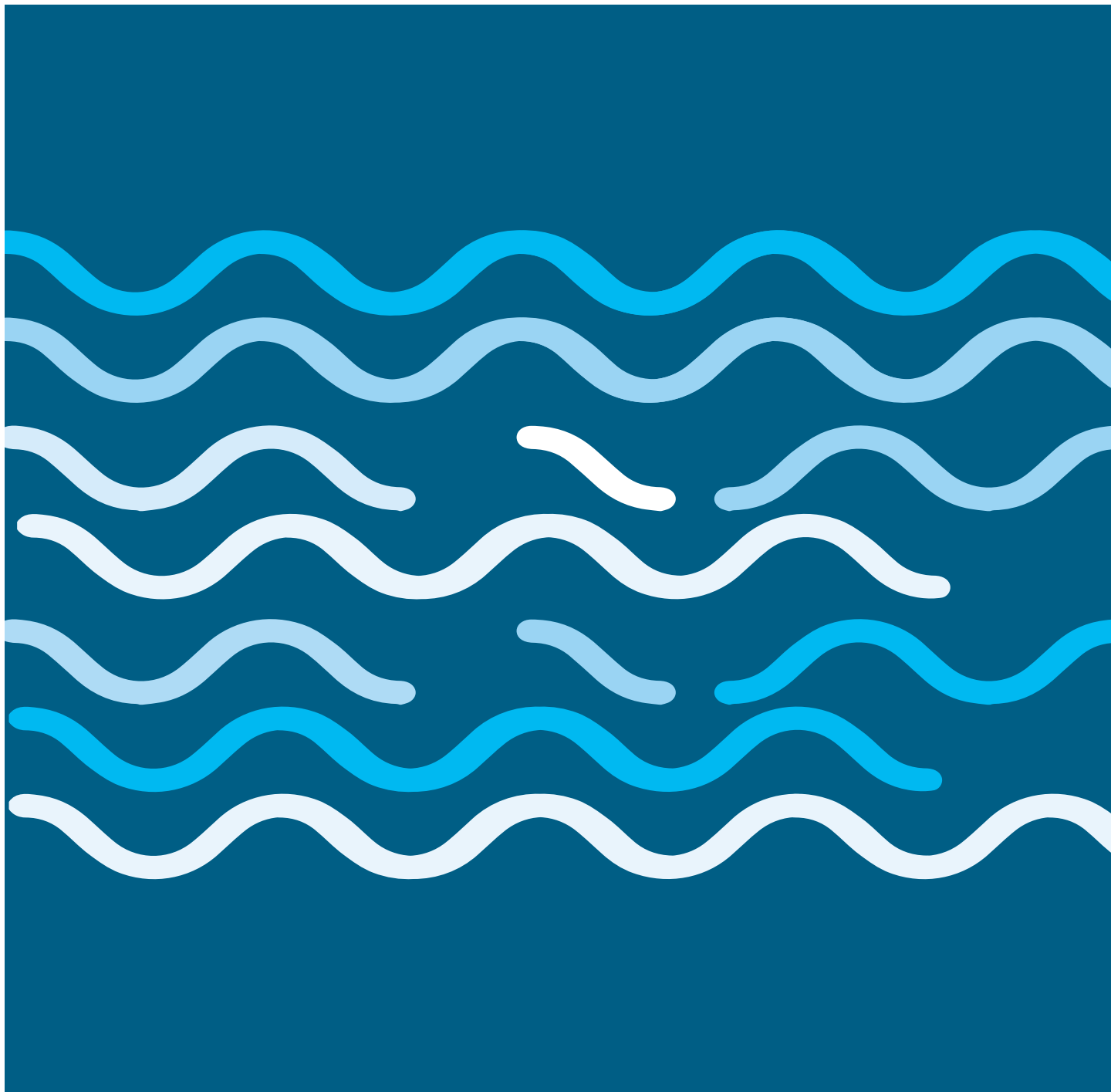
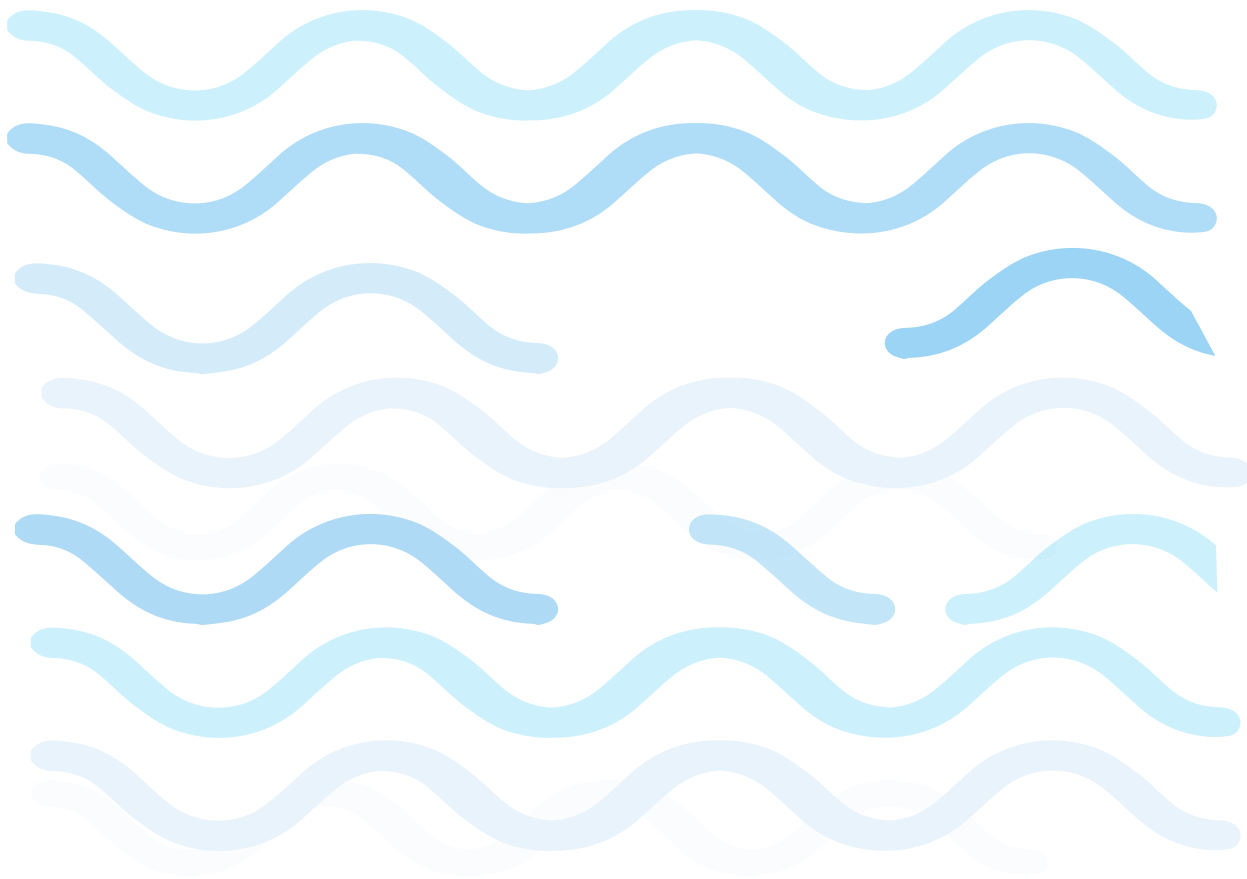




RELATÓRIO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS





RELATÓRIO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

1ª EDIÇÃO
São Paulo
2025

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418r CETESB (São Paulo)
1.ed. Relatório de metodologia para avaliação da qualidade das águas costeiras
[recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Fábio Netto Moreno ;
Coordenação técnica Lilian Barrella Peres, Cláudia Condé Lamparelli ; Equipe técnica
Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.] ; Mapas e figuras Aparecida Cristina Camolez ;
Colaboradores Maria Inês Zanolli Sato ... [et al.]. — 1.ed. — São Paulo : CETESB, 2025.
1 arquivo de texto (32 p.) : il. color., PDF ; 3 MB

Disponível em:
<<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/publicacoes-e-relatorios/>>
ISBN 978-65-5577-109-1

1. Água – qualidade - metodologia 2. Água – poluição 3. Águas salinas 4. Águas
salobras I. Título.

CDD (21.ed. esp.) 363.739 4 072 169
CDU (2.ed. port.) 502.175:628.515 (261.67)
628.515:001.8 (261.67)

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2025.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

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

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

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
Maria Helena R. B. Martins - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Quím. Maria Helena R. B. Martins – Diretora

Coordenação geral
Biól. Fábio Netto Moreno
Gerente do Departamento de Qualidade Ambiental

Coordenação técnica
Farm. Bioq. Lilian Barrella Peres
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 Ferreira de Lima de Cano
Eng. Felipe Bazzo Tomé
Geóg. Aparecida Cristina Camolez
Estag. Nathalia Ponti Schoendorfer
Estag. Paula Caroline Camargo

Mapas e figuras
Geóg. Aparecida Cristina Camolez

Colaboradores
Departamento de Análises Ambientais
Farm. Bioq. Maria Inês Zanoli Sato
Divisão de Análises Hidrobiológicas
Biól. Marta Condé Lamparelli
Setor de Comunidades Aquáticas
Biól. Adriana C. C. Ribeiro de Deus
Biól. Denise Amazonas Pires
Biól. Helena Mitiko Watanabe
Biól. Luciana Haipek Mosolino Lerche
Biól. Maria do Carmo Carvalho
Farm. Bioq. Rosalina Pereira de Almeida Araújo

Setor de Ecotoxicologia Aquática
Biól. William Viveiros
Setor de Atendimento a Emergências
Biól. Carlos Ferreira Lopes
Setor de Hidrologia
Eng. Luís Altivo Carvalho Alvim
Quím. Vinícius Marques da Silva

CEBIMar – Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo
Amostragens e/ou análises laboratoriais

Divisão de Amostragem
Divisão de Laboratório de Taubaté Divisão de Laboratório de Cubatão Divi-
são de Laboratório de Limeira
Setor de Ecotoxicologia Aquática

Projeto editorial
Tikinet

Editoração/Diagramação
Tikinet

Setor de Análises Toxicológicas
Divisão de Microbiologia e Parasitologia Setor de Toxicologia e Genotoxi-
cidade
Setor de Química Inorgânica
Setor de Química Orgânica

Produção Editorial, Fotolito e Impressão
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Concluído em Junho/2025

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

Listas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Microalgas potencialmente tóxicas, tipo de toxina, tipos de intoxicação e sintomas em humanos	13
Figura 2 – Modelo conceitual do índice	15
Figura 3 – Quartis 25%, 50% e 75% da Clorofila <i>a</i> , ambiente marinho (superfície, meio e fundo)	19
Figura 4 – Quartis 25%, 50% e 75% para clorofila <i>a</i> , ambiente estuarino (superfície e meio)	20
Figura 5 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar	23
Figura 6 – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos	24
Figura 7 – Plataforma continental brasileira	26

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Distribuição das áreas monitoradas	7
--	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis determinadas na água	9
Tabela 2 – Variáveis determinadas no sedimento	14
Tabela 3 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC	17
Tabela 4 – Parâmetros que compõem o IQAC	17
Tabela 5 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de Clorofila <i>a</i> , Nitrogênio e Fósforo, para ambientes	18
Tabela 6 – Classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila- <i>a</i>	19
Tabela 7 – Classes de níveis tróficos baseadas nas concentrações de clorofila <i>a</i> , Nitrogênio e Fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker et al. (2003)	19
Tabela 8 – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila- <i>a</i>	20
Tabela 9 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos	20
Tabela 10 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos	21
Tabela 11 – Classificação para os parâmetros microbiológicos	22
Tabela 12 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM	23
Tabela 13 – Coordenadas geográficas dos pontos das linhas de base	25
Tabela 14 – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo	30
Tabela 15 – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição e localização das áreas avaliadas	8
Quadro 2 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento	12

Sumário

Metodologia, Índices de Qualidade e Legislação pertinente	7
1. Metodologia de amostragem	7
2. Avaliação da Qualidade das águas – Parâmetros.....	9
3. Microalgas – Fitoplâncton.....	10
Intensificação do monitoramento	11
Microalgas potencialmente tóxicas	11
4. Avaliação da Qualidade dos sedimentos.....	13
5. Índices de Qualidade de Água.....	14
5.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)	14
Abrangência: Parâmetros Desconformes	15
Frequência de desconformidade.....	15
Amplitude da desconformidade.....	16
Índice.....	17
5.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)	18
IETC para ambientes marinhos.....	18
IETC para ambientes estuarinos	19
6. Índices de Qualidade de Sedimento.....	20
6.1 Critérios de qualidade para sedimentos	20
6.2 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento	20
6.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC).....	21
7. Legislação Pertinente	22
7.1. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM)	22
7.2. Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU	24
Sobre a Zona Econômica Exclusiva, é determinado:	25
7.3. Lei Nº 7.661 de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)	27
7.4 Decreto Nº 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	27
7.5. Lei Nº 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)	28
7.6 Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE).....	29
7.7. Áreas de Proteção Ambiental Marinhas.....	29
7.8. Licenciamento da Maricultura	30

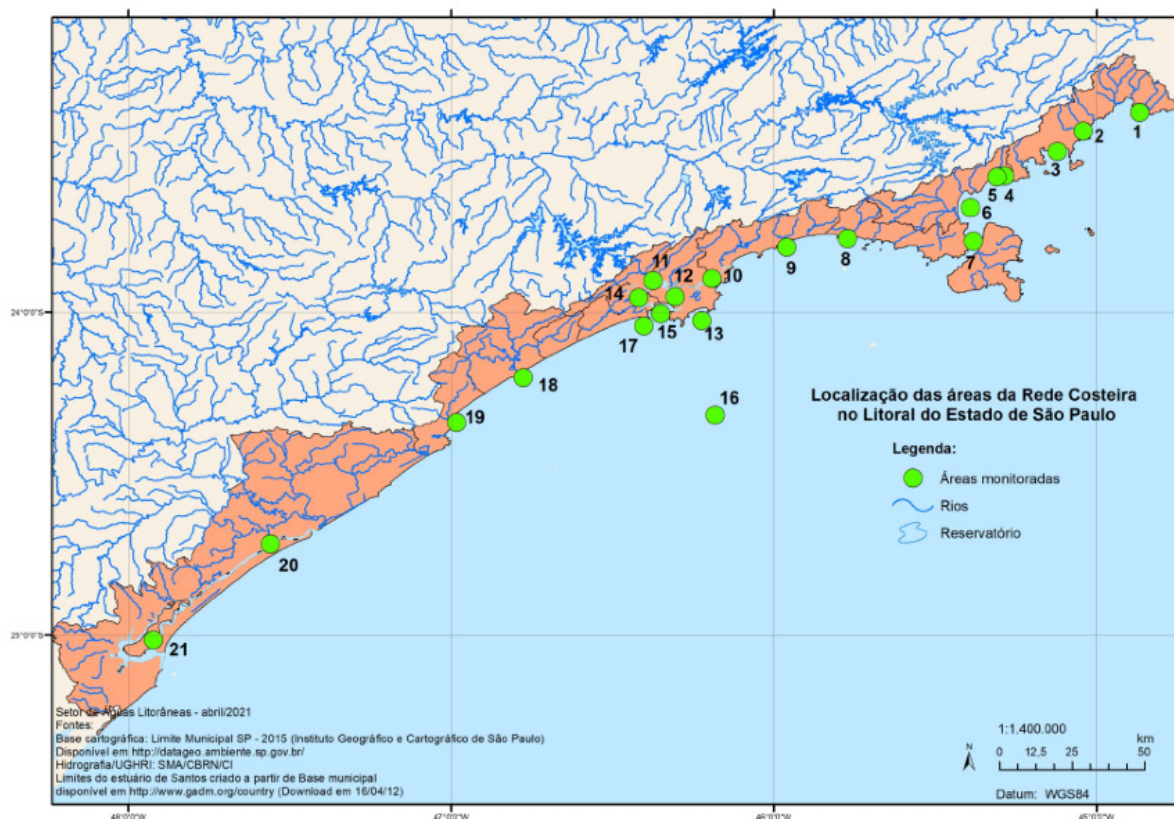
Metodologia, Índices de Qualidade e Legislação pertinente

1. Metodologia de amostragem

Na definição dessa Rede Costeira, procurou-se, primeiramente, abranger todas as regiões da costa paulista. Além disso, a seleção das áreas e dos pontos de amostragem para o monitoramento das águas costeiras priorizou locais onde ocorrem usos específicos, a fim de verificar se as águas apresentam qualidade necessária para a utilização pretendida ou se tais usos têm causado alteração na qualidade dessa água. Paralelamente à 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.

É importante salientar que cada uma das áreas é representada por um conjunto de pontos de amostragem, usualmente três, dependendo de suas características e extensão. As áreas avaliadas também podem ser subdivididas em dois grupos, aquelas com águas salinas (15 áreas) e aquelas com águas salobras ou estuarinas (6 áreas) (Mapa 1 e Quadro 1). Para maiores detalhes da Rede de monitoramento, ver o [Apêndice B](#).

Mapa 1 – Distribuição das áreas monitoradas



Quadro 1 – Descrição e localização das áreas avaliadas

UGRHI	Município	Nº no Mapa 1	Área	Justificativa	Número de Pontos
3	Ubatuba	1	Picinguaba	Área de preservação ambiental	3
		2	Baía de Itaguá	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços	3
		3	Saco da Ribeira	Existência de marinas	3
	Caraguatatuba	4	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações	3
		5	Cocanha	Área de maricultura	3
		6	Baía de Caraguatatuba	Área de influência de rios/ Ocupação Urbana	3
	São Sebastião e Ilhabela	7	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluentes de emissários submarinos	5
	São Sebastião	8	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	3
7	Bertioga	9	Foz do Rio Itaguapé	Área de influência do Rio Itaguapé; preservação ambiental	3
		10	Canal de Bertioga*	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	3
	Cubatão	11	Canal de Piaçaguera*	Área de influência de terminais portuários	4
	Santos e Guarujá	12	Canal de Santos*	Área de influência da região portuária de Santos	3
	Guarujá	13	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	4
	São Vicente	14	Canal de São Vicente*	Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada	3
	Santos	15	Baía de Santos – Emissário submarino	Área de mistura da água do mar com as águas salobras dos Canais de Santos e São Vicente; efluente de emissário submarino	4
		16	Laje de Santos	Unidade de Conservação Marinha	3
	Praia Grande	17	Emissário submarino Praia Grande I	Área de influência do emissário	4
	Itanhaém	18	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	3
	Peruíbe	19	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	3
11	Iguape e Ilha Comprida	20	Mar Pequeno*	Área de influência do Valo Grande	3
	Cananeia	21	Mar de Cananeia*	Área de Preservação Ambiental	3

(*) Áreas estuarinas

A frequência amostral é semestral, sendo considerada mínima em estudos desse tipo, pois existem características distintas nas massas de água entre as épocas de verão e inverno, condicionadas por variáveis climáticas como temperatura e pluviosidade, assim como correntes marinhas, além da influência sazonal das atividades antrópicas na zona costeira.

2. Avaliação da Qualidade das águas – Parâmetros

Nas amostragens para avaliação da qualidade das águas, em campo é realizado o perfil da coluna de água com medições contínuas utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Essa sonda possui sensores capazes de medir e de fornecer resultados ao entrar em contato com a água, registrando resultados das seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, profundidade, salinidade e sólidos totais dissolvidos¹. Ela realiza, portanto, um perfil de qualidade ao longo da coluna de água registrando os dados em intervalos que podem ser definidos de acordo com os objetivos do estudo.

Além disso, realiza-se a coleta de amostras de água do mar e estuarinas em três profundidades (superfície, meio e fundo), pois pode haver diferenças na qualidade das várias camadas da coluna de água. Nessas amostras de água do mar, são realizadas determinações microbiológicas, físicas, químicas, hidrobiológicas e ecotoxicológicas. As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 e estão listadas na Tabela 1, com exceção da Clorofila-a e Fitoplâncton que não são legisladas para esses ambientes. Em casos específicos podem ser analisados parâmetros adicionais dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

Para os cálculos como médias e o índice de qualidade, nos casos em que não foi possível a quantificação de determinado parâmetro, é utilizado o limite de quantificação (LQ) da análise química realizada. Note-se que alguns parâmetros não são determinados em todos os estratos ou pontos devido a restrições operacionais.

Tabela 1 – Variáveis determinadas na água

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicas	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais e Sólidos Suspensos Totais	
Químicas	Nutrientes	Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrogênio Kjeldahl Total
	Orgânicos	Fenóis Totais, Carbono Orgânico Total (COT), Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
	Outros	pH, Salinidade, Óleos e Graxas
Microbiológicos	Enterococos e Coliformes Termotolerantes	
Hidrobiológicos	Clorofila-a e Feofitina e Fitoplâncton	
Ecotoxicológico	Toxicidade aguda com <i>Vibrio fischeri</i> (Microtox)	

A determinação dos COVs é realizada apenas na superfície de todos os pontos dos canais (Santos, São Vicente, Piaçaguera, Bertioga e São Sebastião) onde as atividades industriais que podem liberar essas substâncias no meio ambiente estão concentradas.

O ensaio de toxicidade aguda com bactéria luminescente de origem marinha *Vibrio fischeri* é também conhecido comercialmente como Sistema Microtox®. A bactéria emite luz naturalmente em ambientes aquáticos favoráveis, com concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 0,5 mg/L. O ensaio baseia-se em expor

¹ Os resultados de sólidos dissolvidos totais são estimados multiplicando-se os resultados de condutividade em mS/cm pelo fator 0.65. Estimativas com fatores de correção entre 0.55 e 0.90 estão previstas no método 2510 (Conductivity) da 24ª Edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WEF, 2023). A CETESB está avaliando a relação da condutividade com as concentrações de sólidos dissolvidos em diversas áreas para realizar um ajuste fino do fator de correção.

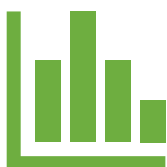
a bactéria a uma amostra, durante 15 minutos. Na presença de substâncias tóxicas, a emissão de luminescência pela bactéria diminui, sendo essa diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. Os resultados são expressos como concentração efetiva 20% (CE20) (15 minutos), que é a concentração de amostra (em % ou mg/L) que provoca 20% de redução na emissão de luz da bactéria, após um tempo de exposição de 15 minutos. Assim, quanto menor a CE20, mais tóxica é a amostra. Vários grupos de substâncias são tóxicos para o *V. fischeri*, dentre elas metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc. Os resultados podem ser obtidos em formato digital no site da CETESB.

3. Microalgas – Fitoplâncton

O monitoramento das microalgas em amostras de água bruta da rede costeira iniciou-se em 2017 devido à crescente ocorrência de florações, tendo sido selecionadas cinco áreas no litoral paulista: Baía de Itaguá, em Ubatuba; Praia da Cocanha, em Caraguatatuba; Canal de São Sebastião; área de influência da foz do Rio Preto (Guaraú), em Peruíbe, e Mar de Cananeia. Esses locais foram definidos por serem próximos a áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, como mexilhões e ostras.

Município	Local
Ubatuba	Baía de Itaguá
Caraguatatuba	Cocanha
São Sebastião	Canal de S. Sebastião
Peruíbe	Guaraú
Cananeia	Mar de Cananeia

O monitoramento visa identificar principalmente a presença de microalgas potencialmente tóxicas em amostras de água e, dependendo das densidades encontradas, iniciar as medidas preventivas para a proteção da saúde pública. As amostragens são realizadas em superfície, em duas campanhas anuais, sendo efetuadas:



Análises quantitativas: identificação e quantificação do número de organismos fitoplancônicos em subamostra da água bruta.



Análises qualitativas: identificação de microalgas em microscópio nas amostras concentradas em rede de 20 µm, a partir de um volume filtrado de 10 litros, visando a identificação de microalgas potencialmente nocivas.

Para análise de fitoplâncton são coletadas amostras superficiais em galões totalizando um volume de 10 litros. Uma alíquota é retirada para análise quantitativa e o restante da amostra é filtrado em rede de 20 µm para análise qualitativa.

Para análise quantitativa, as amostras são acondicionadas em frascos de vidro âmbar de 150 mL e preservadas com solução de lugol, segundo Norma Técnica CETESB L5.303 (2012). Em laboratório foram preparadas câmaras de sedimentação segundo o método de Utermöhl (1958) e os organismos foram identificados e contados com auxílio de microscópio invertido Zeiss (aumento de 400x).

Para a análise qualitativa, a amostra concentrada é preservada com formaldeído 40%, com concentração final de 2%. As análises são realizadas pela observação de ao menos 10 transectos em câmara de Utermöhl. São utilizadas diversas fontes de referência para a identificação dos organismos, como livros, teses e artigos.

Intensificação do monitoramento

A CETESB também realiza, quando necessárias, amostragens adicionais para identificação e quantificação de organismos fitoplanctônicos nas seguintes situações:



Quando ocorrem manchas ou indícios de florações nas praias constatados por banhistas e comunicados à CETESB ou verificados por técnicos da Companhia durante as coletas de rotina.

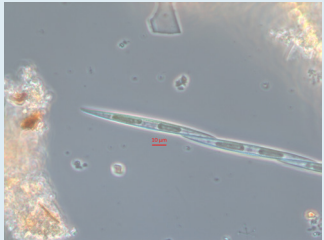
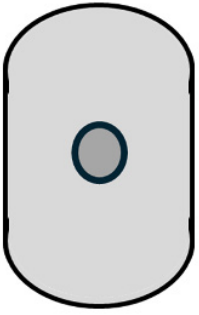
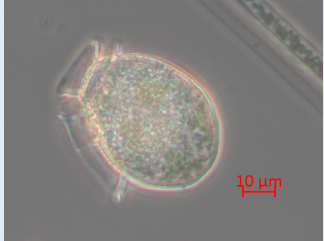
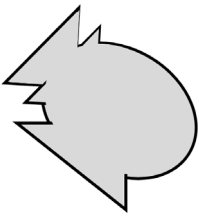


Quando há indícios de florações em áreas de cultivo/extrativismo de moluscos bivalves, inclusive em locais que não fazem parte dos pontos rotineiramente avaliados na rede costeira. Nesses casos, dependendo das microalgas e das densidades encontradas, medidas preventivas para a proteção da saúde pública são iniciadas.

Microalgas potencialmente tóxicas

A identificação dos organismos potencialmente produtores de biotoxinas é complexa e a quantificação em nível de gênero já é suficiente para configurar ameaça, quer seja para a biota aquática, para a recreação, consumo de moluscos, entre outros. Informações sobre os gêneros que geralmente ocorrem no monitoramento da CETESB constam no Quadro 2, bem como as imagens e os ícones.

Quadro 2 – Características dos gêneros potencialmente produtores de biotoxinas detectados no monitoramento

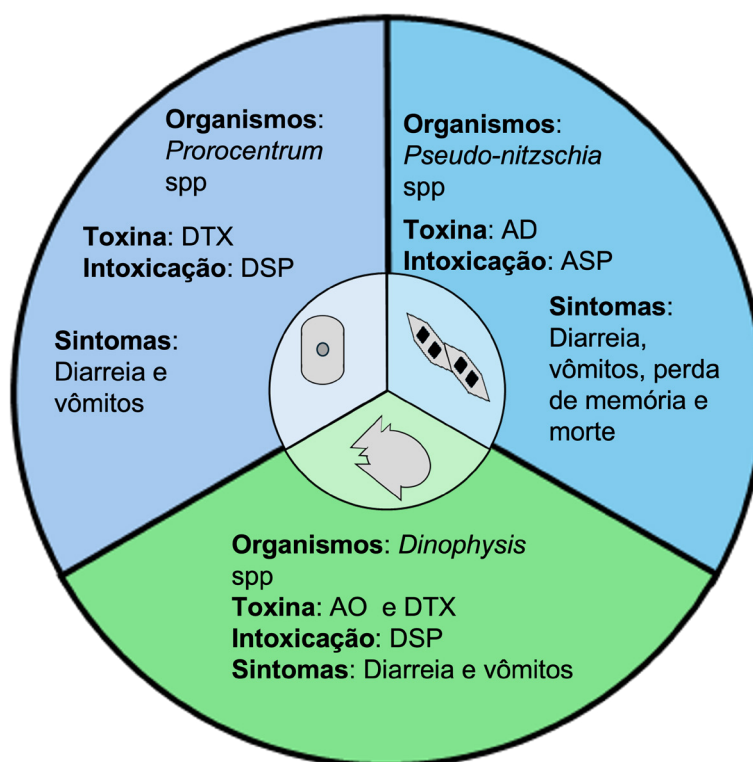
Organismos potencialmente tóxicos	Imagem	Ícone	Observações
Diatomácea <i>Pseudo-nitzschia</i> sp			Células apresentam simetria longitudinal e formam cadeias. Sua identificação em nível específico é difícil, sendo necessário o uso de microscopia de varredura.
Dinoflagelado <i>Prorocentrum lima</i>			Células solitárias formadas por placas de celulose. Sua identificação é complexa e depende da localização e da quantidade dessas placas. Apenas para a espécie <i>Prorocentrum lima</i> foi estabelecido valor de alerta em planos de ação relacionados ao monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas. Sua identificação é facilitada devido à presença de um pirenoide central visível em microscopia óptica.
Dinoflagelado <i>Dinophysis acuminata</i>			Células solitárias formadas por placas de celulose. Sua identificação é complexa e depende da localização e da quantidade dessas placas.

Fotos: CETESB (aumento 400X).

Observação: Os ícones simbolizam, de forma geral, um representante de cada gênero. Os organismos dos gêneros *Prorocentrum* e *Dinophysis* podem ter formas diferentes, dependendo da espécie.

As informações referentes à toxina potencialmente produzida, ao tipo de intoxicação e os principais sintomas de intoxicação foram dispostos de maneira sucinta na Figura 1.

Figura 1 – Microalgas potencialmente tóxicas, tipo de toxina, tipos de intoxicação e sintomas em humanos



Legenda - Toxina: AO = Ácido Ocadaico; DTX = Dinofisistoxinas; AD = Ácido Domóico; Intoxicação: DSP = *Diarrhetic Shellfish Poisoning* (Intoxicação Diarreica por Molusco); ASP = *Amnesic Shellfish Poisoning* (Intoxicação Amnésica por Molusco).

4. Avaliação da Qualidade dos sedimentos

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição por causa da quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação. Dessa forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade desses ambientes, pois retém parte dos possíveis poluentes da região podendo inclusive fornecer um histórico da região em suas camadas menos superficiais.

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, químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas similares às da coluna de água. As variáveis determinadas no sedimento encontram-se listadas na Tabela 2. Os parâmetros microbiológicos e toxicológicos não estão sendo determinados em todos os pontos devido a restrições operacionais.

Tabela 2 – Variáveis determinadas no sedimento

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO	
Físicos	Granulometria, Umidade, Sólidos.	
Químicos	Nutrientes	Fósforo Total Nitrogênio Kjeldahl Total
	Metais	Alumínio Total, Arsênio Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre Total, Cromo Total, Estanho Total, Ferro Total, Níquel Total, Zinco Total
	Orgânicos	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos (COVar) Óleos e Graxas Fenóis Totais Carbono Orgânico Total (COT)
	Outros	pH, Potencial Redox (EH)
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes e <i>Clostridium perfringens</i>	
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Aguda com <i>Grandidierella bonnieroides</i>	

5. Índices de Qualidade de Água

5.1 Índice de qualidade de águas costeiras (IQAC)

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB gera grande quantidade de resultados sobre a qualidade dessas águas. Contudo, dados apresentados de forma discreta fornecem informações limitadas no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Com o objetivo de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas optou-se pelo cálculo de um índice de qualidade para as águas costeiras que possa agregar os dados mais relevantes gerando uma classificação que reflète um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista.

Com esse objetivo foi empregada a metodologia do Índice de Qualidade elaborado pelo CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment (2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada com base estatística e aplicável também para águas salinas e salobras.

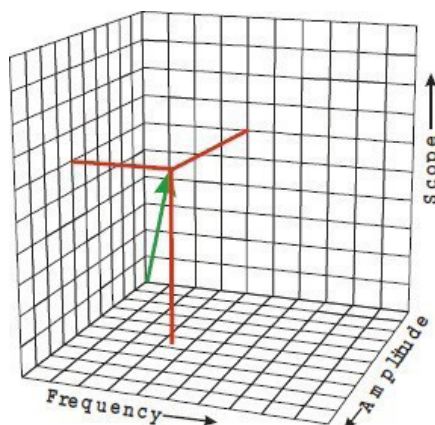
O método Canadense consiste em uma análise estatística que relaciona os resultados obtidos nas análises com um valor padrão para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo não pode ser utilizado para menos de 4 valores. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades em duas campanhas, totalizando 6 valores.

Ao final chega-se a um resultado dentro de uma escala de 1 a 100, que foi dividida em cinco faixas que correspondem às categorias de qualidade (Tabela 3).

A metodologia canadense contempla três fatores que se referem às não conformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência (Figura 2), sendo,

- A - número de parâmetros não conformes,
- B - frequência das ocorrências dessa não conformidade e
- C - amplitude do não atendimento em relação ao critério utilizado.

Figura 2 – Modelo conceitual do índice



Parâmetros ou abrangência (Scope)
 Frequência
 Amplitude

Abrangência: Parâmetros Desconformes

Este fator do índice (denominado F_1) avalia a quantidade de parâmetros que apresenta não conformidades. Uma área que apresente desconformidade em poucos parâmetros será menos penalizada no cálculo do que uma área que apresente desconformidade em muitos parâmetros analisados. Este fator não considera a frequência das não conformidades de forma que apenas uma ocorrência é suficiente para a inclusão do parâmetro. O cálculo é porcentual simples como apresentado na equação (1):

$$(1) \quad F_1 = \left(\frac{V_{NC}}{V_T} \right) \times 100$$

Onde:

V_{NC} é o número de variáveis que apresentaram não conformidade em relação aos valores de referência (por exemplo os limites da Resolução CONAMA 357/2005);

V_T é o número total de variáveis analisadas que possuem valores de referência.

Frequência de desconformidade

Este fator avalia a quantidade de não conformidades como um todo e não diferencia os parâmetros entre si. Desta forma, uma área que tenha poucos parâmetros com não conformidades e que estes parâmetros apresentem resultados sistematicamente não conformes será penalizada da mesma forma que uma área em que muitos parâmetros apresentem não conformidades ocasionais. Este fator temporal é impactado pelo fato da CETESB não realizar quatro amostragens anuais. A deficiência em número de campanhas por ano foi compensada considerando-se as amostras de superfície, meio e fundo de cada uma das duas campanhas anuais realizadas atualmente. O cálculo é apresentado na equação (2).

$$(2) \quad F_2 = \left(\frac{A_{NC}}{A_T} \right) \times 100$$

Onde:

A_{NC} é o número total de amostras não conformes;

A_T é o número total de amostras.

Nota: incluem-se todas as amostras de todos os parâmetros considerados para o cálculo, mesmo aqueles com menor número (as análises de clorofila consideram apenas superfície e meio).

Amplitude da desconformidade

Este fator (denominado F3) avalia a amplitude das não conformidades. Neste caso a quantidade de amostras desconformes e o 'tamanho' do desvio em relação ao padrão utilizado serão determinantes. Desta forma um valor 50% acima do padrão teria um peso igual a dois valores que excedessem em apenas 25%. Cada amostra não conforme deve ser comparada ao padrão e o valor total dos desvios deve ser somado segundo as equações (3a), (3b) e (4). A equação (3b) deve ser usada em casos em que existe um valor mínimo e não máximo como é o caso do oxigênio dissolvido.

$$(3a) \quad D_i = \left(\frac{NC_j}{R_i} \right) - 1$$

$$(3b) \quad D_i = \left(\frac{R_i}{NC_j} \right) - 1$$

$$(4) \quad S = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{A_T}$$

Onde:

D_i é o desvio do valor da não conformidade em relação ao valor de referência;

NC_j é o resultado das análises não conformes;

R_i é valor de referência para o parâmetro analisado;

S é a somatória normalizada dos desvios.

A parcela F3 é então calculada seguindo-se uma função assintótica que transpõe o resultado para um número em uma escala de 0 e 100 conforme a equação (5).

$$(5) \quad F_3 = \frac{S}{0,01 \times S + 0,01}$$

Índice

O índice é então calculado segundo a equação (6).

$$(6) \text{ Índice Costeiro} = \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732}$$

O valor 1,732 advém do fato de que o valor máximo para cada fator do índice pode atingir é 100. A visualização gráfica dos três fatores mostra que o vetor resultante pode ser dado pela equação (7).

$$(7) \sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173,2$$

Sendo 173,2 seu valor máximo. Desta forma, faz-se necessário adicionar o divisor 1,732 para trazer a amplitude máxima do vetor para uma escala de 0 a 100.

O CCME determinou faixas de classificação para o índice que se mostraram bastante satisfatórias em testes realizados pela CETESB e optou-se por utilizar estas faixas em um primeiro momento. As classificações são apresentadas na Tabela 3 e os parâmetros que compõem o IQAC na Tabela 4.

Tabela 3 – Valores e classificação para cada faixa do IQAC

FAIXA DE VALORES DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DA FAIXA
≥95	Ótima
<95 e ≥80	Boa
<80 e ≥65	Regular
<65 e ≥45	Ruim
<45	Péssima

Tabela 4 – Parâmetros que compõem o IQAC

Qualidade das Águas (357/05)		Padrões legais para Classe 1	
Parâmetros	Unidade	Água Salina	Água Salobra
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0	5,0
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,4	0,4
Fenóis totais	mg/L	0,1	0,003
Clorofila-a (*)	mg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

* o padrão utilizado para Clorofila-a é o limite máximo para classe Mesotrófica estabelecido pelo IETC.

5.2 Índice de estado trófico costeiro (IETC)

O estado trófico das águas costeiras é uma informação importante para compor o diagnóstico dessas águas. Para tanto, a CETESB desenvolveu uma classificação das águas litorâneas do estado de São Paulo baseada em levantamentos realizados na região.

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.

Com o objetivo de se estabelecer as faixas de concentrações de Clorofila-a para cada classe de estado trófico foram utilizados os dados de Clorofila-a disponíveis dos monitoramentos marinhos e estuarinos realizados, no período de 2004 a 2011. Com esses dados foram calculados os quartis 25%, 50% e 75% para as diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) e ambientes (marinho e estuarino).

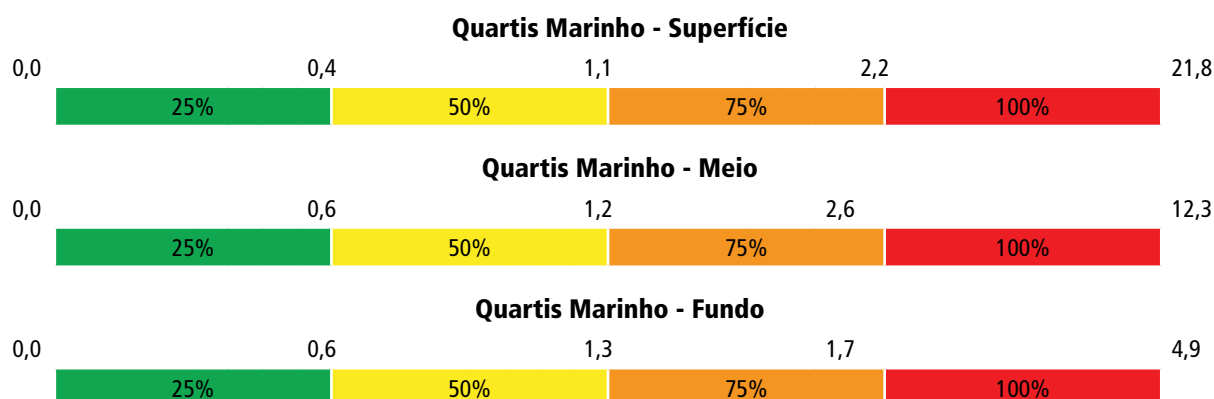
IETC para ambientes marinhos

Para se definir o índice trófico a ser utilizado, foram observadas outras classificações feitas para ambientes marinhos. Hakanson (1994 apud Smith et al. 1999) propôs uma classificação para ambiente marinho dividindo o estado trófico em 4 classes, considerando, além da Clorofila a, as concentrações dos nutrientes Fósforo e Nitrogênio (Tabela 5).

Tabela 5 – Classes de níveis tróficos baseada nas concentrações de Clorofila a, Nitrogênio e Fósforo, para ambientes

Estado trófico	Clorofila a (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	1<CL	<0,26	<0,01
Médio	1 – 3	0,26 – 0,35	0,01 – 0,04
Alto	3 – 5	0,35 – 0,4	0,03 – 0,04
Hipereutrófico	>5	>0,04	H>0,04

Considerando a análise dos resultados obtidos de 2004 a 2011 (Figura 3) assim como a classificação desenvolvida por Hakanson (1994 apud Smith, 1999) foi elaborada uma proposta de classificação para ambientes marinhos com 4 classes como apresentada na Tabela 6.

Figura 3 – Quartis 25%, 50% e 75% da Clorofila *a*, ambiente marinho (superfície, meio e fundo)**Tabela 6** – Classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de Clorofila-*a*

Estado Trófico	Clorofila-a mg/L
Oligotrófico	CL<1,00
Mesotrófico	1,00<CL<2,50
Eutrófico	2,50<CL<5,00
Supereutrófico	CL>5

IETC para ambientes estuarinos

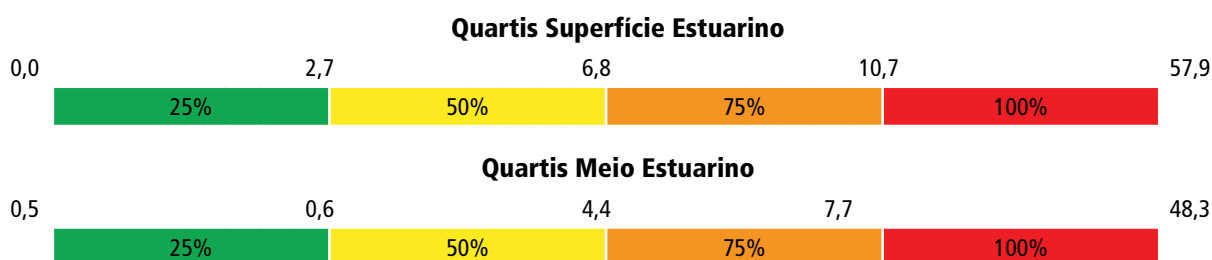
No que se refere ao ambiente estuarino pode-se observar resultados superiores aos do ambiente marinho. Os resultados dos quartis 25%, 50% e 75% dos resultados de 2004 a 2011 do ambiente estuarino, incluindo os projetos de Águas Costeiras, encontram-se na Figura 4. Bricker et al. (2003) propuseram uma classificação para ambiente estuarino dividindo o estado trófico em 4 classes, e, assim como a classificação de Hakanson (1994) foram levados em conta também, além de Clorofila *a*, os nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) (Tabela 7).

Tabela 7 – Classes de níveis tróficos baseadas nas concentrações de clorofila *a*, Nitrogênio e Fósforo, para ambientes estuarinos, proposta por Bricker et al. (2003)

Estado trófico	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	Nitrogênio (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Baixo	5<CL	0<L<0,1	0<L<0,01
Médio	5<M<20	0,1<M<1,0	0,01<M<0,1
Alto	20<H<60	H<1,0	H<0,1
Hipereutrófico	<60		

Considerando o conjunto de dados dos monitoramentos realizados assim como a classificação proposta por Bricker et al. (2003) foi desenvolvida uma classificação.

Os valores máximos do estado mesotrófico (2,50 µg/L, para ambiente marinho e 10,0 µg/L, para ambiente estuarino) foram utilizados para compor o Índice de Qualidade de Águas Costeiras.

Figura 4 – Quartis 25%, 50% e 75% para clorofila *a*, ambiente estuarino (superfície e meio)**Tabela 8** – Proposta de classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de Clorofila-*a*

Estado Trófico	Clorofila- <i>a</i> µg/L
Oligotrófico	CL<3
Mesotrófico	3<CL<10
Eutrófico	10<CL<30
Supereutrófico	CL>30

6. Índices de Qualidade de Sedimento

6.1 Critérios de qualidade para sedimentos

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002). Esse guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – Threshold Effect Level) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – Probable Effect Level). Com relação aos nutrientes, a CETESB adota os valores de referência descritos na Tabela 9, por serem mais representativos da qualidade ambiental do sedimento e não valores de alerta para material de dragagem, como os estabelecidos na Resolução CONAMA nº 454/2012.

Tabela 9 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos

NUTRIENTE	Unidade	ÁGUAS SALINAS	ÁGUAS SALOBRAS
		Valor de Referência	Valor de Referência
COT: Carbono Orgânico Total	%	1,3	1,8
NKT: Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	1.000	1.500
PT: Fósforo Total	mg/kg	500	700

6.2 Índice de qualidade ecotoxicológica do sedimento

No monitoramento da Rede Costeira, as amostras de sedimento coletadas no primeiro semestre, exceto para o Canal de Bertioga e Canal de Santos, nos quais as amostras foram coletadas no segundo semestre,

foram analisadas por meio do ensaio agudo com o anfípodo marinho *Grandidierella bonnieroides*. Esse ensaio consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2016).

Os resultados das amostras, considerando a mortalidade dos organismos, foram comparados com os dos controles, de forma a identificar diferenças estatisticamente significativas, com a aplicação do teste de bioequivalência contido no programa estatístico TOXSTAT 3.5 (WEST INC. & GULLEY, 1996).

Como não existem padrões de qualidade de sedimentos na legislação brasileira, a CETESB utiliza, no caso de substâncias tóxicas, os critérios de qualidade do CCME (ISQG ou TEL e PEL) e para as concentrações de outras substâncias como nutrientes adota alguns valores de referência propostos pela CETESB baseados em bibliografia e resultados dos monitoramentos realizados na zona costeira (BERBEL, 2008). Para os relatórios futuros estão sendo discutidas novas metodologias e alternativas de classificação da qualidade dos sedimentos costeiros que poderão integrar esse estudo tornando-o mais representativo.

A Tabela 10 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, nos quais as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle, ou seja, ausência de toxicidade são classificadas como Ótimas. Por outro lado, nas amostras com diferença significativa, consideradas tóxicas, a intensidade dos efeitos observados, isto é, a porcentagem de mortalidade nos ensaios com *Grandidierella bonnieroides*, foi utilizada para definir a classificação da amostra em Ruim ou Péssima.

Tabela 10 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos

CLASSIFICAÇÃO	<i>Grandidierella bonnieroides</i>
Ótima	Não tóxico (a)
Ruim	Mortalidade <50% (b)
Péssima	Mortalidade ≥50%

a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle

b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle

A avaliação ecotoxicológica crônica, com *Lytechinus variegatus*, não tem sido realizada, uma vez que este ouriço-do-mar foi incluído na lista de espécies vulneráveis publicada na Portaria do Ministério do Meio Ambiente MMA nº 445/2014. Outras espécies de ouriço-do-mar estão sendo estudadas para a substituição do *Lytechinus variegatus* no monitoramento futuro.

6.3 Índice de qualidade microbiológica de sedimento costeiro (IQMSC)

Para a avaliação da qualidade microbiológica de sedimentos usualmente é realizada a pesquisa e quantificação de *Clostridium perfringens* e de coliformes termotolerantes. Os coliformes termotolerantes são os microrganismos amplamente utilizados para avaliação da poluição de origem fecal recente, sendo constituídos predominantemente pela bactéria *Escherichia coli*, considerada o indicador mais adequado. Os clostrídios, também constituintes da flora fecal humana e de animais de sangue quente, são considerados importantes indicadores biológicos e a sua presença pode ser natural ou causada por descargas de origem antrópica. Por serem microrganismos produtores de esporos são capazes de resistir por muito mais tempo no ambiente em comparação aos coliformes termotolerantes. *Clostridium perfringens* é usado como indicador de poluição fecal remota. Sabe-se que a concentração dessa espécie diminui com a profundidade e com a distância das fontes de esgoto.

Esses indicadores foram analisados pela Técnica de Tubos Múltiplos, e, portanto, as concentrações nas amostras de sedimento são expressas em “Número Mais Provável” (NMP) por 100 gramas de amostra. A interpretação dos resultados é complexa já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos nesse compartimento, e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas em todas as amostras de sedimento. Assim, foi elaborada uma proposta de classificação em cinco categorias utilizando-se os resultados obtidos desde 2006 em várias regiões do litoral. Para a definição das classes foram levadas em consideração algumas características das regiões do litoral, como o nível de impacto (baixo impacto: Cocanha e Mar de Cananeia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Bertioga), a qualidade dos compartimentos água e sedimento nessas regiões e a presença de descargas de esgoto doméstico. Essa análise associada ao conjunto de resultados de vários anos de monitoramento permitiu construir a proposta de classificação (Tabela 11).

Tabela 11 – Classificação para os parâmetros microbiológicos

CATEGORIA	CTt	<i>Clostridium perfringens</i>
ÓTIMA	≤ 200	≤ 10.000
BOA	≤ 500	≤ 50.000
REGULAR	≤ 1.000	≤ 100.000
RUIM	≤ 10.000	≤ 500.000
PÉSSIMA	> 10.000	> 500.000

7. Legislação Pertinente

As águas salinas e salobras objeto deste monitoramento, encontram-se na zona costeira que segundo a Constituição Federal de 1988 (Art. 225), é patrimônio nacional e seu uso se dará por legislações específicas. Vários são os instrumentos legais que incidem sobre a zona costeira brasileira, tendo implicações na sua gestão ambiental. Os principais estão descritos a seguir.

7.1. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNDUM)

Assinada em 10/02/1982, esta convenção internacional define os conceitos e estabelece os limites para assuntos marítimos que devem servir de orientação para os países costeiros. Essa convenção foi ratificada pelo Brasil em 1988 e serviu de base para a legislação brasileira recente. Ela determina, dentre outras coisas as características das zonas marinhas definidas como (Tabela 12 e Figura 5):

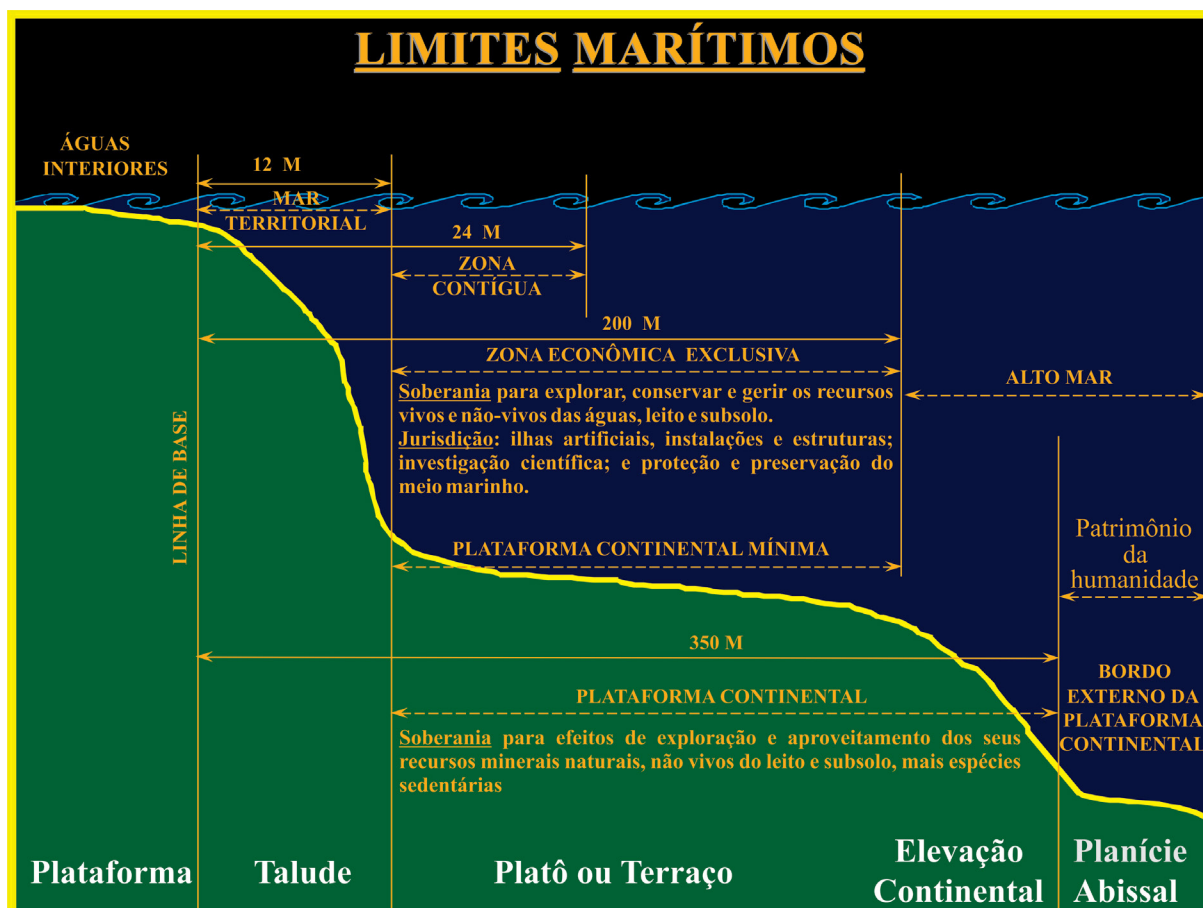
- Mar Territorial
- Linhas de base retas
- Zona contígua
- Zona econômica exclusiva
- Plataforma continental

Tabela 12 – Características das cinco zonas oceânicas definidas pela CNUDM

ZONA	Extensão	Características legais
Mar territorial	Até 12 milhas náuticas a partir da costa ou linhas de base de cada país.	É considerada parte do território do país costeiro que te soberania sobre esse espaço.
Zona Contígua	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial.	O país tem direito de controlar imigração, alfândega e poluição.
Zona Econômica Exclusiva	Estende-se até 200 milhas náuticas a partir da costa.	Direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar ao seu subsolo.
Plataforma Continental*	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. No mínimo 200 milhas náuticas podendo chegar até 350 milhas náuticas da costa, caso o Estado em questão queira ampliar seus direitos sobre a plataforma.	O país tem direito sobre os recursos minerais dessa plataforma inclusive petróleo.
Mar aberto	Zona marítima que se estende além das áreas de jurisdição nacional.	Uso comum.

*O conceito de Plataforma Continental segundo a CNUDM é jurídico e difere do conceito oceanográfico/geomorfológico que seria: Porção do fundo oceânico que margeia os continentes, de inclinação suave, desde a linha da costa até o início do talude oceânico.

Figura 5 – Limites estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar



https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/quadros/ass_leplac_amazul.html

A definição de plataforma continental, da CNUDM, tem um enfoque jurídico (PCJ) diferente do conceito geomorfológico de plataforma continental (PCG) de Heezen et al. (1959). Segundo esses autores, a PCG é

uma área plana, com relevo muito suave e gradiente sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades inferiores a -460m, com predominância de profundidades menores que -185m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200 m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas. Sua borda externa ou “quebra da plataforma” é marcada quando o gradiente passa, bruscamente, de menos de 1:1000 para mais de 1:40 (Souza, 1999).

7.2. Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 – regulamenta a Convenção da ONU

Esta lei dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental do Brasil, ela “nacionaliza” para o Estado brasileiro os termos da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar delimita o mar territorial brasileiro a partir de uma linha de base reta; delimita a zona contígua, a ZEE e os usos da plataforma continental. Os limites estabelecidos nessa lei são medidos a partir de uma linha de base reta, conforme o Art. 1º:

§ único - Nos locais em que a costa apresente recortes profundos e reentrâncias ou em que exista uma franja de ilhas ao longo da costa na sua proximidade imediata, será adotado o método das linhas de base retas, ligando pontos apropriados, para o traçado da linha de base, a partir da qual será medida a extensão do mar territorial.

O Decreto Federal Nº 8.400/2015 determinou as coordenadas geográficas para a delimitação da linha de base reta (revogando o Decreto 4983/04) (Figura 6).

Figura 6 – Linha de base reta no litoral de São Paulo e coordenadas dos pontos

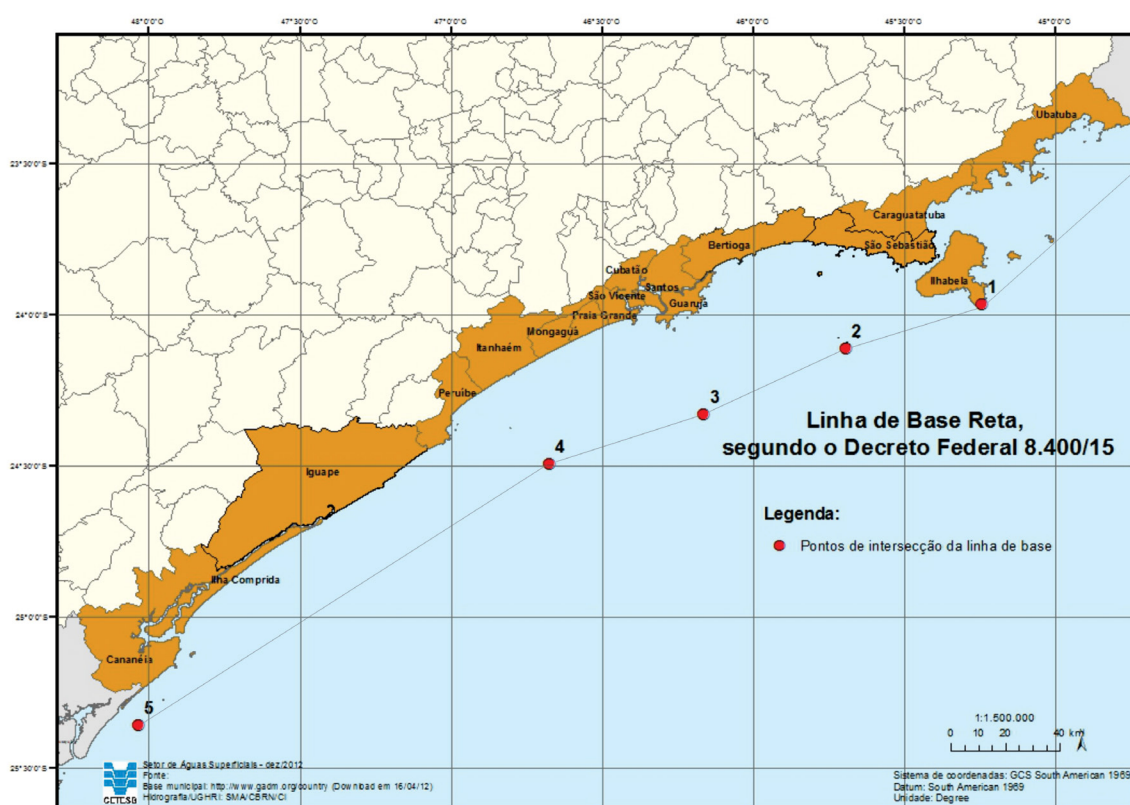


Tabela 13 – Coordenadas geográficas dos pontos das linhas de base

Ponto	Latitude	Longitude	Localização do Ponto
1	23° 57' 51,0"S	045° 14' 37,5"W	Ponta do Boi
2	24° 06' 49,9"S	045° 42' 22,4"W	Ilha de Alcatrazes
3	24° 19' 51,6"S	046° 09' 45,6"W	Ilha Rochedos
4	24° 29' 28,0"S	046° 40' 33,9"W	Ilha Queimada Grande
5	25° 21' 26,4"S	048° 02' 01,6"W	Ilha da Figueira

Sobre a Zona Econômica Exclusiva, é determinado:

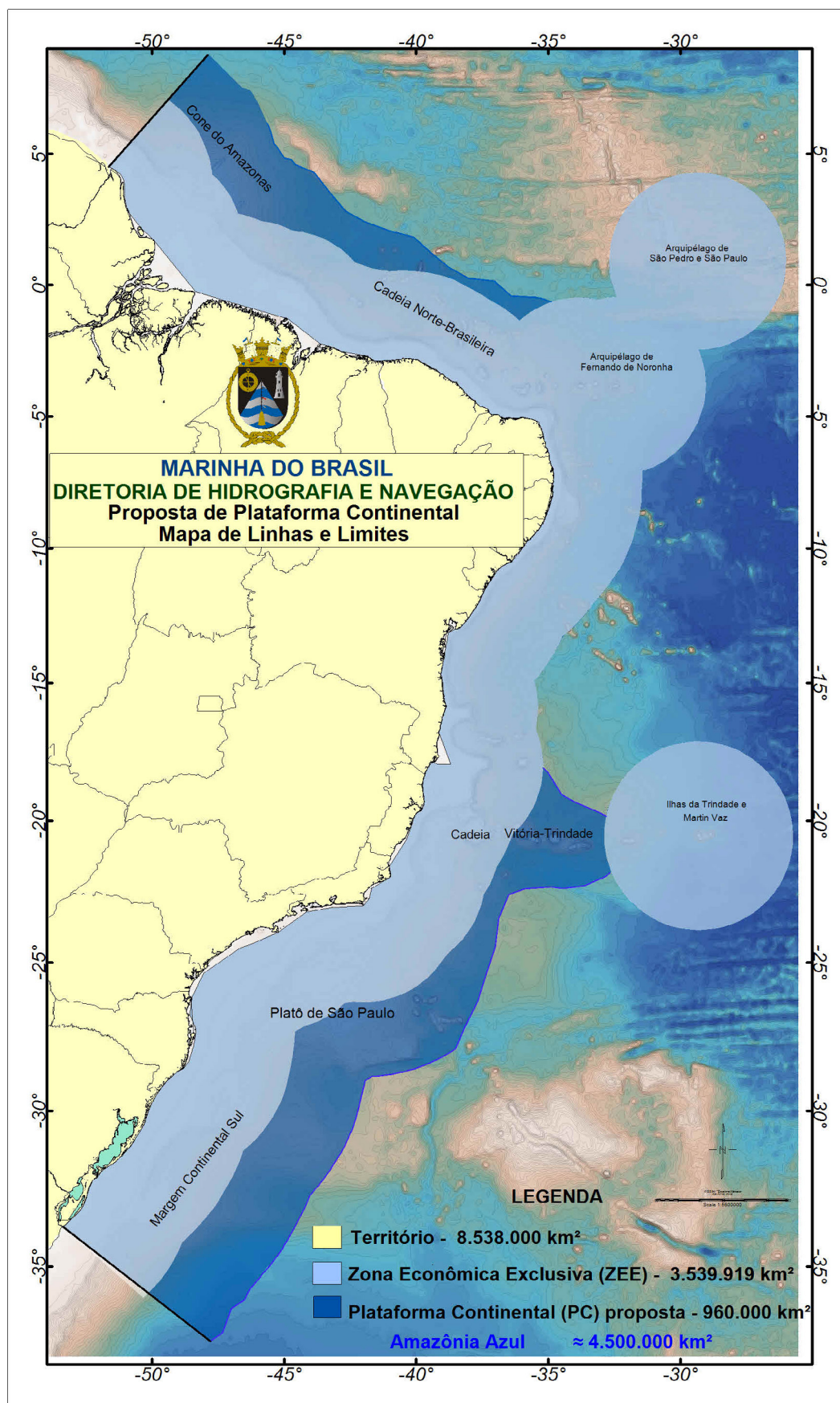
Art. 6º - A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

Art. 7º - Na zona econômica exclusiva, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos.

Sobre a Plataforma Continental (Figura 7), a Lei 8617/93 determina os mesmos limites da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, e também determina que o Brasil tenha o direito exclusivo de exploração, pesquisa científica, uso dos recursos naturais, e para autorização e regulamentação de perfurações. O Brasil solicitou à Comissão de Limites da Plataforma Continental a ampliação do limite externo de sua plataforma para além das 200 milhas náuticas determinadas na Convenção Internacional.

Os 960 mil km² correspondentes à área total reivindicada além das duzentas milhas náuticas se distribuem ao longo da costa brasileira, principalmente nas regiões Norte (região do Cone do Amazonas e Cadeia Norte Brasileira), Sudeste (Região da Cadeia Vitória-Trindade e Platô de São Paulo) e Sul (região de Platô de Santa Catarina e Cone do Rio Grande) e equivalem à soma das áreas dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesses termos, a área oceânica sob jurisdição brasileira totalizará 4,4 milhões de km² o que corresponderá, aproximadamente, à metade da área terrestre do nosso território, e é considerada a nossa Amazônia Azul.

Figura 7 – Plataforma continental brasileira



7.3. Lei Nº 7.661 de 16 de maio 1988 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

Essa lei define Zona Costeira como sendo “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano”.

É previsto nessa lei o zoneamento de usos das diversas atividades na zona costeira, com prioridade à conservação e proteção, dentre outros, de (art.3º):

- I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;

Os Estados e Municípios podem também elaborar seus respectivos Planos de Gerenciamento Costeiro, desde que seguindo as normas do Plano Nacional.

7.4 Decreto Nº 5.300/04 - Regulamentação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

Este decreto regulariza o PNGC dispondo sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e de gestão da orla marítima, estabelecendo as competências de cada órgão gestor nas três esferas de poder (federal, estadual e municipal). Algumas definições importantes:

- Limites da Zona Costeira:

Art. 3o A zona costeira brasileira, considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites:

- I - **faixa marítima:** espaço que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;
 - II - **faixa terrestre:** espaço compreendido pelos limites dos Municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira.
- Instrumentos de gestão: O artigo 7º define nove instrumentos de gestão para a zona costeira, incluindo aí os planos estaduais e municipais de gerenciamento costeiro e o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC).
 - Praias: O artigo 21º estabelece que: As praias são **bens públicos de uso comum do povo**, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse da segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica.

- Limites da orla marítima: De acordo com o Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:

- I - **marítimo**: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;
- II - **terrestre**: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

Ainda sobre a orla marítima, os artigos 24º ao 27º estabelecem as formas de gestão e classes para os diferentes usos da orla.

7.5. Lei Nº 10.019/98 - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)

O PNGC foi adaptado para o Estado de São Paulo por esta lei estadual de 1998. No Estado de São Paulo a zona costeira foi definida como sendo:

Artigo 2º - Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:

- I - Zona Costeira: o espaço geográfico delimitado, na área terrestre, pelo divisor de águas de drenagem atlântica no território paulista, e na área marinha até a isóbata de 23,6 metros representada nas cartas de maior escala da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha. Engloba todos os ecossistemas e recursos naturais existentes em suas faixas terrestres, de transição e marinha;*

Esta área foi dividida em 4 setores: Litoral Norte, Baixada Santista, Complexo estuarino lagunar de Iguape-Cananeia e Vale do Ribeira. O sistema de gestão do PEGC será elaborado em conjunto entre o estado, os municípios e sociedades civis organizadas. Como instrumentos de gestão foram previstos, de acordo com o artigo 9:

- I. Zoneamento Ecológico-Econômico;
- II. Sistema de Informações;
- III. Planos de Ação e Gestão;
- IV. Controle; e
- V. Monitoramento.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) tem por objetivo identificar áreas com características físicas, biológicas e sócio-econômicas semelhantes, bem como pela dinâmica e contrastes internos e foram definidas cinco zonas e seus respectivos usos, de Z1 (mais preservada e por consequência de uso mais restritivo) até Z5 (mais degradada, que permite usos mais amplos, como por exemplo, portos).

O artigo 19º define ainda três atividades proibidas na costa paulista:

Artigo 19 - Ficam proibidas em toda a Zona Costeira, sem prejuízo das disposições legais específicas, as seguintes atividades:

- I - comercialização de madeira bruta para fora da região;*
- II - pesca de arrasto com utilização de parelha; e*
- III - utilização de agrotóxicos organoclorados na agropecuária.*

7.6 Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE)²

O ZEE é um instrumento de planejamento territorial que visa organizar as decisões dos agentes públicos e privados em relação aos planos, programas projetos, entre outros, que, direta ou indiretamente utilizem recursos naturais, assegurando assim a manutenção dos ecossistemas.

Nesse decreto foram estabelecidas as zonas de utilização terrestre (Z1, mais restritiva até Z5OD, menos restritiva) e marinha, dividida entre marítimo (Z1 a Z2ME) e entre marés (Z1M a Z5M).

Na Baixada Santista, o ZEE foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013, que estabeleceu 9 zonas terrestres, 7 zonas marinhas e 6 zonas entre marés.

No âmbito estadual foi promulgado, em 2004, o Decreto Estadual nº 49.215/2004, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte.

Em 08 de novembro de 2017 foi promulgado o Decreto Estadual nº 62913/17 que revisou o ZEE do Litoral Norte paulista, revogando o DE 49215/04.

O Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananeia, que abrange ainda o município de Ilha Comprida ainda não possui um ZEE regulamentado, estando em fase de reuniões e discussões sobre o assunto

Em 2013, foi aprovado o Decreto Estadual nº 58.996/2013, que dispôs sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do setor da Baixada Santista e estabeleceu as normas de uso e ocupação do solo e de manejo dos recursos naturais.

7.7. Áreas de Proteção Ambiental Marinhas

Em 2008 foram criadas pelo governo estadual três Áreas de Proteção Ambiental – APAs Marinhas. O processo contou com ampla consulta pública a todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente envolvidos. O objetivo dessas áreas de proteção é compatibilizar a conservação da natureza com a utilização dos recursos naturais; valorizar as funções sociais, econômicas, culturais e ambientais das comunidades tradicionais da zona costeira, através de estímulos a alternativas adequadas ao seu uso sustentável; garantir a sustentabilidade do estoque pesqueiro em águas paulistas; e o uso ecologicamente correto e responsável do espaço marinho, especialmente das atividades turísticas (Tabela 14).

2 Fonte: <http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/zoneamento/zoneamento-ecologico-economico/>

Tabela 14 – Características das APAs marinhas do Estado de São Paulo

APA Marinha	Área (ha)	Municípios	Legislação
APA Marinha do Litoral Norte	316.242,45	Ubatuba, Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião	Decreto Estadual 53.526 de 08 de Outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Centro	449.259,70	Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe	Decreto Estadual 53.527 de 08 de Outubro de 2008
APA Marinha do Litoral Sul	357.605,53	Iguape, Cananeia, Ilha Comprida	Decreto Estadual 53.525 de 08 de Outubro de 2008

Fonte: <http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas-marinhas/apas-marinhas-area-de-protecao-ambiental-marinha-conceito/>

7.8. Licenciamento da Maricultura

Em âmbito nacional existe a Resolução CONAMA Nº 413/2009 que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.

Em nível estadual há o Decreto Nº 62.243 de 1º de novembro de 2016 que dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. No artigo 2º a atividade de aquicultura fica reconhecida como de interesse social e econômico. Esse decreto estabelece também as linhas de corte para a dispensa, com apresentação da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura (DCAA) ou tipos de licenciamento dessa atividade, conforme descrito na Tabela 15. Ficam sujeitos ao licenciamento ambiental ordinário os empreendimentos não relacionados nos artigos 5º e 8º desse Decreto.

Tabela 15 – Linhas de corte e licenciamento pertinente para as atividades de aquicultura

Tipo de aquicultura	DIMENSÕES		
	Dispensa de Licenciamento - DCAA* Artigo 7º	Licenciamento Simplificado Artigo 10º	Licenciamento Ordinário Artigo 11º
I - piscicultura e pesque e pague, em viveiros escavados	somatória de superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água igual ou superior a 50 ha
II - piscicultura em tanques revestidos	somatória de volume inferior a 1.000m³	somatória de volume igual ou superior a 1.000m³ e inferior a 5.000 m³	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m³
III - piscicultura e pesque e pague com barramento	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha
IV - piscicultura e pesque e pague em sistema com recirculação	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 50ha (cinquenta hectares);
V - piscicultura em tanques-rede federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração);	somatória de volume seja inferior a 1.000 m³ , em águas públicas estaduais,	somatória de volume igual ou superior a 1.000 m³ e inferior a 5.000 m³ , em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração	somatória de volume igual ou superior a 5.000 m³ , em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração
VI - piscicultura em cavas exauridas de mineração	somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água igual ou superior a 50 ha
VII - ranicultura:	que ocupe área inferior a 400 m²	que ocupe área maior ou igual a 400 m² ou inferior a 1.200 m²	que ocupe área maior que 1.200 m²
VIII - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados,	somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha	somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5 ha e igual ou inferior a 50 ha
IX - malacocultura	superfície de lâmina d'água inferior a 5 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 5 ha e inferior a 30 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 30 ha
X - algicultura	superfície de lâmina d'água inferior a 10 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 10 ha e inferior a 40 ha	superfície de lâmina de água igual ou superior a 40 ha

*DCAA: Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura



Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Acompanhe as redes sociais da CETESB:



[Site: cetesb.sp.gov.br](http://cetesb.sp.gov.br)



[Facebook: facebook.com/cetesbsp](https://facebook.com/cetesbsp)



[Linkedin: linkedin.com/company/cetesb](https://linkedin.com/company/cetesb)



[Instagram: instagram.com/cetesbsp](https://instagram.com/cetesbsp)



[SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp](https://soundcloud.com/cetesbsp)

ISBN 978-65-5577-109-1