do Cobre	13
2.3.3 Bacia Hidrográfica do Rio Ipitanga	14
2.3.4 Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe	15
2.3.5 Bacia Hidrográfica do Lobato	16
2.3.6 Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia	17
2.3.7 Bacia Hidrográfica do Rio dos Macacos	18
2.3.8 Bacia Hidrográfica de Ondina	18
2.3.9 Bacia Hidrográfica do Rio Paraguari	19
2.3.10 Bacia Hidrográfica do Rio Passa Vaca	20
2.3.11 Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras e Pituaçu	21
2.3.12 Bacia Hidrográfica do Rio Sapato	22
2.3.13 Bacia Hidrográfica do Rio dos Seixos	23
2.3 Coleta e análise	31
2.5 Índices ambientais	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1 Parâmetros gerais	35
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA REDE AMOSTRAL DOS RIOS URBANOS DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS, BAHIA.	10
FIGURA 2. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMARAJIPE, SALVADOR-BA.	13
FIGURA 3. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO COBRE, SALVADOR - BA.	14
FIGURA 4. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPITANGA.	15
FIGURA 5. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAGUARIBE, SALVADOR - BA.	16
FIGURA 6. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LOBATO, SALVADOR - BA.	17
FIGURA 7. CURSOS D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LUCAIA, SALVADOR - BA.	17
FIGURA 8. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DE ONDINA, SALVADOR.	19
FIGURA 9. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUARI, SALVADOR-BA.	20
FIGURA 10. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PASSA VACA, SALVADOR - BA.	20
FIGURA 11. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS PEDRAS/PITUAÇU, SALVADOR - BA.	21
FIGURA 12. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAPATO.	22
FIGURA 13. CURSO D'ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SEIXOS, SALVADOR - BA.	23
FIGURA 14. PONTO PIT 01, SITUADO NO RIO PITUAÇU, AV. GAL COSTA.	24
FIGURA 15. PONTO PIT 02, SITUADO NO RIO PITUAÇU, VILA NOVA DE PITUAÇU.	24
FIGURA 16. PONTO PIT 06, SITUADO NO RIO DAS PEDRAS, AV. JORGE AMADO.	24
FIGURA 17. PONTO PIT 07, SITUADO NO RIO PITUAÇU, IMBUÍ.	24
FIGURA 18. PONTO PIT 08, SITUADO NO RIO PITUAÇU, IMBUÍ.	24
FIGURA 19. PONTO PSV 03, SITUADO NO RIO PASSA VACA, PATAMARES.	24
FIGURA 20. PONTO LUC 01, SITUADO NO RIO LUCAIA, BARRIS.	25
FIGURA 21. PONTO LUC 02, SITUADO EM AFLUENTE DO RIO LUCAIA, GARCIA.	25
FIGURA 22. PONTO LUC 03, SITUADO NO RIO LUCAIA, RUA LUCAIA.	25
FIGURA 23. PONTO SEI 01, SITUADO NO RIO DOS SEIXOS, VALE DO CANELA.	25
FIGURA 24. PONTO SEI 02, SITUADO NO RIO DOS SEIXOS, BARRA.	25
FIGURA 25. PONTO OND 01, SITUADO NO RIO ONDINA, ONDINA.	25
FIGURA 26. PONTO JAG 02, SITUADO NO RIO JAGUARIBE, AV. PARALELA.	26
FIGURA 27. PONTO JAG 03, SITUADO NO RIO CÓRREGO DO BISPO, AV. PARALELA.	26
FIGURA 28. PONTO JAG 04, SITUADO NO RIO CÓRREGO DO BISPO, ITAPUÃ.	26
FIGURA 29. PONTO JAG 05, SITUADO NO RIO MANGABEIRA, PIATÃ.	26
FIGURA 30. PONTO JAG 06, SITUADO NO RIO JAGUARIBE, AV. ORLANDO GOMES.	26
FIGURA 31. PONTO JAG 07, SITUADO NO RIO TROBOGY, PIATÃ.	26
FIGURA 32. PONTO JAG 10, SITUADO NO RIO MOCAMBO, RUA MOCAMBO.	27
FIGURA 33. PONTO JOA 01, SITUADO NO RIO JOANES, BURAQUINHO, LAURO DE FREITAS.	27
FIGURA 34. PONTO CAM 03, SITUADO NO RIO CAMARAJIPE, CABULA/IAPI.	27
FIGURA 35. PONTO CAM 05, SITUADO NO RIO QUEIMADO, CAIXA D'ÁGUA.	27
FIGURA 36. PONTO CAM 07, SITUADO NO RIO PERNAMBUÉS NA AV. PARALELA, PERNAMBUÉS.	27
FIGURA 37. PONTO CAM 09, SITUADO NO CÓRREGO DAS QUINTAS NA RUA EDSON SALDANHA, BAIXA DO TUBO.	27
FIGURA 38. PONTO IPI 01, SITUADO NO RIO IPITANGA, RUA EUVALDO SANTOS LEITE.	28
FIGURA 39. PONTO IPI 02, SITUADO NO RIO IPITANGA, CASSANGE.	28
FIGURA 40. PONTO IPI 03, SITUADO NO RIO IPITANGA, LAURO DE FREITAS.	28
FIGURA 41. PONTO IPI 04, SITUADO NO RIO IPITANGA, SÃO CRISTOVÃO.	28
FIGURA 42. PONTO IPI 05, SITUADO NO RIO ÍTINGA, JARDIM DAS MARGARIDAS.	28
FIGURA 43. PONTO IPI 06, SITUADO NO RIACHO TAPUÁ MIRIM, FAZENDA GRANDE IV.	28
FIGURA 44. PONTO IPI 07, SITUADO NO RIO IPITANGA, SÃO CRISTOVÃO.	29

FIGURA 45. PONTO MAC 02, SITUADO NO RIO DOS MACACOS, PARIPE.	29
FIGURA 46. PONTO PAR 03, SITUADO NO RIO PARAGUARI, PERIPERI.....	29
FIGURA 47. PONTO SAP 01, SITUADO NO RIO SAPATO, STELLA MARIS.....	29
FIGURA 48. PONTO SAP 02, SITUADO NO RIO SAPATO, LAURO DE FREITAS.	29
FIGURA 49. PONTO SAP 03, SITUADO NO RIO SAPATO, LAURO DE FREITAS.	29
FIGURA 50. PONTO SAP 04, SITUADO NO RIO SAPATO, LAURO DE FREITAS.	30
FIGURA 51. PONTO SAP 07, SITUADO NO RIO SAPATO, LAURO DE FREITAS.	30
FIGURA 52. PONTO LOB 01, SITUADO NO RIO LOBATO, URUGUAI.	30
FIGURA 53. PONTO BAR 01, SITUADO NA CAPTAÇÃO DE TEMPO SECO DA EMBASA PRÓXIMO AO FORTE SANTA MARIA/BARRA.....	30
FIGURA 54. SÉRIE HISTÓRIA DE CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD) NO CÓRREGO DO BISPO (JAG 04) E RIO SAPATO (SAP 01).	42
FIGURA 55. SÉRIE HISTÓRIA DE CONCENTRAÇÕES DE SURFACTANTES NO RIO LOBATO (LOB 01).	44
FIGURA 56. SÉRIE HISTÓRICA DE CONCENTRAÇÕES DE DBO PARA A BACIA DO RIO PITUAÇU.	45
FIGURA 57. SÉRIE HISTÓRIA DE CONCENTRAÇÕES DE CLOROFILA A PARA O PONTO IPI 06 (RIO IPITANGA).....	48
FIGURA 58. RESULTADO DO IQA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS.	51
FIGURA 59. VALORES DE IQA OBTIDOS NA CAMPANHA DE 2024.	51
FIGURA 60. VALORES DE IQA OBTIDOS NA CAMPANHA DE 2024.	52
FIGURA 61. RESULTADO DO IET DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS.	52
FIGURA 62. VALORES DE IET OBTIDOS NA CAMPANHA DE 2024.	53
FIGURA 63. VALORES DE IET OBTIDOS NA CAMPANHA DE 2024.	54

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. VARIÁVEIS DA QUALIDADE AMBIENTAL DOS RIOS.....	31
TABELA 2. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DOS RIOS CAMARAJIPE E BARRA.	35
TABELA 3. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO IPITANGA.	36
TABELA 4. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO JAGUARIBE.....	37
TABELA 5. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DOS RIOS JOANES, LOBATO, LUCAIA, DOS MACACOS E ONDINA.....	38
TABELA 6. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DOS RIOS PARAGUARI E PITUAÇU.	39
TABELA 7. RESULTADOS DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS DOS RIOS PASSA VACA, SAPATO E DOS SEIXOS.	40

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1. REDE AMOSTRAL DE MONITORAMENTO DOS RIOS DE SALVADOR EM 2024.....	11
QUADRO 2. CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS - IQA.....	32
QUADRO 3. CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO - IET.....	33
QUADRO 4. CARACTERÍSTICAS DAS CLASSES DE IET DOS CORPOS HÍDRICOS.	33
QUADRO 5. SÉRIE HISTÓRICA DO IQA NOS RIOS URBANOS DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS.	54
QUADRO 6. SÉRIE HISTÓRICA DO IET NOS RIOS URBANOS DE SALVADOR E LAURO DE FREITAS.	56

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização é considerado um dos principais fatores responsáveis pela degradação dos recursos hídricos em países subdesenvolvidos (TUCCI, 2008). No século XIX, o planejamento das cidades seguiu um modelo higienista, com o propósito de garantir condições sanitárias adequadas para a ocupação urbana (COSTA, 2014). Como resultado, foram implementadas intervenções como a canalização de rios, sistemas subterrâneos de drenagem para escoamento rápido da água, aterramentos e o alargamento de vias. Entretanto, essa abordagem ignorou a funcionalidade ecológica e os fluxos naturais dos ecossistemas no planejamento municipal brasileiro (CARBONE *et al.*, 2020).

A degradação da qualidade das águas nos rios urbanos compromete suas funções ambientais, sociais, culturais e religiosas (TUCCI, 1997; PIZELLA e SOUZA, 2007; SANTOS *et al.*, 2009). Dentre os fatores mais críticos, destaca-se o despejo irregular de esgoto doméstico, sendo a principal causa de contaminação nas áreas urbanas. Esse problema ocorre tanto devido à precariedade das redes de esgoto sanitário, quanto à conexão inadequada de efluentes a sistemas de drenagem pluvial (TUCCI, 1997). Além disso, a impermeabilização do solo, consequência do avanço da urbanização, intensifica o escoamento superficial, transportando resíduos e sedimentos para os cursos d'água. Esse processo agrava o assoreamento das bacias hidrográficas, reduzindo sua capacidade de drenagem e prejudicando a recarga do lençol freático (TUCCI, 1997; PIZELLA e SOUZA, 2005).

Salvador possui um extenso conjunto de corpos hídricos, incluindo diversos rios espalhados pelo município (CORDEIRO, 2009). No entanto, a urbanização desordenada, aliada a ocupações irregulares, uso inadequado do solo, carência de infraestrutura e ausência de saneamento ambiental, resultou na poluição e na degradação dos rios urbanos da cidade (SOUZA, 2018). Essas transformações impactam diretamente os ecossistemas aquáticos e comprometem a qualidade da água dos recursos hídricos da capital baiana (CORDEIRO, 2009).

Diante da contínua poluição dos recursos hídricos, que representa riscos tanto para a biodiversidade aquática quanto para a saúde humana, o monitoramento ambiental se torna uma ferramenta indispensável. Acompanhar as condições dos

rios urbanos permite compreender sua situação atual e identificar alterações ao longo do tempo, fornecendo subsídios para uma gestão sustentável. Nesse contexto, o presente estudo busca avaliar a qualidade ambiental dos rios urbanos nos municípios de Salvador e Lauro de Freitas.

2 METODOLOGIA

2.1 Definições da rede de amostragem

Para a determinação da localização dos pontos de coleta que compõem a malha amostral nesta avaliação, foram utilizados, preferencialmente, os pontos existentes no estudo feito pela Universidade Federal da Bahia – UFBA publicado no livro “Caminho das Águas em Salvador – Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes” (SANTOS *et al.*, 2009). Foram selecionados ao menos três pontos de amostragem em cada um dos principais rios. Os pontos escolhidos estão dispostos da seguinte forma: um próximo a nascente, um próximo à foz e os demais a meio curso. Esse delineamento amostral permite realizar o acompanhamento da qualidade da água ao longo do rio. Atualmente a rede de monitoramento dos rios de Salvador é composta por 58 pontos distribuídos entre 14 bacias hidrográficas (Figura 1).

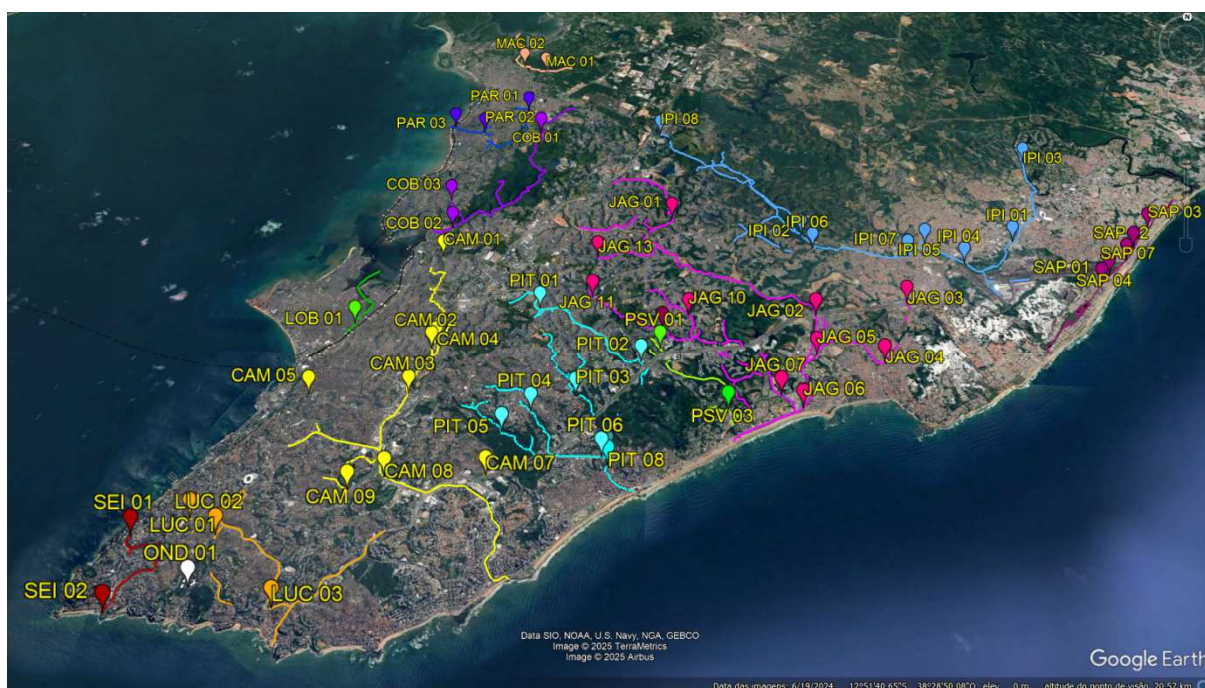


Figura 1. Distribuição espacial da rede amostral dos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas, Bahia.

2.2 Área de estudo

A qualidade ambiental dos rios foi avaliada em 41 (quarenta e um) trechos de rios em 14 (quatorze) bacias hidrográficas urbanas nos municípios de Salvador e Lauro de Freitas, sendo elas: Barra, Rio Camarajipe, Rio Ipitanga, Rio Jaguaribe, Rio Joanes, Rio Lobato, Rio Lucaia, Rio dos Macacos, Rio Ondina, Rio Paraguari, Rio Passa Vaca, Rio das Pedras (e Pituaçu), Rio Sapato e Rio dos Seixos. Os corpos hídricos monitorados nas respectivas bacias estão apresentados no Quadro 1.

Devido a questões de segurança, nesta campanha foram selecionados apenas pontos de amostragem em localidades que não oferecem riscos a integridade física das equipes em campo. Portanto, foram visitados 41 dos 58 pontos de amostragem que compõem esta rede (Quadro 2).

Quadro 1. Rede amostral de monitoramento dos rios de Salvador em 2024.

Bacia	Ponto	Corpo hídrico	Descrição do ponto e coordenadas
	BAR 01	Captação da Barra	Captação em tempo seco em elevatória próxima ao Forte de Santa Maria/Barra.-13.004811° -38.533587°
Camarajipe	CAM 03	Rio Camarajipe	Rua Martiniano Bonfim/Barros Reis, Cabula/IAPL. 12°57'17.00" 38°28'27.00"
	CAM 05	Rio Queimado	Neojiba/Largo do Queimado, Caixa D'água. 12°57'22.00"S 38°29'49.00"W
	CAM 07	Rio Pernambués	Av. Luis Viana Filho (Av. Paralela), Pernambués. 12°58'30.77"S 38°27'13.44"W
	CAM 08	Rio Camarajipe	Acesso Norte antes da Bonocô, Pernambués. 12°58'36.00"S 38°28'31.00"W
	CAM 09	Córrego das Quintas	Rua Édson Saldanha, Baixa do Tubo. 12°58'49.38"S 38°28'56.93"W
Ipitanga	IPI 01	Rio Ipitanga	Rua Euvaldo Santos Leite, Lauro de Freitas. 12°53'54.33"S 38°19'40.96"W
	IPI 02	Rio Ipitanga	Junto a Barragem Ipitanga I, Cassange. 12°53'56.46"S 38°22'55.49"W
	IPI 03	Rio Ipitanga	Rua Gerino de Souza Filho, Lauro de Freitas. 12°52'02.30"S 38°19'10.40"W
	IPI 04	Rio Ipitanga	Aeroporto, São Cristovão. 12°54'24.23"S 38°20'29.98"W
	IPI 05	Rio Itinga	Rua Bromélias Brancas, Jardim das Margaridas. 12°54'02.43"S 38°21'02.36"W
	IPI 06	Riacho Tapuá Mirim	Estrada da Barragem, Fazenda Grande IV. 12°54'12.81"S 38°22'46.41"W
	IPI 07	Rio Ipitanga	Rodovia BA-256 (Estrada CIA-Aeroporto), São Cristovão. 12°54'17.62"S 38°21'19.76"W
Jaguaribe	JAG 02	Rio Jaguaribe	Av. Paralela, Piatã. 12°55'34.12"S 38°22'48.33"W
	JAG 03	Córrego do Bispo	Av. Paralela, Itapuã. 12°55'15.05"S 38°21'27.59"W
	JAG 04	Córrego do Bispo	Rua Beira Rio, Itapuã. 12°56'23.15"S 38°21'54.19"W
	JAG 05	Rio Mangabeira	Rua da Gratidão (2ª ponte), Piatã. 12°56'18.20"S 38°22'50.50"W
	JAG 06	Rio Jaguaribe	Final da Av. Orlando Gomes, Piatã. 12°57'13.79"S 38°23'5.32"W

	JAG 07	Rio Trobogy	Rua Rio Trobogy (Rua da Adutora), Piatã. 12°57'1.80"S 38°23'22.60"W
	JAG 10	Rio Mocambo	Av. Mario Sérgio Pontes de Paiva (Via Barradão), Trobogy. 12°55'39.57"S 38°24'39.30"W
Joanes	JOA 01	Rio Joanes	Estrada Ministro Antônio Carlos Magalhães, Buraquinho, Lauro de Freitas. 12°52'23.36"S 38°17'21.52"O
Lobato	LOB 01	Rio Lobato	Av. Afrânio Peixoto (Av. Suburbana), Uruguai/Lobato. 12°56'4.00"S 38°29'28.00"W
Lucaia	LUC 01	Rio Lucaia	Av. Vale dos Barris, Barris. 12°59'19.50"S 38°30'49.60"W
	LUC 02	Rio Lucaia	Av. Anita Garibaldi, Federação. 12°59'31.70"S 38°30'25.60"W
	LUC 03	Rio Lucaia	Rua Lucaia, Rio Vermelho. 13°00'26.15"S 38°29'29.25"W
Macacos	MAC 02	Rio dos Macacos	Rodovia BA-526, Paripe. 12°49'49.00"S 38°27'43.00"W
Ondina	OND 01	Rio Ondina	UFBA (ao lado do PAF V), Ondina. 13°00'13.86"S 38°30'32.77"W
Paraguari	PAR 03	Rio Paraguari	Av. Afrânio Peixoto (Av. Suburbana), Coutos. 12°51'36.73"S 38°28'42.34"W
Pituaçu	PIT 01	Rio Pituaçu	Av. Gal Costa, Sussuarana. 12°55'39.20"S 38°26'49.81"W
	PIT 02	Rio Pituaçu	Ao lado da estação de transbordo de Pituaçu, Av. Gal Costa, Vila Nova de Pituaçu. 12°56'34.00"S 38°25'18.00"W
	PIT 06	Rio das Pedras	Cruzamento da Av. Jorge Amado com Alameda Jardim das Acácias, Imbuí. 12°58'8.85"S 38°25'45.11"W
	PIT 07	Rio Pituaçu	Av. Jorge Amado, Imbuí. 12°58'7.52"S 38°25'41.74"W
	PIT 08	Rio das Pedras	Rua da Mangueira, Imbuí. 12°58'16.59"S 38°25'39.45"W
Passa Vaca	PSV 03	Rio Passa Vaca	Av. Ibirapitanga, Patamares. 12°57'16.50"S 38°24'5.80"W
Sapato	SAP 01	Rio Sapato	Rua Itagi, Flamengo. 12°54'44.1"S 38°18'32.1"W
	SAP 02	Rio Sapato	Cruzamento da Rua Elsa Paranhos com Rua Dr. Heleno de Brito, Lauro de Freitas. 12°54'12.06"S 38°18'2.06"W
	SAP 03	Rio Sapato	Cruzamento da Av. Praia de Itapuã com Av. Praia de Copacabana, Lauro de Freitas. 12°53'29.71"S 38°17'31.59"W
	SAP 04	Rio Sapato	Rua Santo Antônio de Ipitanga (Centro Panamericano de Judô), Lauro de Freitas. 12°54'32.03"S 38°18'22.11"W
	SAP 07	Rio Sapato	Rua Paulo dos Santos Ferreira, Ipitanga, Lauro de Freitas. 12°53'56.39"S 38°17'51.73"W
Seixos	SEI 01	Rio dos Seixos	Av. Reitor Miguel Calmon, Vale do Canela. 12°59'35.69"S 38°31'29.49"W
	SEI 02	Rio dos Seixos	Próximo ao Morro do Cristo, Barra. 13°00'36.63"S 38°31'27.92"W

2.3 Descrições das bacias hidrográficas

2.3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Camarajipe

O rio Camarajipe (de origem tupi - rio de Camará) tem o seu nome associado à existência, em suas margens, de uma planta chamada Camará, *Lantana camara*,

Lantana aculeata ou ainda *Lantana brasiliensis*, arbusto de folhas aromáticas e frutos vermelhos, que eram abundantes nas imediações desse rio (SANTOS *et al.*, 2010). A Bacia Hidrográfica do Rio Camarajipe está entre as três maiores bacias do município, cujo rio principal nasce no bairro de Pirajá, passa pela região da estação rodoviária, até desaguar no bairro do Costa Azul, percorrendo aproximadamente 14 km.

O rio Camarajipe é desviado para o sistema de esgotamento da cidade (captação em tempo seco) nas imediações da rodoviária de Salvador. Parte de seu leito foi retificado, uma represa foi construída no alto do Cabrito (formando o Dique de Campinas) e sua foz foi modificada do Largo da Mariquita, no Rio Vermelho, para o bairro do Costa Azul. Assim também aconteceu com seus afluentes, como o rio das Tripas, que está encapsulado em grande parte do seu curso, e o rio Campinas, que se encontra totalmente canalizado.

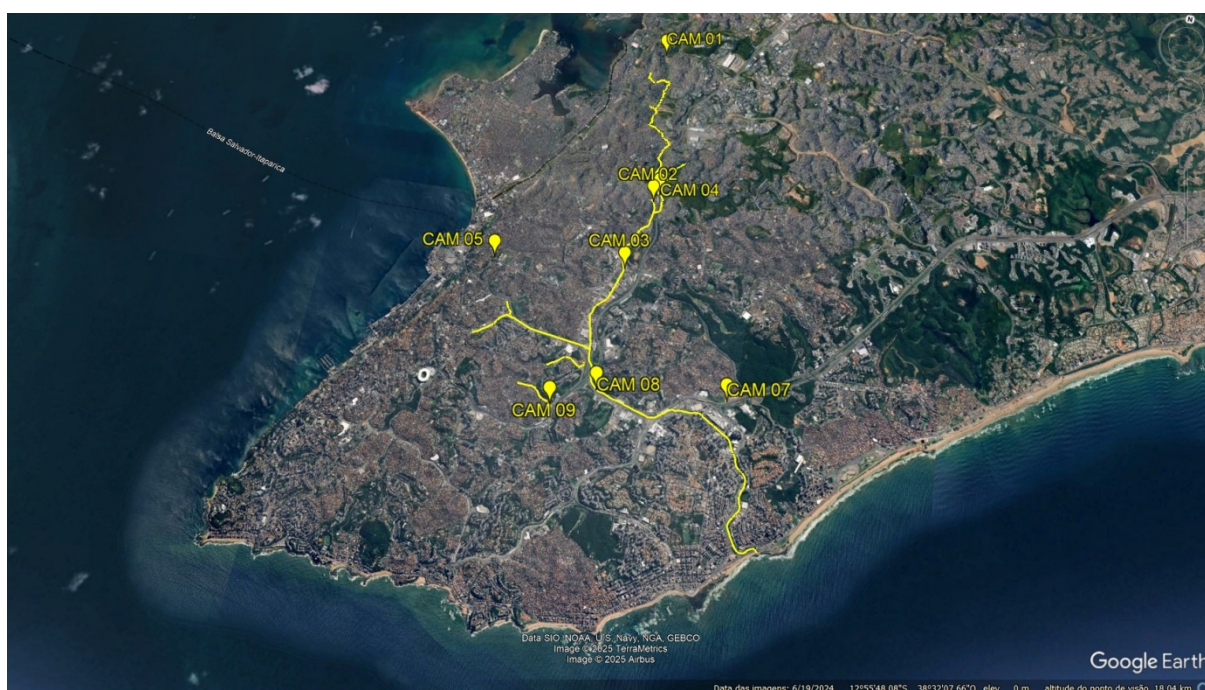


Figura 2. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Camarajipe, Salvador-BA.

2.3.2 Bacia Hidrográfica do Rio do Cobre

O rio do Cobre, considerada a quinta maior bacia do Município de Salvador, tem sua principal nascente na lagoa da Paixão, no bairro Moradas da Lagoa, e apresenta um barramento, a represa do Cobre, que já foi um importante manancial

de abastecimento, sendo uma área protegida como “Parque Florestal da Represa do Cobre”(SANTOS *et al.*, 2010).

Além deste Parque, a bacia hidrográfica está inserida em outras unidades de conservação como a APA da Bacia do Cobre/São Bartolomeu, o Parque Metropolitano de Pirajá e o Parque Municipal de São Bartolomeu. Entretanto, sua foz se encontra na Enseada do Cabrito, onde as pressões urbanas são maiores, comprometendo, portanto, a qualidade das águas no seu curso final.

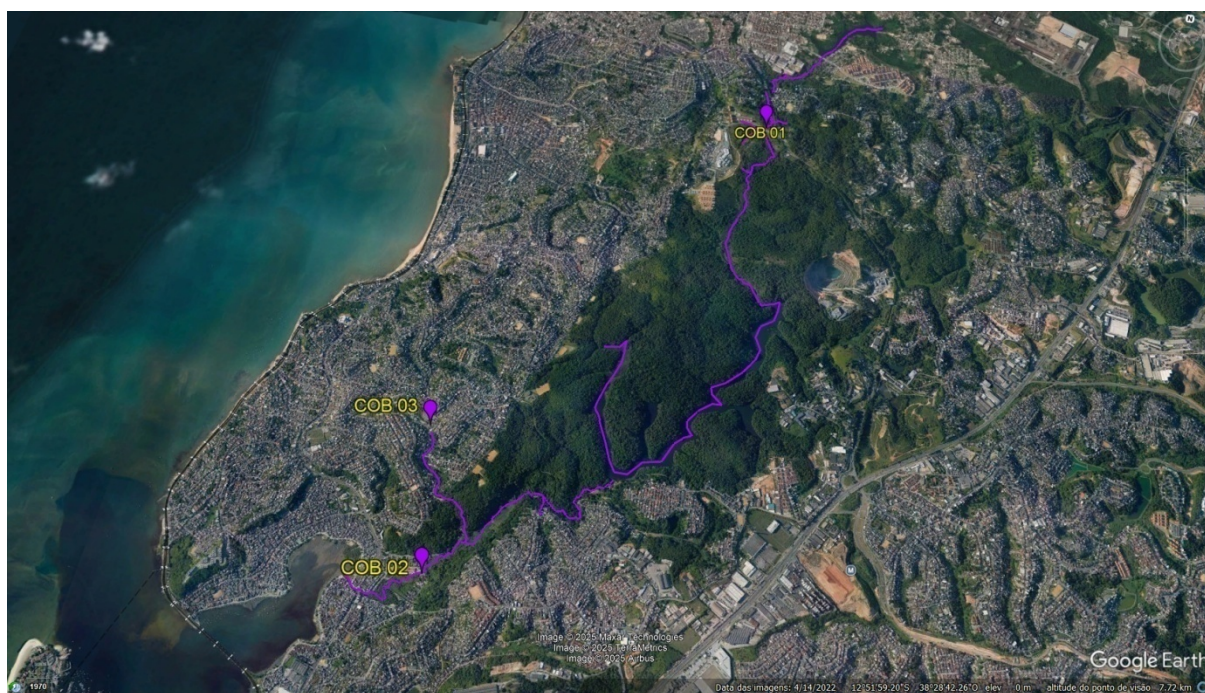


Figura 3.Curso d'água da bacia hidrográfica do rio do Cobre, Salvador - BA.

2.3.3 Bacia Hidrográfica do Rio Ipitanga

O nome Ipitanga tem origem no tupi e significa “água vermelha”. O rio Ipitanga possui nascente de importante afluente (Rio das Pedras) no município de Simões Filho, em Pitanguinha, próximo a Represa Ipitanga III, passando pelos bairros de Nova Esperança, Cassange, Cajazeiras XI, Fazenda Grande II, Boca da Mata, São Cristovão, Jardim das Margaridas, Itinga e Aeroporto. Possui dois barramentos para abastecimento humano, Represas Ipitanga I e II, formando o sistema de barragens Joanes-Ipitanga (SANTOS *et al.*, 2010).

A extensão linear do rio Ipitanga é de 30km e sua bacia hidrográfica drena uma área de aproximadamente 118km². Os principais afluentes são os rios Poti, Cabuçu,

Cururipe, das Margaridas, Itinga, Caji e Ribeirão Itapoá. O uso das águas do rio Ipitanga e seus afluentes são, principalmente, para abastecimento doméstico e industrial, além de dessedentação de animais, lazer e esportes náuticos, pesca e como corpo receptor de efluentes.

O rio Ipitanga deságua no rio Joanes no município de Lauro de Freitas. O lago formado pela barragem Ipitanga II é dividido pela rodovia BA 526. Convencionou-se chamar a parte do lago a direita da rodovia (sentido CIA) de represa Ipitanga III. Áreas ao entorno dessa bacia apresentam remanescentes de Mata Atlântica como cobertura vegetal predominante.



Figura 4. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Ipitanga.

2.3.4 Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe

O rio Jaguaribe, cujo nome é de origem tupi e significa 'Rio das Onças', possui suas nascentes nos bairros de Águas Claras, Valéria e Castelo Branco, passa pelo Jardim Nova Esperança, Cajazeiras VIII, Nova Brasília, Trobogy, Mussurunga, Bairro da Paz e deságua em Patamares, percorrendo cerca de 15,2 km. Este rio apresenta vários afluentes com grande vazão, como os rios Trobogy e Mangabeira (SANTOS *et al.*,

2010). As águas do Rio Jaguaribe influenciam na balneabilidade de praias do município, como Patamares, Jaguaribe e Piatã.

Nessa bacia existem importantes remanescentes de vegetação nativa, características do bioma Mata Atlântica. Até a década de 1990, o grande aporte de poluição orgânica era decorrente do lançamento de esgotos sanitários e do chorume do “lixão” de Canabrava. Posteriormente, o aterro construído passou a constituir um fator de risco para os mananciais de água da bacia, com drenagem do lixiviado, em especial nos rios Trobogy e Mocambo (SANTOS *et al.*, 2010).

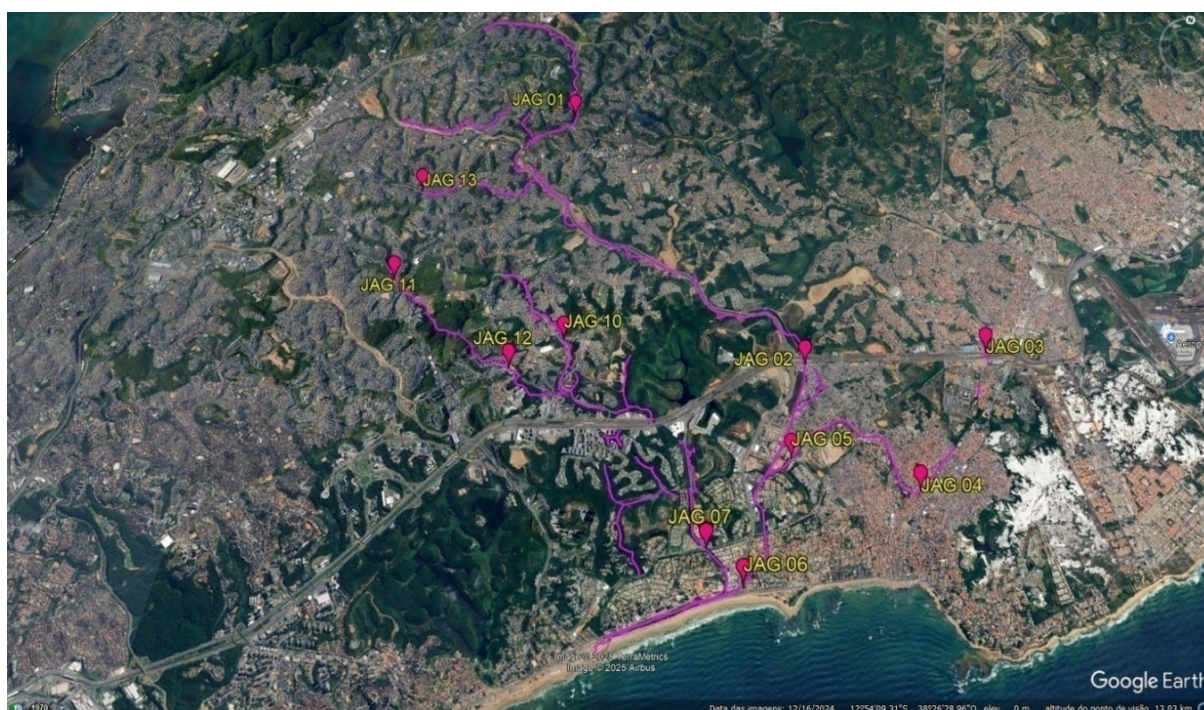


Figura 5.Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, Salvador - BA.

2.3.5 Bacia Hidrográfica do Lobato

A bacia hidrográfica do Lobato se encontra no Subúrbio Ferroviário, com algumas áreas em condições precárias de moradia, infraestrutura e saneamento.

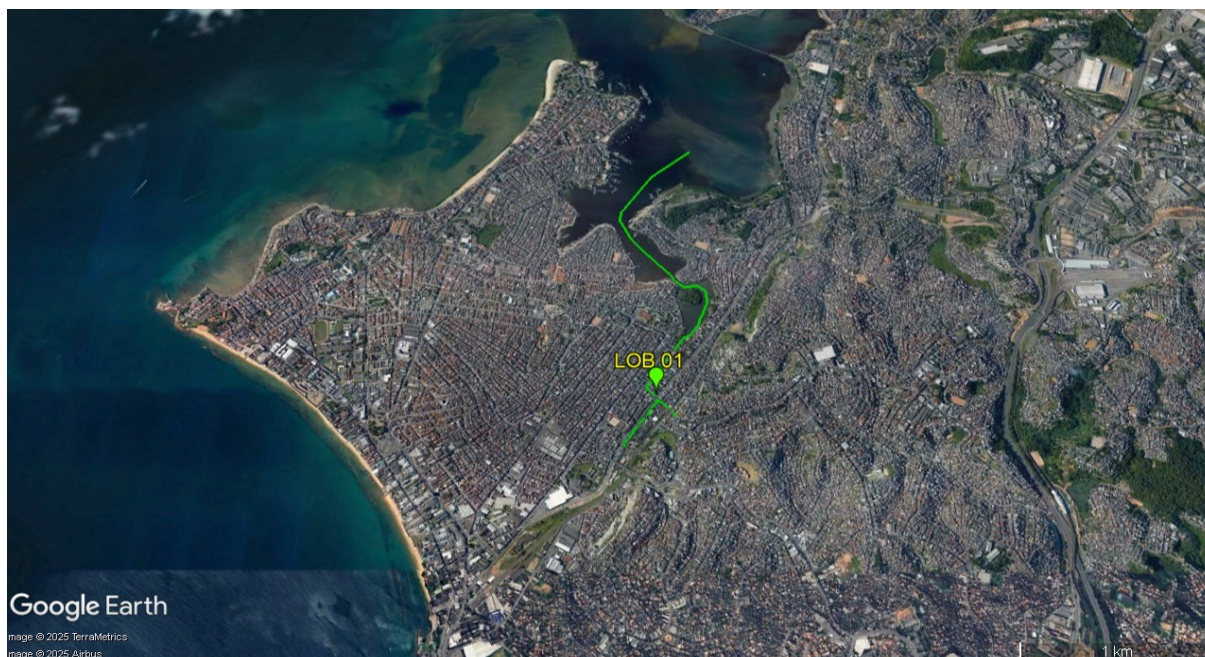


Figura 6. Curso d'água da bacia hidrográfica do Lobato, Salvador - BA.

2.3.6 Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia

A Bacia do Rio Lucaia tem suas nascentes próximas a Avenida Joana Angélica, vertendo em direção ao Dique do Tororó, segue por todo canteiro central da Avenida Vasco da Gama, hoje encapsulado, e deságua no Largo da Mariquita, no Rio Vermelho (SANTOS *et al.*, 2010).

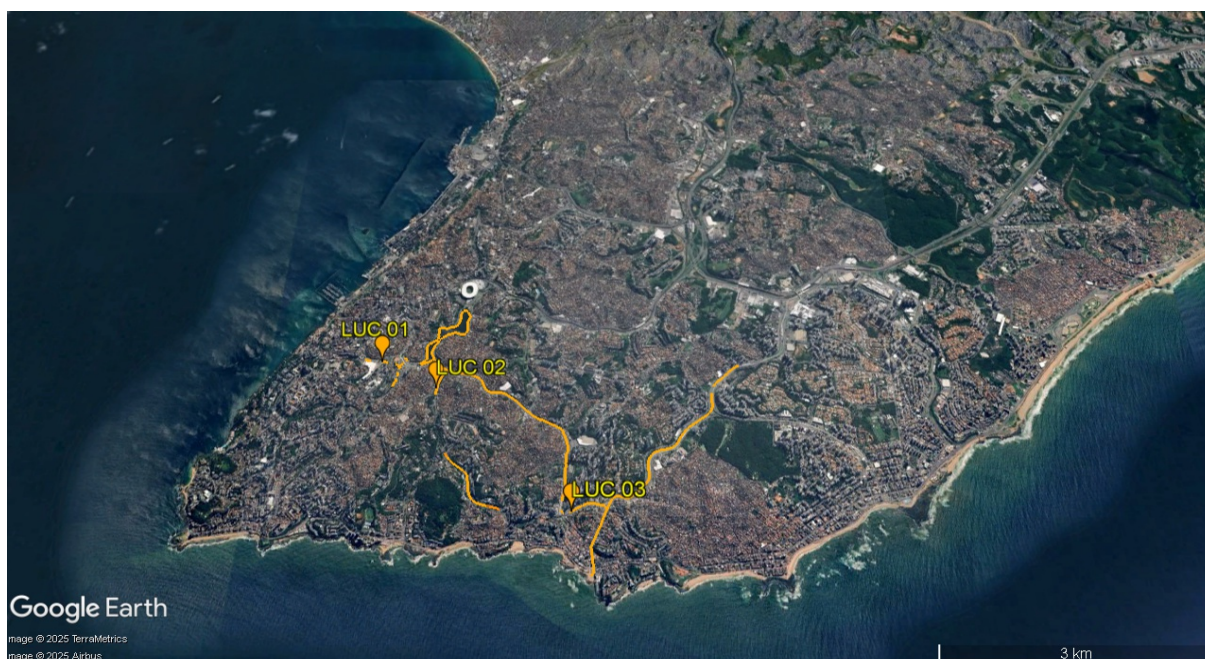


Figura 7. Cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Lucaia, Salvador - BA.

O Dique do Tororó recebeu, por muitos anos, descargas de esgotos domésticos, causando sua eutrofização. Atualmente, esses pontos de lançamento de esgotos foram eliminados e processos de revitalização o transformaram em um dos pontos turísticos da capital.

2.3.7 Bacia Hidrográfica do Rio dos Macacos

O rio dos Macacos faz divisa entre o município de Simões Filho e Salvador e deságua na Baía de Aratu. Possui um barramento, a represa dos Macacos, dentro de área militar. Nessa bacia, está o Quilombo dos Macacos e a Vila Militar da Marinha, base de Aratu.

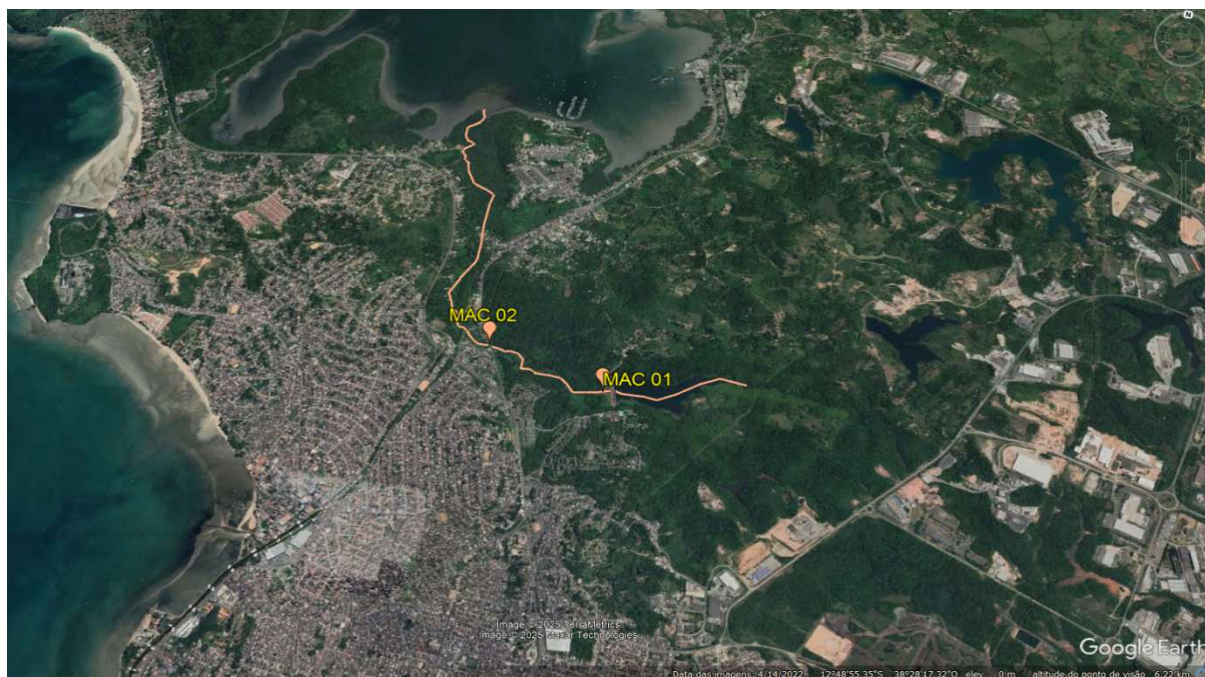


Figura 34. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio dos Macacos, Salvador-BA.

2.3.8 Bacia Hidrográfica de Ondina

A bacia do Rio Ondina é a menor bacia de Salvador, correspondendo a apenas 1% do município, nela existem pequenos córregos já encapsulados subterraneamente, outros ainda estão visíveis, como no Campus da UFBA no bairro de Ondina (SANTOS *et al.*, 2010).

Fazem parte dela os bairros de Ondina, Calabar e Alto das Pombas, além das localidades de Jardim Apipema, Alto de Ondina e São Lázaro. A Unidade de Conservação do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas também encontra-se nesta bacia.

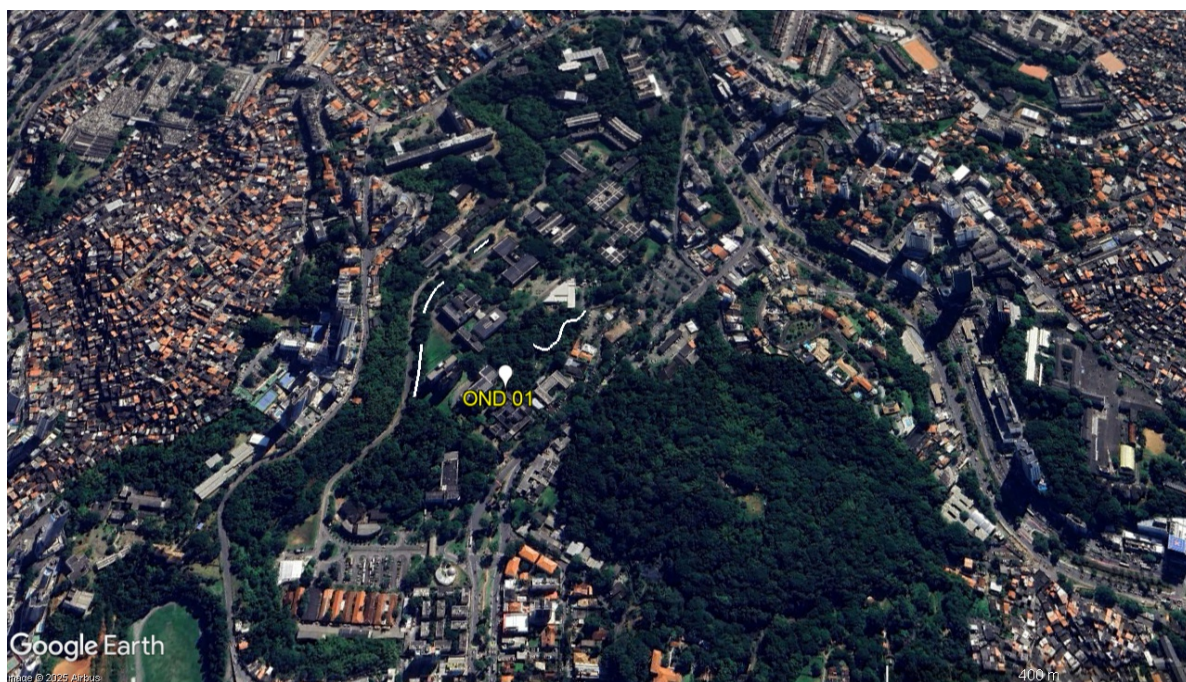


Figura 8. Curso d'água da bacia hidrográfica de Ondina, Salvador.

2.3.9 Bacia Hidrográfica do Rio Paraguari

Segundo Consuelo Pondé de Sena, Paraguari significa rio dos papagaios (paraguá significa papagaio e y/i rio, água). O principal rio dessa bacia nasce na região da Estrada Velha de Periperi, em Coutos, e deságua na praia de Periperi. Seu curso passa por áreas de ocupação espontânea, com construções sobre o rio e sistema de esgotamento sanitário precário. Sendo assim, esgotos domésticos são lançados diretamente na água, comprometendo a qualidade da mesma (SANTOS *et al.*, 2010).

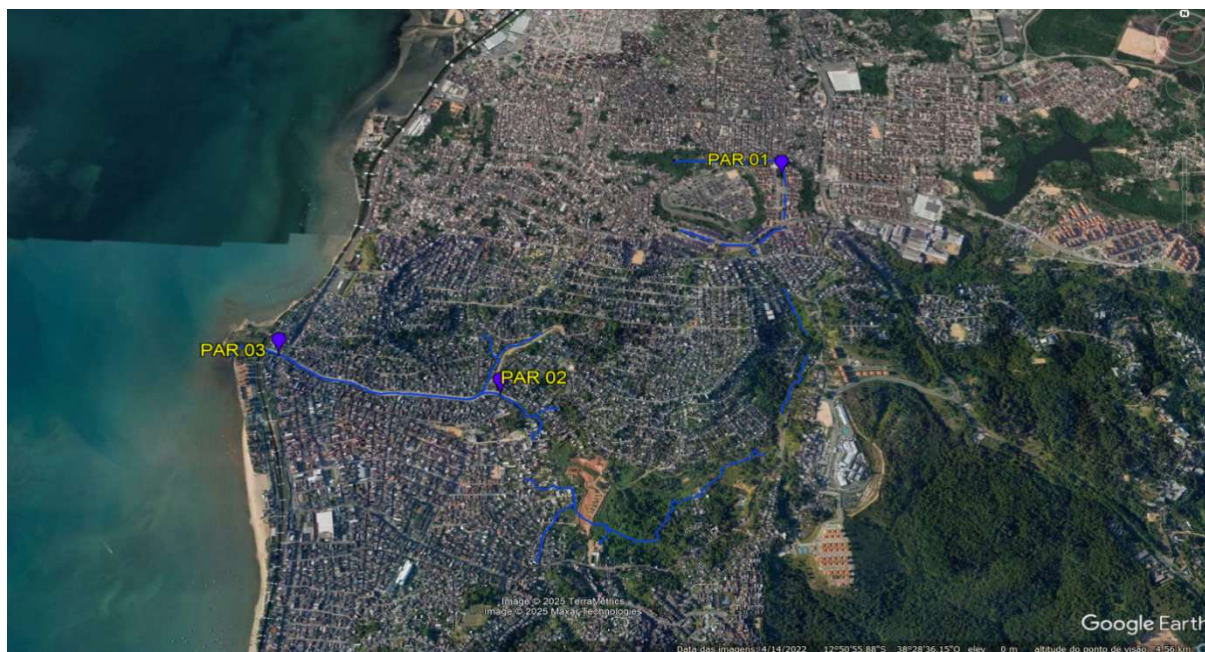


Figura 9. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Salvador-BA.

2.3.10 Bacia Hidrográfica do Rio Passa Vaca

O rio Passa Vaca nasce no bairro de São Rafael, é sobreposto pela Av. Paralela e atravessa todo o bairro de Patamares, desaguando no mesmo estuário que o rio Jaguaribe. Na sua foz, encontra-se o Parque Municipal do Manguezal do Rio Passa Vaca, criado por meio do Decreto nº 19.752/2009 (SANTOS *et al.*, 2010).



Figura 10. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Passa Vaca, Salvador - BA.

Apesar disso, o rio Passa Vaca também sofre com o processo de urbanização e vem sendo degradado pelo lançamento de esgotos e resíduos sólidos, principalmente na região das suas nascentes, comprometendo, conseqüentemente, o manguezal e os ecossistemas a ele associados.

2.3.11 Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras e Pituáçu

A bacia do rio das Pedras inclui os rios Pituáçu, Cachoeirinha, Saboeiro, Cascão e Pedras, sendo esse último formado a partir da confluência dos demais. O rio Saboeiro nasce na região do Cabula VI e segue em direção ao Imbuí. O rio Cascão nasce numa área de proteção ambiental pertencente ao 19º Batalhão de Caçadores – 19ª BC – portanto, seu trecho inicial se encontra fora das áreas de grande pressão demográfica. Entretanto, o rio Cascão segue em direção ao bairro do Imbuí, onde se encontra com o rio Saboeiro, formando o rio das Pedras, que atualmente encontra-se parcialmente encapsulado. O rio Cachoeirinha nasce no bairro de Sussuarana (SANTOS *et al.*, 2010).

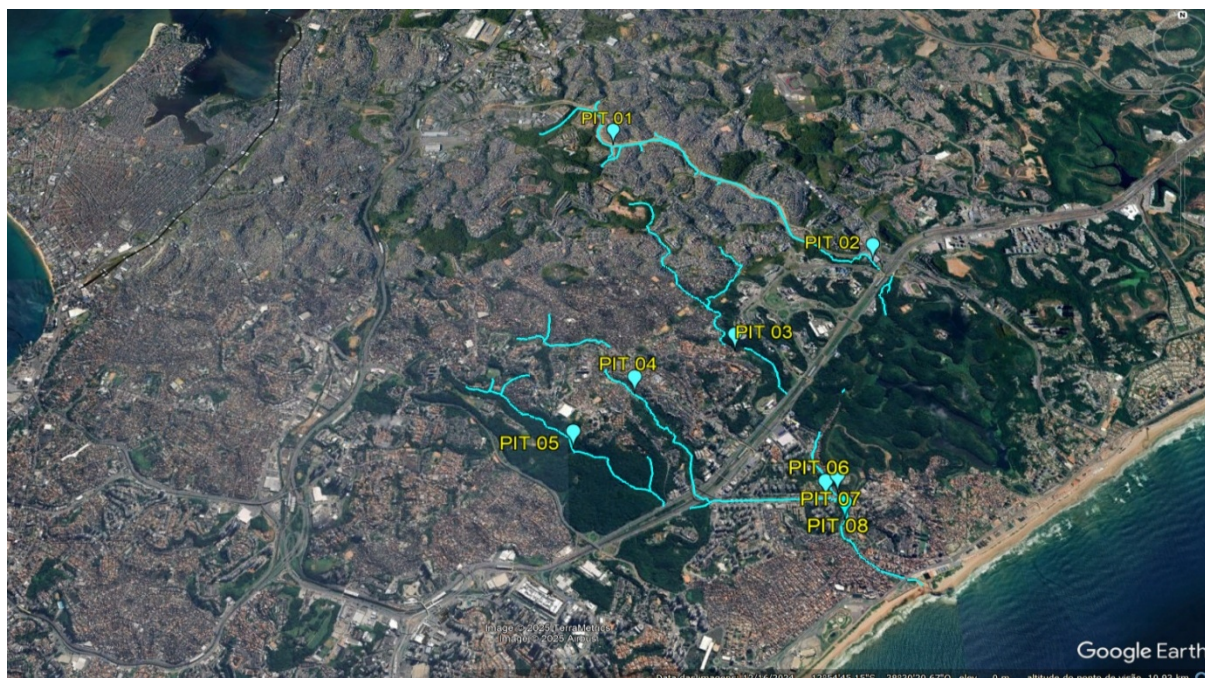


Figura 11. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio das Pedras/Pituáçu, Salvador – BA.

O nome do rio Pituaçu tem origem tupi e significa “pitu grande”, segundo Consuelo Ponde de Sena, Pitú é corruptela de Py - tú - a pele ou casca escura. É o camarão cascudo da água doce. Antigamente, dizia-se poty e potuassú. O rio Pituaçu é o maior e principal rio da bacia e tem suas cabeceiras próximas à BR-324. O rio é represado no bairro de Pituaçu dando origem a lagoa de Pituaçu (SANTOS *et al.*, 2010). É bom salientar que o rio Pituaçu é desviado para a rede do sistema de esgotamento na altura da comunidade de Vila Nova de Pituaçu, antes da Lagoa de Pituaçu. Os rios das Pedras e Pituaçu, por sua vez, se encontram nas proximidades da Avenida Jorge Amado, seguindo juntos com o nome de rio das Pedras até a foz, na praia da Boca do Rio.

2.3.12 Bacia Hidrográfica do Rio Sapato

A nascente do rio Sapato está situada no Parque das Dunas de Salvador, um parque urbano de dunas, restingas e lagoas com área total de 4.950.000 m². Seu curso retilíneo segue pela costa de Salvador, em direção ao município de Lauro de Freitas, onde está sua desembocadura na foz do rio Joanes.



Figura 12. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio Sapato.

2.3.13 Bacia Hidrográfica do Rio dos Seixos

O rio dos Seixos é o principal rio dessa bacia, cujo nome significa “pedras roladas”, que se caracteriza por ser um rio de pequeno porte, baixa vazão e raso. Suas nascentes se localizam no Vale do Canela e na Fonte Nossa Senhora da Graça, também conhecida como Fonte da Catarina (SANTOS *et al.*, 2010).



Figura 13. Curso d'água da bacia hidrográfica do rio dos Seixos, Salvador - BA.

A partir daí, o rio segue pela Avenida Centenário até a foz, que se encontra próxima ao Morro do Cristo, na Barra. Todo o seu curso se encontra em áreas urbanizadas, sendo retificado em seu trecho inicial e totalmente encapsulado na Avenida Centenário. É importante frisar que o rio é desviado para o sistema de esgotamento sanitário (captação em tempo seco) em uma estação próxima ao Morro do Cristo.

As Figuras 14 a 53 apresentam os registros dos pontos de amostragem durante a campanha realizada.



Figura 14. Ponto PIT 01, situado no rio Pituáçu, Av. Gal Costa.



Figura 15. Ponto PIT 02, situado no rio Pituáçu, Vila Nova de Pituáçu.



Figura 16. Ponto PIT 06, situado no rio das Pedras, Av. Jorge Amado.



Figura 17. Ponto PIT 07, situado no rio Pituáçu, Imbuí.



Figura 18. Ponto PIT 08, situado no rio Pituáçu, Imbuí.



Figura 19. Ponto PSV 03, situado no rio Passa Vaca, Patamares.



Figura 20. Ponto LUC 01, situado no rio Lucaia, Barris.



Figura 21. Ponto LUC 02, situado em aflente do rio Lucaia, Garcia.



Figura 22. Ponto LUC 03, situado no rio Lucaia, Rua Lucaia.

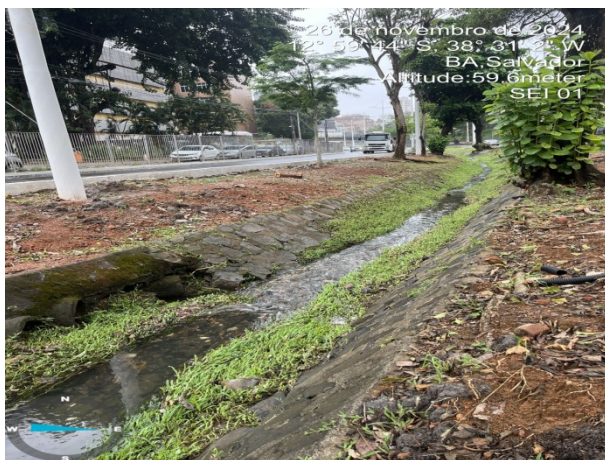


Figura 23. Ponto SEI 01, situado no rio dos Seixos, Vale do Canela.



Figura 24. Ponto SEI 02, situado no rio dos Seixos, Barra.



Figura 25. Ponto OND 01, situado no rio Ondina, Ondina.



Figura 26. Ponto JAG 02, situado no rio Jaguaribe, Av. Paralela.



Figura 27. Ponto JAG 03, situado no rio Córrego do Bispo, Av. Paralela.



Figura 28. Ponto JAG 04, situado no rio Córrego do Bispo, Itapuã.



Figura 29. Ponto JAG 05, situado no rio Mangabeira, Piatã.



Figura 30. Ponto JAG 06, situado no rio Jaguaribe, Av. Orlando Gomes.



Figura 31. Ponto JAG 07, situado no rio Trobogy, Piatã.



Figura 32. Ponto JAG 10, situado no rio Mocambo, Rua Mocambo.

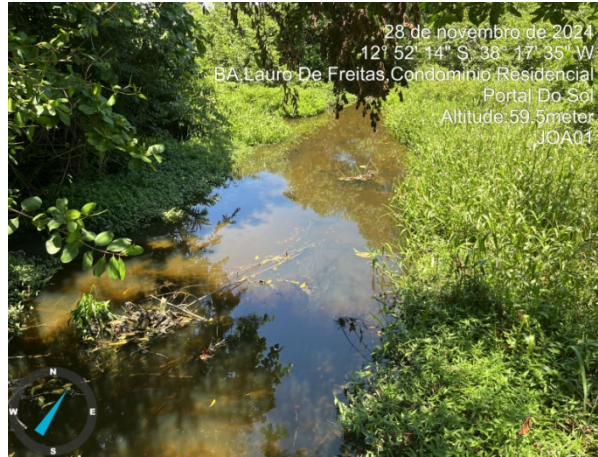


Figura 33. Ponto JOA 01, situado no rio Joanes, Buraquinho, Lauro de Freitas.



Figura 34. Ponto CAM 03, situado no rio Camarajipe, Cabula/IAPÍ.



Figura 35. Ponto CAM 05, situado no rio Queimado, Caixa D'água.



Figura 36. Ponto CAM 07, situado no Rio Pernambués na Av. Paralela, Pernambués.



Figura 37. Ponto CAM 09, situado no Córrego das Quintas na Rua Edson Saldanha, Baixa do Tubo.



Figura 38. Ponto IPI 01, situado no rio Ipitanga, Rua Euvaldo Santos Leite.



Figura 39. Ponto IPI 02, situado no rio Ipitanga, Cassange.



Figura 40. Ponto IPI 03, situado no rio Ipitanga, Lauro de Freitas.



Figura 41. Ponto IPI 04, situado no rio Ipitanga, São Cristovão.



Figura 42. Ponto IPI 05, situado no rio Itinga, Jardim das Margaridas.



Figura 43. Ponto IPI 06, situado no Riacho Tapuá Mirim, Fazenda Grande IV.



Figura 44. Ponto IPI 07, situado no rio Ipitanga, São Cristovão.



Figura 45. Ponto MAC 02, situado no rio dos Macacos, Paripe.



Figura 46. Ponto PAR 03, situado no rio Paraguari, Periperi.



Figura 47. Ponto SAP 01, situado no rio Sapato, Stella Maris.



Figura 48. Ponto SAP 02, situado no rio Sapato, Lauro de Freitas.



Figura 49. Ponto SAP 03, situado no rio Sapato, Lauro de Freitas.



Figura 50. Ponto SAP 04, situado no rio Sapato, Lauro de Freitas.



Figura 51. Ponto SAP 07, situado no rio Sapato, Lauro de Freitas.



Figura 52. Ponto LOB 01, situado no rio Lobato, Uruguai.



Figura 53. Ponto BAR 01, situado na Captação de Tempo Seco da Embasa próximo ao Forte Santa Maria/Barra.

2.3 Coleta e análise

As coletas foram realizadas por técnicos do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) no período de 26 a 29 de novembro de 2024, seguindo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos - 2ª edição (ANA/CETESB, 2023).

Foram medidos *in loco* os parâmetros: salinidade, pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido (OD), saturação de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez. Os demais parâmetros – sólidos totais, DBO, fósforo total, surfactantes, clorofila A, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total– foram analisados em laboratório pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CEPED).

2.4 Parâmetros gerais

Foram analisados parâmetros necessários para calcular os índices ambientais (IQA e IET), além de outras variáveis com o intuito de avaliar a qualidade das águas dos rios de Salvador e Lauro de Freitas (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis da qualidade ambiental dos rios.

Parâmetros	Limites Resolução CONAMA 357/2005, Águas doces - Classe 2.
Salinidade	-
Temperatura da água	-
pH	6,0 a 9,0
Turbidez	≤ 100 NTU
Condutividade Elétrica	-
Oxigênio Dissolvido	≥ 5,0 mg/L O ₂
Saturação de Oxigênio Dissolvido	-
Sólidos Totais	-
Surfactantes	≤ 0,5 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total	≤ 0,1 mg/L (Lótico)
Nitrogênio Amoniacal	3,7 mg/L, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L, para 8,0 < pH ≤ 8,5

	0,5 mg/L, para pH >8,5
Nitrogênio Total	-
Clorofila A	≤ 30 µg/L
Coliformes Termotolerantes	-

2.5 Índices ambientais

O INEMA utiliza dois índices de qualidade, denominados Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice do Estado Trófico (IET), para facilitar a interpretação do conjunto de informações obtidas e subsidiar o diagnóstico de qualidade das águas doces.

O IQA foi desenvolvido nos Estados Unidos pela *National Sanitation Foundation* em 1970, mas só em 1975 passou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023). Este índice foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade da água bruta visando o abastecimento público após o tratamento. A maioria dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA está relacionada com o processo de contaminação causada pelo lançamento de resíduos domésticos. Os parâmetros considerados no cálculo deste índice são: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A partir deste índice, é possível classificar a qualidade da água em cinco categorias, com fins de abastecimento público: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (CETESB, 2023). As categorias de qualidade da água em função dos valores do IQA estão classificadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2. Classificação do Índice de Qualidade das Águas - IQA.

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima
79 < IQA	51 < IQA ≤ 79	36 < IQA ≤ 51	19 < IQA ≤ 36	IQA ≤ 19

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 pode ser 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 estágios mais avançados como o eutrófico. Naumann (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 4.

Quadro 3. Classificação do Índice do Estado Trófico - IET.

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

Quadro 4. Características das classes de IET dos corpos hídricos.

Classe de Estado Trófico	Intervalo de IET	Características do corpo hídrico
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.

Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	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	$63 < \text{IET} \leq 67$	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	$\text{IET} > 67$	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 conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: <<https://www.ana.gov.br/portalnqa/indicadores-estado-trofico.aspx>>

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros gerais

Tabela 2. Resultados da análise da qualidade da água nas bacias dos rios Camarajipe e Barra.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Camarajipe				Captação da Barra
			CAM 03	CAM 05	CAM 07	CAM 09	BAR 01
Clorofila A	≤ 30	µg/L	1,03	0,65	1,09	1,46	1,03
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	7,0X10 ⁷	1,7X10 ⁷	2,4X10 ⁹	1,1X10 ⁸	7,0X10 ⁷
Condutividade	-	µS/ cm	571	481	570	673	450
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	13	22	16	37	8
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	1,5	0,61	1,79	2,43	0,46
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	14,4	3,3	17,3	15,7	2,8
Nitrogênio Total	-	mg N/L	18,2	12,4	20,8	21,2	9,2
OD	≥ 5,0	mg/L	2,36	5,12	1,65	1,27	6,3
pH	6,0 a 9,0	-	7,4	6,74	7,24	7,33	7,4
Salinidade	≤ 0,5	‰	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
Sólidos Totais	-	mg/L	304	383	314	472	296
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	1,28	1,17	1,18	1,58	0,97
Temperatura	-	°C	27,1	26,8	27	28,3	26,4
Turbidez	≤ 100,0	NTU	10,5	10,8	11,6	16,5	6,3

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Tabela 3. Resultados da análise da qualidade da água na bacia do Rio Ipitanga.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Ipitanga						
			IPI 01	IPI 02	IPI 03	IPI 04	IPI 05	IPI 06	IPI 07
Clorofila A	≤ 30	µg/L	8,26	10,1	11,2	8,37	5,71	93,4	10,5
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	1,7X10 ⁵	3,3X10 ³	4,6X10 ⁵	1,1X10 ⁶	1,4X10 ⁶	1,4X10 ⁶	6,3X10 ⁵
Condutividade	-	µS/ cm	289,5	288,9	302	294,6	263,9	458	295,6
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	5	<3
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	0,11	0,02	0,20	0,10	0,35	0,97	0,09
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	1,1	0,4	1,8	1,1	3,1	10,4	0,8
Nitrogênio Total	-	mg N/L	2,2	1,3	3,1	2,1	4,7	13,5	1,7
OD	≥ 5,0	mg/L	3,73	8,44	3,46	4,38	4,51	5,88	7,04
pH	6,0 a 9,0	-	6,8	7,44	6,88	6,86	6,71	7,16	6,96
Salinidade	≤ 0,5	‰	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Sólidos Totais	-	mg/L	244	184	276	210	194	328	260
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,24	0,37
Temperatura	-	°C	27,6	27,9	27,9	27,5	25,7	26,7	27,9
Turbidez	≤ 100,0	NTU	12,1	2,6	16,8	6,6	10,4	28,8	6,4

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Tabela 4. Resultados da análise da qualidade da água na bacia do Rio Jaguaribe.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Jaguaribe						
			JAG 02	JAG 03	JAG 04	JAG 05	JAG 06	JAG 07	JAG 10
Clorofila A	≤ 30	µg/L	15,6	1,41	0,43	1,9	10,9	6,09	1,09
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	3,3X10 ⁵	2,1X10 ⁶	4,6X10 ⁷	4,9X10 ⁶	2,8X10 ⁶	7,0X10 ⁴	9,4X10 ⁵
Condutividade	-	µS/ cm	427	510	621	578	477	461	622
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	<3	10	22	13	7	4	8
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	0,41	1,66	1,74	1,36	0,63	0,49	1,02
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	6,6	11,5	14,6	12,5	6,8	7,5	13,5
Nitrogênio Total	-	mg N/L	10,1	13,1	19,8	14,5	8,1	9,1	14,8
OD	≥ 5,0	mg/L	5,61	1,33	1,16	3,04	2,23	2,4	1,59
pH	6,0 a 9,0	-	7,3	6,96	6,96	6,94	7,8	6,91	7,06
Salinidade	≤ 0,5	‰	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Sólidos Totais	-	mg/L	408	296	508	426	370	306	358
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	0,75	1,56	1,33	1,84	0,59	1,01	1,64
Temperatura	-	°C	28,4	26,8	28,2	28,9	28,7	27,3	27,8
Turbidez	≤ 100,0	NTU	48,1	26	149	76,3	25,2	16	16,3

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Tabela 5. Resultados da análise da qualidade da água nas bacias dos Rios Joanes, Lobato, Lucaia, dos Macacos e Ondina.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Joanes	Bacia do Rio Lobato	Bacia do Rio Lucaia			Bacia do Rio dos Macacos	Bacia do Rio Ondina
			JOA 01	LOB 01	LUC 01	LUC 02	LUC 03	MAC 02	OND 01
Clorofila A	≤ 30	µg/L	1,09	2,39	1,79	1,08	13,3	13,3	<0,40
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	3,3X10 ⁴	4,9X10 ⁷	1,7X10 ⁸	3,3X10 ⁸	2,4X10 ⁷	7,0X10 ⁵	1,6X10 ⁸
Condutividade	-	µS/ cm	562	148,6	536	496	466	110,1	430
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	<3	4	16	22	13	4	7
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	0,74	0,31	0,46	0,89	1,16	0,64	0,36
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	4,8	<0,4	3,4	4,9	11,9	0,6	1,2
Nitrogênio Total	-	mg N/L	7,6	3	11,6	9,8	13	3,2	3,8
OD	≥ 5,0	mg/L	2,32	6,53	5,94	3,01	2,67	6,99	4,82
pH	6,0 a 9,0	-	6,95	7,15	6,93	6,88	7,18	6,95	7,03
Salinidade	≤ 0,5	‰	0,3	<0,1	0,3	0,3	0,3	<0,1	0,2
Sólidos Totais	-	mg/L	370	242	488	474	308	864	358
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	0,39	0,27	0,94	1,05	0,59	2,51	0,62
Temperatura	-	°C	27,8	26,2	26,2	26,7	25,9	24,8	26,6
Turbidez	≤ 100,0	NTU	2,2	22,8	6,8	12,7	9,9	154	8,5

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Tabela 6. Resultados da análise da qualidade da água nas bacias dos Rios Paraguari e Pituaçu.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Paraguari	Bacia do Rio Pituaçu				
			PAR 03	PIT 01	PIT 02	PIT 06	PIT 07	PIT 08
Clorofila A	≤ 30	µg/L	11,5	6,09	5	5,76	2,17	6,14
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	1,6X10 ⁸	3,9X10 ⁸	1,7X10 ⁸	1,7X10 ⁸	1,4X10 ⁵	7,9X10 ⁶
Condutividade	-	µS/ cm	84	533	608	406	377	466
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	<3	75	21	15	5	13
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lítico)	mg P/L	0,42	1,24	1,91	1,14	0,56	1,16
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH3/L	0,5	9,2	17,5	9,7	6,4	11,9
Nitrogênio Total	-	mg N/L	1,8	13,3	22,6	11,4	7,9	13
OD	≥ 5,0	mg/L	7,69	2,94	6,11	1,80	4,38	2,67
pH	6,0 a 9,0	-	7,11	7,07	7,63	7,01	7,10	7,18
Salinidade	≤ 0,5	‰	<0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Sólidos Totais	-	mg/L	566	336	348	268	208	308
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	1,79	0,96	1,21	0,95	0,75	0,59
Temperatura	-	°C	24,9	26,4	26,3	26,2	26,2	26,2
Turbidez	≤ 100,0	NTU	64,3	18	10	14	9,2	13,5

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Tabela 7. Resultados da análise da qualidade da água nas bacias dos rios Passa Vaca,Sapato e dos Seixos.

PARÂMETRO	Padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, águas doces, classe 2.	Unidade	Bacia do Rio Passa Vaca	Bacia do Rio Sapato					Bacia do Rio dos Seixos	
			PSV 03	SAP 01	SAP 02	SAP 03	SAP 04	SAP 07	SEI 01	SEI 02
Clorofila A	≤ 30	µg/L	1,09	0,71	1,46	1,09	3,59	3,26	1,09	1,41
Coliformes Termotolerantes	-	NMP/ 100mL	2,2X10 ³	3,3X10 ⁴	2,3X10 ⁴	4,6X10 ⁵	4,9X10 ⁴	4,6X10 ⁷	3,3X10 ⁵	2,8X10 ⁶
Condutividade	-	µS/ cm	257,8	385	466	481	429	557	459	340
D.B.O	≤ 5,0	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	5
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	0,26	0,19	0,36	0,51	0,18	0,75	0,12	0,25
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8,0 ≤ 1 para 8,0 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	1,7	0,9	1,2	3	1	3,5	1,2	0,9
Nitrogênio Total	-	mg N/L	3,2	1,6	3,3	4,2	2	5,9	6,2	4,6
OD	≥ 5,0	mg/L	4,48	1,24	2,17	1,24	2,34	2,23	4,01	6,94
pH	6,0 a 9,0	-	7,35	6,70	6,82	6,77	6,77	6,76	6,59	7,33
Salinidade	≤ 0,5	‰	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
Sólidos Totais	-	mg/L	220	270	356	328	336	402	330	186
Surfactantes	≤ 0,5	mg/L	<0,20	0,35	0,26	0,37	0,32	0,45	0,55	0,37
Temperatura	-	°C	25,2	30,1	27,7	26,8	29,6	29,2	26,8	26,5
Turbidez	≤ 100,0	NTU	3,8	0,7	<0,4	1,5	1,6	3,7	4,2	9,4

Nota. Os valores em vermelho apresentados na tabela acima se referem às violações aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe 2.

Os resultados dos parâmetros avaliados foram comparados aos padrões de qualidade da água estabelecidos na Resolução Conama nº 357/2005.

Durante a campanha, foram amostrados 40 dos 41 pontos previstos, devido à impossibilidade de coleta no ponto CAM 08 pela ocorrência de obras no local de amostragem. Todos os pontos amostrados apresentaram salinidade inferior a 0,5‰, sendo classificados, de acordo com a resolução em questão, como água doce. Os rios foram classificados como classe 2, por não possuírem enquadramentos aprovados, conforme art. 42 da Resolução Conama nº 357/2005.

A temperatura nos corpos d'água varia em função do regime climático da região, apresentando variações sazonais e diurnas. Este parâmetro está diretamente relacionado a características da água como, por exemplo, a palatabilidade, viscosidade, solubilidade e odor (APHA, 2005). Além disso, a temperatura juntamente com a disponibilidade de nutrientes, influencia diretamente nas respostas fisiológicas dos organismos, sendo fator importante no controle do crescimento e reprodução (TUNDISI, 2008). Dentre os valores obtidos neste estudo, não foram observados valores consideravelmente divergentes, sendo o menor valor observado o ponto MAC 02 com registro de 24,8°C e o maior valor no ponto SAP 01 com 30,1° C.

O oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros mais importantes para indicar a qualidade de um corpo hídrico, pois influenciam diretamente na dinâmica, caracterização e manutenção da biodiversidade aquática (ESTEVES, 2011). Além disso, é de extrema importância para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais (CETESB, 2023). As concentrações de oxigênio nos corpos d'água variam de acordo com a temperatura, a pressão atmosférica, a salinidade, as atividades biológicas e interferências antrópicas (lançamento de efluentes) (PINTO, 2007). Por sua vez, a diminuição do OD pode estar associada à decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração da biota aquática e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 2011; CETESB, 2023). Nos rios urbanos, a diminuição das concentrações de oxigênio na coluna d'água geralmente está diretamente relacionada às altas cargas de material orgânico (dos esgotos) que provocam o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (MAROTTA, *et al.* 2008).

Dos 40 pontos amostrados, somente 12 (doze) apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido em conformidade com a legislação ($\geq 5,0$ mg/L), sendo eles os rios Queimado (CAM 05), Ipitanga (IPI 02 e IPI 07), Lobato (LOB 01), Lucaia (LUC 01), Macacos (MAC 02), Paraguari (PAR 03), Pituaçu (PIT 02), Seixos (SEI 02), Jaguaribe (JAG 02), além do Riacho Tapuá Mirim (IPI 06) e a Captação da Barra (BAR 01). Vale ressaltar que parte desses corpos hídricos possui outros pontos de monitoramento, que apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido pela legislação.

Alguns trechos dos referidos corpos hídricos monitorados, apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido na superfície classificadas como hipoxia (concentração de oxigênio inferior a $2,0$ mg/L), sendo os pontos situados no Córrego do Bispo (JAG 03 e JAG 04) e Córrego das Quintas (CAM 09), além dos rios Mocambo (JAG 10), Sapato (SAP 01 e SAP 03) e Pernambués (CAM 07). Esses pontos apresentaram concentrações de oxigênio entre $1,16$ e $1,80$ mg/L.

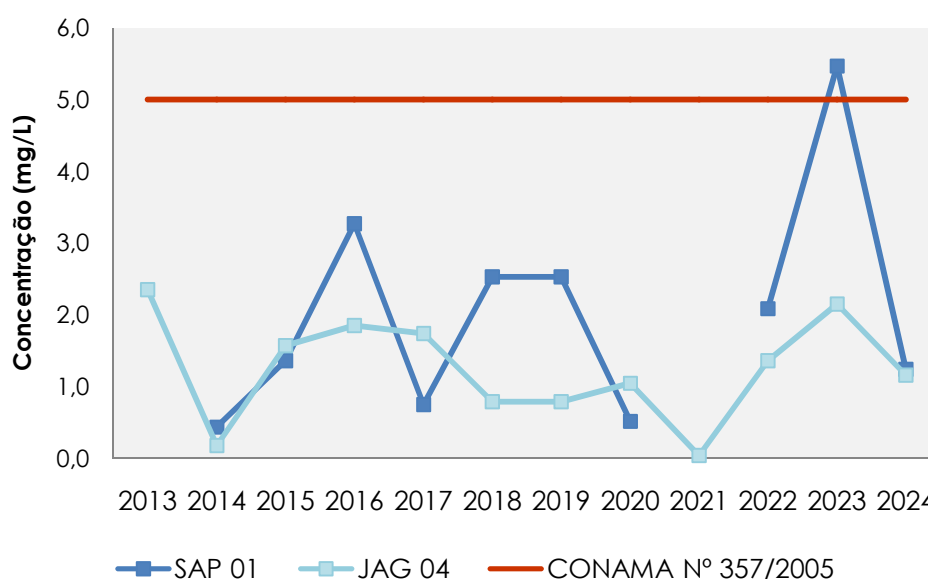


Figura 54. Série história de concentrações de oxigênio dissolvido (OD) no Córrego do Bispo (JAG 04) e Rio Sapato (SAP 01).

Dentre os pontos supracitados, é importante salientar que o trecho monitorado no Córrego do Bispo referente ao ponto JAG 04 apresentou desconformidade para oxigênio dissolvido para todas as amostragens realizadas entre 2013 e 2024, sendo a

menor concentração observada em 2021 com registro de 0,04 mg/L, enquanto a maior concentração foi observada em 2013 com 2,35 mg/L (Figura 54). Já o ponto SAP 01 somente apresentou concentração de oxigênio dissolvido em conformidade no ano de 2023, com 5,47 mg/L.

Os surfactantes, também conhecidos como tensoativos, são compostos que reduzem a tensão superficial entre dois líquidos, ou entre um líquido e um sólido. Os surfactantes podem funcionar como detergentes, agentes molhantes, emulsionantes, agentes de formação de espuma e dispersantes (DALTIM, 2011). Estas substâncias em águas naturais podem provocar a formação de espumas, exercendo efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos e acelerando o processo de eutrofização (CETESB, 2023). A utilização expressiva de tensoativos e o seu descarte indevido no ambiente aquático propiciam a formação de espumas, a quebra da estabilidade de flutuação de plantas e animais na superfície da água, além de facilitar a propagação da poluição através da dissolução de compostos hidrofóbicos (BONFIM, 2006; CETESB, 2023).

A Resolução Conama nº 357/2005 estabelece para o parâmetro surfactantes o valor máximo de 0,5 mg/L. Dos 40 pontos analisados, 24 apresentaram resultados que excederam o limite estabelecido pela legislação, com exceção de todos os pontos amostrados nas bacias dos rios Ipitanga, Sapato, Joanes, Lobato e Passa-Vaca, além do trecho referente ao ponto SEI 02 no Rio dos Seixos. Os resultados acima do limite da resolução indicam a ocorrência de poluição por despejos domésticos nos trechos monitorados.

Ao longo de todas as campanhas realizadas (2014 a 2023), podemos observar que as concentrações de surfactantes na bacia do Rio Ipitanga em geral se mantêm próximas ou acima de 1,0 mg/L. Porém, nesta campanha os todos trechos monitorados nesta bacia apresentaram concentrações em conformidade com a Conama nº 357/2005, sugerindo uma diminuição de despejos nos corpos hídricos da Bacia.

Os pontos amostrados na Bacia do Rio Sapato apresentaram concentrações de surfactantes variadas ao longo do tempo, tendo todos os pontos já apresentado concentrações tanto de acordo quanto em inconformidade com a resolução, sendo o maior valor encontrado em 2022 com 1,39 mg/L no ponto SAP 03. Por fim,

na campanha de 2024 foi registrada a primeira vez em que as concentrações de surfactantes para o ponto LOB 01 (<0,20 mg/L) estão de acordo com o previsto em legislação. Em todos os anos anteriores foram registradas altas concentrações, chegando a 4,80 mg/L no ano de 2016 (Figura 55).

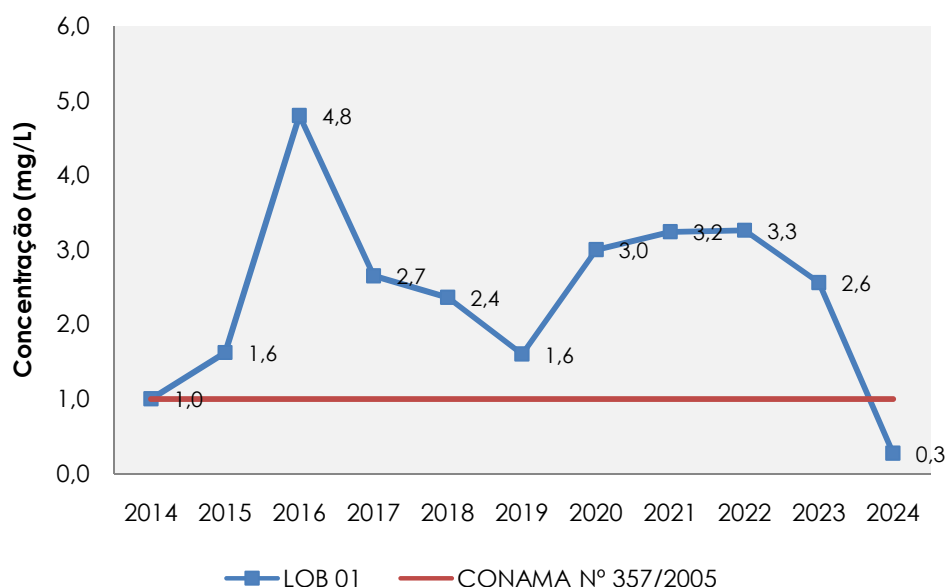


Figura 55. Série história de concentrações de surfactantes no Rio Lobato (LOB 01).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é empregada na mensuração da quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica através da decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável (CETESB, 2023). Esse parâmetro corresponde à quantidade de oxigênio consumida por microrganismos presentes em certa amostra de efluente, como por exemplo, o esgoto doméstico e o industrial (JUNIOR, 2018). O alto teor de matéria orgânica pode causar anoxia (ausência de oxigênio) na coluna d'água e consequentemente provocar a morte da biota aquática (CETESB, 2023; SENNA JUNIOR, 2005).

Dentre os 40 pontos amostrados, 18 apresentaram valores de DBO acima do estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 (até 5,0 mg/L), sendo todos os pontos das bacias dos Rios Camarajipe, Barra, Lucaia e Ondina, além dos pontos JAG 03, JAG 04, JAG 05, JAG 06, JAG 10, PIT 01, PIT 02, PIT 06 e PIT 08, situados nas bacias dos rios Jaguaribe e Pituáçu.

Entre os pontos com concentrações acima do estabelecido, o ponto PIT 01 situado no trecho do rio Pituaçu localizado na Avenida Gal Costa apresentou maior concentração nesta campanha com registro de 75 mg/L. Analisando a série histórica, o ponto PIT 01 nunca registrou concentrações em conformidade com a resolução, chegando a um pico de concentração no ano de 2013 com 145 mg/L, sendo também a maior concentração de DBO daquele ano. Vale ressaltar que a bacia do rio Pituaçu apresentou concentrações elevadas de DBO para a maioria das amostragens realizadas considerando todos os pontos de amostragem (Figura 56).

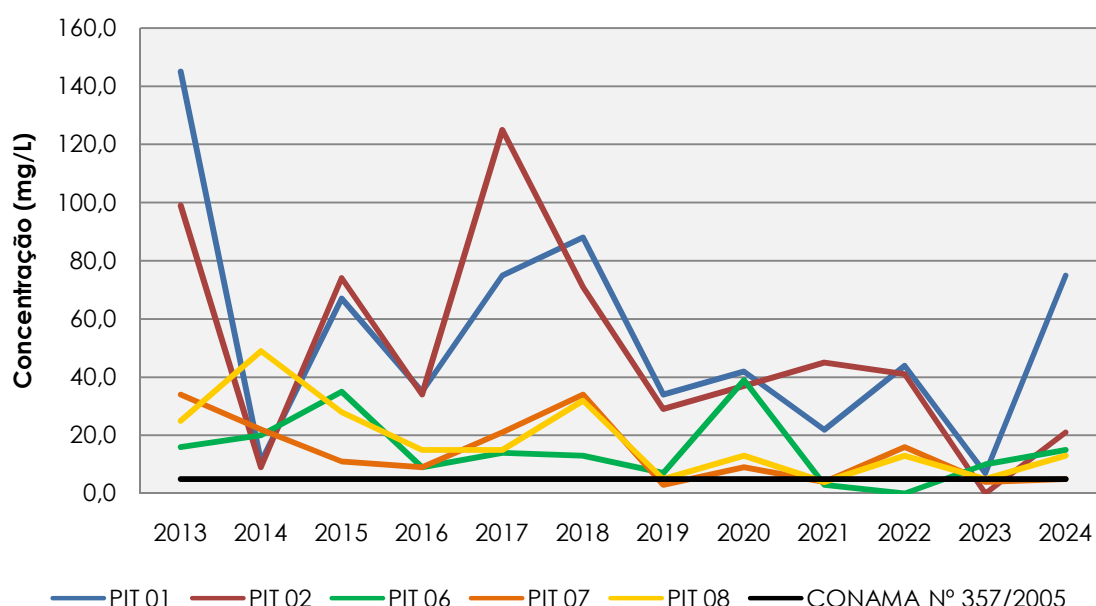


Figura 56. Série histórica de concentrações de DBO para a bacia do Rio Pituaçu.

Altas concentrações de DBO indicam uma maior quantidade de matéria orgânica no corpo hídrico, que representa alto nível de contaminação das águas, e que afeta diretamente a manutenção de vida de organismos aquáticos. O ponto CAM 09 apresentou a segunda maior concentração de DBO com 37 mg/L, também tendo apresentado valores de concentrações nas campanhas anteriores maiores do que o esperado, tendo pico em 2022 com 73 mg/L, sendo o terceiro maior valor naquele ano.

O fósforo é um nutriente essencial para os processos biológicos, sendo considerado o principal fator limitante da produtividade em ambientes aquáticos continentais, podendo estar presente nos corpos hídricos na forma dissolvida e particulada. De acordo com Von Sperling (1996), o fósforo pode estar presente na natureza associado a processos naturais (dissolução de rochas, carreamento do solo, decomposição de matéria orgânica, chuva) ou antropogênicos (efluentes domésticos ou industriais). Uma das principais fontes de fósforo para águas naturais são as descargas de esgotos sanitários, que, quando descarregados em corpos hídricos com elevadas concentrações de fósforo, deve ser entendido como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo (CETESB, 2023).

Dos 40 pontos amostrados, apenas os pontos IPI 02, IPI 04 e IPI 07 apresentaram concentrações de fósforo em conformidade com o padrão estabelecido de 0,10 mg/L para ambientes lóticos, apresentando concentrações de 0,02, 0,10 e 0,09 mg/L, respectivamente. Vale destacar que o ponto IPI 02 está localizado logo a jusante da barragem do Ipitanga I, onde ocorre a captação de água pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa). Por outro lado, as maiores concentrações para fósforo total foram observadas nos trechos monitorados nos rios Camarajipe (CAM 09) e Pituaçu (PIT 02), apresentando concentrações de 2,43 e 1,91 mg/L, respectivamente.

A análise dos níveis de fósforo total no ponto IPI 02 do rio Ipitanga, entre 2013 e 2024 revela uma baixa variação, com um pico de concentração em 2015 apresentando concentração de 2,49 mg/L. Esse valor está acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para rios de Classe 2, que admite concentração máxima de 0,1 mg/L. Após 2015, os níveis caíram novamente, mantendo-se abaixo do limite na maior parte dos anos analisados. A queda brusca no fósforo total em 2016 pode indicar que o evento de 2015 foi pontual, causado por uma descarga temporária de poluentes. No entanto, houve um leve aumento em 2019 (0,2 mg/L), o que também supera o valor recomendado. Nos anos mais recentes (2020-2024), os índices permaneceram baixos, em torno de 0,02 a 0,07 mg/L, indicando baixo enriquecimento deste nutriente neste corpo hídrico. A presença excessiva de fósforo na água pode levar à eutrofização, favorecendo a proliferação de algas e riscos à biodiversidade aquática.

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes na dinâmica e produção primária de ecossistemas aquáticos. Segundo Esteves (2011), o nitrogênio pode ser proveniente de fontes naturais (chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular) ou fontes antrópicas, como despejos industriais e esgotos sanitários, que possuem em sua composição concentrações de nitrogênio que podem causar além de problemas sanitários diretos, problemas de eutrofização (Esteves, 1998). Este composto pode estar presente nos corpos hídricos de diversas formas (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato) (ESTEVES, 2011; CETESB, 2023).

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de efluente doméstico. Caso a poluição seja recente, o nitrogênio ocorrerá predominantemente na forma de nitrogênio orgânico ou amoniacal, caso contrário, será encontrado na forma de nitrato e nitrito em concentrações reduzidas (CETESB, 2023).

Nesta avaliação, 19 pontos amostrais apresentaram níveis de nitrogênio amoniacal acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 ($\leq 3,7$ para $\text{pH} \leq 7,5$), sendo todos os pontos das bacias dos rios Jaguaribe, Joanes, Pituaçu, além dos pontos CAM 03, CAM 07, CAM 09, LUC 02 E LUC 03, situados nas bacias dos rios Camarajipe e Lucaia. Em relação a este parâmetro observa-se que o ponto PIT 02 apresentou a maior concentração de nitrogênio amoniacal obtida nesta campanha com registro de 17,5 mg N-NH₃/L, seguido do ponto CAM 07 com 17,3 mg N-NH₃/L.

O ponto PIT 02 apresentou concentrações semelhantes em todos os anos anteriores, com exceção da campanha realizada em 2020 que apresentou concentrações de 6,4 mg N-NH₃/L. Embora mais baixa, tal concentração ainda está acima do limite estabelecido pela legislação em questão. Além disso, esse ponto de amostragem apresentou pico de concentração de 30,5 mg N-NH₃/L no ano de 2016. Já o ponto CAM 07 apresentou condições semelhantes em todos os anos com concentrações entre 13,6 e 31,05 mg N-NH₃/L. A alta concentração de Nitrogênio Amoniacal favorece a eutrofização do corpo hídrico, ajudando no crescimento abundante de algas e levando a diminuição na concentração de oxigênio na água.

Nos ecossistemas aquáticos, a produção primária é avaliada através da biomassa fitoplanctônica devido à importância deste pigmento na fotossíntese, pela qual é processada a matéria orgânica e liberado o oxigênio (NORIEGA, 2005). Dentre os pigmentos associados ao processo fotossintético, a clorofila *a* se encontra na maioria das células vegetais, sendo considerada como principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2023). O excesso deste parâmetro pode indicar alterações na qualidade da água provocadas pelo aumento da matéria orgânica particulada (DI BERNARDO, 1995).

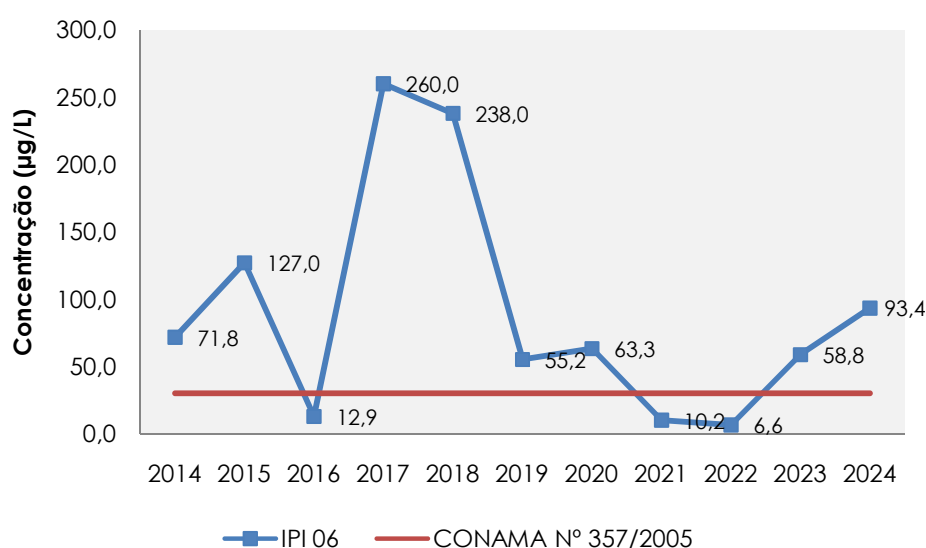


Figura 57. Série história de concentrações de clorofila *a* para o ponto IPI 06 (Rio Ipitanga).

Dos pontos amostrados, apenas o ponto IPI 06 apresentou concentrações fora do padrão estabelecido para o parâmetro clorofila *a* com base na Resolução Conama 357/2005 ($\leq 30 \mu\text{g/L}$), indicando concentração de $93,4 \mu\text{g/L}$. Este ponto, situado no trecho do riacho Tapuá Mirim localizado no bairro de Fazenda Grande IV, vêm ao longo dos anos apresentando altas concentrações para este parâmetro. Das onze amostragens realizadas entre os anos de 2013 e 2024, em oito delas este trecho apresentou concentrações acima do padrão estabelecido, tendo o maior valor em 2017, com $260 \mu\text{g/L}$, enquanto o menor valor foi obtido em 2022 com $6,6 \mu\text{g/L}$ (Figura 57). Altas concentrações de clorofila *a* em corpos hídricos podem ocorrer como consequência do enriquecimento de nutrientes através da poluição

por esgotos domésticos e outras fontes, podendo causar eutrofização dos rios e redução da qualidade das águas.

A condutividade é a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, medida com base nas concentrações iônicas da coluna d'água (SÁ FILHO, 2010). Segundo Di Bernardo (2002), a condutividade elétrica é influenciada pela quantidade de sais dissolvidos na água e permite estimar a quantidade de sólidos totais dissolvidos presentes na água. Usualmente, altos valores de condutividade (níveis maiores que 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) são indicativos de locais que podem ter sofrido alguma contaminação ambiental, principalmente devido ao lançamento de efluentes domésticos ou industriais, resíduos de mineração, entre outros (CETESB, 2023).

A Resolução Conama nº 357/2005 não estabelece valor de referência para o parâmetro de condutividade, todavia, é importante ressaltar que quase todos os rios avaliados neste estudo apresentaram níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com a exceção do ponto PAR 03, com registro de 84 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A turbidez é caracterizada pelo grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Isso ocorre devido à presença de partículas em suspensão que são maiores que o comprimento de onda de luz branca, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos (algas, bactérias, plâncton, etc.) (BRAGA *et al.*, 2005; SA FILHO, 2010). A turbidez pode influenciar diretamente os ecossistemas aquáticos e afetar o uso doméstico, industrial e recreacional da água, pois, o aumento da turbidez pode significar a redução da capacidade fotossintética das algas e a produtividade dos peixes (CETESB, 2023).

Dos 40 pontos amostrados, apenas o ponto MAC 02 (154 NTU) situado na Bacia do Rio dos Macacos, apresentou níveis de turbidez acima do estabelecido (100 NTU) pela legislação.

Os coliformes termotolerantes retratam uma diversidade de microorganismos do grupo coliforme, que são capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, incluindo os gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e o mais representativo *Escherichia*. Podem ser observados em água com alta quantidade de matéria orgânica que estejam em processo de decomposição, sem necessariamente ocorrer contaminação antrópica (CETESB, 2023). Altas concentrações de coliformes

termotolerantes nos rios urbanos podem indicar contaminação por esgoto doméstico.

A Resolução Conama nº 357/2005 define que o limite de concentração de coliformes termotolerantes não deve exceder 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral tanto para águas doces – classe 2, quanto para salobras – classe 1. Embora a metodologia adotada neste trabalho não atenda as condições estabelecidas pela resolução, utilizando o valor citado anteriormente como referência para a análise dos resultados, foram consideradas elevadas as concentrações de coliformes termotolerantes acima de 1.000 NMP/100 ml.

Neste estudo, foi observado que todos os resultados para os pontos da malha amostral foram superiores a 1.000 NMP/100 ml. As maiores concentrações foram observadas nas bacias dos rios Camarajipe (CAM 03, CAM 07 e CAM 09), Lucaia (LUC 01 e LUC 02) e Pituaçu (PIT 01, PIT 02 e PIT 06), além dos pontos situados nos rios Ondina (OND 01), Paraguari (PAR 03) e Captação da Barra (BAR 01). Dentre todos os pontos, o ponto CAM 07 situado no rio Pernambués apresentou a maior concentração de coliformes termotolerantes da campanha, com registro de $2,4 \times 10^9$ NMP/100 ml. Por outro lado, as menores concentrações foram observadas nos rios Ipitanga (IPI 02) e Passa-Vaca (PSV 03). Altas concentrações de coliformes termotolerantes indicam contaminação fecal no corpo hídrico, provavelmente gerado por despejos de esgotos domésticos, o que pode provocar risco à saúde pública e aos usos múltiplos dessas águas.

3.2 Índices ambientais

A qualidade ambiental das águas das bacias hidrográficas de Salvador e Lauro de Freitas é classificada a partir do Índice de Qualidade das Águas – IQA e do Índice do Estado Trófico – IET.

Em relação ao IQA, a maioria dos trechos amostrados nesta campanha apresentou qualidade da água classificada como “Ruim” correspondendo a 48%, seguida por 42% dos trechos classificados como “Regular” (Figura 58). Do restante dos pontos amostrados, apenas 5% apresentaram qualidade da água classificada como

“Bom”, enquanto outros 5% foram classificados como “Péssimo”. Portanto, vale destacar que os trechos classificados como “Ruim” ou “Péssimo” somam mais da metade das amostragens realizadas nesta presente avaliação. Além disso, nesta campanha, nenhum trecho monitorado nos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas apresentou qualidade da água classificada como “Ótima”.

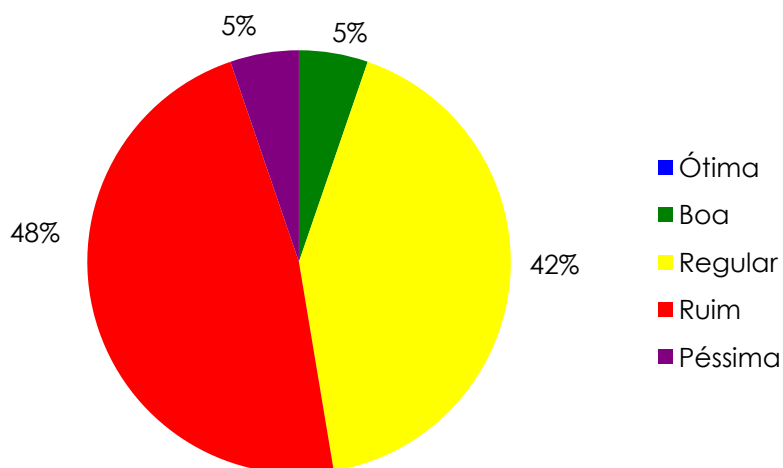


Figura 58. Resultado do IQA das bacias hidrográficas de Salvador e Lauro de Freitas.

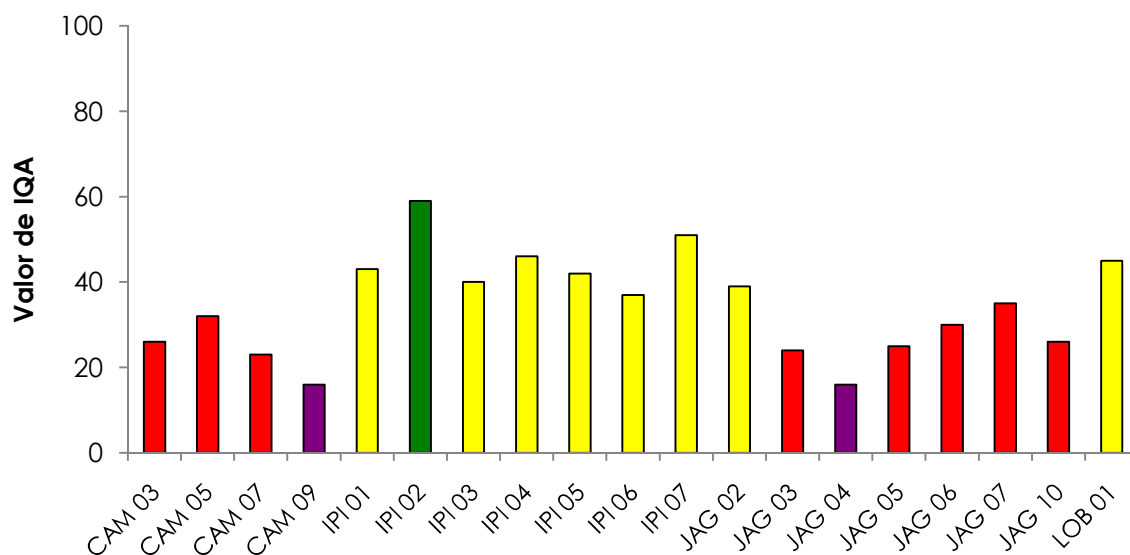


Figura 59. Valores de IQA obtidos na campanha de 2024.

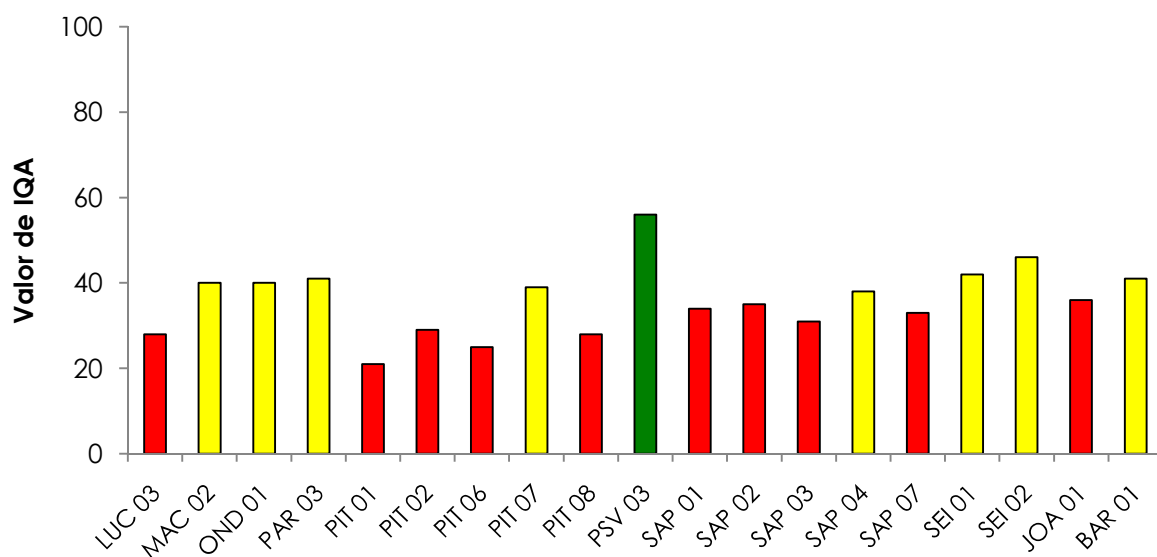


Figura 60. Valores de IQA obtidos na campanha de 2024.

Os valores mais baixos obtidos para o IQA foram observados nas bacias dos rios Pituaçu, Sapato, Lucaia, Camarajipe, Jaguaribe e Joanes, apresentando trechos com qualidade da água classificada como “Ruim” ou “Péssima”. Por outro lado, os valores mais altos para o índice foram observados no rio Ipitanga (IPI 02) e Passa Vaca (PSV 03), apresentando qualidade da água classificada como “Bom” (Figuras 59 e 60).

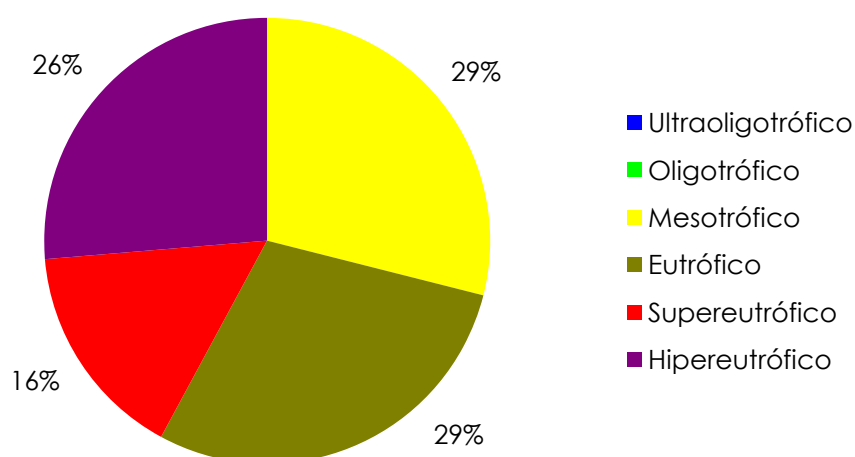


Figura 61. Resultado do IET das bacias hidrográficas de Salvador e Lauro de Freitas.

Em relação ao IET, nesta campanha, todos os trechos analisados foram classificados entre “Mesotrófico” e “Hipereutrófico”, indicando condições moderadas ou elevadas de enriquecimento de nutrientes (Figura 61). A maioria dos trechos amostrados (71%) apresentou grau elevado de eutrofização, sendo 29% classificados como “Eutrófico”, 16% classificados como “Supereutrófico” e 26% como “Hipereutrófico”. Os 29% restantes apresentaram grau moderado de eutrofização, sendo classificados como “Mesotrófico”.

Os maiores níveis de trofia foram observados nos pontos situados nos rios Jaguaribe (JAG 02 e JAG 06), Lucaia (LUC 03), Macacos (MAC 02), Paraguari (PAR 03), Pituaçu (PIT 01 e PIT 02), das Pedras (PIT 06 e PIT 08), além do riacho Tapuá-Mirim (IPI 06), sendo classificados como “Hipereutrófico”. Por outro lado, os menores níveis de trofia foram observados nos rios Queimado (CAM 05), Ondina (OND 01), Pituaçu (PIT 07), Passa Vaca (PSV 03), Sapato (SAP 01, SAP 02 e SAP 03), Seixos (SEI 01 e SEI 02) e Captação da Barra (BAR 01), além de trecho do Córrego do Bispo (JAG 04), sendo classificados como “Mesotrófico” (Figuras 62 e 63).

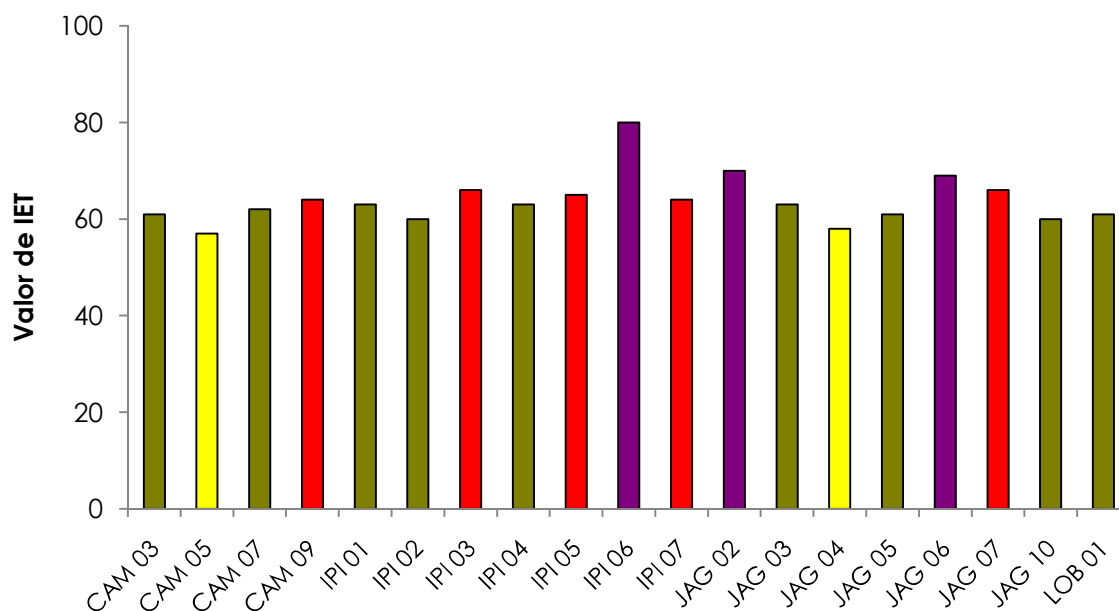


Figura 62. Valores de IET obtidos na campanha de 2024.

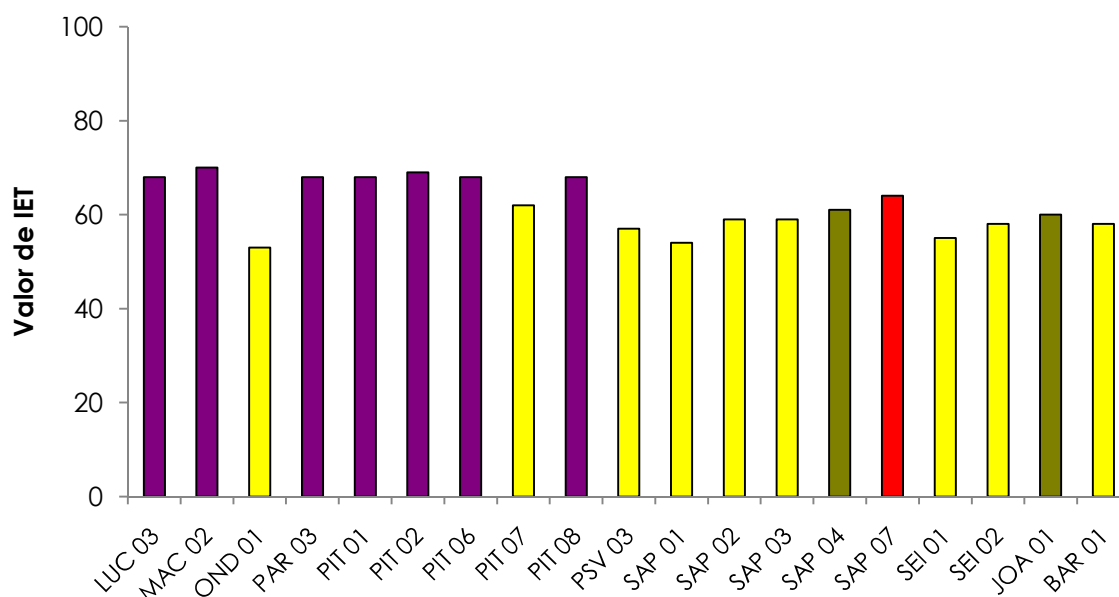


Figura 63. Valores de IET obtidos na campanha de 2024.

Com base nos resultados dos índices ambientais obtidos nessa campanha, é possível concluir que a maioria dos rios de Salvador e Lauro de Freitas avaliados neste estudo exibe qualidade da água comprometida, além de elevado enriquecimento de nutrientes na maioria dos trechos amostrados, sendo esta condição diretamente associada ao lançamento de efluentes domésticos nestes corpos hídricos.

Seguem abaixo as séries históricas de IQA e IET dos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas entre os anos de 2013 e 2024.

Quadro 5. Série histórica do IQA nos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas.

Campanha	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SEI 01	17	15	39	40	51	44	49	51	54	48	48	42
SEI 02	33	22	29	34	35	28	50	17	41	27	38	46
OND 01		39	25	17	12	38	55	36	51	38	32	40
LUC 01	37	24	20	23	26	33	21	27			21	35
LUC 02	19	18	23	29	20	16	24	21	25	19	24	26
LUC 03	36	30	25	32	25	20	38	20	27		19	28
CAM 01	52	35	17	18	17	38	41	18	36	49		
CAM 02	21	17	15	18	17	16	17	13	13	19	15	
CAM 03	22	14	14	19	17	15	17	14	15	18	17	26
CAM 04	28	21	14	22	17	16	19	14	17	20		

CAM 05	22								12	24	18	32
CAM 07		17	15	21	17	15	18	16	22	23	20	23
CAM 08		23	16	18	18	17	19	15	38	18	21	
CAM 09										18	18	16
PIT 01	24	23	12	25	16	16	18	14	24	18	36	21
PIT 02	17	32	21	22	15	17	25	38	22	13		29
PIT 03	19	20		22	15	11	16	14	15	17		
PIT 04	19	14		19	15	17	18	20	17	19	19	
PIT 06	27	18		32	31	22	35	17	35	29	27	25
PIT 07	23	21	28	29	25	14	35	29	29	21	33	39
PIT 08	24	15		30	29	14	34	25	31	32	35	28
PSV 01									28	41	16	
PSV 03	49	53	49	57	44	55	60	37	50	52	52	56
JAG 01	32	31	24	27	28	23	24	22	25	32		
JAG 02	45	26	29	31	28	29	27	30	32	37	33	39
JAG 03	32	25		19	21	26	26	23		23	23	24
JAG 04	34	15		21	17	25	20	14	18	28	23	16
JAG 05	23	21		28	28	23	15	15	17	17	20	25
JAG 06	35	27	26	28	27	28	28	23	29	34	28	30
JAG 07	35	37		40	43	31	34	33	40	33	28	35
JAG 10		37		32	33	24	23	23	26	29	23	26
JAG 11		22		13	20	15	16	17	30	30		
JAG 12		19		16	20	14	15	13	16	30		
JAG 13					25	16	19	18	20	42		
COB 01	52	56	22	35	62	60	38	34	34	42		
COB 02	24	39	19	50	32	37	51	23	17	42	34	
COB 03	25	22	26						38	21	13	
PAR 01	28	13	9	17	16	14	16	14	17	11	17	
PAR 02	34	33	20	31	28	24	22	28	29	35	23	
PAR 03	31	31	21	27	20	28	14	28	29	34	18	41
LOB 01	21	17	22	17	18	18	23	18		17	16	45
IPI 01				30	30	17	22	24	25	40	24	43
IPI 02		51	39	67	61	76	76	39	66	69	49	59
IPI 03				27	23	15	20	24	21	34		40
IPI 04		26	18	27	22	22	23	28	27	37	24	46
IPI 05		28	28	41	30	22	26	30	18	30	25	42
IPI 06		34	26	40	22	22	29	23	26	41	27	37
IPI 07		30	31	28	30	25	33	24	38	35	20	51
IPI 08									24	54		
MAC 02		36	17	32	31	58	38	32	42	45	16	40
SAP 01		40	44	33	36	52	45		45	40	62	34
SAP 02			40	35	32	40	33	45	48	31	30	35
SAP 03			44	35	28	22	23	34	27	26	25	31
SAP 04					42	58	46		54	39	59	38
SAP 07										30	26	33
JOA 01												36

BAR 01												41
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Quadro 6. Série histórica do IET nos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas.

Campanha	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SEI 01	70	76	57	60	61	69	58	54	51	52	53	55
SEI 02	62	63	56	64	63	63	54	63	54	56	55	58
OND 01		57	65	60	71	57	48	57	48	53	66	53
LUC 01	56	55	64	57	63	62	64	65			62	60
LUC 02	68	60	71	58	76	68	49	72	60	58	57	60
LUC 03	65	65	60	62	65	74	62	67	65		69	68
CAM 01	72	63	81	82	70	64	73	67	82	72		
CAM 02	58	66	68	59	68	70	67	73	69	56	69	
CAM 03	59	66	72	60	70	70	64	74	65	56	67	61
CAM 04	57	70	72	59	71	71	61	75	64	56		
CAM 05	66								72	55	66	57
CAM 07		23	70	58	71	70	65	76	71	58	64	62
CAM 08		66	68	62	72	69	59	74	70	57	67	
CAM 09										58	63	64
PIT 01	60	60	73	60	70	70	65	74	72	72	59	68
PIT 02	65	55	69	59	72	69	65	70	66	58		69
PIT 03	71	59		63	67	74	63	74	61	59		
PIT 04	57	64		60	68	62	62	74	58	59	70	
PIT 06	63	65		65	62	71	63	74	58	56	66	68
PIT 07	54	65	70	65	61	66	60	69	66	58	56	62
PIT 08	65	65		62	65	72	65	77	65	57	63	68
PSV 01	66								62	54	64	
PSV 03	60	59	70	28	61	62	56	64	72	53	57	57
JAG 01	74	69	80	73	78	72	75	73	77	64		
JAG 02	68	72	72	67	75	72	78	74	75	66	76	70
JAG 03	69	64		73	71	68	66	68		55	70	63
JAG 04	67	69		68	66	71	69	69	65	64	69	58
JAG 05	70	66		63	64	68	64	73	65	60	70	61
JAG 06	69	69	72	64	75	72	77	72	73	67	75	69
JAG 07	78	63		63	70	70	75	74	68	62	70	66
JAG 10		56		65	64	66	61	66	62	61	65	60
JAG 11		66		59	71	69	66	69	60	61		
JAG 12		70		67	71	72	72	73	76	65		
JAG 13					68	69	61	68	59	52		
COB 01	67	61	55	62	59	61	65	61	65	53		
COB 02	67	63	66	57	63	63	58	69	67	54	63	
COB 03	76	80	64						62	56	64	
PAR 01	64	71	74	69	72	65	66	72	64	58	67	

PAR 02	68	60	71	60	65	68	60	64	64	54	74	
PAR 03	53	65	65	67	71	66	65	78	67	54	70	68
LOB 01	65	67	71	66	66	67	49	71		56	61	61
IPI 01				31	81	73	76	71	71	59	76	63
IPI 02		67	61	56	57	55	65	58	60	54	70	60
IPI 03				76	83	75	78	75	78	64		66
IPI 04		71	73	71	80	72	75	72	70	60	76	63
IPI 05		67	72	56	72	73	75	70	69	65	73	65
IPI 06		79	63	70	87	78	77	78	71	66	80	80
IPI 07		73	77	79	85	77	74	72	69	64	79	64
IPI 08									56	55		
MAC 02		64	71	66	66	71	60	69	66	54	70	70
SAP 01		60	60	31	60	64	55		70	57	60	54
SAP 02			71	59	77	64	62	66	76	53	69	59
SAP 03			76	65	71	68	65	70	61	57	67	59
SAP 04					63	68	63		69	56	71	61
SAP 07										54	75	64
JOA 01												60
BAR 01												58

Ao analisar a série histórica dos índices ambientais dos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas não é possível identificar uma tendência clara de melhoria ou piora na qualidade ambiental da maioria dos corpos hídricos. Embora alguns pontos tenham mudado de classificação em relação ao ano anterior, ao avaliar toda a série história nota-se que todos apresentaram variações de classificação ao longo dos anos. Tais variações podem ser decorrentes de aumento ou diminuição das contribuições nestes corpos hídricos, além da ocorrência ou não de chuvas durante o período das amostragens.

Ao analisar o IQA, nota-se que a maioria dos pontos manteve condições semelhantes aos anos anteriores, com alguns trechos apresentando algumas oscilações (Quadro 5). Já em relação ao IET, apenas o ponto SEI 01 situado no rio dos Seixos apresentou uma mudança significativa ao longo dos anos, pois, entre os anos de 2013 e 2018 a maioria das amostragens indicava elevado nível de trofia, enquanto os dados mais recentes entre 2019 e 2024 indicam níveis classificados entre baixo a moderado (Quadro 6).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado em 2024 sobre a qualidade da água dos rios urbanos de Salvador e Lauro de Freitas revela que a maioria dos trechos monitorados apresenta condições insatisfatórias para seus múltiplos usos. As análises das variáveis ambientais e dos índices de qualidade da água evidenciam a influência direta das atividades humanas, especialmente o despejo contínuo de efluentes domésticos sem tratamento adequado. Esse fator intensifica o processo de eutrofização, comprometendo ainda mais esses ecossistemas aquáticos.

Os dados históricos das campanhas de monitoramento realizadas desde 2013 indicam que, apesar de algumas oscilações ao longo dos anos, a qualidade da água da maioria dos rios analisados permanece em condições semelhantes. A frequência de níveis elevados de poluição e o avanço da eutrofização demonstram que esses corpos hídricos continuam sob forte pressão ambiental, sem sinais concretos de recuperação. Além disso, a elevada concentração de nutrientes e matéria orgânica reforça a necessidade de ações imediatas para conter o avanço do processo de degradação desses corpos hídricos.

Diante desse cenário, torna-se essencial a implementação de políticas públicas voltadas para a ampliação do saneamento básico, a fiscalização rigorosa das fontes poluidoras e o fortalecimento de projetos de recuperação ambiental. Medidas como o tratamento eficiente de efluentes, a restauração da vegetação ciliar e a conscientização da população sobre o descarte adequado de resíduos são fundamentais para reverter esse quadro e garantir a preservação dos recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS

- APHA, 2005. **Standard Methods of Water and Wastewater**. 21st Edn. American Public Health Association, Washington, DC., ISBN: 0875530478, pp: 2-61.
- BONFIM, J. H. **Remoção de surfactantes (LAS) no tratamento anaeróbio de esgotos domésticos**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T.; SPENCER, M. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental: o desavio do desenvolvimento sustentável**. 2ª ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2005.
- CARBONE, M. A., *et al.* (2020). **Política de gestão dos recursos hídricos urbanos no Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, 15(2), 134-148.
- CARLSON, Robert E. **A trophic state index for lakes 1**. Limnology and oceanography, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. 2ª Edição. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2023.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas e Critérios de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos. 2023.
- CORDEIRO, P. (2009). **A rede hidrográfica de Salvador: desafios e oportunidades para a gestão integrada**. Estudos de Geografia, 31 (1), 22-35.
- COSTA, F. R. (2014). **Planejamento urbano e os rios urbanos: impacto da canalização e drenagem**. Estudos Urbanos, 23(4), 76-89.
- DALTIN, Décio. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. Editora Blucher, 2011.
- DI BERNARDO, Luiz. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. 1995.
- DI BERNARDO, Luiz. **Ensaio de tratabilidade da água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: Rima 2002.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

INEMA (Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos). (2023). **Relatório de qualidade das águas da Região Metropolitana de Salvador**. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

JÚNIOR, A. S. M. *et al.* **Avaliação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em uma lagoa facultativa**. INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation, 2018.

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

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; PRAST, A. E. **Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais**. Ambiente e Sociedade, Campinas, v. XI, n.1, p. 67-79, 2008.

NORIEGA, C. E. D.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N.; MONTES, M. J. F.; GREGO, C. K. S.; SOARES, G. S. S.; SILVA, H. P. **Distribuição espacial da biomassa fitoplancônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco – Brasil)**. Arquivos de Ciência do Mar. Fortaleza, 2005.

PINTO, M. C. F. **Manual medição in loco**. Site da CPRM, 2007.

PIZELLA, D. G. e SOUZA, M. P. **Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais brasileiras**. Artigo Técnico: Eng. Sanit. Ambient., v.12, n. 2, p. 139-148, 2007.

SÁ FILHO, J. A. R. D. (2010). **Avaliação qualitativa das águas no sistema de macrodrenagem da bacia do Tabuleiro dos Martins–Maceió/AL**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas.

SANTOS, E.; PINHO, J. A. G.; MORAES, L. R. S.; FISCHER, T. **O caminho das águas em Salvador - Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes**. Salvador-BA, 2010.

SENNA JUNIOR, V. A. **Saneamento e saúde: malha hidrográfica da Leopoldina e impacto d'as doenças de veiculação hídrica no município do Rio de Janeiro**. Diss. 2005.

SOUZA, C. R. (2018). **A urbanização e os desafios para a preservação da qualidade dos corpos hídricos em grandes centros urbanos**. Pesquisa em Ciências Ambientais, 12(2), 99-113.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996. v. 1. 243 p.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Estudos Avançados 22 (63), p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M. (1997). **Gestão de recursos hídricos urbanos: desafios e estratégias**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

TUNDISI, J. G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 637.