

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

2023

R E S U M O E X E C U T I V O



SÉRIE RELATÓRIOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governo do Estado de São Paulo
Tarcísio de Freitas - Governador do Estado de São Paulo
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
Natália Resende - Secretária de Estado
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Thomaz Miazaki de Toledo - Diretor-Presidente

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Adriano Rafael Arrepia de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Biól. Carolina Fiorillo Mariani
Diretora

Coordenação geral

Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica:

Biól. Fábio Netto Moreno
Gerente da Divisão de Qualidade das Águas e do Solo
Biól. Cláudia Conde Lamparelli
Gerente do Setor de Águas Litorâneas

Equipe técnica:

Biól. Cláudia Conde Lamparelli
Biól. Karla Cristiane Pinto
Biól. Marta F. de Lima de Cano
Eng. Felipe Bazzo Tomé
Geóg. Aparecida Cristina Camolez
Estagiária Ana Laura Arraval de Deus

Mapas, gráficos e figuras

Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Amostragem e Análises laboratoriais:

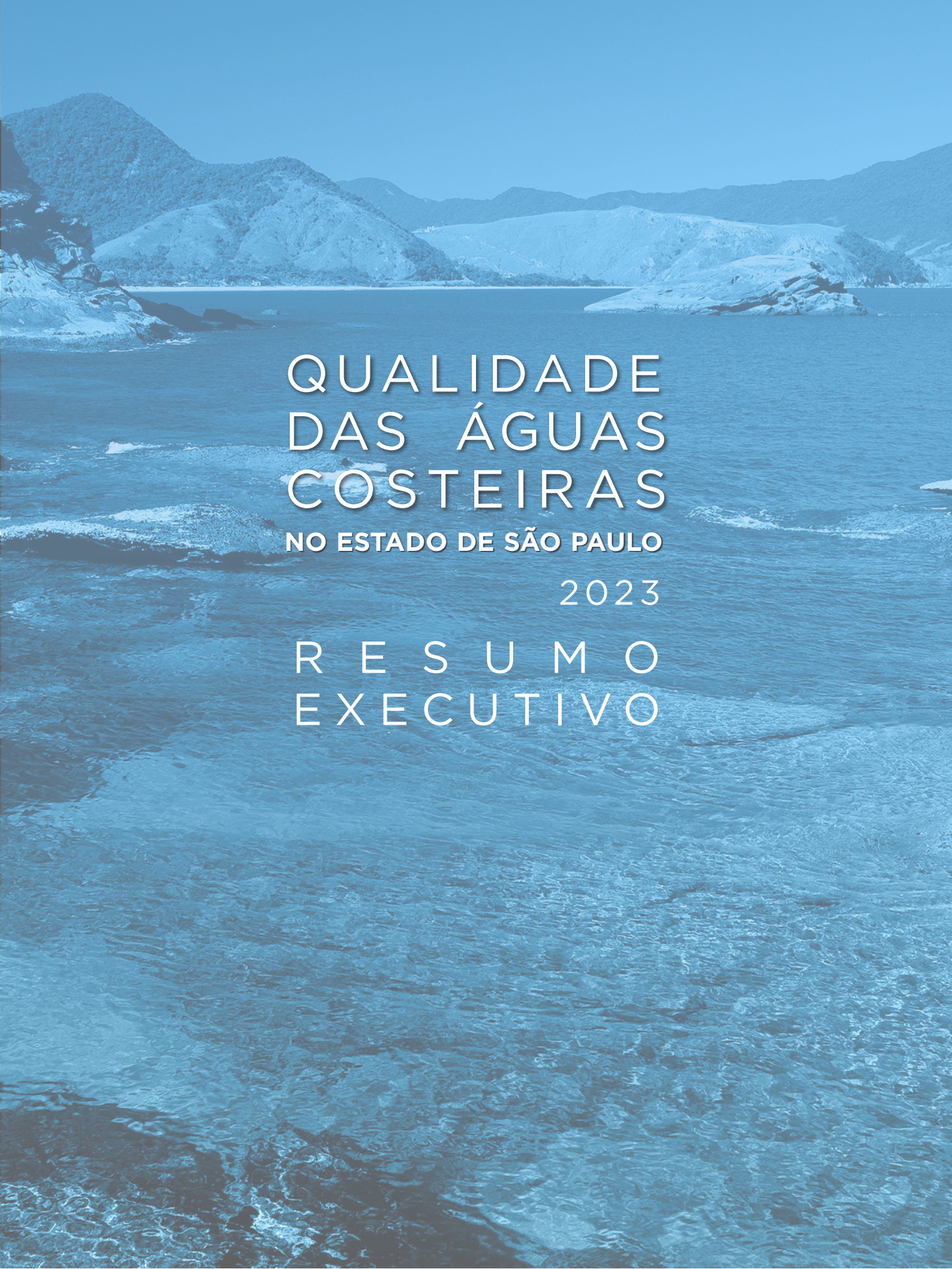
Divisão de Laboratório de Cubatão
Divisão de Laboratório de Taubaté
Divisão de Amostragem
Divisão de Microbiologia e Parasitologia
Setor de Monitoramento Automático das Águas

Projeto Gráfico/Revisão:

Vera Severo/Maria Cristina de Souza Leite

Concluído em agosto de 2024

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Distribuição: CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros - São Paulo SP
Tel.: 3133-6000 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP

A full-page background image of a coastal landscape. In the foreground, there's a rocky shoreline with waves crashing against the rocks. The middle ground shows a calm body of water. In the background, there are several large, forested mountains under a clear sky. The entire image has a blue color overlay.

QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

NO ESTADO DE SÃO PAULO

2023

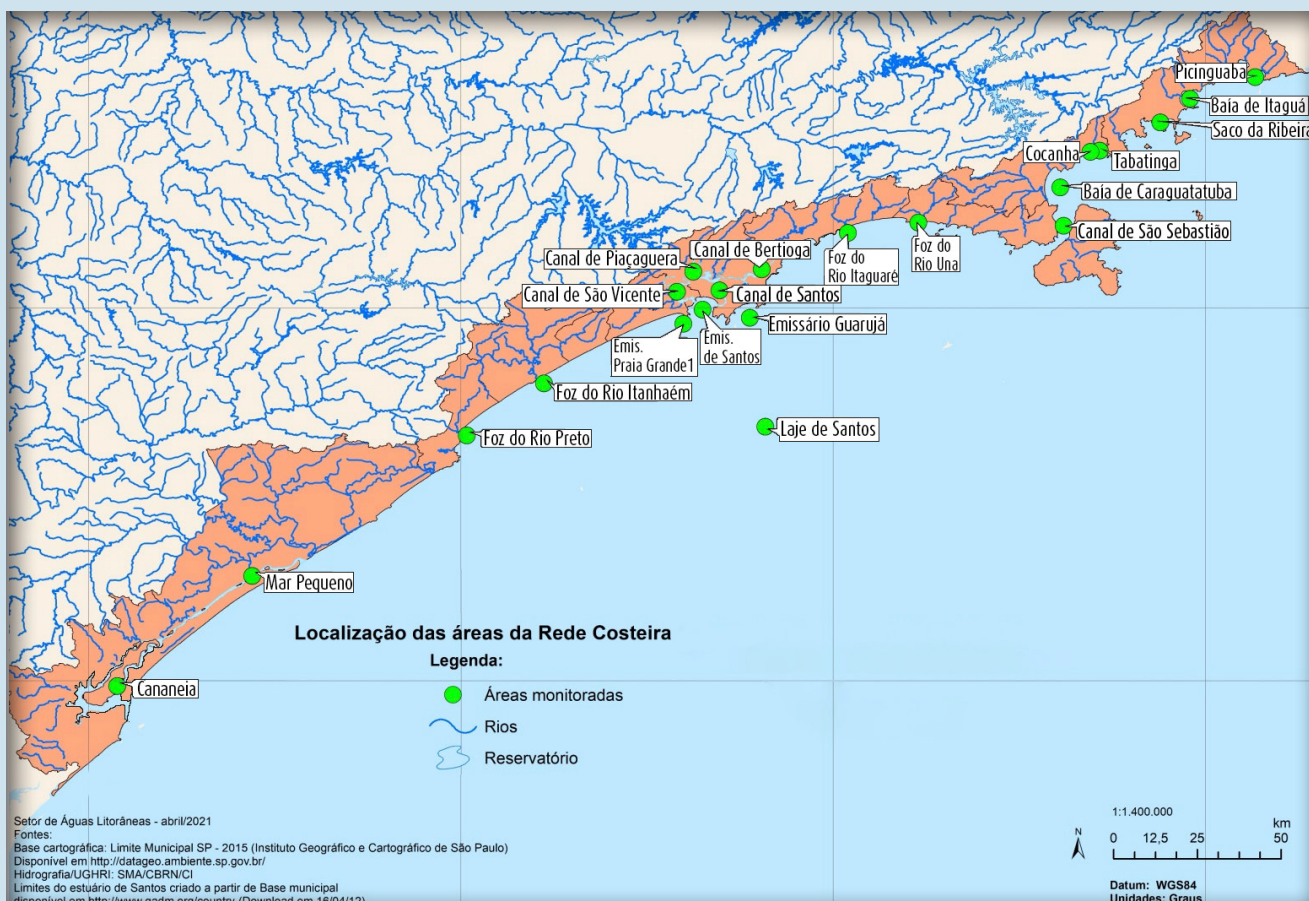
R E S U M O EXECUTIVO

INTRODUÇÃO

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes carreados pelos rios, do mesmo modo são as que sofrem maior pressão antrópica. A manutenção da qualidade dessas águas é imprescindível não só para garantir o lazer da população, mas também para a preservação da vida aquática e a manutenção da produtividade pesqueira.

Para cada uso pretendido para as águas costeiras, requer-se um nível de qualidade e faz-se necessário um monitoramento específico, adequado às necessidades criadas pela atividade desenvolvida. Dessa forma, o monitoramento adotado deve dar subsídios tanto para garantir a qualidade requerida ao uso do recurso hídrico, como também para manter sua qualidade ambiental, visando o bem-estar e a saúde da população que utiliza esse recurso.

A rede de qualidade das águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada em 2010 com o intuito de monitorar a qualidade das águas costeiras para seus diversos usos. Assim, essas águas são monitoradas continuamente com o objetivo de se fazer um diagnóstico a partir do acompanhamento dos resultados ao longo dos anos.



METODOLOGIA

A REDE

As áreas que compõem a Rede de Qualidade das Águas Costeiras foram selecionadas considerando locais de interesse ambiental e usos previstos. Muitos dos locais encontram-se na foz dos principais rios litorâneos, cujo objetivo é detectar alguma influência das águas desses rios na região costeira, mas também estão contempladas áreas portuárias, áreas de maricultura, emissários submarinos entre outros usos. Atualmente, a Rede Costeira conta com 70 pontos em 21 áreas. Das áreas monitoradas seis estão localizadas em regiões estuarinas que correspondem às águas salobras. As outras 15 correspondem às águas salinas e podem ser subdivididas em dois grupos: seis áreas próximas à foz de rios de volume significativo ou que deságuam em baías e nove áreas predominantemente marinhas. Para garantir a representatividade em cada área foram determinados pelo menos três pontos. Nas áreas de influência dos emissários submarinos, foram definidos quatro pontos (Quadro 1).

QUADRO 1 - RESUMO DA REDE COSTEIRA EM 2023

UGRHI	MUNICÍPIO	ÁREA	PONTOS
3 LITORAL NORTE	Ubatuba	Picinguaba	3
		Baía de Itaguá	3
		Saco da Ribeira	3
	Caraguatatuba	Tabatinga	3
		Cocanha	3
		Baía de Caraguatatuba	3
	São Sebastião e Ilhabela	Canal de São Sebastião	5
	São Sebastião	Barra do Una	3
7 BAIXADA SANTISTA	Bertioga	Foz do Rio Itaguapé	3
		Canal de Bertioga*	4
	Cubatão	Canal de Piaçaguera*	4
	Santos e Guarujá	Canal de Santos*	3
	São Vicente	Canal de São Vicente*	3
	Guarujá	Emissário submarino do Guarujá	4
	Santos	Baía de Santos - Emissário submarino	4
		Laje de Santos	3
	Praia Grande	Emissário submarino Praia Grande I	3
	Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	3
11 LITORAL SUL	Peruíbe	Foz do Rio Preto	4
	Iguape e Ilha Comprida	Mar Pequeno*	3
	Cananeia	Mar de Cananeia*	3

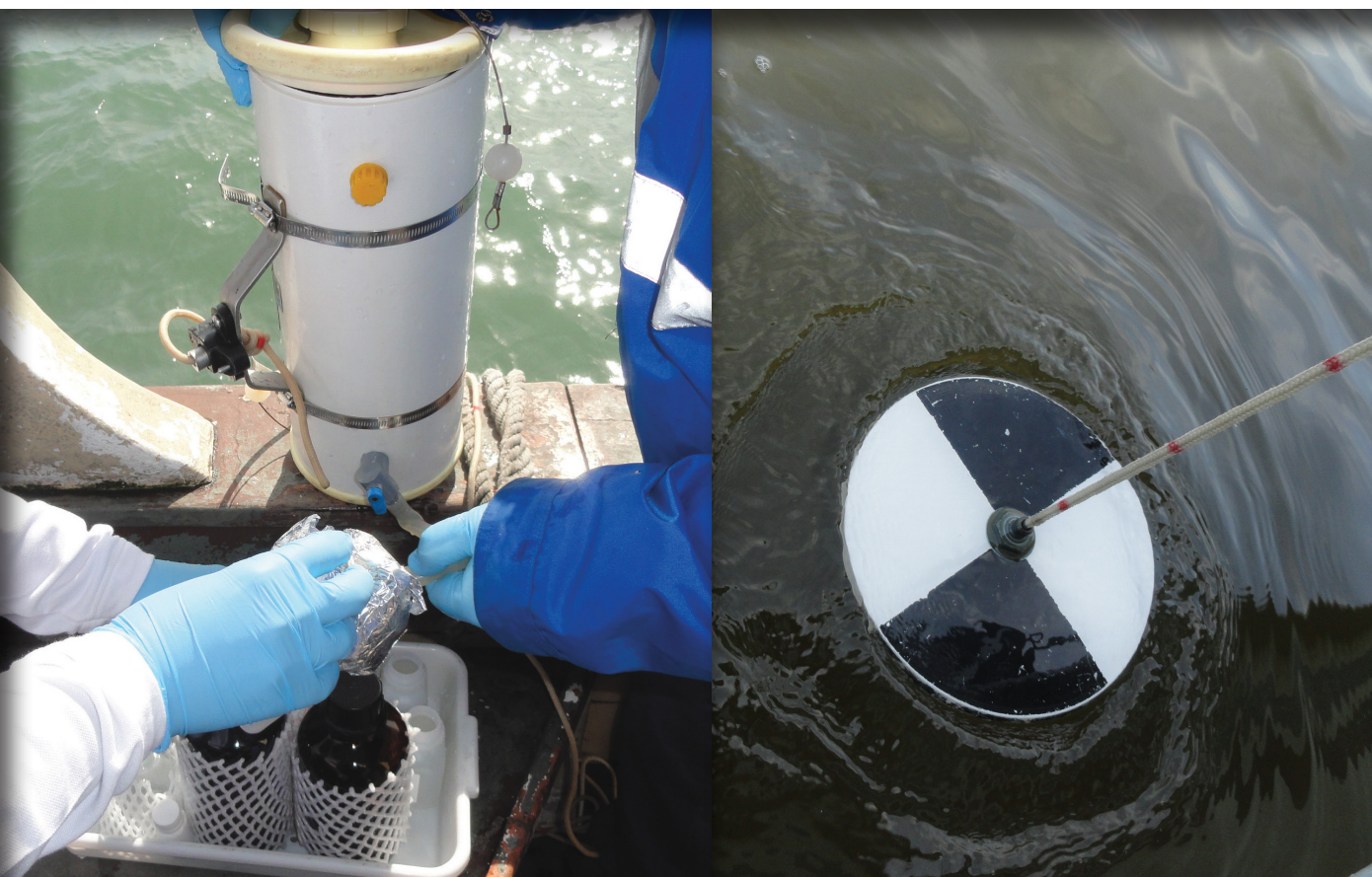
 (*) Áreas estuarinas

AS AMOSTRAGENS

A frequência amostral da Rede Costeira é semestral. A coleta de água é feita em três profundidades na coluna de água: superfície, meio e fundo. Paralelamente a avaliação da qualidade da água, realiza-se também a avaliação da qualidade dos sedimentos, por ser um compartimento mais estável e importante na caracterização do ambiente aquático. Portanto, para cada ponto de coleta, há três amostras de água e uma amostra de sedimento para serem analisadas. As distâncias entre os locais de amostragens e a costa variam de 1 a 4 km da costa, exceção feita à Laje de Santos que se encontra a aproximadamente 40 km da costa. As profundidades estão entre 3 e 35 metros.

VARIÁVEIS DETERMINADAS EM ÁGUA

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem suas características físicas, como Oxigênio Dissolvido, Salinidade e pH, e as químicas, como por exemplo, concentração de nutrientes, metais, entre outros. Além das variáveis microbiológicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas. De acordo com o uso de cada área, são determinadas as variáveis mais adequadas para tal e, em casos específicos, podem ser incluídos parâmetros adicionais dependendo de atividades que ocorrem nas proximidades dos pontos de monitoramento.



A avaliação das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a Classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução CONAMA nº 357/05, uma vez que o enquadramento dessas águas não foi realizado.

VARIÁVEIS DETERMINADAS EM SEDIMENTO

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos são coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água. Nessas amostras de sedimento superficial, são realizadas determinações de variáveis físicas e químicas como nutrientes, metais, HPAs etc, além das microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água. Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos são comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela legislação canadense. Para outras variáveis, como nutrientes, são utilizados os Valores de Referência definidos pela CETESB.



ÍNDICES DE QUALIDADE

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS (IQAC)

A CETESB utiliza o Índice elaborado pelo Conselho de Meio Ambiente do Canadá que consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados com um valor de referência que pode ser o padrão legal para cada parâmetro incluído no cálculo. O Índice leva em consideração a frequência e a amplitude das não conformidades, e o número de parâmetros não conformes. A partir do cálculo desses três fatores chega-se a um resultado numa escala de 1 a 100, que foi dividida em cinco faixas que correspondem às categorias de qualidade (Quadro 2).

QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO PARA CADA FAIXA DO IQAC

ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
≥95	<95 e ≥80	<80 e ≥65	<65 e ≥45	<45

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COSTEIRO (IETC)

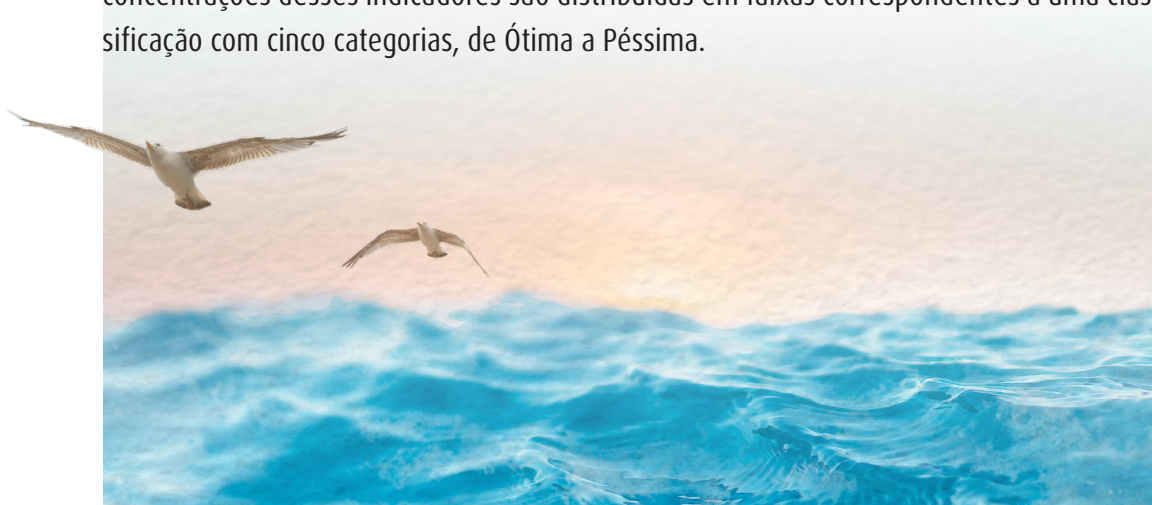
A CETESB desenvolveu uma classificação das águas litorâneas do estado de São Paulo baseada em levantamentos anteriores realizados no litoral. Para a classificação dessas águas utilizou-se os resultados de Clorofila-a sendo estabelecidas faixas de concentrações diferenciadas para os ambientes marinho e estuarino, já que esses sistemas possuem características tróficas naturalmente diferentes. Em geral, ambientes estuarinos (salobros) possuem concentrações de Clorofila-a mais elevadas.

ÍNDICE DE QUALIDADE ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO

Na avaliação ecotoxicológica, algumas amostras de sedimento são analisadas por meio de ensaio agudo com o anfípodo *Grandidierella bonnieroides*, para determinar a toxicidade dessas amostras.

ÍNDICE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE SEDIMENTO COSTEIRO

Para a avaliação da qualidade microbiológica de sedimentos usualmente é realizada a pesquisa e a quantificação de *Clostridium perfringens* e de Coliformes Termotolerantes. As concentrações desses indicadores são distribuídas em faixas correspondentes a uma classificação com cinco categorias, de Ótima a Péssima.

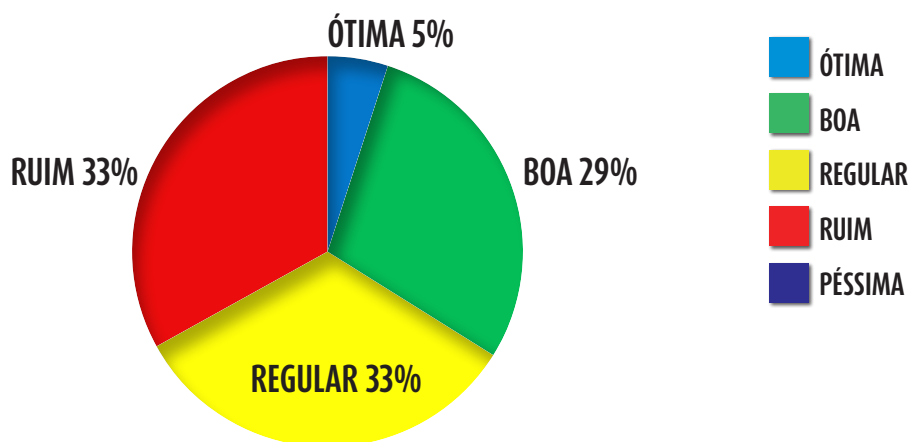


QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS EM 2023

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

A proporção das classes do IQAC de 2023 para as áreas estudadas mostrou que, das 21 áreas avaliadas, a área de Picinguaba foi classificada como Ótima sendo 5% do total, 29% delas classificadas como Boas, 33% como Regular e 33% como Ruins e não houve áreas classificadas como Péssimas. A maioria das áreas com qualidade Boa está localizada no Litoral Norte e todas as áreas com qualidade Ruim estão na Baixada Santista (Gráfico 1).

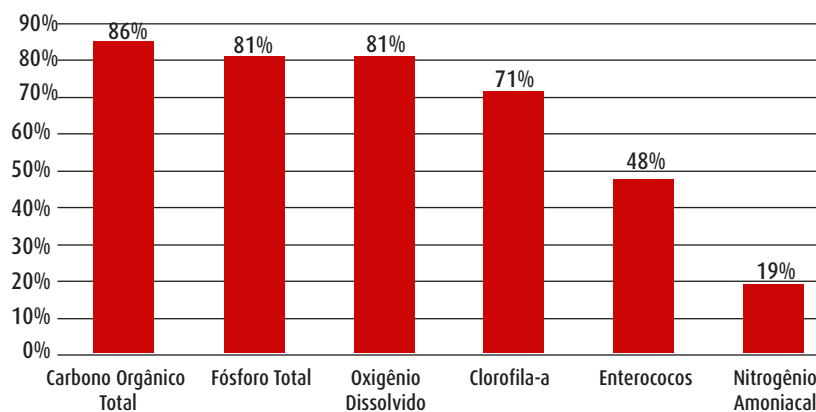
GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS PELO IQAC MÉDIO EM 2023



DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ALTERAÇÕES DA QUALIDADE

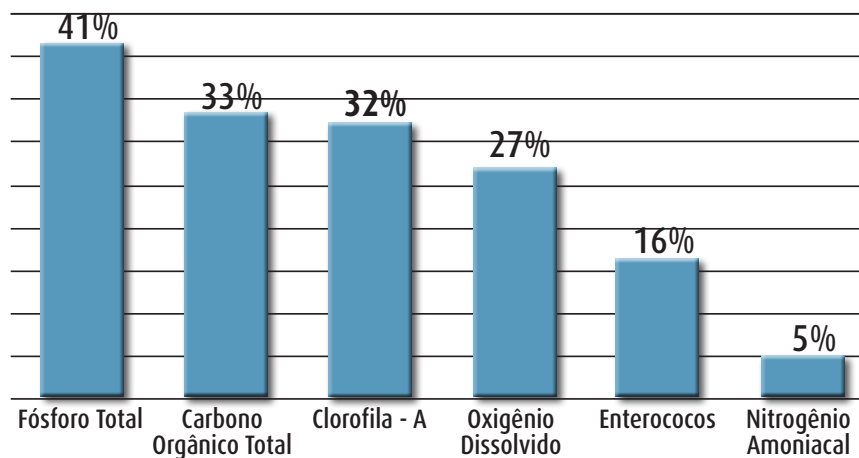
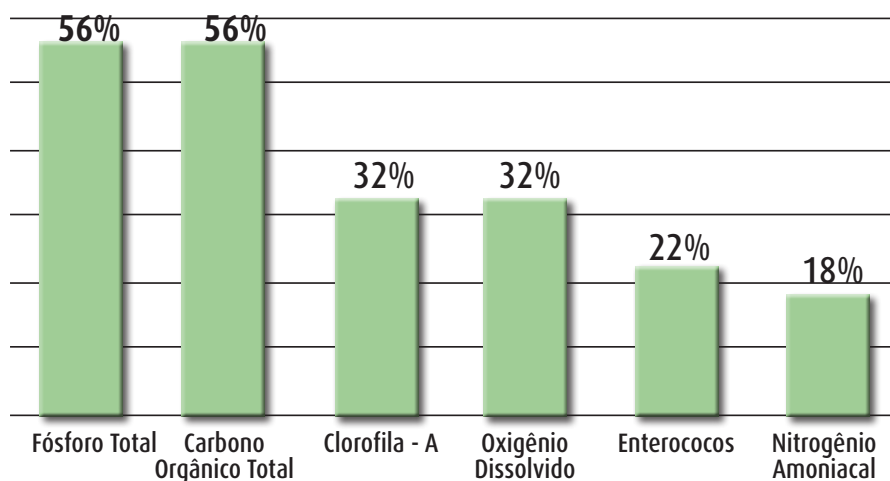
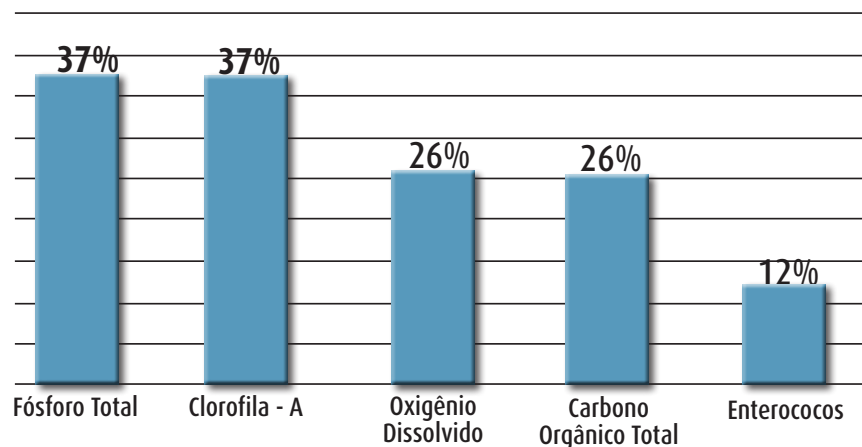
Avaliando a extensão espacial das não conformidades por parâmetro nas áreas monitoradas (Gráfico 2) foi possível observar que quase todos os parâmetros do IQAC apresentaram não conformidade em pelo menos 4 áreas (19%). O COT, Fósforo Total e OD apresentaram não conformidade em mais de 80% das áreas monitoradas, sendo portanto as alterações mais comuns na qualidade dessas águas.

GRÁFICO 2 - PORCENTAGEM DE ÁREAS QUE APRESENTARAM NÃO CONFORMIDADE POR VARIÁVEL EM 2023



Analisando a porcentagem de amostras não conformes para cada variável para toda a rede (Gráfico 3 A) e para cada classe de água, estuarina e marinha (Gráfico 3 B e C), verifica-se que a variável que apresentou maior número de não conformidades foi o Fósforo Total para todos os casos, incluindo zonas estuarinas (salobras) e costeiras (salinas). Em ambas as áreas estuarinas e costeiras o Fósforo Total divide o primeiro lugar apresentando a mesma porcentagem de não conformidades que o COT (56%) e a Clorofila-a (37%) respectivamente. Praticamente todas as amostras do segundo semestre do Mar Pequeno apresentaram não conformidade do parâmetro pH, mas trata-se de efeito natural desencadeado por uma conjuntura de pluviosidade intensa algumas horas antes da amostragem com consequente carreamento da matéria orgânica de maior acidez e a ausência da cunha salina que poderia introduzir alguma alcalinidade no local.



GRÁFICO 3 – PORCENTAGEM DE AMOSTRAS NÃO CONFORMES POR VARIÁVEL EM 2023 NA REDE COSTEIRA: TODAS AS ÁREAS (A), ÁGUAS SALOBRAS (B) E ÁGUAS SALINAS (C)**(A) Não conformidades no Litoral Paulista em 2023****(B) Não conformidades em Águas Salobras em 2023****(C) Não conformidades em Águas Salinas em 2023**

TENDÊNCIA TEMPORAL DO IQAC

Observando a evolução dos IQAC médios das áreas desde 2012 nota-se uma grande variação, com certa diminuição das áreas classificadas como Ótimas. No entanto, não foi registrada nenhuma classificação de área Péssima nos últimos seis anos. (Quadro 3)

QUADRO 3 - TENDÊNCIA TEMPORAL DO IQAC MÉDIO DAS ÁREAS ENTRE 2012 E 2023

Local de amostragem	ANO											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Pinciguaba	77	99	85	97	99	79	97	99	92	99	92	95
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94	99	85	88	72
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99	99	99	89	81
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97	92	99	81	84
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97	99	93	90	78
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80	92	99	88	82
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88	83		88	72
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83	83	93	71	73
Rio Itaguapé	93	90	90	88	92	86	88	99	83	85	76	81
Laje de Santos									99		78	89
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66	83	71	80	59
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58	59	76	63	48
Canal de Piaçaguera**				58	58	40	60	51	67	67	56	64
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50	58	85	63	51
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75	67	85	81	76
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50	83	53	47	51
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61	75	85	75	68
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83	75	78	80	60
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67	83	93	75	62
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66	92	85	85	74
Mar de Cananéia	69	85	84	84	91	85	81	86	92	92	85	80

Legenda:

Ótima

Boa

Regular

Ruim

Péssima

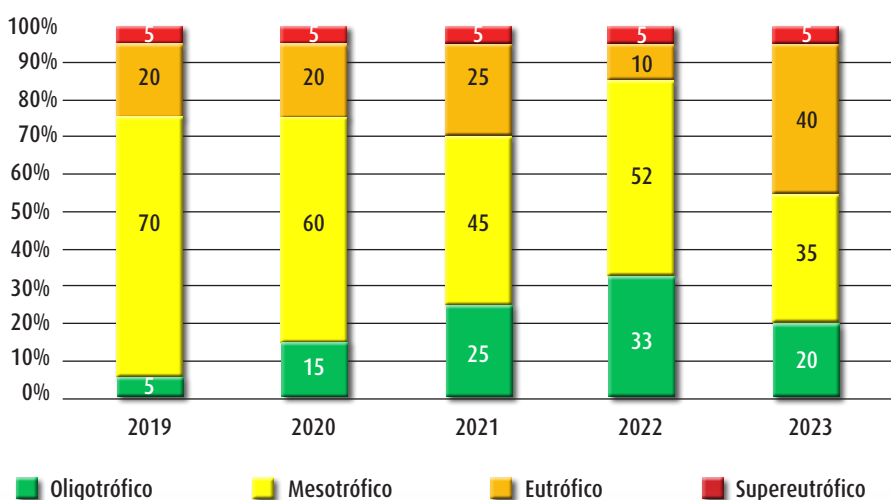
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS

A qualidade microbiológica das águas costeiras apresenta uma distribuição espacial bem definida, com concentrações de Enterococos mais elevadas desde os canais do estuário de Santos e São Vicente até a área de influência do Emissário Submarino de Praia Grande 1. Médias geométricas superiores 100 UFC/100 mL foram verificadas principalmente nos canais de Santos e São Vicente e na área de influência do Emissário Submarino de Santos, mas também, em uma campanha no Canal de Bertioga e Mar Pequeno. Por outro lado, todas as áreas do Litoral Norte, exceto Baía de Itaguá na segunda campanha, assim como Laje de Santos e Mar de Cananéia, apresentaram médias geométricas inferiores a 10 UFC/100 mL durante o ano.

ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IETC)

Considerando-se o IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2019 a 2023, (Gráfico 4) observa-se que as porcentagens das classificações dos ambientes variaram ao longo dos anos. As áreas consideradas Supereutróficas têm se mantido em 5% desde 2019. Em 2023, observou-se um aumento na porcentagem de ambientes classificados como Eutróficos com acréscimo de duas áreas no Litoral Norte, uma na Baixada Santista e uma no Litoral Sul, quando comparado com 2022. Os ambientes considerados Oligotróficos estão em patamar maior do que 2019 e 2020, apesar da redução em relação ao ano de 2022, colocando um fim da sequência ascendente que se mantinha desde 2018.

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO IET - 2019 A 2023



QUALIDADE DOS SEDIMENTOS COSTEIROS EM 2023

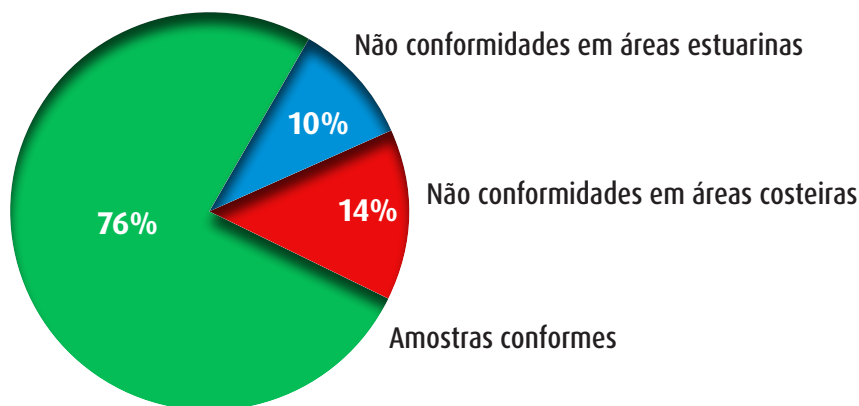
QUALIDADE QUÍMICA

Na avaliação da qualidade dos sedimentos foi observada conformidade em relação aos valores de referência para os nutrientes em mais de 75% das amostras conforme gráficos a seguir. As porcentagens de não conformidades para o COT e Fósforo Total em cada ambiente são apresentadas nos Gráficos de 5 e 6. Devido a problemas operacionais, não há resultados de NKT para a maior parte das áreas.

Em 2023, as maiores concentrações de COT (Gráfico 5) foram observadas na Região Estuarina de Santos e São Vicente, incluindo o Canal da Bertioga. Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no Saco da Ribeira.

GRÁFICO 5 - PORCENTAGEM DE CONFORMIDADES DE COT NO LITORAL PAULISTA E NÃO CONFORMIDADES POR ÁREA DE CLASSE DE ÁGUA, EM 2023, DE ACORDO COM O VALOR DE REFERÊNCIA DA CETESB

OCORRÊNCIA DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2023



Para o Fósforo Total (Gráfico 6), as maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera, Saco da Ribeira e Baía de Itaguá, mas o número de amostras não conformes diminuiu em relação ao ano de 2022. Normalmente, contribuições de Fósforo estão associadas à atividade humana, como despejos de esgoto doméstico e atividade industrial principalmente de produção de fertilizantes. A Laje de Santos apresentou alguns valores superiores à referência adotada pela CETESB provavelmente devido à influência dos excretas da avifauna local. Nas demais áreas os valores têm sido mais baixos ao longo dos anos.

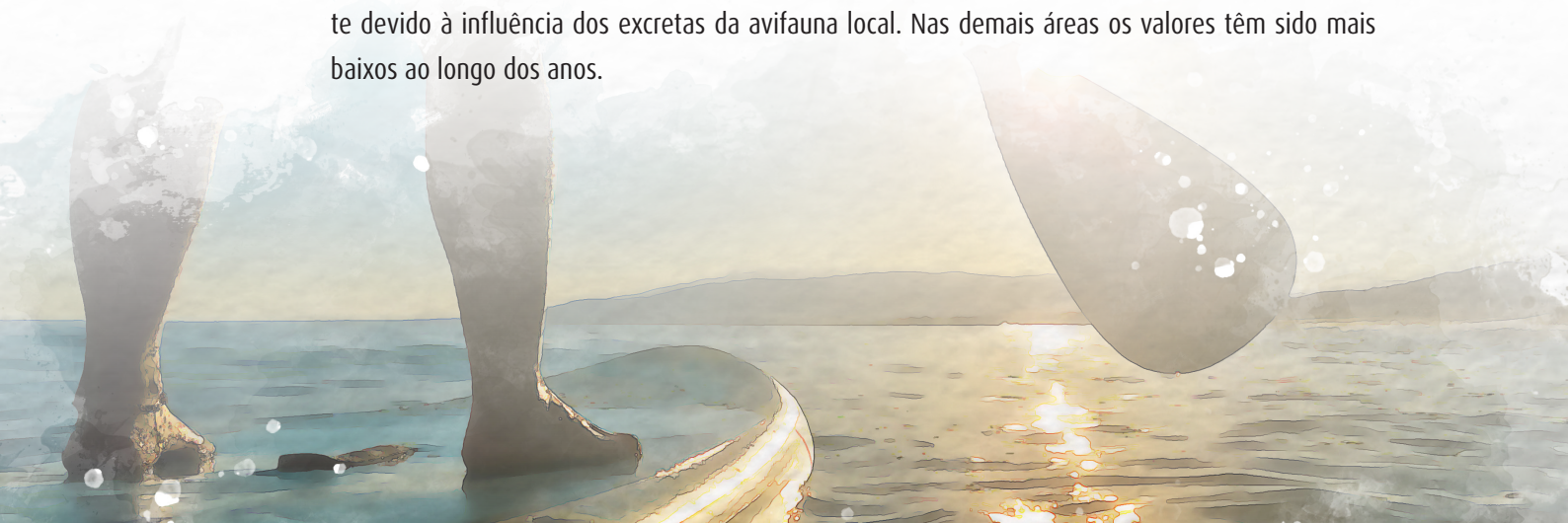
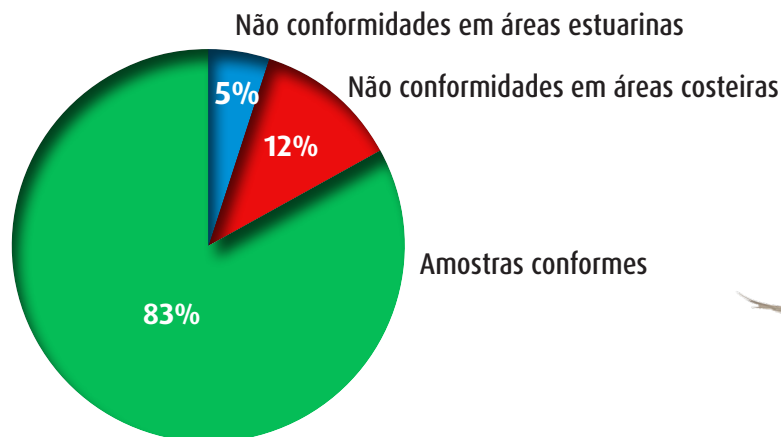


GRÁFICO 6 - PORCENTAGEM DE CONFORMIDADES DE FÓSFORO TOTAL NO LITORAL PAULISTA E NÃO CONFORMIDADES EM 2023, DE ACORDO COM O VALOR DE REFERÊNCIA DA CETESB

OCORRÊNCIA DE FÓSFORO TOTAL NOS SEDIMENTOS EM 2023



Com relação aos Metais e HPAs presentes nos sedimentos (Gráficos 7 e 8), a conformidade com os valores de referência do Canadá também foi elevada, 92% (Metais) e 96% (HPAs). No caso dos metais chama atenção o aumento de 5 pontos percentuais na quantidade de amostras conformes. Em ambos os casos as não conformidades se concentram principalmente no Estuário de Santos e São Vicente, em especial no Canal de Piaçaguera.

GRÁFICO 7 - OCORRÊNCIA DE METAIS NOS SEDIMENTOS DO LITORAL PAULISTA EM 2023 E COMPARAÇÃO COM OS CRITÉRIOS CANADENSES

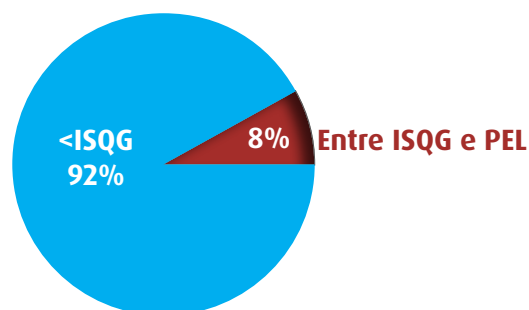
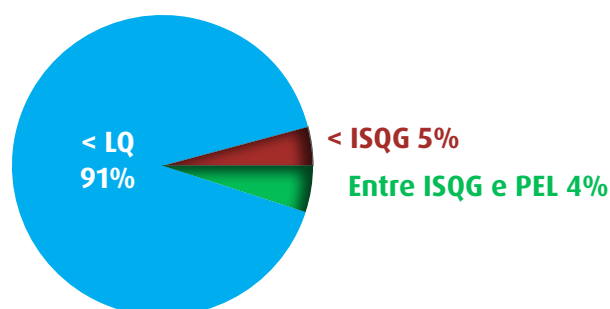


GRÁFICO 8 - PORCENTAGEM DE HPAS NOS SEDIMENTOS DO LITORAL PAULISTA EM 2023 E COMPARAÇÃO COM OS CRITÉRIOS CANADENSES



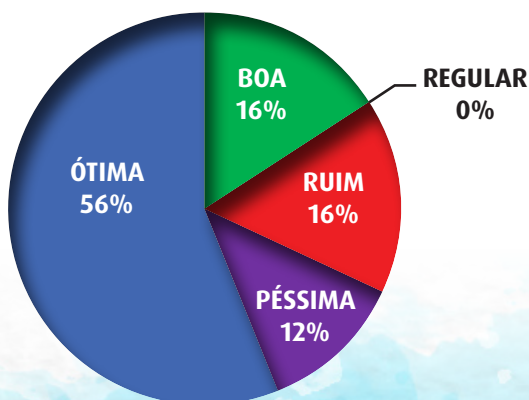
ISQG: Interim Sediment Quality Guideline PEL • Probable Effect Level

ÍNDICE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

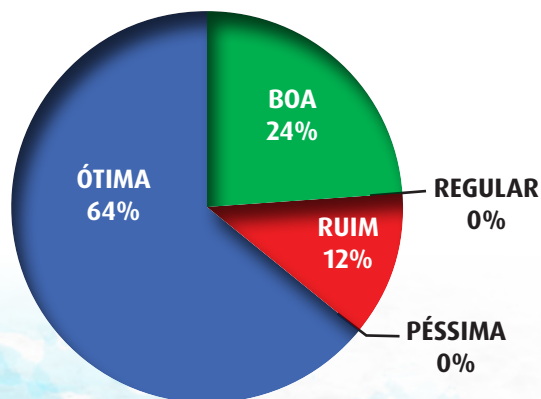
Para o grupo das bactérias dos Coliformes Termotolerantes (Gráfico 9-A), 56% das amostras foram classificadas como Ótimas e 16% como Boas, um aumento de 2 pontos percentuais na comparação com 2022. As categorias Ruim e Péssima somaram 28%. Para *Clostridium perfringens*, 64% das amostras foram classificadas como Ótimas e 24% como Boas, 12% foram classificadas como Ruins e não houve classificação Péssima em 2023 (Gráfico 9-B). As porcentagens nas categorias Ruim e Péssima foram maiores para Coliformes Termotolerantes, indicando que no sedimento predomina a poluição fecal recente. Também foi possível verificar que as áreas que apresentaram maiores índices de poluição fecal nos sedimentos foram os canais estuarinos e as áreas de influência de emissários submarinos.

GRÁFICO 9 - PORCENTAGEM DE AMOSTRAS NAS CLASSES DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ACORDO COM CONCENTRAÇÃO DA BACTÉRIA FECAL NOS SEDIMENTOS EM 2023
- (A) COLIFORMES TERMOTOLERANTES (B) *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*

(A) COLIFORMES TERMOTOLERANTES



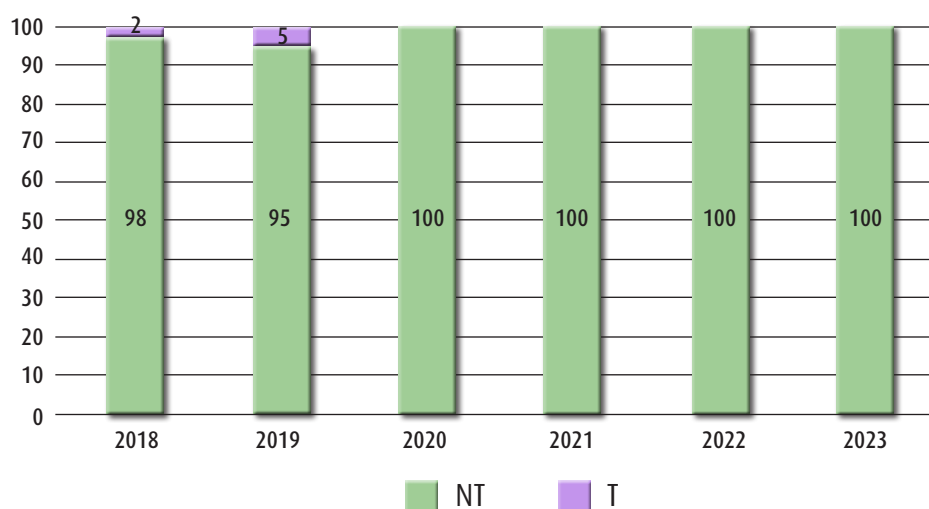
(B) *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*



ECOTOXICIDADE

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos, considerando os resultados dos últimos cinco anos, observa-se que as áreas avaliadas já apresentavam baixo percentual de toxicidade e que a partir de 2020, 100% das amostras mostraram ausência de toxicidade para organismos aquáticos (Gráfico 10).

GRÁFICO 10 - PORCENTAGEM DE AMOSTRAS COM PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE EFEITO TÓXICO NOS ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (NT = NÃO TÓXICO; T = TÓXICO)





Secretaria de
**Meio Ambiente,
Infraestrutura
e Logística**



Acompanhe as redes sociais da CETESB:



Site: cetesb.sp.gov.br



Facebook: facebook.com/cetesbsp



Linkedin: linkedin.com/company/cetesb



Instagram: instagram.com/cetesbsp



SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp