Avaliação Ecológica Rápida (AER)
da Laje da Conceição e da Ilha da Moela

Relatório Técnico Final da Ilha da Moela

Volume 1

BR 00000000/00

Revisão 02

Março / 2015

PETROBRAS

CONTROLE DE REVISÕES - BR00000000/00

REGISTRO DE REVISÕES				
Revisão	**Data**	**Itens atingidos/ Descrição**	**Elaboração**	**Aprovação**
00	Junho/14	Emissão inicial		
01	Outubro/14	Atendimento as considerações da Petrobrás		
02	Março/15	Atendimento as considerações da Petrobrás		

Aprovações da Petrobras:		
Assinatura:	Data:	Cargo:
Assinatura:	Data:	Cargo:
Arquivo Eletrônico:		
		Número de páginas: 1.112

ÍNDICE GERAL

1 - INTRODUÇÃO 1/1

2 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL 1/576

2.1 - Introdução 1/576

2.2 - Levantamento de Campo 2/576

2.2.1 - Metodologias de Amostragem e Análise dos Parâmetros Ambientais 7/576

2.3 - Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC) 19/576

2.4 - Meio Físico 25/576

2.4.1 - Oceanografia Física 25/576

2.4.1.1 - Introdução 25/576

2.4.1.2 - Metodologia 25/576

2.4.1.3 - Meteorologia e Climatologia 30/576

2.4.1.4 - Massas de Água 44/576

2.4.1.5 - Temperatura e Salinidade 47/576

2.4.1.6 - Regime de Correntes 52/576

2.4.1.7 - Marés 64/576

2.4.1.8 - Ondas 78/576

2.3.2 - Oceanografia Química 81/576

2.4.2.1 - Qualidade da Água Marinha 81/576

2.4.2.2 - Qualidade do Sedimento 150/576

2.4.2.3 - Contaminação da Biota Aquática 251/576

2.4.2.4 - Considerações Finais 251/576

2.4.3 - Oceanografia Geológica 256/576

2.4.3.1 - Introdução 256/576

2.4.3.2 - Geologia Regional 258/576

2.4.3.3 - Arcabouço Estrutural 263/576

2.4.3.4 - Estratigrafia 269/576

2.4.3.5 - Fisiografia da Margem Continental e do Fundo Oceânico Adjacente 274/576

2.4.3.6 - Exploração Mineral 279/576
2.5 - Meio Biótico 281/576
2.5.1 - Plâncton 281/576
2.5.1.1 - Considerações Gerais 281/576
2.5.1.2 - Caracterização com Dados Secundários 287/576
2.5.1.3 - Caracterização com Dados Primários 302/576
2.5.2 - Bentos 333/576
2.5.2.1 - Considerações Gerais 333/576
2.5.2.2 - Biodiversidade e Ecossistemas bentônicos marinhos no Litoral de São Paulo 334/576
2.5.2.3 - Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro - Ilha da Moela 339/576
2.5.2.3 - Considerações Finais 361/576
2.5.3 - Ictiofauna 362/576
2.5.4 - Cetáceos, Aves Marinhas, Quelônios 419/576
2.6 - Meio Socioeconômico 505/576
2.6.1 - Atividades Pesqueira 505/576
2.6.2 - Atividades Náuticas 535/576
2.6.2.1 - Turismo e Recreação Náutica 535/576
2.6.2.2 - Navegação de Cabotagem e de Longo curso 537/576
2.6.2.3 - Portos, Marinas, Iate Clubes e Terminais Pesqueiros 538/576
2.6.2.4 - Eventos Esportivos Náuticos 544/576
2.6.2.5 - Dados Primários 546/576
2.7 - Mapa de Susceptibilidade Ambiental da Laje da Conceição 549/576
2.7.1 - Análise Integrada dos Dados 549/576
2.7.2 - Mapas de Susceptibilidade Ambiental 567/576

3 - INDICAÇÕES DE MANEJO 1/5

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 1/6

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS 1/51

2.4.1 - Oceanografia Física 1/51
2.4.2 - Oceanografia Química 3/51
2.4.3 - Oceanografia Geológica 9/51
2.5.1 - Plâncton 13/51
2.5.2 - Bentos 23/576
2.5.3 - Ictiofauna 26/576
2.5.4 - Cetáceos, Aves e Quelônios 33/576
2.6.1 - Atividade Pesqueira 46/576
2.7.1 - Mapa de Susceptibilidade Ambiental da Ilha da Moela 47/576
3 - Indicações de Manejo 48/576
4 - Considerações Finais 51/51

6 - EQUIPE TÉCNICA 1/6

7 - ANEXOS .....

TABELAS E QUADROS

QUADRO	PÁG.
Quadro 2.2-1 - Equipe técnica responsável pela execução das atividades de campo.	4/576
Quadro 2.2.1-1 - Tipos de parâmetros obtidos, equipamentos, frascarias e armazenamento das amostras de água.	8/576
Quadro 2.2.1-2 - Variáveis físicas, químicas, físico-químicas e biológicas a serem monitoradas na água, e metodologia de análise.	9/576
Quadro 2.2.1-3 - Tipos de parâmetros obtidos, equipamentos, frascarias e armazenamento das amostras de sedimento.	12/576
Quadro 2.2.1-4 - Variáveis físicas, químicas, físico-químicas e biológicas a serem monitoradas no sedimento, e metodologia de análise.	13/576
Quadro 2.2.1-5 – Descrição dos sítios de aquisição de imagem por ROV na Ilha da Moela.	17/576
Quadro 2.3-1 - Coordenadas de localização das Áreas de Manejo Especial.	21/576
Quadro 2.4.1.3-1 - Máximos, médios e mínimos de temperatura (°C) para os anos de 2000 e 2005 medidos na estação meteorológica de Santos (SP).	35/576
Quadro 2.4.1.3-2 - Percentual de umidade relativa do ar (média, máximo e mínimo) para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).	39/576
Quadro 2.4.1.3-3 - Variação (máxima, média e mínima) da velocidade do vento (m/s) para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).	43/576
Quadro 2.4.1.5-1 - Valores de Salinidade e temperatura obtidos no Sistema estuarino de Santos em março de 1998.	51/576
Quadro 2.4.1.5-2 - Síntese dos valores de temperatura e salinidade obtidos nos diferentes estudos abordados.	52/576
Quadro 2.4.2.1-1 - Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de água nos estudos realizados.	87/576
Quadro 2.4.2.1-2 - Valores de oxigênio dissolvido (OD), obtidos na campanha de levantamento de dados efetuada entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	93/576
Quadro 2.4.2.1-3 - Valores de pH obtidos na campanha de levantamento de dados efetuada entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	101/576
Quadro 2.4.2.1-4 - Síntese dos valores de oxigênio dissolvido e de pH obtidos nos estudos abordados.	102/576
Quadro 2.4.2.1-5 - Valores de clorofila-a, obtidos na campanha de levantamento de dados efetuada entre 13 e 19 de fevereiro de 2014. LD = limites de detecção dos métodos analíticos empregados.	108/576

Quadro 2.4.2.1-6 - Concentrações de compostos nitrogenados obtidas na amostragem realizada na Ilha da Moela entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	119/576
Quadro 2.4.2.1-7 - Concentrações de nutrientes obtidas na amostragem realizada na Ilha da Moela entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	132/576
Quadro 2.4.2.1-8 - Concentrações de MPS obtidas na amostragem realizada na Ilha da Moela entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	142/576
Quadro 2.4.2.1-9 - Concentrações de HPAs obtidas na amostragem de avaliação dos efeitos da dragagem do Porto de Santos.	146/576
Quadro 2.4.2.1-10 - Concentrações de HPAs e HTPs obtidas na amostragem efetuada na Ilha da Moela entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.	147/576
Quadro 2.4.2.2-1 - Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de sedimento nos estudos realizados.	155/576
Quadro 2.4.2.2-2 - Percentuais de areia e lama obtidos na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades do emissário de Santos.	162/576
Quadro 2.4.2.2-3 - Granulometria das amostras coletadas para avaliação da qualidade dos sedimentos do Porto de Santos.	165/576
Quadro 2.4.2.2-4 - Granulometria das amostras coletadas para caracterização ecotoxicológica dos sedimentos do Porto de Santos e das áreas de descarte de material dragado.	165/576
Quadro 2.4.2.2-5 - Granulometria das amostras coletadas na Ilha da Moela em fevereiro de 2014.	169/576
Quadro 2.4.2.2-6 - Percentuais de carbonatos obtidos na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades do emissário de Santos.	173/576
Quadro 2.4.2.2-7 - Percentuais de carbonatos obtidos na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades da Ilha da Moela.	174/576
Quadro 2.4.2.2-8 - Concentrações de COT, nitrogênio e fósforo nas amostras de sedimento superficiais do entorno da Ilha da Moela.	179/576
Quadro 2.4.2.2-9 - Percentuais de COT obtidos entre 1998 e 2000 na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades do emissário de Santos.	180/576
Quadro 2.4.2.2-10 - Percentuais de nitrogênio obtidos entre 1998 e 2000 na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades do emissário de Santos.	190/576
Quadro 2.4.2.2-11 - Teores de metais obtidos na caracterização dos sedimentos do emissário de Santos. Amostragem efetuada no (I) verão de 1999, (II) inverno de 1999 e (III) verão de 2000.	205/576
Quadro 2.4.2.2-12 - Concentrações de metais obtidas na campanha de caracterização dos sedimentos do Porto de Santos.	209/576

Quadro 2.4.2.2-13 - Concentrações de metais obtidas na campanha de caracterização dos sedimentos do entorno da Ilha da Moela e Valores orientadores da CCME(2002), onde o TEL ("Threshold Effect Level"), que indica o nível abaixo do qual não ocorre efeito adverso à comunidade biológica e o PEL ("Probable Effect Level"), que é o nível acima do qual é provável a ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica.	213/576
Quadro 2.4.2.2-14 - Concentrações de HPAs, MNCR e n-alcanos, obtidas no Sistema estuarino de Santos.	242/576
Quadro 2.4.2.2-15 - Valores de HPAs obtidos na campanha de avaliação dos efeitos da dragagem do Porto de Santos.	244/576
Quadro 2.4.2.2-16 - Valores de HPAs obtidos na campanha de caracterização dos sedimentos da Ilha da Moela.	245/576
Quadro 2.4.2.3-1 - Concentração de contaminantes em H. pudibundus e C. danae em ng/g.	254/576
Quadro 2.5.1.1-1 - Organização dos organismos do plâncton marinho segundo as classificações por tamanho e níveis tróficos/grupos taxonômicos.	282/576
Quadro 2.5.1.2-1 - Composição das larvas de assembleias de ictioplâncton registradas para região entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC).	300/576
Quadro 2.5.1.3-1 - Composição taxonômica do fitoplâncton na ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	303/576
Quadro 2.5.1.3-2 - Critérios de identificação de táxons importantes do fitoplâncton na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	315/576
Quadro 2.5.1.3-3 - Táxons importantes do fitoplâncton na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	316/576
Quadro 2.5.1.3-4 - Composição taxonômica do zooplâncton na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	317/576
Quadro 2.5.1.3-5 - Critérios de identificação de táxons importantes do zooplâncton na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	331/576
Quadro 2.5.1.3-6 - Táxons importantes do zooplâncton na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, campanha de fevereiro/2014.	332/576
Quadro 2.5.2.3-1 - Abundância relativa da macrofauna identificada nas amostras de sedimento, coletados no entorno da Ilha da Moela.	345/576
Quadro 2.5.2.3-2 - Riqueza de táxons nas estações de coleta.	347/576
Quadro 2.5.2.3-3 - Abundância relativa da meiofauna identificado nas amostras de sedimento, coletados no entorno da Ilha da Moela.	348/576
Quadro 2.5.3-1 - Espécies demersais capturadas pela frota de emalhe nos 16 municípios da costa de São Paulo.	373/576

Quadro 2.5.3-2 - Principais categorias de pescado capturadas pela frota de arrasto-duplo-médio e arrasto-de-parelha da frota de Santos no período de 1990 a 2005.	380/576
Quadro 2.5.3-3 - Espécies demersais capturadas nos 11 pontos de coleta na região da plataforma rasa da baía de Santos.	385/576
Quadro 2.5.3-4 - Espécies registradas durante as atividades de levantamento de dados primários.	396/576
Quadro 2.5.3-5 - Considerações e recomendações sobre o estado dos estoques pesqueiros marinhos das regiões sudeste e sul, assim como os períodos de desova e reprodução dos mesmos.	410/576
Quadro 2.5.4-1 - Lista nominal dos cetáceos registrados na área de estudo.	422/576
Quadro 2.5.4-2 - Lista nominal dos cetáceos com ocorrência para a área de estudo e seus respectivos status de conservação.	432/576
Quadro 2.5.4-3 - Lista das espécies de aves marinhas com potencial ocorrência para a área de estudo.	453/576
Quadro 2.5.4-4 - Status de ameaça das espécies de aves marinhas presentes na área de estudo.	456/576
Quadro 2.5.4-5 - Espécies de aves marinhas que nidificam nas ilhas costeiras da área de estudo.	474/576
Quadro 2.5.4-6 - Espécies de aves marinhas registradas durante o período de aquisição de dados primários.	475/576
Quadro 2.6.1-1 - Principais características descritivas dos pontos de descarga e suas respectivas localidades.	508/576
Quadro 2.6.1-2 - Captura total desembarcada (t), número de unidades produtivas e número de desembarques registrados por município da baixada santista no período de janeiro a dezembro de 2012.	512/576
Quadro 2.6.1-3 - Produção pesqueira (t) descarregada por município da baixada santista e aparelho de pesca, no período de janeiro a dezembro de 2012.	514/576
Quadro 2.6.1-4 - Produção pesqueira (t) das 20 principais categorias de pescado desembarcadas nos municípios da baixada santista, no período de janeiro a dezembro de 2012.	516/576
Quadro 2.6.1-5 - Abordagens a embarcações pesqueiras realizadas durante o período de aquisição de dados primários.	525/576
Quadro 2.6.2.3-1 - Principais garagens náuticas, marinas e iate clubes do município de Guarujá.	543/576
Quadro 2.6.2.3-2 - Principais garagens náuticas, marinas e iate clubes do município de São Vicente.	544/576

Quadro 2.7.1-1 - Variação dos diversos parâmetros de qualidade da água mensurados nos estudos que subsidiaram a caracterização da área de interesse e Valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n^0 357/2005. Classe 1 - águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, proteção das comunidades aquáticas, aquicultura e à atividade de pesca, Classe 2 - águas que podem ser destinadas à pesca amadora e recreação de contato secundário e Classe 3 - águas que podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística).	551/576
Quadro 2.7.1-2 - Parâmetros de qualidade dos sedimentos mensurados nos estudos que subsidiaram a caracterização da área de interesse e valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n^o 454/2012.	554/576
Quadro 2.7.1-3 - Variação dos diversos parâmetros de qualidade dos sedimentos mensurados nos estudos que subsidiaram a caracterização da área de interesse e valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n^o 454/2012 e valores guias da CCME (2002): TEL - nível abaixo do qual não ocorre efeito adverso à comunidade biológica e PEL - limiar acima do qual há probabilidade de efeitos adversos à biota.	555/576
Quadro 2.7.1-4 - Táxons do fito- e zooplâncton indicadores de condições hidrológicas na área de entorno da Ilha da Lage da Conceição, São Paulo.	557/576
Quadro 2.7.1-5 - Espécies demersais capturadas pela frota de emalhe nos 16 municípios da costa de São Paulo.	560/576
Quadro 2.7.2-1 - Índice de sensibilidade ambiental a derrames de óleo em ambientes costeiros e estuarinos.	568/576
Quadro 2.7.2-2 - Categorias de Sensibilidade Ambiental e características associadas.	571/576

FIGURAS

FIGURA	PÁG.
Figura 2.2-1 - Escuna Lady Linda.	3/576
Figura 2.2-2 - Lancha Pé de Pato.	3/576
Figura 2.2.1-1 - (A) Coleta de água com garrafa Go-flo, (B) utilização da sonda multiparamétrica e (C) coleta de amostra para análise de HPAs.	8/576
Figura 2.2.1-2 - (A) Rede de arrasto e (B) Coleta e preparação das amostras de fitoplâncton.	10/576
Figura 2.2.1-3 - (A) Coleta de sedimento pela draga Van Veen, (B) separação de alíquota de sedimento superficial para análise de granulometria.	12/576
Figura 2.2.1-4 - Fracionamento e fixação de amostras de macrofauna.	14/576
Figura 2.2.1-5 - Procedimentos de aquisição de imagens por vídeo-transecto: a) descida dos mergulhadores, b) preparação do ROV, c) aquisição de imagens, d) imagens do costão, e) linha guia de marcação do transecto e imagens do fundo.	16/576
Figura 2.3-1 - Imagem da delimitação da Área de Preservação Ambiental Marinha Litoral Centro, evidenciando os três setores que a compõe.	20/576
Figura 2.4.1.2-1 - Estações de amostragem do projeto CIRSAN na Baía de Santos.	27/576
Figura 2.4.1.2-2 - Limites da quatro grades aninhadas utilizadas nas modelagens numéricas das correntes de maré na Baixada santista, efetuadas por Harari et al. (2000).	28/576
Figura 2.4.1.2-3 - Localização dos pontos de aquisição de dados no Golfo de Santo Amaro (SAB), limitado por Munduba (MP) e Ilha da Moela (MI).	29/576
Figura 2.4.1.3-1 - Médias de 60 anos (1948 - 2008) do vento a 10 m no período de verão (janeiro).	31/576
Figura 2.4.1.3-2 - Médias de 60 anos (1948 - 2008) do vento a 10 m no período de inverno (junho).	32/576
Figura 2.4.1.3-3 - (a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município de Santos.	33/576
Figura 2.4.1.3-4 - (a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município do Guarujá.	34/576
Figura 2.4.1.3-5 - (a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município de São Vicente.	35/576
Figura 2.4.1.3-6 - Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).	35/576

Figura 2.4.1.3-7 - Variação da temperatura do ar entre março de 2012 e janeiro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	36/576
igura 2.4.1.3-8 - Variação da temperatura do ar entre janeiro e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	37/576
Figura 2.4.1.3-9 - Variação da pressão atmosférica entre março de 2012 e janeiro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	37/576
Figura 2.4.1.3-10 - Variação da pressão atmosférica entre agosto e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	38/576
Figura 2.4.1.3-11 - Variação da umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).	39/576
Figura 2.4.1.3-12 - Temperatura e Umidade relativa do ar em 27/10/13 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	40/576
Figura 2.4.1.3-13 - Chuva acumulada entre janeiro e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.	40/576
Figura 2.4.1.3-14 - Médias mensais de intensidade dos ventos entre 1961 e 1990.	41/576
Figura 2.4.1.3-15 - Médias mensais da pressão atmosférica entre 1961 e 1990.	42/576
Figura 2.4.1.3-16 - Frequências de ventos predominantes para os anos de 2000 e 2005.	43/576
Figura 2.4.1.3-17 - Variação da velocidade do vento (m/s/) média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).	44/576
Figura 2.4.1.4-1 - Mapa da área costeira adjacente à região central da Baixada Santista, SP, com as informações de batimetria obtidas das cartas náuticas 1701 e 1711.	45/576
Figura 2.4.1.4-2 - Esquema dos principais processos físicos atuantes na plataforma continental de São Paulo para os períodos de verão e inverno. As letras T e S remetem aos parâmetros temperatura e salinidade, respectivamente.	46/576
Figura 2.4.1.5-1 - Diagrama TS obtidos 13 e 20 de março e 04 e 11 de setembro de 2007 pelo Projeto CIRSAN.	48/576
Figura 2.4.1.5-2 - Distribuição de salinidade na superfície em março e setembro de 2007 no Estuário de Santos.	49/576
Figura 2.4.1.5-3 - Distribuição de salinidade junto ao fundo em março e setembro de 2007 no Estuário de Santos.	50/576
Figura 2.4.1.6-1 - Correntes na Baía de Santos em 07 de março de 2006, considerando-se medições em superfície e no fundo, bem como a média vertical.	53/576

Figura 2.4.1.6-2 - Correntes na Baía de Santos em 15 de março de 2006, considerando-se medições em superfície e no fundo, bem como a média vertical.	54/576
Figura 2.4.1.6-3 - Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 07 de março de 2007, considerando condições de maré de quadratura.	54/576
Figura 2.4.1.6-4 - Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT de 15 de março de 2007, considerando condições de maré de sizígia.	55/576
Figura 2.4.1.6-5 - Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 20 de março de 2007, considerando condições de maré de sizígia.	55/576
Figura 2.4.1.6-6 - Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 03 de setembro de 2007, considerando condições de maré de quadratura.	56/576
Figura 2.4.1.6-7 - Gráficos de velocidade de corrente de baixa frequência a 1100, 2800 e 4500 m da praia, nas camadas de superfície e junto ao fundo.	57/576
Figura 2.4.1.6-8 - Comparação entre as ocorrências da velocidade de corrente por rumos, nas duas camadas - Ago. a Out. 1999 e Dez. 1998 a Fev. 1999.	59/576
Figura 2.4.1.6-9 - Comparação entre a velocidade média por rumos, nas duas camadas - Ago. a Out. 1999 e Dez. 1998 a Fev. 1999.	59/576
Figura 2.4.1.6-10 - Dados de correntes disponíveis.	60/576
Figura 2.4.1.6-11 - Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade média na direção mais frequente observada.	60/576
Figura 2.4.1.6-12 - Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade máxima na direção mais frequente observada.	61/576
Figura 2.4.1.6-13 - Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade média na direção secundária.	62/576
Figura 2.4.1.6-14 - Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade máxima na direção secundária.	62/576
Figura 2.4.1.6-15 - Instantâneo dos resultados do modelo hidrodinâmico em situação de fluxo para NE.	63/576
Figura 2.4.1.6-16 - Instantâneo dos resultados do modelo hidrodinâmico em situação de fluxo para SW.	63/576
Figura 2.4.1.7-1 - Amplitude (cm) e fase local (º) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica de Ilha da Moela (SP).	66/576

Figura 2.4.1.7-2 - Perfis verticais de correntes nas vazantes máximas de sizígia em diversos pontos da grade.	69/576
Figura 2.4.1.7-3 - Valores de elevação de maré máximos (a) e mínimos (h), na integração do modelo por um período de 29 dias, nas áreas interiores rasas.	70/576
Figura 2.4.1.7-4 - Amplitudes e fases relativas a Greenwich das componentes de maré M2 (a) para área completa e (b) para as regiões interiores rasas.	72/576
Figura 2.4.1.7-5 - Amplitudes e fases relativas a Greenwich das componentes de maré S2 (a) para área completa e (b) para as regiões interiores rasas.	73/576
Figura 2.4.1.7-6 - Séries temporais de maré com resultados do modelo, previsão harmônica com 44 componentes e observações diretas, referentes a Torre Grande, no Porto de Santos (na grade -linha, coluna = 061,084).	75/576
Figura 2.4.1.7-7 - Resultados do modelo na grade 2: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 9).	76/576
Figura 2.4.1.7-8 - Resultados do modelo na grade 3: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 10).	77/576
Figura 2.4.1.7-9 - Resultados do modelo na grade 4: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 9).	78/576
Figura 2.4.1.8-1 - Altura significativa (cores), período de pico (isolinhas pretas - s) e direção de onda (vetores) média de inverno e verão.	80/576
Figura 2.4.2.1-1 - Localização das áreas de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos.	84/576
Figura 2.4.2.1-2 - Valores de oxigênio dissolvido (OD) na região Costeira de São Vicente.	92/576
Figura 2.4.2.1-3 - Valores de oxigênio dissolvido (OD) no Sistema Estuarino de Santos.	93/576
Figura 2.4.2.1-4 - Distribuição espacial das concentrações de OD nas amostras de águas coletadas na Ilha da Moela.	94/576
Figura 2.4.2.1-5 - Valores de pH na região Costeira de São Vicente.	100/576
Figura 2.4.2.1-6 - Valores de pH obtidos na Baía de Santos.	100/576

Figura 2.4.2.1-7 - Distribuição espacial de pH nas amostras de águas coletadas na Ilha Moela.	101/576
Figura 2.4.2.1-8 - Variação das concentrações de clorofila-a em função da maré na região 1 de coleta no Canal de São Vicente. HT - maré alta e LT: maré baixa.	105/576
Figura 2.4.2.1-9 - Variação das concentrações e fluorescência natural de clorofila-a em função da maré na região 1 de coleta no Canal de São Vicente. Total Chla - total de clorofila a mg/m^3 e Total Chla Fluo - fluorescência natural.	107/576
Figura 2.4.2.1-10 - Distribuição espacial de clorofila-a (µg/L) nas amostras de águas coletadas na Ilha Moela.	109/576
Figura 2.3.2.1-11 - Perfil de distribuição de carbono inorgânico dissolvido (DIC) obtidos na caracterização oceanográfica do SES.	114/576
Figura 2.4.2.1-12 - Perfil de distribuição de carbono orgânico dissolvido (COD) obtidos na caracterização oceanográfica do SES.	115/576
Figura 2.4.2.1-13 - Perfil de distribuição de nitrogênio inorgânico dissolvido (DIN) obtidos na caracterização oceanográfica do SES.	118/576
Figura 2.4.2.1-14 - Perfil de distribuição de nitrogênio orgânico dissolvido (DON) obtidos na caracterização oceanográfica do SES.	118/576
Figura 2.4.2.1-15 - Distribuição espacial de nitrogênio total nas amostras de água de superfície e fundo coletadas na Ilha da Moela.	121/576
Figura 2.4.2.1-16 - Distribuição espacial da série nitrogenada nas amostras de água de superfície e fundo coletadas na Ilha da Moela e limites estabelecidos para águas salinas Classe 1 segundo Resolução CONAMA N^o 357/2005.	122/576
Figura 2.4.2.1-17 - Distribuição espacial de fósforo total e fosfato nas amostras de água de superfície e fundo coletadas na Ilha da Moela e limites estabelecidos para águas salinas Classe 1 segundo Resolução CONAMA N^o 357/2005.	137/576
Figura 2.4.2.1-18 - Distribuição espacial de silicato nas amostras de água de superfície e fundo coletadas na Ilha da Moela.	138/576
Figura 2.4.2.1-19 - Distribuição espacial de material particulado em suspensão (MPS) nas amostras de água coletadas na Ilha da Moela.	142/576
Figura 2.4.2.2-1 - Localização das áreas de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos.	153/576
Figura 2.4.2.2-2 - Mapa de classes de sedimentos na região da Plataforma Continental de São Paulo. O quadrilátero em vermelho representa a região central da Baixada Santista.	159/576
Figura 2.4.2.2-3 - Distribuição de areia muito fina na região da Baixada Santista.	160/576

Figura 2.4.2.2-4 - Distribuição de silte na região da Plataforma Continental de São Paulo.	161/576
Figura 2.4.2.2-5 - Distribuição de argila na região da Plataforma Continental de São Paulo.	162/576
Figura 2.4.2.2-6 - Composição granulométrica dos sedimentos do Sistema estuarino de Santos.	163/576
Figura 2.4.2.2-7 - Distribuição de Hg e granulometria dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos.	164/576
Figura 2.4.2.2-8 - Distribuição de matéria orgânica nos sedimentos do Estuário de Santos.	166/576
Figura 2.4.2.2-9 - Caracterização granulométrica do sedimento efetuada na Campanha fevereiro de 2013.	167/576
Figura 2.4.2.2-10 - Caracterização granulométrica do sedimento efetuada na Campanha fevereiro de 2013.	168/576
Figura 2.4.2.2-11 - Composição granulométrica dos sedimentos da Ilha da Moela.	170/576
Figura 2.4.2.2-12 - Teores de Carbonatos obtidos em março de 1998 nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	174/576
Figura 2.4.2.2-13 - Teores de Carbonatos obtidos em fevereiro de 2014 nos sedimentos superficiais do entorno da Ilha da Moela.	175/576
Figura 2.4.2.2-14 - Teores de COT e nitrogênio, obtidos no Sistema Estuarino de Santos em março de 1998.	181/576
Figura 2.4.2.2-15 - Percentuais de COT obtidos no estudo de caracterização da qualidade dos sedimentos do Porto de Santos.	182/576
Figura 2.4.2.2-16 - Teores de carbono, nitrogênio obtidos nas amostras coletadas em maio de 1996, para caracterização dos sedimentos do SES.	183/576
Figura 2.4.2.2-17 - Perfil de distribuição de carbono orgânico particulado (COP) obtidos na caracterização dos sedimentos do SES.	184/576
Figura 2.4.2.2-18 - Distribuição de carbono orgânico nos sedimentos do estuário de Santos.	185/576
Figura 2.4.2.2-19 - Distribuição de COT nos sedimentos superficiais do entorno da Ilha da Moela e valor de Alerta estabelecido na Resolução CONAMA nº 454/2012 para o nutriente.	185/576
Figura 2.4.2.2-20 - Perfil de distribuição de nitrogênio orgânico particulado (PON) obtidos na caracterização dos sedimentos do SES.	189/576
Figura 2.4.2.2-21 - Distribuição das séries nitrogenadas nos sedimentos superficiais do entorno da Ilha da Moela. Legenda: Valor de alerta - limite estabelecido na Resolução CONAMA Nº 454/2012 para nitrogênio kjeldahl.	192/576

Figura 2.4.2.2-22 - Distribuição de fósforo total nos sedimentos superficiais do entorno da Ilha da Moela. Legenda: Valor de alerta - limite máximo estabelecido na Resolução CONAMA N^{o} 454/2012.	199/576
Figura 2.4.2.2-23 - Conteúdo de Al e Fe nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	206/576
Figura 2.4.2.2-24 - Conteúdo de Zn e Cr nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	206/576
Figura 2.4.2.2-25 - Conteúdo de Co e Ni nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	207/576
Figura 2.4.2.2-26 - Conteúdo de Cd e Hg nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	207/576
Figura 2.4.2.2-27 - Conteúdo de Pb nos sedimentos superficiais do Sistema estuarino de Santos.	208/576
Figura 2.4.2.2-28 - Distribuição espacial das concentrações de Hg nos sedimentos do Estuário de Santos.	210/576
Figura 2.4.2.2-29 - Esquema ilustrativo contemplando os pontos amostrais e os parâmetros quantificados durante a campanha fevereiro de 2013.	211/576
Figura 2.4.2.2-30 - Concentrações de Al, Fe, As e Pb nos sedimentos do entorno da Ilha da Moela. Legenda: Valores orientadores canadenses de qualidade do sedimento TEL e PEL estabelecidos pela CCME (2002).	214/576
Figura 2.4.2.2-31 - Concentrações de Ba, Zn, e Cr nos sedimentos do entorno da Ilha da Moela. Legenda: Valores orientadores canadenses de qualidade do sedimento TEL e PEL estabelecidos pela CCME (2002).	214/576
Figura 2.4.2.2-32 - Concentrações de Mn, Ni e Cd nos sedimentos do entorno da Ilha da Moela. Legenda: Valores orientadores canadenses de qualidade do sedimento TEL e PEL estabelecidos pela CCME (2002).	217/576
Figura 2.4.2.2-33 - Concentrações de HTP totais nos sedimentos do entorno da Ilha da Moela.	247/576
Figura 2.4.2.3-1 - Toxicidade aguda de sedimentos do Sistema Estuarino de Santos sobre anfípodo T. viscana.	253/576
Figura 2.4.3.1-1 - Mapa da porção intermediária do litoral paulista mostrando os limites da Área de Preservação Ambiental Marinha Litoral Centro e os três setores que a compõem.	257/576
Figura 2.4.3.2-1 - Mapa tectônico da porção centro-sul da Faixa Ribeira e unidades associadas.	259/576
Figura 2.4.3.2-2 - Localização e batimetria da Bacia de Santos no litoral sudeste brasileiro.	260/576
Figura 2.4.3.2-3 - Modelo geológico esquemático da Bacia de Santos.	262/576
Figura 2.4.3.3-1 - Sistema de Falhamentos Cubatão.	264/576

Figura 2.4.3.3-2 - Modelo geodinâmico esquemático de margens continentais divergentes.	268/576
Figura 2.4.3.3-3 - Seção geosísmica na Bacia de Santos, exibindo sequências estratigráficas da fase rifte e pós-rifte e diápiros de sal próximos da quebra da plataforma continental.	269/576
Figura 2.4.3.4-1 - Colunas estratigráficas da Bacia de Santos.	270/576
Figura 2.4.3.5-1 - Perfil morfológico representativo do Atlântico Sul na altura da Bacia de Santos. Eixo X em quilômetros e eixo Y em metros. Exagero vertical de 900 vezes.	275/576
Figura 2.4.3.5-2 - Mapa batimétrico da Plataforma Continental Brasileira.	276/576
Figura 2.4.3.5-3 - Mapa do litoral paulista na área da Baía de Santos e Ilha da Moela, com dados batimétricos.	277/576
Figura 2.4.3.5-4 – (A) Costão rochoso da ilha composto por matacões de diferentes tamanhos e **(B)** cobertura de pontos do costão por cascalho e areia.	278/576
Figura 2.4.3.5-5 - (A) Substrato inconsolidado composto por areia, cascalho e grãos de menor tamanho e **(B)** sedimento coletado na estação IM-08 composto basicamente por fração fina.	279/576
Figura 2.4.3.6-1 - Localização das áreas de processos minerários mais próximas à Ilha da Moela.	280/576
Figura 2.5.1.1-1 - Limites das regiões da Zona Econômica Exclusiva do Brasil definidas no Programa REVIZEE.	286/576
Figura 2.5.1.2-1 - Imagem SeaWIFS de concentração de clorofila a na superfície do mar na região Sudeste-Sul do Brasil, no verão (esquerda) e inverno (direita) de 2001.	290/576
Figura 2.5.1.2-2 - Abundância relativa dos grandes grupos taxonômicos do nanoploâncton e microfitoplâncton na região de Santos - São Vicente (São Paulo).	292/576
Figura 2.5.1.3-1 - Riqueza relativa total dos grupos fitoplanctônicos nas quatro estações de amostragem na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	305/576
Figura 2.5.1.3-2 - Densidade relativa total dos grupos fitoplanctônicos nas quatro estações de amostragem na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	305/576
Figura 2.5.1.3-3 - Riqueza de táxons dos grupos fitoplanctônicos por estação amostrada na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	307/576
Figura 2.5.1.3-4 - Densidade dos grupos fitoplanctônicos por estação amostrada na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	308/576

Figura 2.5.1.3-5 - Riqueza relativa total dos grupos zooplanctônicos nas quatro estações de amostragem na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	319/576
Figura 2.5.1.3-6 - Densidade relativa total dos grupos zooplanctônicos nas quatro estações de amostragem na Ilha Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	319/576
Figura 2.5.1.3-7 - Riqueza de táxons dos grupos zooplanctônicos por estação amostrada na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	321/576
Figura 2.5.1.3-8 - Densidade dos grupos zooplanctônicos por estação amostrada na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	322/576
Figura 2.5.1.3-9 - Riqueza relativa (%) de Copepoda e os outros grupos zooplanctônicos por estação amostrada na Ilha Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	324/576
Figura 2.5.1.3-10 - Densidade relativa (%) de Copepoda e os outros grupos zooplanctônicos por estação amostrada na Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro/2014.	324/576
Figura 2.5.2.2-1 - A - camarão *Xiphopenaeus kroyeri*; B - siri *Portunus spinicarpus*.	336/576
Figura 2.5.2.3-1 - A - *Brachidontes* sp. B - *Isognomon bicolor*.	341/576
Figura 2.5.2.3-2 - Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade máxima na direção mais frequente observada.	343/576
Figura 2.5.2.3-3 - Riqueza total de espécies identificadas por estação de coleta, a partir da análise das amostras de sedimento, coletados no entorno da Ilha da Moela.	349/576
Figuras 2.5.2.3-4 - Índice de diversidade para Shannon-Wiener (H') para as estações de coleta da Ilha da Moela.	351/576
Figuras 2.5.2.3-5 - Índice de Pielou (J') para as estações de coleta da Ilha da Moela.	351/576
Figura 2.5.2.3-6 - Evidências da existência de infauna bentônica, identificada a partir do reconhecimento visual realizado pelo ROV.	353/576
Figura 2.5.2.3-7 - Exemplos da megafauna bentônica identificada a partir do reconhecimento visual realizado pelo ROV: **(A)** espécime pertencente ao filo Porífera (1) e lírios-do-mar da classe Crinoidea; **(B)** tufo de alga calcária da família Corallinaceae; **(C)** Colônia de ascídias da classe Ascidiacea (1) corais pétreos da ordem Scleractinia (2), algas pardas da família Phaeophyceae (3) e espécime pertencente ao filo Porífera (4); **(D)** estrela-vermelha da espécie *Echinaster* (*Othilia*) *brasiliensis* Muller & Troschel, 1842.	354/576

Figura 2.5.2.3-8 - Exemplos da megafauna bentônica identificada a partir do reconhecimento visual realizado pelo ROV: (A) lagosta *Panulirus argus* Latreille, 1804; (B) colônia de gorgônia da ordem Gorgonacea (1) e caranguejo-eremita da família Paguridae vivendo em concha de molusco (saquaritá) revestido por incrustação de alga calcária (2); (C) Oviposição de lula da família Lolignidae; (D) Os pólipos brancos na imagem tratam-se de colônias de telestáceo de *Telesto riisei* Duchassaing & Michelotti, 1860 (1), a incrustação de cor alaranjada sugere colônia de ascídias (Filo Chordata, Subfilo Tunicata, Classe Ascidiacea) (2), braços e pínulas de lírios-do-mar (Filo Echinodermata, Classe Crinoidea) (3).	355/576
Figura 2.5.2.3-9 - Exemplos da ictiofauna identificada somente na Ilha da Moela: (A) peixe borboleta da espécie *Chaetodon striatus* Linnaeus, 1758; (B) Peixe Trilha ou Salmonete da espécie *Pseudupeneus maculatus* Bloch, 1793; (C) Peixe Garapoã da espécie *Pseudocaranx dentex* Bloch & Schneider, 1801; (D) Peixe escorpião ou Mangangá da espécie *Scorpena plumieri* Bloch, 1789.	356/576
Figura 2.5.2.3-10 - Riqueza específica de organismos identificados na Ilha da Moela.	357/576
Figura 2.5.2.3-11 - Composição específica do fundo na Ilha da Moela.	357/576
Figura 2.5.3-1 - A) *Sardinella brasiliensis*; B) *Engraulis anchoita*; C) *Trachurus lathami*; D) *Trichiurus lepturus*; E) *Opisthonema oglinum*; F) *Selene setapinnis*.	366/576
Figura 2.5.3-2 - A) *Maurolicus stehmanni*; B) *Synagrops spinosus*; C) *Lepidophanes guentheri*; D) *Diaphus hudsoni*; E) *Benthodesmus elongatus*; F) *Saurida caribbaea*.	368/576
Figura 2.5.3-3 - A) *Euthynnus alletteratus*; B) *Merluccius hubbsi*; C) *Sarda sarda*; D) *Scomber japonicus*; E) *Decapterus tabl*; F) *Balistes capriscus*.	369/576
Figura 2.5.3-4 - A) *Katswonus pelamis*; B) *Coryphaena hippurus*; C) *Thunnus albacares*; D) *Xiphias gladius*, E) *Prionace glauca*.	371/576
Figura 2.5.3-5 - A) *Larimus breviceps*, B) *Peprilus paru* e C) *Cathrops spixii*, D) *Centropomus parallelus*, E) *Oligoplites saliens* e F) *Cynoscion virescens*.	375/576
Figura 2.5.3-6 - A) *Lopholatilus villarii*; B) *Urophycis mystacea*.	377/576
Figura 2.5.3-7 - A) *Zenopsis conchifera*; B) *Polymixia lowei*; C) *Antigonia capros*; D) *Lophius gastrophysus*; E) *Helicolenus lahillei*.	379/576
Figura 2.5.3-8 - A) *Eptatretus menezesi*; B) *Scyliorhinus haeckelii*.	381/576
Figura 2.5.3-9 - Congro-rosa, *Genypterus brasiliensis*.	382/576
Figura 2.5.3-10 - Cação, *Squalus megalops*.	382/576
Figura 2.5.3-11 - A) *Dactylopterus volitans*, B) *Chaetodipterus faber*, C) *Upeneus parvus*, D) *Etropus crossotus*, E) *Prionotus punctatus*.	384/576

Figura 2.5.3-12 - Espécies de peixes recifais listadas para o Parque Marinho da Laje de Santos. A) *Moringua edwardsi*, B) *Antennarius-Multiocellatus*, C) *Aulostomus strigosus*, D) *Mulloidichthys martinicus*, E) *Scorpaena dispar* F) *Acanthurus monroviae*. G) *Halichoeres penrosei*.	393/576
Figura 2.5.3-13 - A) *Holacanthus ciliaris*; B) *Halichoeres brasiliensis*; C) *Centropyge aurantonotus*; D) *Dasyatis centroura*.	395/576
Figura 2.5.3-14 - *Labrisomus nuchipinis*.	398/576
Figura 2.5.3-15 - *Pseudupeneus maculatus*.	398/576
Figura 2.5.3-16 - *Parablennius* sp.	399/576
Figura 2.5.3-17 - *Parablenius* sp.	399/576
Figura 2.5.3-18 - *Pseudocaranx dentex*.	400/576
Figura 2.5.3-19 - *Holocenthrus adscensionis*.	400/576
Figura 2.5.3-20 - *Haemulon parra* (jovem).	401/576
Figura 2.5.3-21 - *Stegastes variabilis*.	401/576
Figura 2.5.3-22 - *Scorpena plumieri*.	402/576
Figura 2.5.3-23 - *Stegastes fuscus*.	402/576
Figura 2.5.3-24 - *Sphoeroides splengleri*.	403/576
Figura 2.5.3-25 - *Chaetodon striatus* (IMS 01- 1.2 fotograma 13).	403/576
Figura 2.5.3-26 - *Serranus flaviventris* (IMS 04 - 1-Fotograma 43).	404/576
Figura 2.5.3-27 - *Chaetodipterus faber* (IMS 12 - fotograma 24).	405/576
Figura 2.5.3-28 - *Sardinella verdadeira*.	405/576
Figura 2.5.3-29 - *Epinephelus marginatus*.	406/576
Figura 2.5.3-30 - *Anisotremus virginicus*.	406/576
Figura 2.5.3-31 - *Chaetodon striatus*.	407/576
Figura 2.5.3-32 - *Parablennius* sp.	407/576
Figura 2.5.3-33 - *Pareques acuminatus*.	408/576
Figura 2.5.3-34 - Registro de tubarão realizado durante a aquisição de dados primários (espécie não identificada).	408/576
Figura 2.5.4-1 - Contribuição das Ordem/Subordem para o total de registros (A) e para o total de espécies (B) de mamíferos marinhos do litoral do Estado de São Paulo.	426/576
Figura 2.5.4-2 - Número de registros de mamíferos marinhos no litoral do Estado de São Paulo de acordo com cada uma das três regiões estabelecidas.	427/576
Figura 2.5.4-3 - Mapa indicando a distribuição da Subordem Mysticeti na região da Baixada Santista do Estado de São Paulo.	429/576
Figura 2.5.4-4 - Mapa indicando a distribuição da Subordem Odontoceti na região da Baixada Santista do Estado de São Paulo.	429/576

Figura 2.5.4-5 - Baleia-azul (*Balaenoptera musculus*).	436/576
Figura 2.5.4-6 - Baleia-fin (*Balaenoptera physalus*).	437/576
Figura 2.5.4-7 - Baleia-sei (*Balaenoptera borealis*).	438/576
Figura 2.5.4-8 - Baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*).	439/576
Figura 2.5.4-9 - Baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*).	440/576
Figura 2.5.4-10 - Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*).	440/576
Figura 2.5.4-11 - Rotas e destinos migratórios de baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais no litoral do Brasil.	442/576
Figura 2.5.4-12 - Baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*).	444/576
Figura 2.5.5-13 - Toninha (*Pontoporia blainvillei*).	446/576
Figura 2.5.4-14 - Distribuição da Toninha na FMA I (área de manejo entre o Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro) e a existência dos dois hiatos entre Regência e Barra do Itabapoana e entre Macaé e a Baía da Ilha Grande.	447/576
Figura 2.4.4-15 - Cachalote (*Physeter macrocephalus*).	448/576
Figura 2.5.4-16 - Golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*).	449/576
Figura 2.5.4-17 - Avistagem de cetáceos realizada durante o período de aquisição de dados primários (provável par de toninhas ou botos-cinza).	451/576
Figura 2.5.4-18 - Albatroz-viajeiro (*Diomedea exulans*).	460/576
Figura 2.4.4-19 - Albatroz-real (*Diomedea epomophora*).	461/576
Figura 2.5.4-20 - Albatroz-de-sobrancelha-negra (*Diomedea melanophris*).	462/576
Figura 2.5.4-21 - Albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico (*Diomedea chlororhynchos*).	463/576
Figura 2.5.4-22 - Pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*).	465/576
Figura 2.5.4-23 - Pardela-de-óculos (*Procellaria conspicillata*).	466/576
Figura 2.5.4-24 - Grazina-de-barriga-branca (*Pterodroma incerta*).	467/576
Figura 2.5.4-25 - Fragata (*Fregata magnificens*).	469/576
Figura 2.5.4-26 - Atobá-pardo (*Sula leucogaster*).	471/576
Figura 2.5.4-27 - Gaivotão (*Larus dominicanus*).	472/576
Figura 2.5.4-28 - Trinta-réis-real (*Sterna maxima*).	474/576
Figura 2.5.4-29 - Registro 1 (*Garça grande*).	476/576
Figura 2.5.4-30 - Registro 2 (Gaivota comum / Gaivotão).	476/576
Figura 2.5.4-31 - Registro 3 (Atobá pardo / Mergulhão).	477/576
Figura 2.5.4-32 - Registro 4 (Urubu de cabeça preta).	477/576
Figura 2.5.4-33 - Registro 5 (Fragata / Tesourão).	478/576
Figura 2.5.4-34 - Registro 6 (Gaivota comum / Gaivotão).	478/576
Figura 2.5.4-35 - Registro 7 (Atobá pardo / Mergulhão).	479/576
Figura 2.5.4-36 - Registro 8 (Fragata / Tesourão).	480/576
Figura 2.5.4-37 - Registro 9 (Gaivota comum / Gaivotão).	480/576

Figura 2.5.4-38 - Registro 10 (Fragata / Tesourão).	481/576
Figura 2.5.4-39 - Registro 11 (Atobá pardo / Mergulhão).	481/576
Figura 2.5.4-40 - Registro 12 (Atobá pardo / Mergulhão).	482/576
Figura 2.5.4-41 - Registro 14 (Gaivota comum / Gaivotão).	482/576
Figura 2.5.4-42 - Distribuição das espécies de tartarugas marinhas encalhadas ao longo dos municípios amostrados entre agosto de 2004 e dezembro de 2011 nos municípios litorâneos do Estado de São Paulo.	485/576
Figura 2.5.4-43 - Espécies de tartaruga marinha ocorrentes no litoral brasileiro.	486/576
Figura 2.5.4-44 - Distribuição geográfica da tartaruga marinha *Caretta caretta* no Brasil.	488/576
Figura 2.5.4-45 - Áreas de alimentação de *Chelonia mydas* no litoral do Brasil.	492/576
Figura 2.5.4-46 - Distribuição geográfica da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* no Brasil.	494/576
Figura 2.5.4-47 - Distribuição geográfica da tartaruga marinha *Dermochelys coriacea*.	496/576
Figura 2.5.4-48 - Distribuição geográfica da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* no Brasil.	498/576
Figura 2.5.4-49 - Mapa das rotas migratórias de tartarugas marinhas monitoradas pelo TAMAR.	500/576
Figura 2.5.4-50 - Mapa das rotas migratórias de tartarugas marinhas monitoradas pelo TAMAR.	501/576
Figura 2.6.1-1 - Produção total de pescado (t) oriundo da pesca extrativa marinha, no ano de 2011, na região Sudeste.	506/576
Figura 2.6.1-2 - A) Praia do Perequê; B) Praia das Astúrias; C) Rio do Meio; D) Terminal Pesqueiro Público de Santos.	508/576
Figura 2.6.1-3 - Principais artes de pesca utilizadas, em volume de produção (toneladas), nos municípios de Santos e Guarujá, no ano de 2012.	515/576
Figura 2.6.1-4 - Principais espécies capturadas, em volume de produção (toneladas), nos municípios de Santos e Guarujá, no ano de 2012.	517/576
Figura 2.6.1-5 - Captura mensal de pescado desembarcado e total acumulado no período de outubro de 2012 a setembro de 2013, nos municípios de Santos e Guarujá.	518/576
Figura 2.6.1-6 - Participação relativa por aparelho de pesca no total descarregado nos municípios de Santos e Guarujá.	520/576
Figura 2.6.1-7 - Embarcação Flamengo II.	526/576
Figura 2.6.1-8 - Planilha 2 (nome da embarcação não visualizado).	526/576
Figura 2.6.1-9 - Planilha 3 (nome da embarcação não visualizado).	527/576
Figura 2.6.1-10 - Embarcação Beira Mar I.	527/576

Figura 2.6.1-11 - Planilha 5 (nome da embarcação não visualizado).	528/576
Figura 2.6.1-12 - Embarcação Universo III.	528/576
Figura 2.6.1-13 - Embarcação Sereia III.	528/576
Figura 2.6.1-14 - Embarcação Trimar XV.	529/576
Figura 2.6.1-15 - Planilha 9 (nome da embarcação não visualizado).	529/576
Figura 2.6.1-16 - Planilha 10 (nome da embarcação não visualizado).	530/576
Figura 2.6.1-17 - Embarcação Vô Pedro X.	530/576
Figura 2.6.1-18 - Embarcação Leitão.	531/576
Figura 2.6.1-19 - Planilha 13 (nome da embarcação não visualizado).	531/576
Figura 2.6.1-20 - Planilha 14 (nome da embarcação não visualizado).	532/576
Figura 2.6.2.1-1 - Pesca Esportiva.	536/576
Figura 2.6.2.2-1 - Porto de Santos.	537/576
Figura 2.6.2.2-2 - Terminal de Granéis do Guarujá S/A.	537/576
Figura 2.6.2.3-1 - Bandeira Azul na Marinas Nacionais.	542/576
Figura 2.6.2.4-1 - Circuito de Velas do Guarujá.	546/576
Figura 2.6.2.4-2 - Circuito Santista de Surf Treino, Santos.	546/576
Figura 2.6.2.5-1 - Embarcação de pesca esportiva com linha.	547/576
Figura 2.6.2.4-2 - Embarcação de pesca esportiva submarina.	547/576
Figura 2.6.2.5-3 - Canoa havaiana com um tripulante.	547/576
Figura 2.6.2.4-4 - Canoa havaiana com seis tripulantes.	547/576
Figura 2.6.2.5-5 - Lancha de passeio.	548/576
Figura 2.6.2.4-6 - Barco de passeio.	548/576

MAPAS

MAPA	PÁG.
Mapa 2.2-1- Mapa de amostragem na Ilha da Moela.	5/576
Mapa 2.3-1 - Localização das Áreas de Manejo Especial.	23/576
Mapa 2.4.2.1-1 - Localização geográfica dos estudos utilizados para caracterização da qualidade de água.	89/576
Mapa 2.4.2.1-2 - Mapa de distribuição dos valores de OD na Ilha da Moela e região adjacente.	97/576
Mapa 2.4.2.1-3 - Distribuição de valores de pH na região de entorno da Ilha da Moela.	103/576
Mapa 2.4.2.1-4 - Mapa de distribuição dos valores de clorofila-a na Ilha da Moela e região adjacente.	111/576
Mapa 2.4.2.1-5 - Mapa de distribuição dos valores de nitrogênio total na Ilha da Moela e região adjacente.	123/576
Mapa 2.4.2.1-6 - Mapa de distribuição dos valores de nitrato na Ilha da Moela e região adjacente.	125/576
Mapa 2.4.2.1-7 - Mapa de distribuição dos valores de nitrito na Ilha da Moela e região adjacente.	127/576
Mapa 2.4.2.1-8 - Mapa de distribuição dos valores de amônia na Ilha da Moela e região adjacente.	129/576
Mapa 2.4.2.1-9 - Mapa de distribuição dos valores de fosfato na Ilha da Moela e região adjacente.	133/576
Mapa 2.4.2.1-10 - Mapa de distribuição dos valores de fósforo total na Ilha da Moela e região adjacente.	135/576
Mapa 2.4.2.1-11 - Mapa de distribuição dos valores de silicato na Ilha da Moela e região adjacente.	139/576
Mapa 2.4.2.1-12 - Mapa de distribuição dos valores de material particulado em suspensão na Ilha da Moela e região adjacente.	143/576
Mapa 2.4.2.2-1 - Localização geográfica dos estudos utilizados para caracterização da qualidade do sedimento.	157/576
Mapa 2.4.2.2-2 - Distribuição das frações granulométricas nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	171/576
Mapa 2.4.2.2-3 - Distribuição de carbonatos nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	177/576
Mapa 2.4.2.2-4 - Distribuição de COT (%) nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	187/576
Mapa 2.4.2.2-5 - Distribuição de nitrogênio amoniacal nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	193/576
Mapa 2.4.2.2-6 - Distribuição de nitrogênio kjeldahl nos sedimentos de	195/576

entorno da Ilha da Moela.	
Mapa 2.4.2.2-7 - Distribuição de nitrogênio total nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	197/576
Mapa 2.4.2.2-8 - Distribuição de nitrogênio total nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	201/576
Mapa 2.4.2.2-9 - Distribuição de alumínio nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	219/576
Mapa 2.4.2.2-10 - Distribuição de ferro nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	221/576
Mapa 2.4.2.2-11 - Distribuição de arsênio nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	223/576
Mapa 2.4.2.2-12 - Distribuição de chumbo nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	225/576
Mapa 2.4.2.2-13 - Distribuição de bário nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	227/576
Mapa 2.4.2.2-14 - Distribuição de zinco nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	229/576
Mapa 2.4.2.2-15 - Distribuição de cromo nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	231/576
Mapa 2.4.2.2-16 - Distribuição de manganês nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	233/576
Mapa 2.4.2.2-17 - Distribuição de níquel nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	235/576
Mapa 2.4.2.2-18 - Distribuição de cádmio nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	237/576
Mapa 2.4.2.2-19 - Distribuição de mercúrio nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	239/576
Mapa 2.4.2.2-20 - Distribuição de HTP nos sedimentos de entorno da Ilha da Moela.	249/576
Mapa 2.5.1.3-1 - Valores riqueza de táxons das categorias taxonômicas do fitoplâncton por estação de amostragem no entorno da Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro de 2014.	311/576
Mapa 2.5.1.3-2 - Densidade das categorias taxonômicas do fitoplâncton por estação de amostragem no entorno da Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro de 2014.	313/576
Mapa 2.5.1.3-3 - Riqueza relativa das categorias taxonômicas do zooplâncton por estação de amostragem no entorno da Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro de 2014.	327/576
Mapa 2.5.1.3-4 - Densidade relativa das categorias taxonômicas do zooplâncton por estação de amostragem no entorno da Ilha da Moela, litoral de São Paulo, em fevereiro de 2014.	329/576

Mapa 2.5.2.3-1 - Distribuição da megafauna bentônica a partir do reconhecimento visual realizado pelo ROV.	359/576
Mapa 2.6.1-1 - Atividades socioeconômicas da Ilha da Moela.	523/576
Mapa 2.7.2-1 - Mapa de Susceptibilidade Ambiental da Ilha da Moela e região adjacente.	575/576

ANEXOS

Anexo 1-1 - Cadastro Técnico Federal do Ibama (CTF) da Habtec Mott MacDonald.
Anexo 2.2-1 - Relatórios de Atividades Diárias.
Anexo 2.2-2 - Registros de avistagem de biota e de atividades socioeconômicas.
Anexo 2.2-3 - Laudos das análises químicas da qualidade da água.
Anexo 2.2-4 - Laudos das análises químicas da qualidade de sedimento.
Anexo 2.2-5 - Relatório de Inspeção Subaquática com uso de ROV.
Anexo 2.5.1.3-1 - Laudo das Análises de Plâncton.
Anexo 2.7.1-1 - Inventário das espécies de fauna e flora ocorrentes na região da Ilha da Moela.
Anexo 2.7.1-2 - Inventário de espécies endêmicas, ameaçadas e exóticas que ocorrem na Ilha da Moela.
Anexo 6-1 - Cadastro Técnico Federal Equipe Habtec Mott MacDonald.

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta os resultados do Projeto de Avaliação Ecológica Rápida (AER) na Área de Manejo Especial da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAMLC), onde pode ser encontrada a Ilha da Moela. Esta área é classificada como área para proteção da biodiversidade, combate de atividades predatórias, controle da poluição e a sustentação da produtividade pesqueira, conforme descrito no art. 3º do Decreto nº 53.526, de 8 de Outubro de 2008 emitido pela Secretária Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

A aplicação da metodologia AER tem como objetivos a caracterização e diagnóstico ambiental da área de interesse através do levantamento e integração de dados primários e secundários disponíveis na literatura especializada e o fornecimento de relatórios técnicos que possibilitem a avaliação ambiental das áreas de estudo.

Neste relatório será apresentada a caracterização ambiental da região baseada no levantamento de dados primários e secundários obtidos. Os fatores ambientais abordados foram estruturados em capítulos, de acordo com a natureza das variáveis ambientais. Assim, o Meio Físico (Capítulo 2, subitem 2.4 deste documento), contempla os resultados do levantamento feito para os fatores ambientais Oceanografia (i) Física; (ii) Química e (iii) Geológica, enquanto que o Meio Biótico (Capítulo 2, subitem 2.5 deste documento), apresenta os resultados do levantamento feito para os fatores ambientais (i) Comunidade Planctônica (ii); Comunidade Bentônica; (iii) Ictiofauna (iv) Mamíferos, Aves e Tartarugas Marinhas. No Capítulo 2, subitem 2.6 Meio Socioeconômico são abordados (i) Atividade Pesqueira e (ii) Turismo, esporte e lazer.

O Capítulo 2, subitem 2.7 apresenta a síntese da área com seu respectivo (i) Mapa de Susceptibilidade Ambiental, que contém informações de sensibilidade dos ecossistemas; recursos biológicos; e usos humanos dos espaços e recursos. No Capítulo 3 “Indicações de Manejo”, são apresentadas recomendações objetivando a proteção e conservação da AME.

Por fim, no item 4. Considerações finais, foi feita uma avaliação a respeito do estado da arte de cada fator ambiental e apresentação de recomendações e normas de uso para cada zona, visando à gestão da AME.

Este documento foi produzido pela Habtec Mott MacDonald, empresa de consultoria especializada, legalmente habilitada para o desenvolvimento de trabalhos desta natureza, a qual se encontra registrada no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (CTF/IBAMA), Inscrição nº 198582 (Anexo 1-1) nos termos da Lei nº 6.938/1981 e da Resolução CONAMA nº 001/1988.

2 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

2.1 - Introdução

Neste Capítulo, é apresentada uma descrição sucinta da Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC) e a caracterização ambiental da Ilha da Moela, localizada a aproximadamente 2,5 km da costa, no Guarujá, litoral de São Paulo.

Para tal, foi realizada uma descrição geral dos principais fatores ambientais referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico, que caracterizam a ilha e suas adjacências. Sendo, portanto, abordados dados primários obtidos no levantamento de campo efetuado entre 13 e 19 de fevereiro de 2014 (detalhado no item 2.2 a seguir) e dados secundários levantados para os municípios de entorno da ilha, principalmente, daqueles que compõem o Setor da APAMLC denominado de Guaíbe, no qual a ilha se encontra inserida.

A partir da análise e consolidação de dados secundários foi possível identificar, preteritamente, características ambientais relevantes como: composição de espécies bentônicas, planctônicas e nectônicas; condições oceanográficas; parâmetros de qualidade da água e do sedimento e; atividades socioeconômicas desenvolvidas nas proximidades da Área de Manejo Especial.

Para tanto, foram levantados dados secundários obtidos através de pesquisas bibliográficas nas principais universidades com grupos de pesquisa atuantes na região, sendo elas, a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal do Pará (UFPA), a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), a Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ (UNESP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Além da literatura científica, foi consultado o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Dragagem de Aprofundamento do Canal de Navegação e Bacias de Evolução do Porto Organizado de Santos (SP) e os relatórios semestrais de acompanhamento da Dragagem de aprofundamento do Porto de Santos elaborados pela FUNDESPA.

2.2 - Levantamento de Campo

As atividades de coleta de dados de qualidade da água e do sedimento e de organismos bentônicos e planctônicos na Ilha da Moela foram desenvolvidas no período de 13 a 19 de fevereiro de 2014, a bordo das embarcações: (i) Escuna *Lady Linda*; e (ii) Lancha *Pé de Pato*, apresentadas nas Figuras 2.2-1 e 2.2-2 a seguir.

Foram estabelecidos 15 pontos de coleta de água (na superfície e junto ao fundo), biota (plâncton e bentos de substrato inconsolidado) e sedimento ao redor da Ilha. Deve ser ressaltado, que a amostragem de sedimento foi realizada com sucesso em 14 das 15 estações planejadas, sendo impossibilitada a coleta de sedimento apenas na estação IM-07, cuja matriz era rochosa.

Para o levantamento de dados de bentos de substrato consolidado foi empregado o método de vídeo-transecto subaquático, com aquisição de imagens por ROV (*Remotely operated underwater vehicle*) e fotografias.



Figura 2.2-1 - *Escuna Lady Linda.*



Figura 2.2-2 - *Lancha Pé de Pato.*

A partir dos pontos de coleta de água e sedimento, foram estabelecidos 30 transectos de vídeo-amostragem na Ilha da Moela, conforme apresentados no Mapa 2.2-1.

O Quadro 2.2-1 apresenta a equipe técnica responsável pela execução das atividades de campo.

Quadro 2.2-1 - *Equipe técnica responsável pela execução das atividades de campo.*

NOME	FUNÇÃO
Adeilson Barboza do Nascimento	Técnico Ambiental
Amanda Carminatto	Analista ambiental / Operador de ROV
Alberto Ferreira Pinto	Técnico Ambiental
Bruno Ribeiro Plastina	Analista ambiental
Clarissa Lourenço de Araujo	Supervisora Técnica
Eric Joelico Comim	Analista ambiental /Mergulhador
Fábio Buainain de Luca	Analista ambiental / Operador de ROV
Francisco José Pinho de Matos	Analista ambiental/Coordenador
Leonardo Guccione Siriaco	Observador de bordo
Marcelo de Arantes Gentil	Analista ambiental / Operador de ROV
Marlom Moraes	Analista ambiental / Mergulhador

Mapa 2.2-1- *Mapa de amostragem na Ilha da Moela.*



Macrolocalização



Legenda

- Área de Manejo Especial da Ilha da Moela
- Pontos de Coleta de Água e Sedimento
- Transectos de Amostragem de Bentos

Referências
IBGE, 2007; Google Earth Pro, 2013 - 2014.

PETROBRAS | Habtec Mott MacDonald

Projeto
AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

Título
PONTOS DE AMOSTRAGEM NA ILHA DA MOELA

Projeção	Datum	Escala
UTM - Zona 23S	SIRGAS 2000	1:15.000

Data	Número	Autor	Revisão
Março, 2015	Mapa 2.2-1	Leonardo Dias	02

Todas as informações de campo (horário de início e término das atividades, deslocamento das embarcações e ordem de execução de atividades) foram detalhadas nos Relatórios de Atividades Diárias, enviados à fiscalização do contrato, os quais estão apresentados no Anexo 2.2-1.

Durante o período de realização da campanha foram efetuados registros de avistagem de biota e de atividades socioeconômicas desenvolvidas no entorno da ilha, sendo estes apresentados no Anexo 2.2-2.

A seguir serão apresentadas as metodologias de coleta, análise laboratorial e estatística utilizadas.

2.2.1 - Metodologias de Amostragem e Análise dos Parâmetros Ambientais

a) Qualidade da água

Foram coletadas amostras de sedimento superficial e de fundo em 15 pontos de amostragem distribuídos ao redor da ilha. Para a análise de determinados parâmetros físico-químicos da água em laboratório, como nutrientes (nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fosfato, silicato e material particulado em suspensão - MPS), foram coletadas amostras em garrafas de Niskin. Para as amostragens de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTPs) foram utilizadas garrafas Go-Flo (Figura 2.2.1-1).

No momento da amostragem foram medidos *in situ* os parâmetros: temperatura da água, pH, salinidade, oxigênio dissolvido (OD), percentual de saturação de OD e profundidade da coluna d'água. Ressalta-se que as amostragens foram efetuadas em duas profundidades: superfície e fundo.

Além disso, foi realizada a filtração das amostras *in situ* para análise de clorofila *a* e material particulado em suspensão (MPS), em filtros de acetato de celulose (45µm) e filtro de fibra de vidro (45µm), respectivamente, sendo estes posteriormente armazenados congelados até a chegada ao laboratório.

No Quadro 2.2.1-1 são detalhadas as frascarias e procedimentos de armazenamento das amostras coletadas.

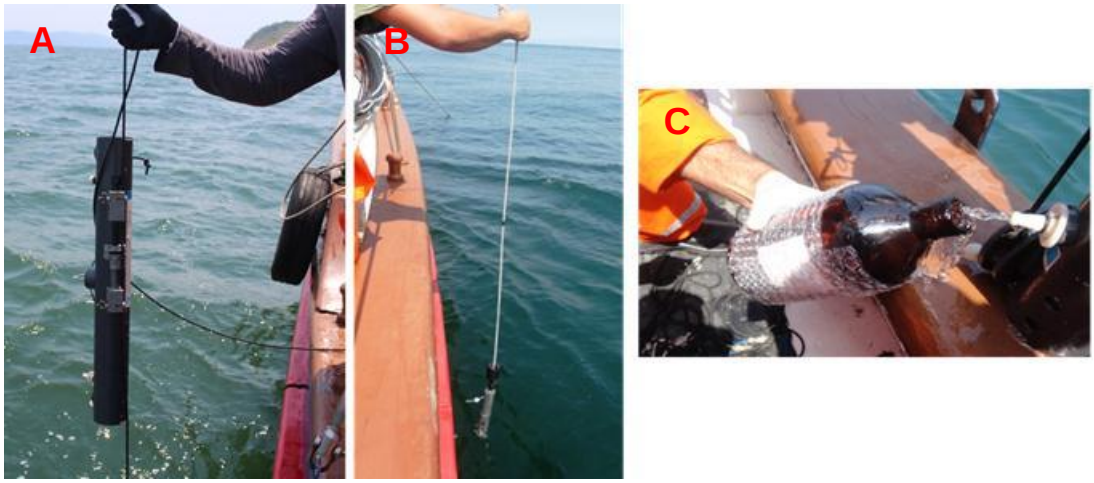


Figura 2.2.1-1 - (A) *Coleta de água com garrafa Go-flo,* ***(B)*** *utilização da sonda multiparamétrica e* ***(C)*** *coleta de amostra para análise de HPAs.*

Quadro 2.2.1-1 - *Tipos de parâmetros obtidos, equipamentos, frascarias e armazenamento das amostras de água.*

PARÂMETRO	EQUIPAMENTO	VOLUME/ TIPO DE FRASCO	ARMAZENAMENTO
Temperatura	Sonda multiparâmetros Hanna HI 9828	-	-
Salinidade	Sonda multiparâmetros Hanna HI 9828	-	-
Oxigênio Dissolvido	Sonda multiparâmetros Hanna HI 9828	-	-
pH	Garrafa Niskin/ pHmetro	250mL em frasco de vidro	Análise imediata
Nutrientes	Garrafa Niskin	1 L em frasco de polipropileno	Congelamento
MPS	Garrafa Niskin	5 L em frasco de polipropileno	Filtração *in situ* e congelamento dos filtros
Clorofila	Garrafa Niskin	2 L em frasco polipropileno verde	Filtração imediata e congelamento dos filtros
HTP	Garrafa Go-Flo	1 L em frasco de vidro âmbar	Refrigeração
HPA	Garrafa Go-Flo	1 L em frasco de vidro âmbar	Refrigeração

As análises de nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato, silicato, nitrogênio inorgânico dissolvido e amônia), MPS e clorofila *a* nas amostras de água foram realizadas no laboratório de biogeoquímica da Universidade Federal Fluminense. Já as análises de HPAs e HTPs foram realizadas junto ao laboratório de análises químicas Eurofins-Innolab Ltda. O Quadro 2.2.1-2 apresenta o resumo das metodologias analíticas aplicadas às amostras de água coletadas.

No Anexo 2.2-3 são apresentados os laudos de análises químicas efetuadas pelo Laboratório INNOLAB do Brasil Ltda.

Quadro 2.2.1-2 - *Variáveis físicas, químicas, físico-químicas e biológicas a serem monitoradas na água, e metodologia de análise.*

VARIÁVEIS	METODOLOGIA
Nitrito	Colorimétrico
Nitrato	Colorimétrico
Fosfato	Colorimétrico
Nitrogênio Amoniacal	Colorimétrico
Silicato	Colorimétrico
MPS	Gravimétrico
Clorofila *a*	Colorimétrico
HTP	ISO 9377-2/Cromatografia gasosa
HPA	EPA 8270/Cromatografia gasosa

b) Plâncton

As amostras de água para a análise quali-quantitativa do fitoplâncton foram coletadas com Garrafa de Van Dorn. Para a análise do zooplâncton foi utilizada rede cônica de 120 µm de malha com fluxômetro acoplado, para definição do volume filtrado. Foram efetuados arrastos horizontais de subsuperfície com duração de 3 a 5 minutos (Figura 2.2.1-2).

A fixação das amostras para determinação quantitativa do fitoplâncton foi realizada através da adição de solução de lugol acético 1%. Para a análise qualitativa (arrasto) a amostra foi fixada com solução de Transeau. Já as amostras destinadas às análises de zooplâncton foram fixadas com solução de formol 4%.



Figura 2.2.1-2 - (A) *Rede de arrasto e* ***(B)*** *Coleta e preparação das amostras de fitoplâncton.*

As amostras coletadas foram transferidas e posteriormente analisadas pelo Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton da Fundação Universitária José Bonifácio (UFRJ).

Para análise de fitoplâncton foi empregada a técnica de microscopia invertida de campo claro (UTERMÖHL, 1958). A classificação taxonômica foi baseada nos trabalhos de Cupp (1943), Wood (1968), Taylor (1976), Hasle & Syvertsen (1997) e Steidinger & Tangen (1997). Os sistemas de classificação para circunscrição e arranjo taxonômico em nível de divisões, classes e famílias utilizados foram: Round *et al*. (1990) para as diatomáceas, Fensome *et al*. (1993) para os dinoflagelados, Komárek & Anagnostidis (1989; 2005) para as cianobactérias, Heimdal (1997) para os cocolitoforídeos, e Throndsen (1997) para os silicoflagelados, as euglenofíceas e os ebriídeos.

A análise da comunidade microfitoplanctônica foi realizada de forma quali-quantitativa, com identificação no nível de classe, família, gênero ou até espécie, quando possível. Os valores quantitativos foram expressos em unidades de densidade (cel.L^{-1}).

As amostras de zooplâncton obtidas foram analisadas através da técnica de microscopia de campo claro, com microscópios óptico e estereoscópico. Os grupos zooplanctônicos Branchiopoda, Copepoda, Decapoda (Crustacea), Chaetognatha, Appendicularia e Doliolida, importantes na caracterização da comunidade local, foram identificados a níveis taxonômicos inferiores utilizando-se bibliografia especializada: Onbé (1999) para Branchiopoda; Dias & Araujo (2006) para Copepoda; Gurney (1924), Pohle *et al*. (1999) e Fernandes *et al*. (2006) para Decapoda; Avila *et al*. (2006) para Chaetognatha; Bonecker & Carvalho (2006) para Appendicularia e Bonecker & Quintas (2006a) para Doliolida.

A abundância do zooplâncton coletado foi padronizada em indivíduo por metro cúbico de água filtrada (ind.m^{-3}).

c) Qualidade do Sedimento

As amostras de sedimento foram coletadas com coletor do tipo Van Veen. Posteriormente, foram separadas alíquotas para as seguintes análises: granulométria, carbonatos ($CaCO_3$), matéria orgânica (MO), carbono orgânico total (COT), nitrogênio amoniacal, nitrogênio kjeldahl, metais (Al, As, Ba, Cd, Pb, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn e Hg), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) (Figura 2.2.1-3).

No Quadro 2.2.1-3 são detalhadas as frascarias de coleta e condições de armazenamento das amostras de sedimento.

No sedimento foi determinado o teor carbonatos, através da diferença de massa da amostra seca antes e após o ataque com ácido clorídrico (HCl), até não mais ocorrer reação de formação de CO_2. O teor de matéria orgânica foi determinado também por gravimetria, sendo a queima da matéria orgânica realizada por calcinação a 450ºC durante 24 horas. Todo material foi pesado em balança analítica com precisão ao décimo de miligrama. Por se tratarem de métodos gravimétricos, o resultado é dado em percentual, tomando-se por base a diferença entre o peso antes e depois da reação/combustão.

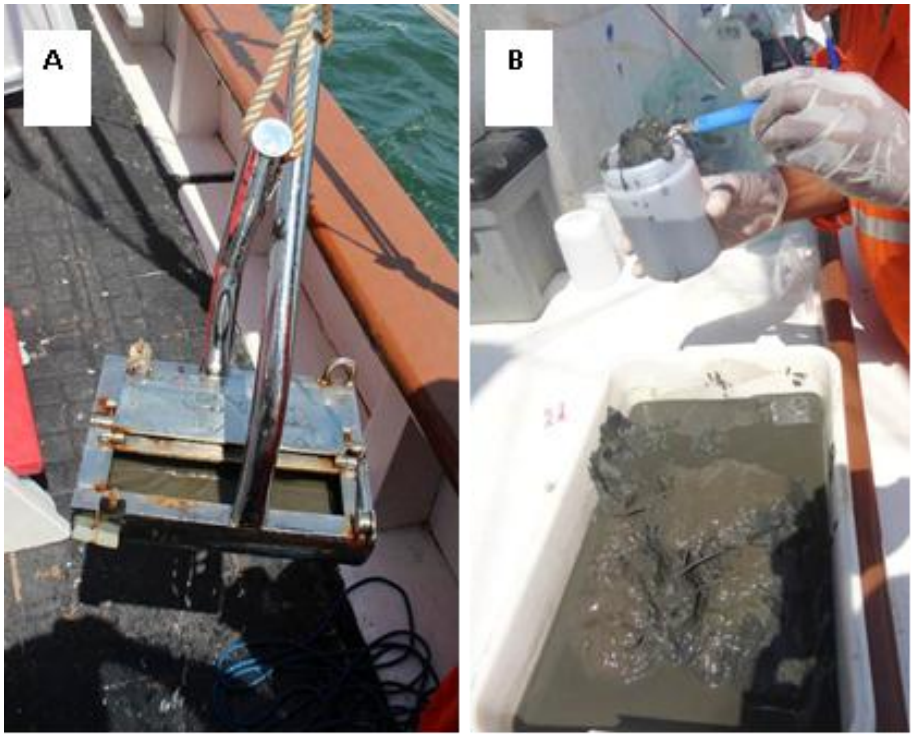


Figura 2.2.1-3 - *(A) Coleta de sedimento pela draga Van Veen, (B) separação de alíquota de sedimento superficial para análise de granulometria.*

Quadro 2.2.1-3 - *Tipos de parâmetros obtidos, equipamentos, frascarias e armazenamento das amostras de sedimento.*

PARÂMETRO	MASSA / TIPO DE FRASCO	ARMAZENAMENTO
Granulometria	250 g em frasco de polipropileno de 1 L	Refrigeração
Hidrocarbonetos	100 g em potes de vidro	Congelamento
Metais	Sacos zip (500g)	Congelamento
Nutrientes	Sacos zip (500g)	Congelamento

Para determinação das frações granulométricas, outra amostra foi submetida ao ataque de carbonato (com adição de HCl) matéria orgânica (com adição de H_2O_2), não ocorrendo a secagem do material para alterar as propriedades dos grãos. Após o término das reações químicas de degradação da fração biogênica (carbonatos e matéria orgânica), foi realizado o peneiramento úmido, seguido da pipetagem das amostras, com a utilização de antifloculante. A pipetagem objetiva a separação do silte e argila e o método baseia-se na “Lei de Stokes” (Stokes,

1851, in Suguio, 1973), que define empiricamente uma fórmula que dá a velocidade de decantação de partículas de determinado diâmetro em um fluido.

A determinação das concentrações dos metais Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, Zn, As e Hg foi efetuada através de leitura dos extratos, obtidos a partir dos processos de abertura e extração das amostras, realizadas junto ao laboratório de análises químicas Eurofins-Innolab Ltda.

O fósforo presente no sedimento foi determinado a partir da metodologia descrita por Aspila *et al*. (1976), onde o fósforo total é extraído dos sedimentos com ácido clorídrico 1N, após calcinação em altas temperaturas (550°C), e o fósforo inorgânico é determinado a partir da extração do sedimento bruto com ácido clorídrico 1N. O fósforo orgânico é determinado pela diferença entre os valores de concentração de fósforo total e fósforo inorgânico. Para leitura do fósforo nos extratos, foram adicionados os reagentes para determinação de fósforo segundo Grasshoff *et al*. (1983).

As metodologias de análise no sedimento estão listadas no Quadro 2.2.1-4. No Anexo 2.2-4 são apresentados os laudos de análises químicas de sedimento efetuadas pelo Laboratório Eurofins-Innolab Ltda.

Quadro 2.2.1-4 - *Variáveis físicas, químicas, físico-químicas e biológicas a serem monitoradas no sedimento, e metodologia de análise.*

VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS	METODOLOGIA
Granulometria	Gravimétrico
Nitrogênio Kjeldahl	MA - 022 - L2/Colorimétrico
Nitrogênio Amoniacal	MA - 025 - L2
Fósforo	APHA-AWWA-21ªEd. 4500P B(5) e 4500P/ Colorimétrico
Carbono orgânico total	Analisador de carbono
Metais	MA-071-L2/ Espectrofotometria e Hg colorimetria
HTP	ISO 9377-2/Cromatografia gasosa
HPA	U.S. EPA 8270/Cromatografia gasosa

d) Bentos de substrato inconsolidado

Durante a coleta de amostras de sedimento foram retirados 1 corer de 10x10 cm para análises de macrofauna e 1 corer de 10x4 cm para análise de

meiofauna. Os corers de macrofauna foram quarteados nos seguintes extratos: 0-2 cm, 2-5 cm e 5-10 cm (Figura 2.2.1-4). As amostras de macrofauna bentônica foram acondicionadas em frascos plásticos de 1L e fixadas em formol diluído a 4%.

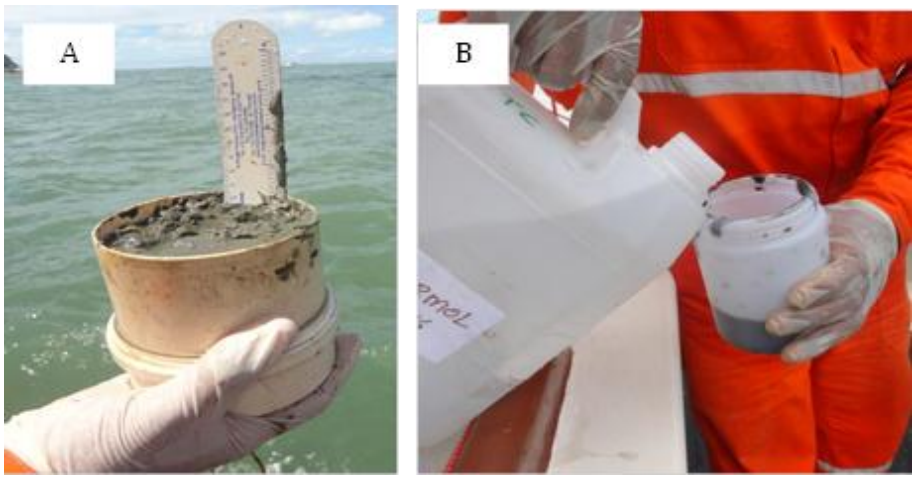


Figura 2.2.1-4 - *Fracionamento e fixação de amostras de macrofauna.*

As amostras de meiofauna foram acondicionadas em frascos plásticos de 250 mL e fixadas em formol diluído a 4%. Em laboratório, cada amostra foi corada com Rosa de Bengala e posteriormente lavada em peneiras de 0,5 mm e de 0,062 mm para triagem dos organismos. Os organismos que ficaram retidos na malha de 0,062 mm foram identificados no nível de grupos taxonômicos superiores e contados. Posteriormente foi analisada a composição específica; densidade total; riqueza; índice de diversidade e equitabilidade.

As amostras destinadas à análise de macrofauna foram cuidadosamente lavadas, utilizando-se peneiras sobrepostas com malhas de 500 e 300 µm. Todo o material recolhido das peneiras foi acondicionado em bandejas de plástico. Devido ao grande volume de sedimento obtido para análise, foi retirada uma sub-amostra, equivalente a um quarto da amostra, fixada em formol 4%. Os organismos encontrados na sub-amostra foram separados em grandes grupos e armazenados em álcool 70%.

As análises da macrofauna e meiofauna bentônicas foram realizadas pelo laboratório Oceânides Serviços de Consultoria Ambiental e Oceanográfica Ltda. Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível e quantificados através da utilização de microscópio estereoscópio. O restante da

amostra também foi armazenado em formol 4%. Após a identificação e quantificação, os números são multiplicados por quatro, para obtenção do valor total estimado de organismos presentes em cada amostra.

Os dados foram apresentados em indivíduos por metro quadrado, calculados conforme a área da superfície do amostrador. Como as demais comunidades da biota, a macrofauna bentônica foi analisada em termos de composição específica; densidade (ind/m^2) total; riqueza (no de táxons); índice de diversidade (bits/ind) e equitabilidade.

e) Bentos de substrato consolidado

Os levantamentos de bentos de substrato consolidado (fito e zoobentos) foram efetuados de forma não destrutiva, empregando-se o método de vídeo-transecto subaquático (Figura 2.2.1-5), sendo contempladas nas duas áreas de interesse a zona de infralitoral e os costões rochosos (zona entre-marés). Este método é amplamente empregado nos levantamentos de campo de áreas extensas e tem como vantagem adicional a produção de um registro visual permanente e usualmente empregado para descrever a zonação no habitat (Carleton & Done, 1995; Aronson & Swanson, 1997; Cruz *et al*., 2008, Cruz *et al*., 2009).

No levantamento de dados primários serão estabelecidos na Ilha da Moela, transectos em linha com extensão de 4 m, onde os mergulhadores percorreram a linha (estabelecida com ajuda de uma trena) registrando os dados que se encontram dentro de uma faixa de 20m de largura de cada lado da linha por meio de fotos e filmagens com ROV. Cada transecto cobriu uma área de cerca de 80 m^2. No total foram estabelecidos 30 transectos distribuídos ao redor da ilha, totalizando uma área de 2.400 m^2.

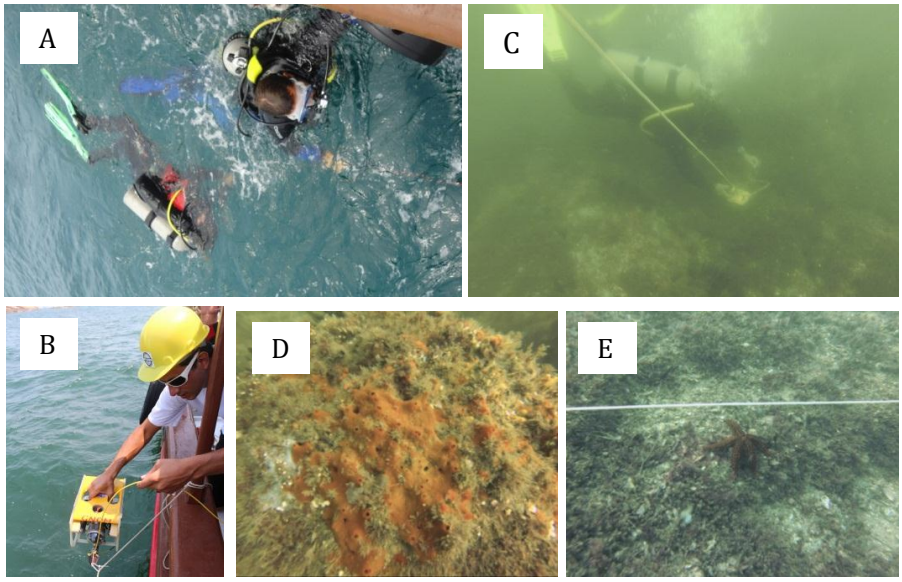


Figura 2.2.1-5 - *Procedimentos de aquisição de imagens por vídeo-transecto: a) descida dos mergulhadores, b) preparação do ROV, c) aquisição de imagens, d) imagens do costão, e) linha guia de marcação do transecto e imagens do fundo.*

Posteriormente, os registros fotográficos e filmagens foram analisados por especialistas da área e os organismos foram identificados, quando possível, em nível específico. A partir destes resultados foram estimados riqueza de espécies e porcentagem de recobrimento do substrato.

Durante as atividades de aquisição de imagens de fundo aquático foram registradas ainda informações sobre a composição da ictiofauna local pelo ROV e pela equipe de mergulho. Os resultados obtidos em campo são apresentados no Anexo 2.2-5.

No Quadro 2.2.1-5 é apresentada a descrição dos sítios de aquisição de imagens (tipo de fundo, declividade do costão, velocidade das correntes marinhas, profundidade média) e cobertura vegetal e fauna associada, cuja descrição mais aprofundada será abordada no item 2.5.2 Bentos.

Quadro 2.2.1-5 - *Descrição dos sítios de aquisição de imagem por ROV na Ilha da Moela.*

ESTAÇÃO	IMS-01	IMS-02	IMS-03	IMS-04	IMS-05	IMS-06	IMS-07
Prof. média (m)	8,92	21,1	20,7	9,6	18,5	18,6	15,3
Corrente marinha	Baixa - moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Baixa - moderada	Baixa - moderada	Moderada
Tipo de fundo	Costão bastante fragmentado, composto por grandes matacões de rochas	Lamoso	Lamoso	Transição entre fundo de cascalho e costão rochoso	Lamoso	Lamoso	Lamoso
Declividade	Média	-	-	Suave	-	-	-
Cobertura vegetal e fauna associada	Fundo recoberto por algas vermelhas e pardas, formando uma capa densa. Presença abundante de ascídias, poríferos, hidrozoários e crinóides	Sem registro	Sem registro	Costão: cobertura densa de algas rodófitas, crinoides, ascídias e esponjas. Na região coberta por cascalho: presença de poliquetas, estrelas-do-mar, tufos de hidrozoários e crinoides.	Orifícios registrados no fundo lamacento sugerem a presença de organismos bentônicos escavadores (infauna), tais como moluscos, anelídeos (poliquetas) ou crustáceos.	Orifícios registrados no fundo lamacento sugerem a presença de organismos bentônicos escavadores (infauna), tais como moluscos, anelídeos (poliquetas) e crustáceos.	Sem registro

(continua)

Quadro 2.2.1-5 (conclusão)

ESTAÇÃO	IMS-08	IMS-09	IMS-10	IMS-11	IMS-12	IMS-13	IMS-14	IMS-15
Prof. média (m)	17,16	21,2	18,5	19,6	15,8	15,73	14,1	14,9
Corrente marinha	Moderada - forte	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada - forte	Moderada	Moderada	Moderada
Tipo de fundo	Costão rochoso bastante fragmentado	Lamoso	Costão rochoso recoberto por areia	Lamoso	Lamoso	Costão rochoso, alguns pontos com cobertura por cascalho	Lamoso	Lamoso
Declividade	Média a baixa	-	Baixa	-	-	Baixa	-	-
Cobertura vegetal e fauna associada	Presença abundante de crinoides, poríferos e ascídias. Em menor abundância hidrozoários e corais pétreos.	Sem registro	Camada esparsa de algas pardas, presença de crinóides, gorgônias e corais.	Sem registro	Sem registro	Presença de crinóides e corais. Em menor abundância hidrozoários e ascídias. Registro de conchas de gástropodes, nudibrânquio e caranguejo-aranha.	Sem registro	Sem registro

2.3 - Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC)

A Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC) é constituída por trechos, principalmente marinhos, dos municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, abrangendo uma área de 449.259.704 hectares no estado de São Paulo. Sendo recentemente ampliada em mais 3823 hectares de acordo com o Decreto n°: 14982/2013.

De acordo com o Decreto n° 53.526, de 08 de outubro de 2008, a APAMLC foi instituída com a finalidade de proteger, ordenar, garantir e disciplinar o uso racional dos recursos ambientais da região, inclusive suas águas, bem como ordenar o turismo recreativo, as atividades de pesquisa e pesca, e promover o desenvolvimento sustentável da região. Ainda de acordo com o decreto de criação da APAMLC, são previstas dentro de seus limites as atividades de: pesquisa científica; manejo sustentado de recursos marinhos; pesca necessária à garantia da qualidade de vida das comunidades tradicionais, bem como aquela de natureza amadora e esportiva; moradia e extrativismo necessário à subsistência familiar; ecoturismo, mergulho e demais formas de turismo marítimo; educação ambiental relacionada à conservação da biodiversidade e esportes náuticos.

Estão inclusos no perímetro da APAMLC os manguezais localizados junto aos rios Itaguaré, Guaratuba, Itapanhau e Canal de Bertioga, situados no município de Bertioga, ao rio Itanhaém, no munícipio de Itanhaém, e aos rios Preto e Branco, no município de Peruíbe.

Visando o processo de gestão, a unidade foi dividida em três setores (Figura 2.3-1):

- Setor 1: Guaíbe, situado no litoral dos Municípios de Bertioga e Guarujá;
- Setor 2: Itaguaçu, situado no litoral do município de Santos;
- Setor 3: Carijó, situado no litoral dos municípios de São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

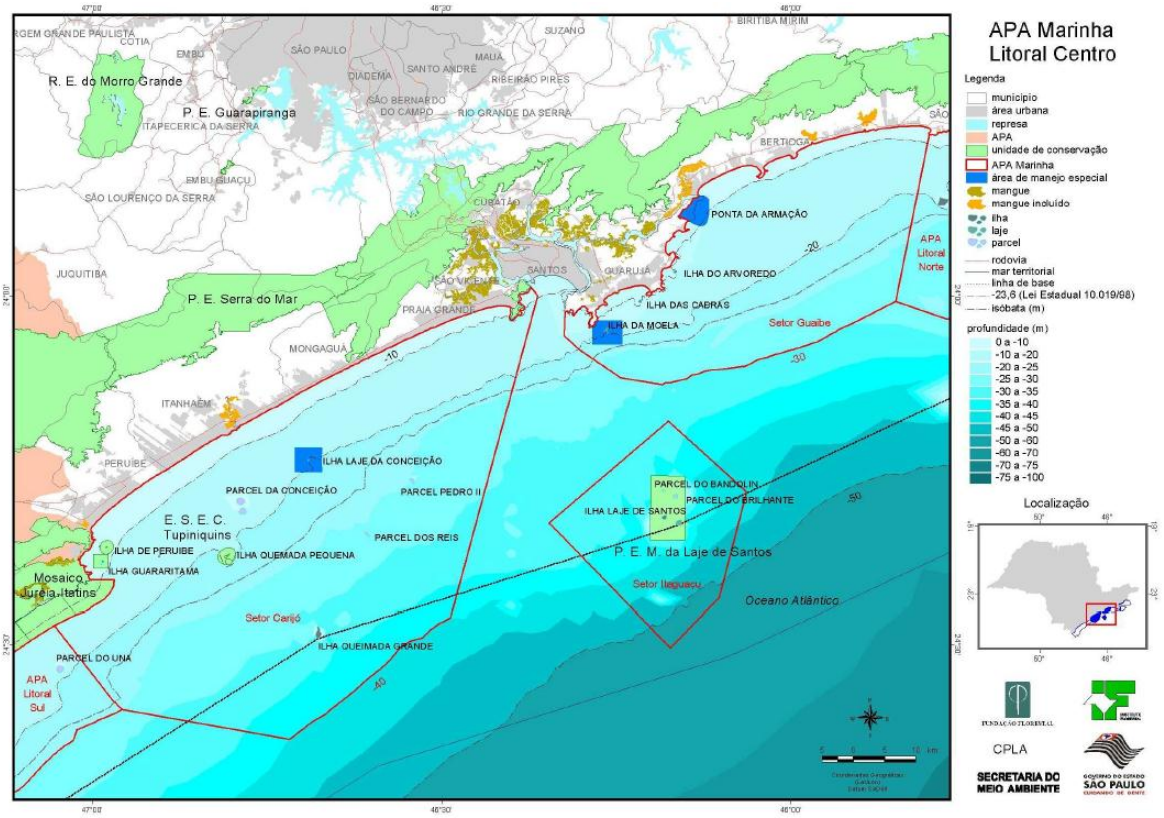


Figura 2.3-1 - *Imagem da delimitação da Área de Preservação Ambiental Marinha Litoral Centro, evidenciando os três setores que a compõe.*
Fonte: Decreto n° 53.526, de 08 de outubro de 2008.

De acordo com ICMBio (2008), o Setor Carijó, com 270.239 ha, se sobrepõe parcialmente à região NE da Estação Ecológica dos Tupiniquins. Ainda de acordo com o estudo do ICMBio (2008), com a criação da APAMLC, a SMA/SP caracterizou de fato sua missão de proteção da biodiversidade costeira e marinha acrescida da preocupação com a manutenção dos estoques pesqueiros.

Na concepção da APAMLC se destacam duas Áreas de Manejo Especial (AME) para a proteção da biodiversidade. Sendo uma composta pela Ponta da Armação e Ilha da Moela, ambas localizadas no município do Guarujá, e a outra AME composta pela Ilha da Laje da Conceição, no município de Itanhaém (Quadro 2.3-1 e Mapa 2.3-1). Estas duas áreas foram estabelecidas com o objetivo de proteger a biodiversidade, combater as atividades predatórias, controlar a poluição e sustentar a produtividade pesqueira.

A seguir são apresentadas informações sobre os meios físico, biótico e socioeconômico a fim de caracterizar o ambiente no qual a AME da Ilha da Moela está inserida.

Quadro 2.3-1 - *Coordenadas de localização das Áreas de Manejo Especial.*

AME DA LAJE DA CONCEIÇÃO		
VÉRTICE	**COORDENADAS**	
	LATITUDE	**LONGITUDE**
1	24°15'12" S	46°42'36" W
2	24°13'05" S	46°42'36" W
3	24°13'05" S	46°40'16" W
4	24°15'12" S	46°40'16" W
AME DA ILHA DA MOELA		
VÉRTICE	**COORDENADAS**	
	LATITUDE	**LONGITUDE**
1	24°02'36" S	46°17'01" W
2	24°02'07" S	46°16'39" W
3	24°02'07" S	46°14'31" W
4	24°04'12" S	46°14'31" W
5	24°04'12" S	46°17'01" W

Mapa 2.3-1 - *Localização das Áreas de Manejo Especial.*

Mapa 2.3-1 - *Localização das Áreas de Manejo Especial.*

2.4 - Meio Físico

2.4.1 - Oceanografia Física

2.4.1.1 - Introdução

O presente relatório tem como objetivo caracterizar a sazonalidade (verão e inverno) dos principais aspectos meteoceanográficos da região que engloba a Ilha da Moela, localizada entre as latitudes de 24°02'S - 24°04'S e longitudes de 46°14'W - 46°17'W, e adjacências.

Para tanto, foram utilizadas informações provenientes de bancos de dados e modelos numéricos globais e séries temporais regionais.

Os parâmetros investigados e abordados neste estudo englobam: (i) a meteorologia e climatologia; (ii) as características das massas de água; (iii) os parâmetros físicos da água do mar (temperatura e salinidade); (iv) a circulação oceânica; (v) o comportamento das marés e (vi) clima de ondas na região de estudo e adjacências, e serão apresentados nas seções a seguir.

2.4.1.2 - Metodologia

Para a caracterização meteoceanográfica da região de interesse foram utilizadas informações provenientes de diferentes bancos de dados e modelos numéricos largamente difundidos na comunidade científica, descritos a seguir.

- Dados da análise da variabilidade sazonal da circulação no Estuário de Santos (SP) (Projeto CIRSAN) (HARARI *et al*., 2006; 2009);
- Série de dados pluviométricos dos Municípios de Santos, Guarujá e São Vicente obtidos entre 1940 e 2000 (Silva, 2009);
- Série de dados pluviométricos dos Municípios de Cubatão e São Bernardo do Campo, obtidos entre 1961 e 1991 (PELLEGUATTI *et al*., 2010);
- Resultados de simulações de maré para a Baixada Santista (HARARI & CAMARGO, 1998; HARARI *et al.*, 2000);

- Caracterização hidrográfica, formação de massas d' água e circulação do Golfo de Santo Amaro (MELLO & MIRANDA, 2006);
- Dados de Correntes da zona costeira do Estado de São Paulo (LEITÃO *et al*., 2001);
- Série de dados obtidos entre 2000 e 2005 na estação meteorológica de Santos (PORTO DE SANTOS/FRF, 2008);
- Dados obtidos em março de 1998 na caracterização do Sistema Estuarino de Santos (ABESSA *et al*., 2008);
- Estudo de uso e conflitos da Laje da Conceição - Itanhaém - SP (PETROBRAS/WALM, 2012);
- Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - 10 Relatório Semestral (FUNDESPA, 2010);
- Série de dados obtidos entre janeiro de 2012 e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela (INMET).

Uma breve descrição dos estudos citados acima é apresentada a seguir, destacando os aspectos metodológicos e as particularidades pertinentes a cada estudo.

O Projeto CIRSAN teve como objetivo principal determinar a variabilidade dos sistemas de correntes no Estuário de Santos, com ênfase no contraste verão / inverno e na interação entre a circulação de maré e a residual. Na execução do projeto foram realizadas 8 campanhas na Baía de Santos, em dois períodos distintos: 1) em março e agosto de 2006 e 2) em março e setembro de 2007, consequentemente, foram amostradas situações de verão e inverno em dois anos consecutivos, em condições diferentes de maré (sizígia e quadratura).

No total foram amostradas 19 estações na Baía nas quais foram adquiridos dados de correntes, temperatura e salinidade. Na Figura 2.4.1.2-1 é apresentado o mapa de amostragem do projeto. A coleta de dados foi efetuada simultaneamente por duas embarcações, uma atendendo as amostragens na região rasa da baía (estações 1 a 8, EM-1 e EM-0), enquanto a outra cobriu a região profunda (estações 9 a 16, EM-0 e EM-2). Foram implementados programas específicos, em plataforma MATLAB 6.0 para representação gráfica de cada parâmetro observado na Baia de Santos, em cada data amostrada,

caracterizando assim suas variações espaciais e sazonais. Os dados de correntes foram também processados, com as correções da declinação magnética e a obtenção de médias vetoriais por camadas na coluna d'água.

As séries temporais de nível do mar (no Porto de Santos) foram submetidas a análises estatística, espectral e de maré, de modo a permitir sua completa caracterização, especialmente as constantes de maré.

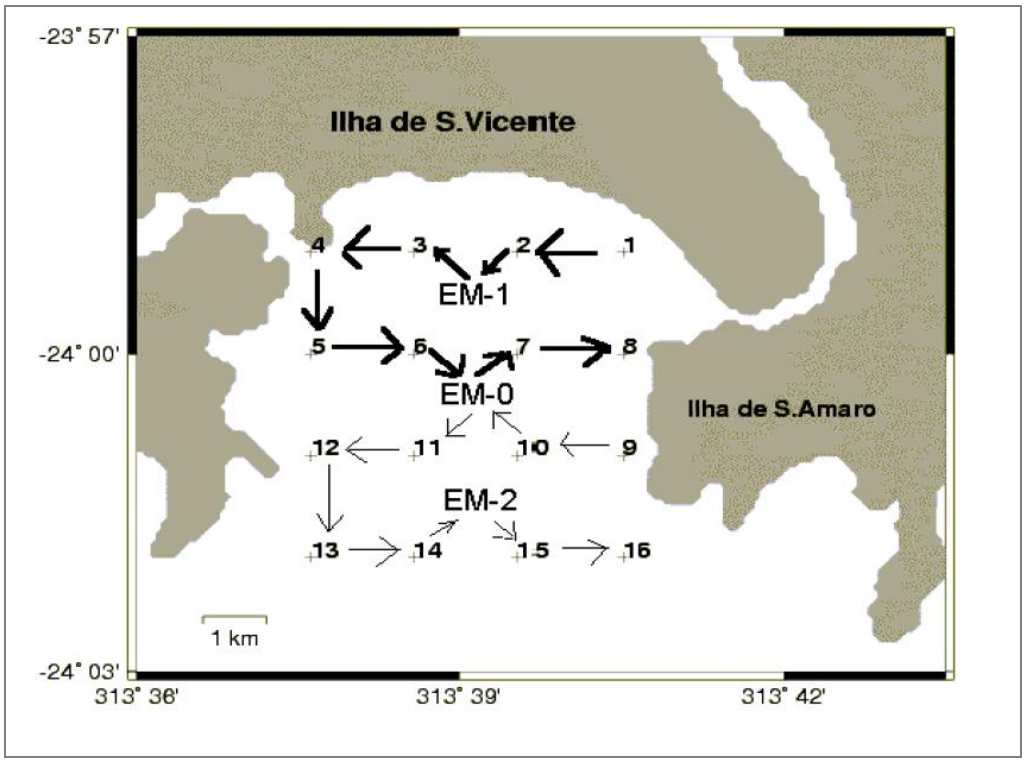


Figura 2.4.1.2-1 - *Estações de amostragem do projeto CIRSAN na Baía de Santos.*
Fonte: Harari *et al.* (2009).

Em Harari & Camargo (1998) foi implementado o modelo *Princeton Ocean Model* (POM) para a região costeira de Santos, tendo ao centro a cidade de Santos e incluindo diversos municípios do litoral do Estado de São Paulo, como Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Bertioga.

Visando um detalhamento maior dos sistemas de correntes nas regiões interiores rasas, os resultados de Harari *et al*. (2000) foram utilizados em aninhamentos cobrindo quatro sub regiões de interesse, com resolução horizontal

de 75 m, cobrindo 1) o Canal do Porto e as praias de Santos, 2) as Praias do Guarujá, 3) o acesso ao Porto de Santos e 4) a área costeira adjacente à Ilha da Moela (Figura 2.4.1.2-2).

Os resultados gerados pelo modelo nas grades aninhadas foram comparados com previsões harmônicas de maré e observações do nível do mar. Posteriormente foram gerados mapas de correntes de maré (que serão detalhados no item 2.4.1.7) em diversas profundidades, bem como perfis verticais das correntes em pontos de interesse. Posteriormente em 2003, foram efetuadas novas simulações numéricas da propagação de maré na região costeira de Santos a partir do POM por Harari & Camargo (2003).

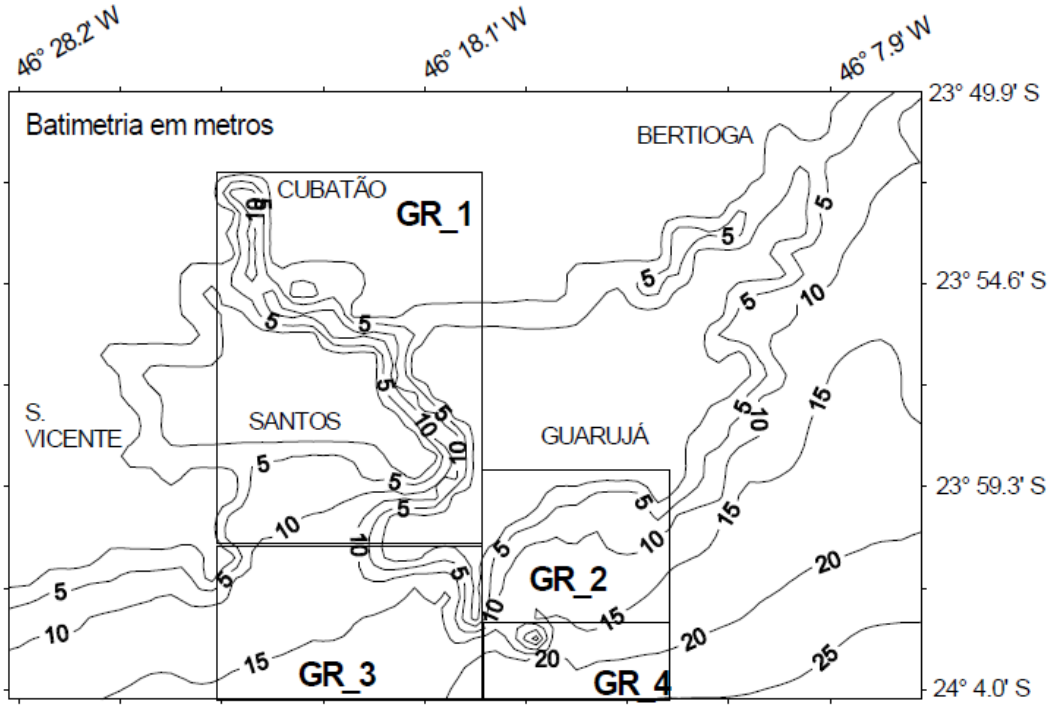


Figura 2.4.1.2-2 - *Limites da quatro grades aninhadas utilizadas nas modelagens numéricas das correntes de maré na Baixada santista, efetuadas por Harari* et al*. (2000).*

Para caracterização das mudanças espaciais e temporais das propriedades hidrográficas, formação de massas d' água e configuração das principais correntes atuantes no Golfo de Santo Amaro realizada por Mello e Miranda (2006) foram utilizadas dados de salinidade, temperatura e pressão adquiridas por CTD

em 13 estações, durante a primavera austral (outubro de 1997) e verão (março de 1998). As séries de correntes foram medidas em três pontos, localizados ao longo do emissário submarino a 4500, 2800 e 1100 m da praia, conforme mostrado na Figura 2.4.1.2-3.

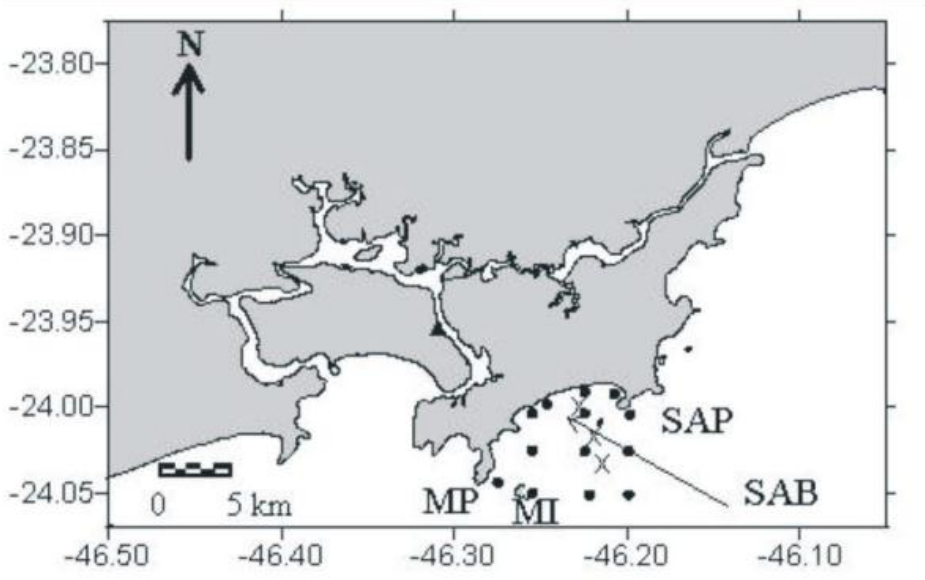


Figura 2.4.1.2-3 - *Localização dos pontos de aquisição de dados no Golfo de Santo Amaro (SAB), limitado por Munduba (MP) e Ilha da Moela (MI).*
Fonte: Mello e Miranda (2006).

No estudo conduzido por Leitão *et al*. (2001) foram coletados dados de ADCP que permitiram medir a intensidade e direção da corrente simultaneamente em várias profundidades. Foram efetuadas também algumas campanhas de medidas de temperatura e salinidade da água, tendo a análise da estrutura vertical de densidade apontando a predominância de alguma estratificação, o que resultou na divisão da coluna d' em duas camadas: 1) até aos 10 metros de profundidade e 2) de 11 metros de profundidade até ao fundo. Foram levantadas informações no período do verão e no inverno.

Os dados de campo de altura significativa, período de pico e direção de onda para a região da Baixada Santista, retirados de PETROBRAS/WALM (2012), foram baseados em médias anuais, de verão e de inverno, respectivamente. As informações mencionadas foram desenvolvidas pelo *Marine Modeling and*

Analysis Branch / Environmental Modeling Center do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), com resolução espacial de 1° e temporal de 8 horas.

2.4.1.3 - Meteorologia e Climatologia

A Região Metropolitana da Baixada Santista está situada no limite entre o clima tropical e o subtropical, com índice pluviométrico bastante alto e variável a nível local. De maneira geral, o mês mais seco do ano é agosto (90,6 mm), enquanto que fevereiro apresenta os maiores índices pluviométricos (301 mm). A temperatura média anual do ar é de 22 ºC, com máximos em fevereiro (29,4 ºC) e mínimos em julho (14,6 ºC).

A massa de ar predominante na região é a Tropical Atlântica. Além desta, três massas de ar atuam na região: a Subtropical, a Polar e a Equatorial Continental.

A Serra do Mar, em seu trecho ao longo do litoral paulista, tem como um de seus aspectos climatológicos mais marcantes, a influência da orografia nos totais de precipitação. A configuração do obstáculo e a atuação dos sistemas atmosféricos são responsáveis por totais de precipitação que se encontram entre os mais elevados do território brasileiro.

O efeito orográfico ocorre pela ascensão forçada das massas de ar que, ao se elevarem, passam pelo processo de resfriamento adiabático, ou seja, sem troca de calor com o ambiente ao seu redor. Todavia, são necessários outros controles físicos para a intensificação da precipitação como os sistemas atmosféricos, tais como a configuração do relevo e a proximidade com o oceano.

O padrão característico das condições meteorológicas e circulação atmosférica de baixos níveis na região é dominado pelo Anticiclone semifixo do Atlântico Sul (AAS), mais conhecido como Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), pela passagem de sistemas frontais e por circulações locais, principalmente associadas à circulação de brisa mês (LEMOS & CALBETE, 1996; FUNDESPA, 2010).

A influência da ASAS está associada a ventos de NE/ENE e a condições de tempo estáveis, devido à subsidência induzida na região de alta pressão. A variabilidade sazonal do padrão de ventos na região, devido ao deslocamento da

ASAS, é ilustrado na Figura 2.4.1.3-1 para o período de verão (janeiro) e na Figura 2.4.1.3-2 para o período de inverno (junho). Tais figuras apresentam o comportamento sazonal da circulação atmosférica obtida através de médias mensais de 60 anos (1948–2008) das reanálises do modelo de circulação geral do *National Centers for Environmental Prediction* do *National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR). Nessa análise foram utilizados dados de vento na altura de 10 m acima da superfície do mar.

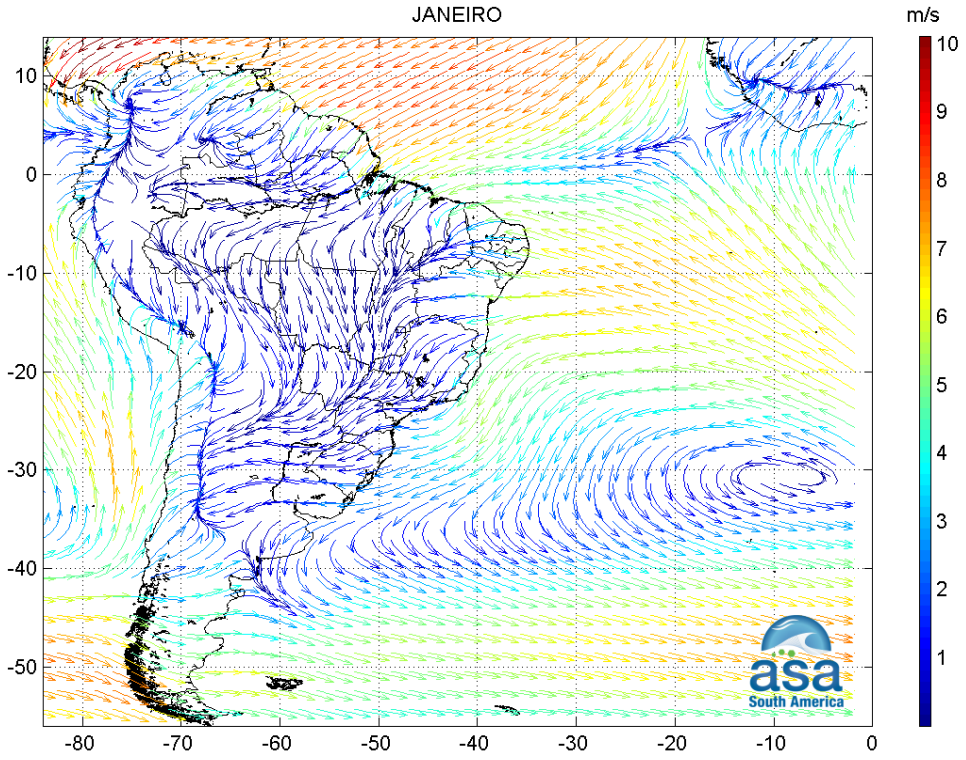


Figura 2.4.1.3-1 - *Médias de 60 anos (1948 - 2008) do vento a 10 m no período de verão (janeiro).*
Fonte: FUNDESPA (2010).

No período de inverno, as frentes frias aumentam em intensidade e frequência (3 a 6 eventos por mês), produzindo uma mudança na direção dos ventos de NE para NW, á medida que o sistema frontal se aproxima, e, após sua passagem, os ventos mudam a direção de SW para NE, assumindo os padrões de ventos condicionados pela ASAS novamente.

Nunes (1997), ao avaliar a variabilidade da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo, atesta que o setor central do litoral Paulista (Cubatão e seu

entorno) é a área mais chuvosa do Estado, em razão de fatores como o alinhamento da Serra do Mar em relação aos fluxos atmosféricos originários do oceano e também por ser área de encontro de sistemas atmosféricos.

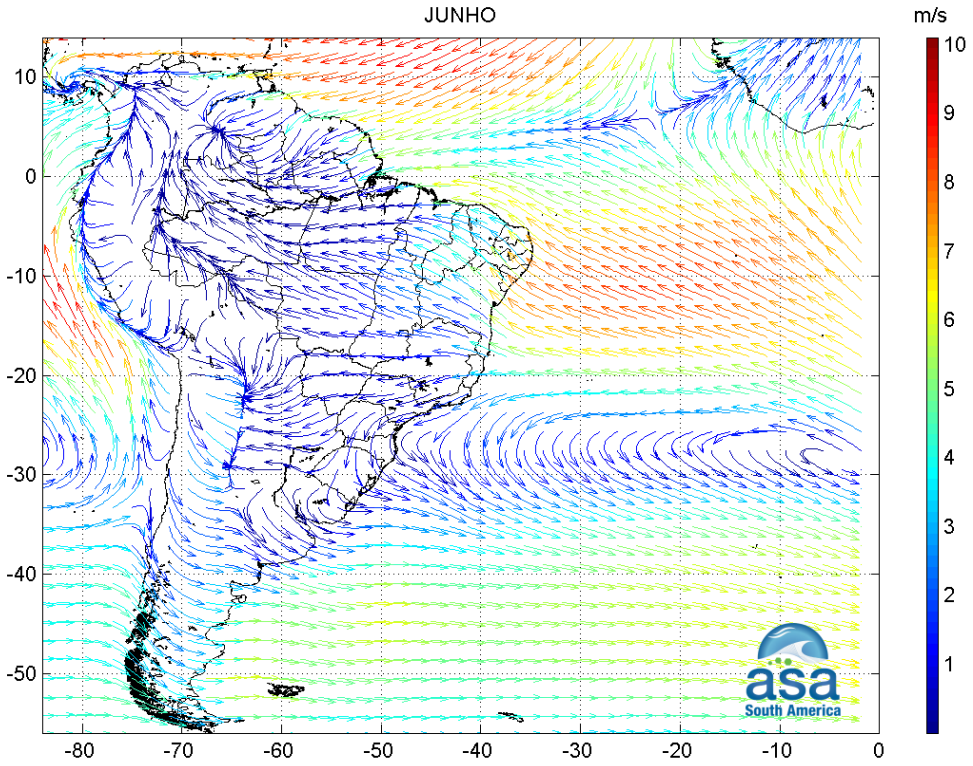


Figura 2.4.1.3-2 - *Médias de 60 anos (1948 - 2008) do vento a 10 m no período de inverno (junho).*
Fonte: FUNDESPA (2010).

Os dados retirados do estudo de Silva (2009), também disponibilizados pelo DAEE de São Paulo (Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo), foram adquiridos em estações pluviométricas localizadas no Guarujá, Santos e São Vicente. Para avaliar as diferenças na quantidade de chuva total entre os períodos e as mudanças na distribuição e intensidade das chuvas ao longo do ano foram realizadas estimativas das variações mensais e das máximas diárias por mês utilizando médias de três períodos diferentes: 1941 a 1960, 1961 a 1980 e 1981 a 2000 e para cada estação foi calculada a média da variação mensal e das máximas diárias (Figuras 2.4.1.3-3 a 2.4.1.3-17).

A partir dos resultados, verificou-se que a precipitação média anual situa-se entre 2.000 e 2.500 mm nas baixas altitudes e entre 1.600 e 3.000mm nas áreas elevadas, corroborando os dados obtidos por Pelleguatti & Galvani (2010).

Ainda segundo os resultados de Silva (2009) o período chuvoso encontra-se entre novembro e março, e o de estiagem entre abril e outubro. Mesmo assim, em face da geografia local ocorrem chuvas mais intensas mesmo em períodos geralmente mais secos (CETESB, 2007). Tais características agravam o problema das inundações e enchentes, típico de cidades litorâneas, que pode ainda ser incrementado com mudanças trazidas por variações climáticas.

Acerca dos dados pluviométricos também se pode notar que os períodos indicam variações, que nem sempre implicam em aumento da quantidade de chuvas ou das máximas diárias. Enquanto em São Vicente ocorreu aumento das chuvas após a década de 1960 (principalmente durante os meses de verão), o oposto ocorreu no Guarujá, com as máximas pluviométricas obtidas entre 1941 e 1960, e em Santos as tendências dos padrões e níveis das chuvas foram bastante semelhantes para os três períodos, embora divergências existam.

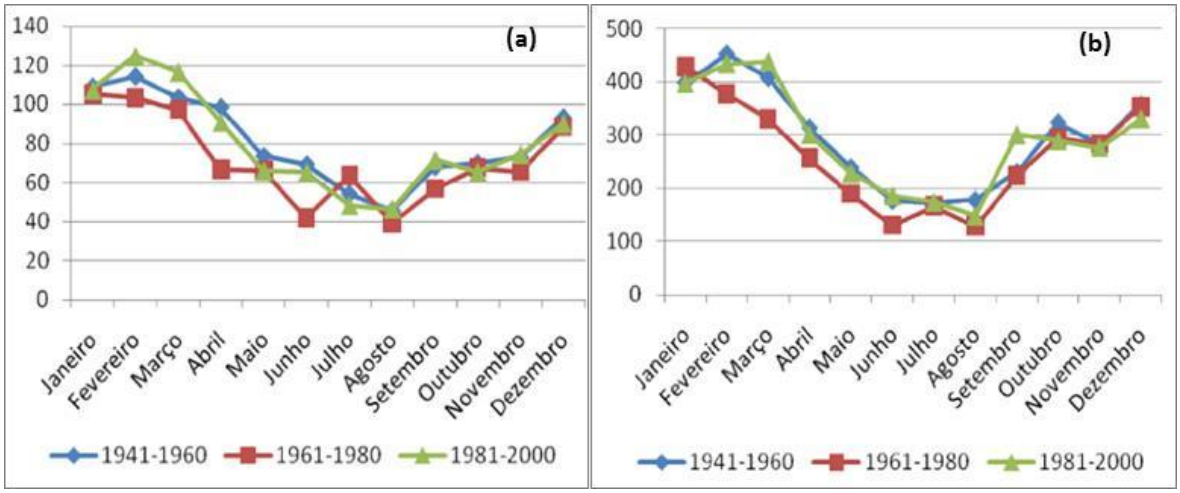


Figura 2.4.1.3-3 - *(a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município de Santos.*
Fonte: Silva (2009).

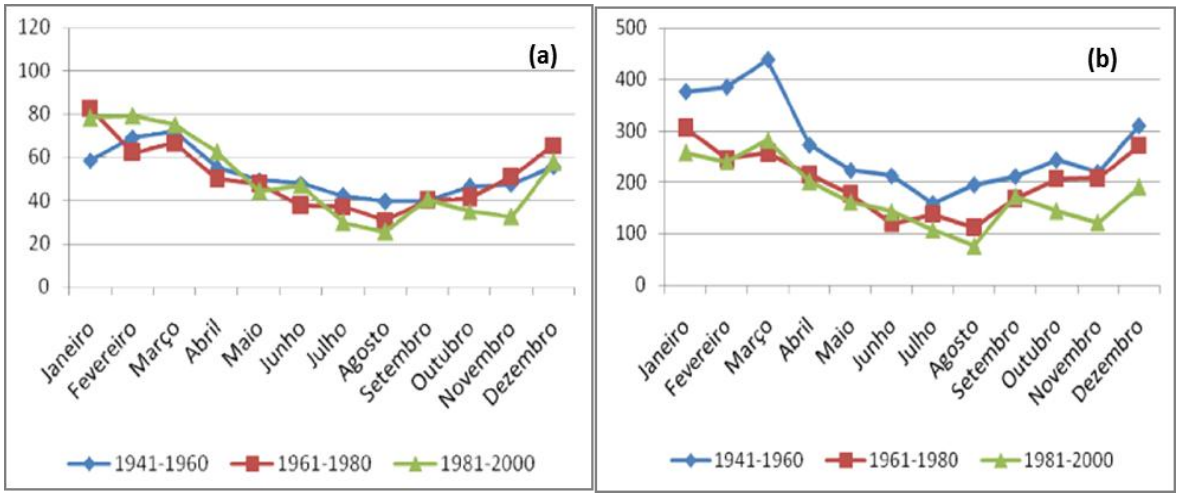


Figura 2.4.1.3-4 - *(a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município do Guarujá.*
Fonte: Silva (2009).

Segundo relatório da CETESB (2013) o município de Santos possui a maior média pluviométrica do litoral do estado de São Paulo, tanto para os meses de primavera-verão quanto para os meses de outono-inverno, com média mensal em torno dos 266 mm. O município com a menor média pluviométrica é São Sebastião, com média mensal de 113 mm, seguido por Ilhabela, com 129 mm, ambos no Litoral Norte.

No Quadro 2.4.1.3-1 e Figura 2.4.1.3-6 são mostrados os valores máximos, médios e mínimos de temperatura para os anos de 2000 e 2005 medidos numa estação meteorológica automática localizada em Santos (Latitudes 23,93° S e longitude 46,3° W e a 3 m de altitude).

Ao todo foram analisados 17.520 registros horários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento. A temperatura do ar média anual para a área de estudo e o período de análise é de 23,8 °C. O mês com temperaturas mais elevadas é janeiro com valor médio mensal de 27,0 °C e o mês considerado mais frio é julho com média mensal, para a série avaliada, de 19,9 °C. O valor médio anual das temperaturas máximas é de 32,0 °C e as temperaturas mínimas apresentam valor de 15,9 °C. De acordo com os dados a amplitude térmica anual (diferença entre o mais elevado e mais reduzido valor de temperatura média do ar) é de 7,1 °C.

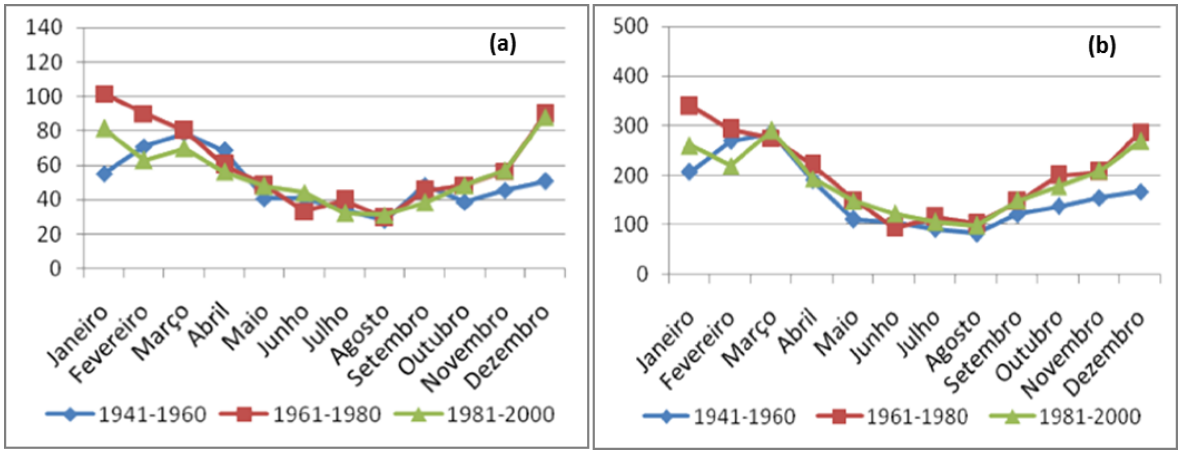


Figura 2.4.1.3-5 - *(a) Máximas diárias e (b) médias mensais pluviométricas para o Município de São Vicente.*
Fontes: DAEE-SP, Porto de Santos/FRF, 2008.

Quadro 2.4.1.3-1 - *Máximos, médios e mínimos de temperatura (°C) para os anos de 2000 e 2005 medidos na estação meteorológica de Santos (SP).*

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Média	26,3	27,0	26,7	25,6	22,5	21,7	19,9	20,5	21,3	23,3	24,5	26,0	23,8
Máximo	33,8	34,2	33,2	32,8	31,8	30,3	29,0	29,2	30,2	32,0	33,2	34,2	32,0
Mínimo	19,8	19,4	18,8	18,0	14,0	13,0	11,3	11,5	13,3	15,3	17,3	19,0	15,9

Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

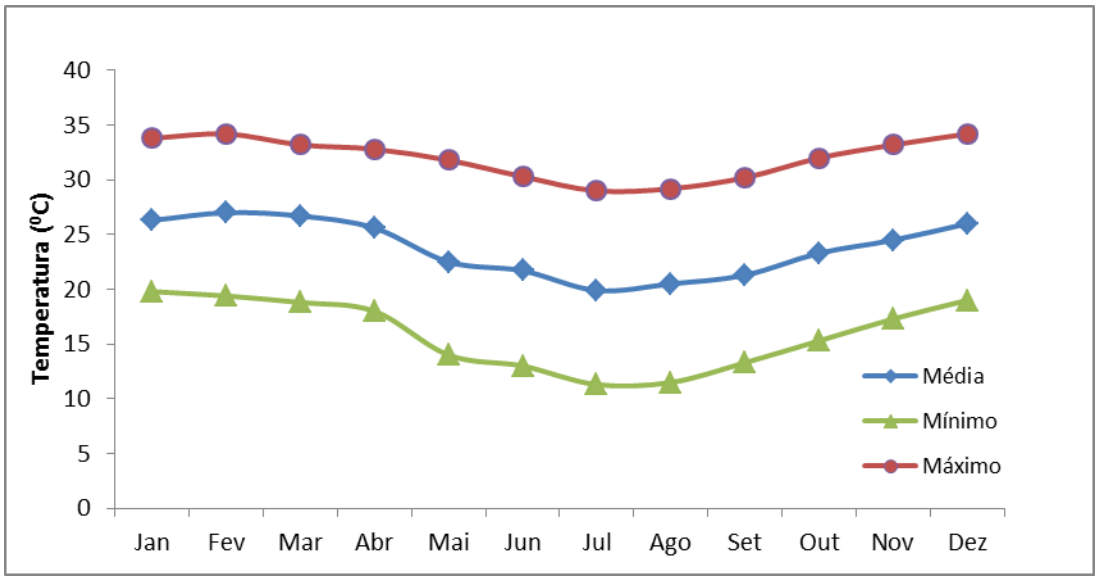


Figura 2.4.1.3-6 - *Variação da temperatura do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).*
Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

Nas Figuras 2.3.1.3-7 e 2.3.1.3-8 são mostradas as séries de temperatura obtidas nos anos de 2012 e 2013, respectivamente, na estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na Ilha da Moela.

De acordo com os dados, nota-se a predominância de temperaturas inferiores a 24 º C entre os meses de junho a setembro de 2012 e setembro e outubro de 2013, enquanto as mais elevadas (28 - 35 º C) são observadas de janeiro a março. Com relação à pressão atmosférica (Figura 2.3.1.3-9), entre março de 2012 e janeiro de 2013 e entre agosto e outubro de 2013 (Figura 2.3.1.3-10), foram obtidos valores bastante homogêneos, oscilando estes entre 1000 e 1020 hPa.

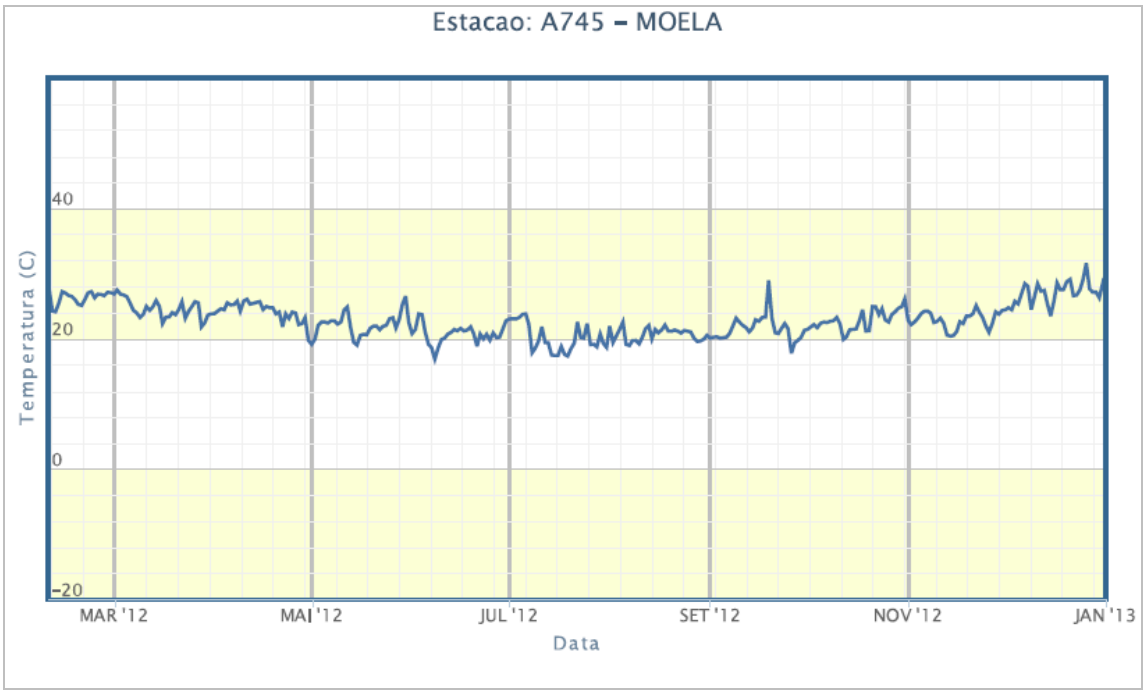


Figura 2.4.1.3-7 - *Variação da temperatura do ar entre março de 2012 e janeiro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

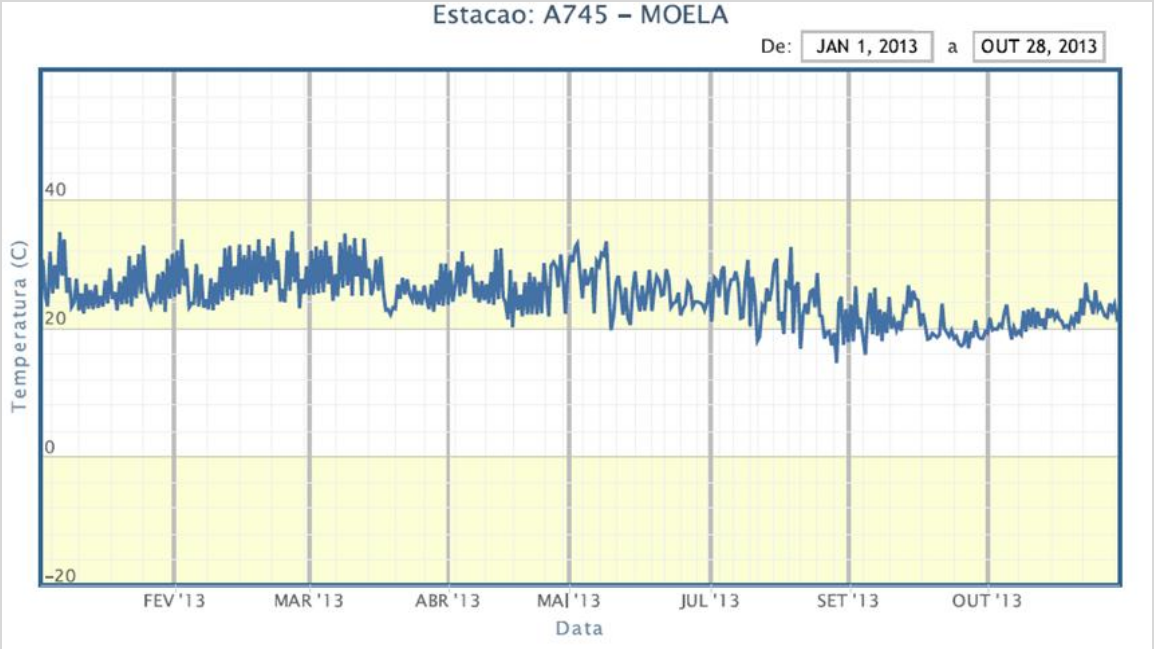


Figura 2.4.1.3-8 - *Variação da temperatura do ar entre janeiro e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

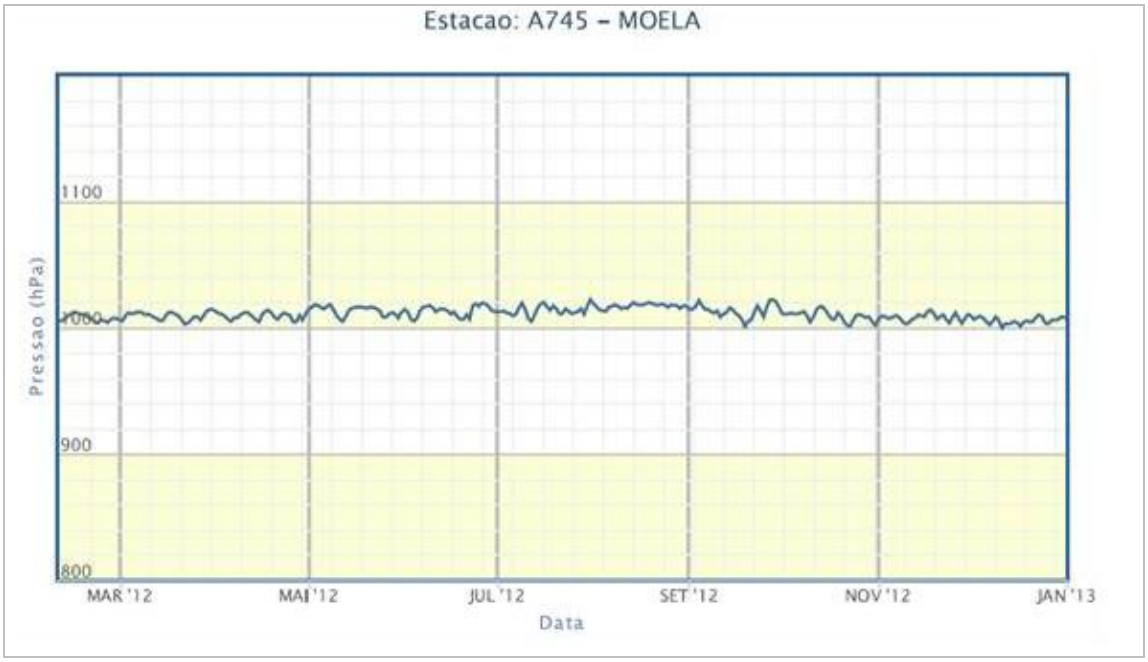


Figura 2.4.1.3-9 - *Variação da pressão atmosférica entre março de 2012 e janeiro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

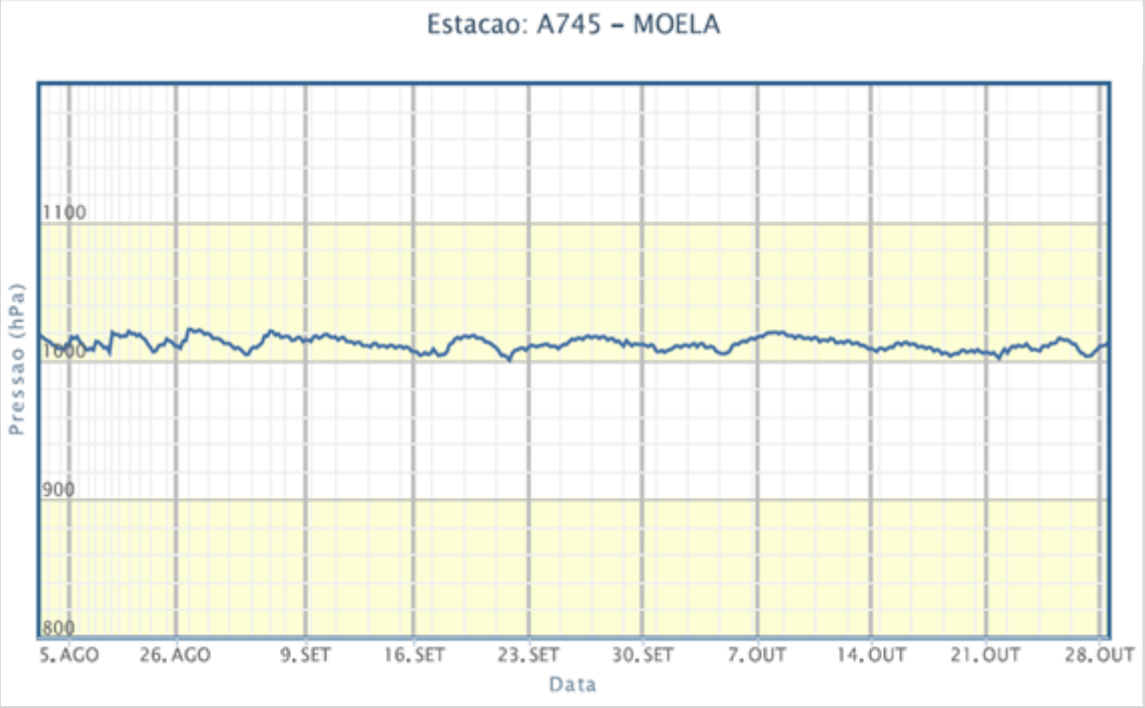


Figura 2.4.1.3-10 - *Variação da pressão atmosférica entre agosto e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

A série de valores de umidade relativa do ar medida entre os anos de 2000 e 2005 são mostrados no Quadro 2.4.1.3-2. O valor médio da umidade relativa anual para a região de Santos é 66,3%, oscilando entre 63,0% em fevereiro (mês de umidade relativa mais reduzida) a 69,7% em junho (mês de umidade relativa mais elevada).

A variação anual da umidade relativa do ar média apresenta variação inversa a da temperatura do ar. Esse fato é explicado em função da relação inversa entre esses dois atributos do clima. A umidade relativa indica o quão próximo o ar está da saturação, não indicando, portanto conteúdo de água na atmosfera. No período noturno com a redução da temperatura do ar esta se aproxima da condição saturante e a umidade relativa do ar apresenta valores mais elevados.

Na Figura 2.4.1.3-11 são observados os valores médios mensais mais elevados de umidade relativa do ar nos meses mais frios (média de 69,7 e 69,5% para os meses de junho e julho, respectivamente). A umidade relativa média para a área de estudo é de 66,3%. Sazonalmente percebe-se reduzida

amplitude higrométrica para a área de estudo. Tal fato justifica-se, em parte, pela também reduzida amplitude térmica média.

A média dos valores máximos de umidade relativa do ar para região foi de 99,3% com vários meses (abril a novembro) com valor médio igual a 100%. O valor mínimo médio avaliado na área de estudo é de 31,3%, oscilando entre o valor mínimo médio de 30,6% em fevereiro e abril e 32,8% em janeiro.

Quadro 2.4.1.3-2 - *Percentual de umidade relativa do ar (média, máximo e mínimo) para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).*

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Média	67,0	63,0	63,1	65,0	66,3	69,7	69,5	68,5	68,9	65,9	64,7	64,4	66,3
Máx	97,9	97,9	97,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	99,3
Mín	32,8	30,6	31,3	30,6	30,8	30,9	30,9	31,4	31,9	32,1	31,5	30,5	31,3

Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

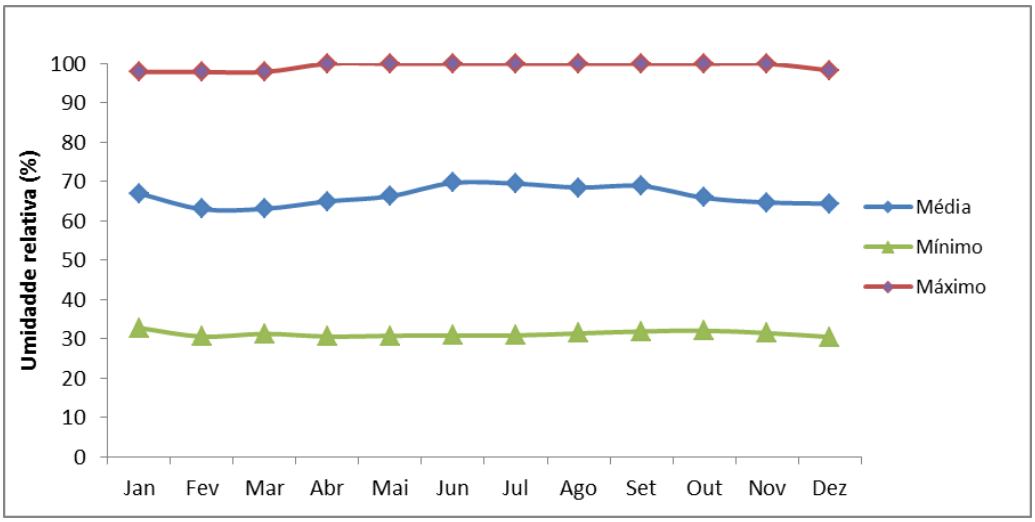


Figura 2.4.1.3-11 - *Variação da umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).*

Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

Na Figura 2.4.1.2-12 é mostrada a variação da temperatura e da umidade relativa do ar durante o dia 27 de outubro de 2013, em que foi registrada temperatura máxima de 26,5^0 C e umidade máxima de 78% e mínima de 60%. A Figura 2.3.1.3-13 ilustra a precipitação acumulada mensal entre janeiro e outubro

de 2013, sendo registrado no dia 10 de outubro o máximo do período (cerca de 130 mm).

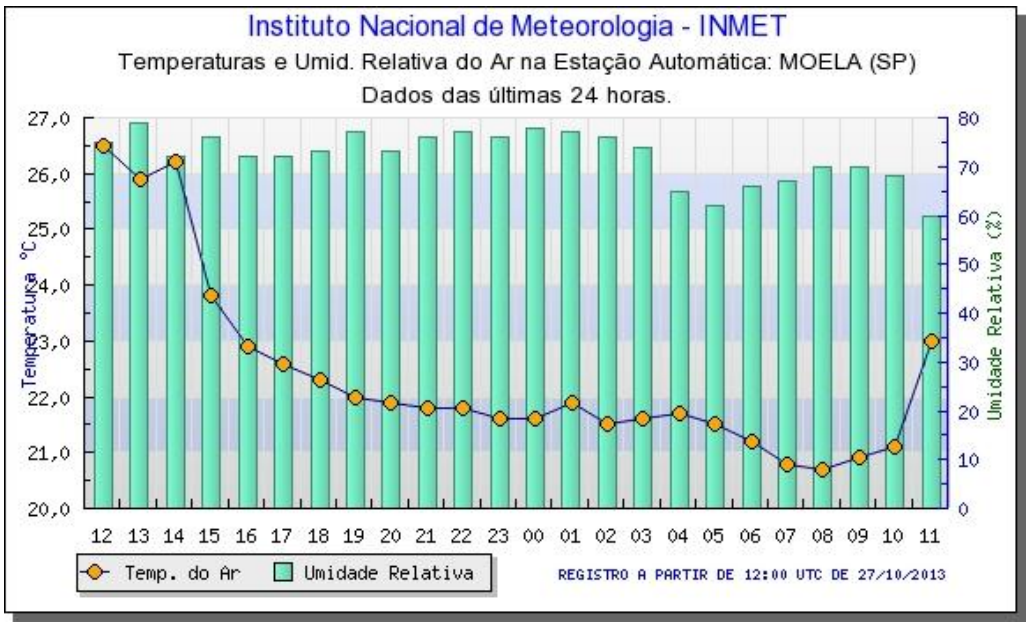


Figura 2.4.1.3-12 - *Temperatura e Umidade relativa do ar em 27/10/13 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

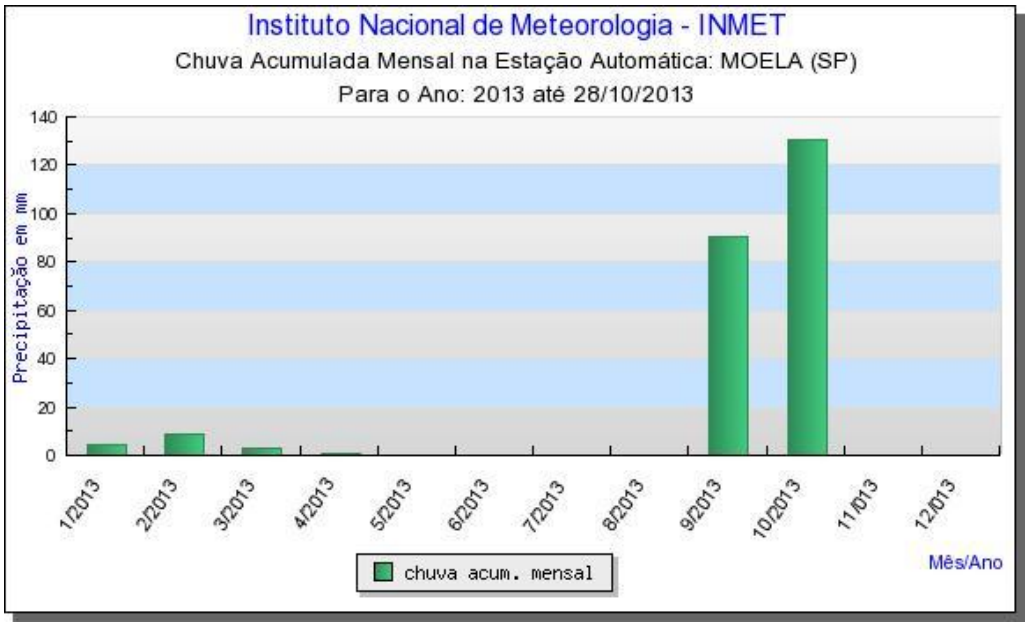


Figura 2.4.1.3-13 - *Chuva acumulada entre janeiro e outubro de 2013 na estação meteorológica da Ilha da Moela.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

A Figura 2.4.1.3-14 mostra a série de dados de intensidade dos ventos medidas entre 1961 e 1990 na estação de meteorológica de Santos. Durante o período avaliado foram registrados ventos calmos, sendo as médias mensais de velocidade mais elevadas obtidas no mês de novembro (2,83 m/s) e ventos mais fracos em junho (1,86 m/s). Já a Figura 2.4.1.3-15 mostra a distribuição média mensal da pressão atmosférica, em que são registrados valores mínimo em janeiro (1009, 7 hPa) e máximo em julho (1018,3 hPa).

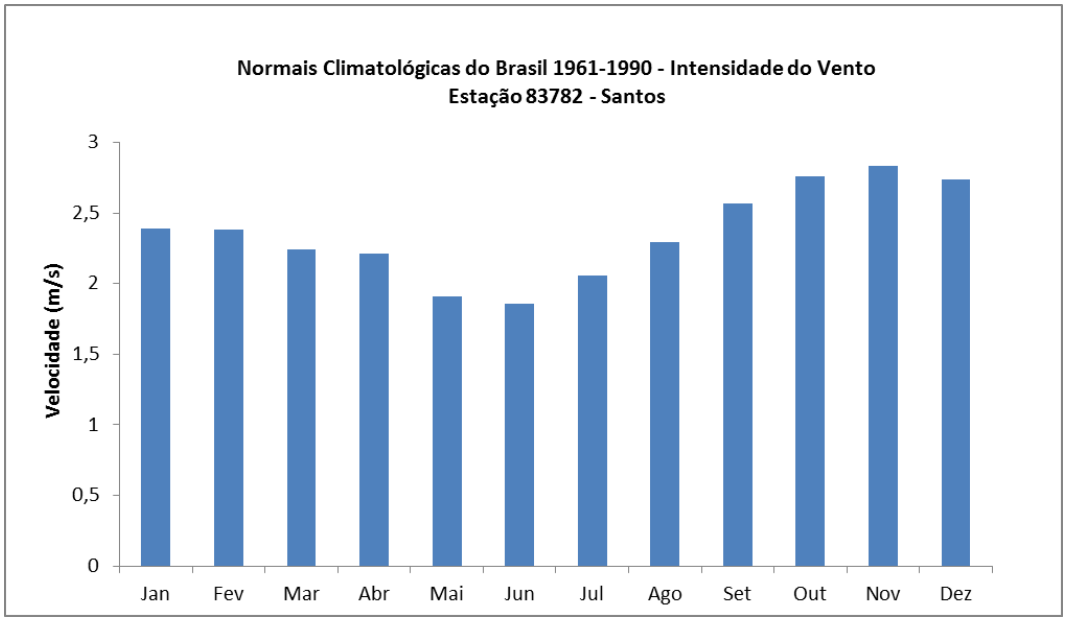


Figura 2.4.1.3-14 - *Médias mensais de intensidade dos ventos entre 1961 e 1990.*
Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

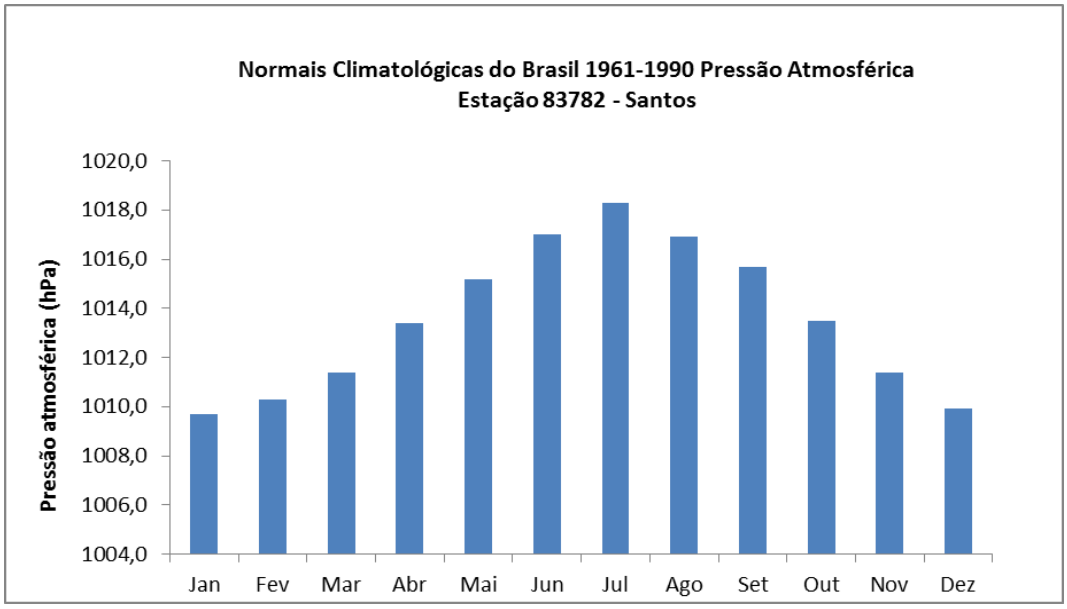
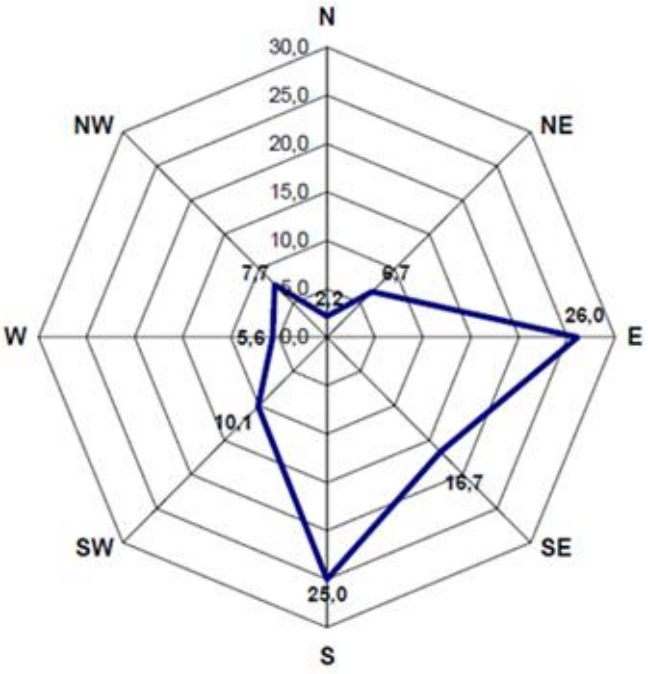


Figura 2.4.1.3-15 - *Médias mensais da pressão atmosférica entre 1961 e 1990.*

Fonte: http://www.inmet.gov.br/.

Já os dados obtidos entre 2000 e 2005 na estação de Santos indicam que a velocidade média do vento na área de estudo é de 3,5 m/s. Os valores médios mais elevados ocorrem entre os meses de novembro a janeiro com média de 3,9 m/s. O valor máximo médio ocorre no mês de novembro com 12,1 m/s. A média anual dos valores máximos do vento é de 9,3 m/s (Figura 2.4.1.3-16 e Quadro 2.4.1.3-3).

A direção predominante do vento na área de estudo é de leste (E) com 26,0% das observações, seguida pela direção sul (S) e sudeste (SE) com 25,0 e 16,7%, respectivamente. A presença de calmarias na região de Santos compreendeu 36,2% das observações realizadas entre os anos de 2000 a 2005 (Figura 2.4.1.3-17).



Direção	%
N	2,2
NE	6,7
E	26,0
SE	16,7
S	25,0
SW	10,1
W	5,6
NW	7,7

Figura 2.4.1.3-16 - *Frequências de ventos predominantes para os anos de 2000 e 2005.*
Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

Quadro 2.4.1.3-3 - *Variação (máxima, média e mínima) da velocidade do vento (m/s) para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).*

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Média	3,9	3,6	3,6	3,5	3,3	3,2	3,2	3,4	3,4	3,6	3,9	3,9	3,5
Máxima	8,8	9,2	9,1	8,5	9,8	8,0	9,1	8,5	8,6	9,3	12,1	10,2	9,3
Mínima	1,4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,6	1,3

Fonte: Porto de Santos/FRF, 2008.

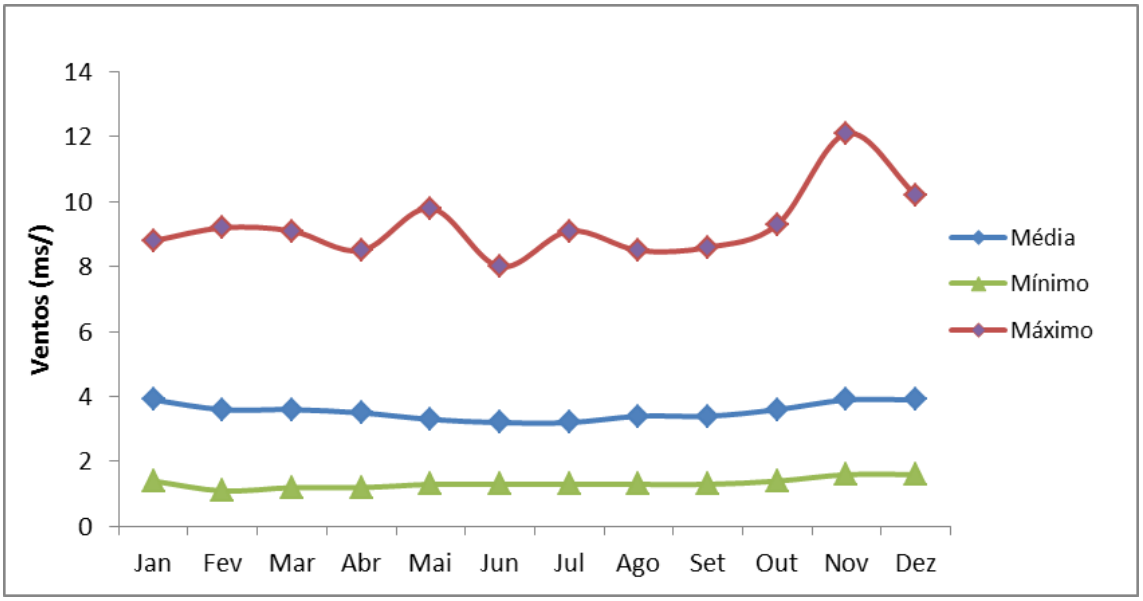


Figura 2.4.1.3-17 - *Variação da velocidade do vento (m/s/) média mensal para os anos de 2000 a 2005 na estação meteorológica de Santos (SP).*
Fonte: porto de Santos/FRF, 2008.

2.4.1.4 - Massas de Água

A Baía de Santos é influenciada por águas de origem oceânica (através de sua entrada), assim como por águas de origem continental (águas fluviais). As águas fluviais são captadas pelos rios da bacia de drenagem do complexo Sistema Estuarino de Santos. O Rio Cubatão é o mais importante da região, apresentando máximo de vazão em março (aproximadamente 21,5 m^3/s), de acordo com dados do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (FUNDESPA, 2010).

A região costeira adjacente a Baía de Santos atinge profundidades de pouco mais de 25 metros (Figura 2.4.1.4-1). A Plataforma Continental Interna (PCI) de São Paulo é ocupada principalmente por Água Costeira, que é resultante da mistura das águas sobre a plataforma continental com aporte continental de água doce, possuindo baixa salinidade principalmente devido à presença de pequenos e médios estuários na Plataforma Continental Sudeste (PCSE). Esta região apresenta a coluna d'água praticamente homogênea devido à mistura causada pela turbulência imposta pela tensão de cisalhamento do vento na superfície e do cisalhamento das correntes de maré com o fundo.

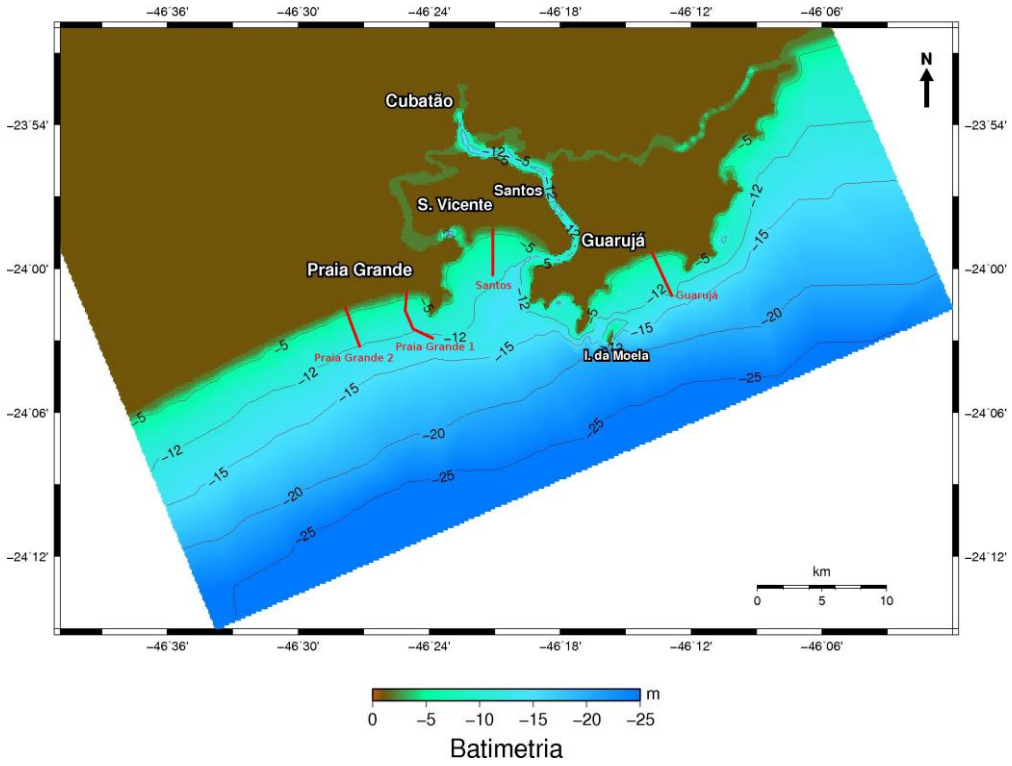


Figura 2.4.1.4-1 - *Mapa da área costeira adjacente à região central da Baixada Santista, SP, com as informações de batimetria obtidas das cartas náuticas 1701 e 1711.*
Fonte: Coelho (2011).

Durante os meses de verão, a região sofre a intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (CASTRO *et al*.,1987 *apud* Coelho, 2011), apresentando uma pronunciada picnoclina que pode atingir profundidades menores que 20 metros. Durante o inverno, a ACAS tende a recuar até a região da plataforma continental externa (Figura 2.4.1.4-2).

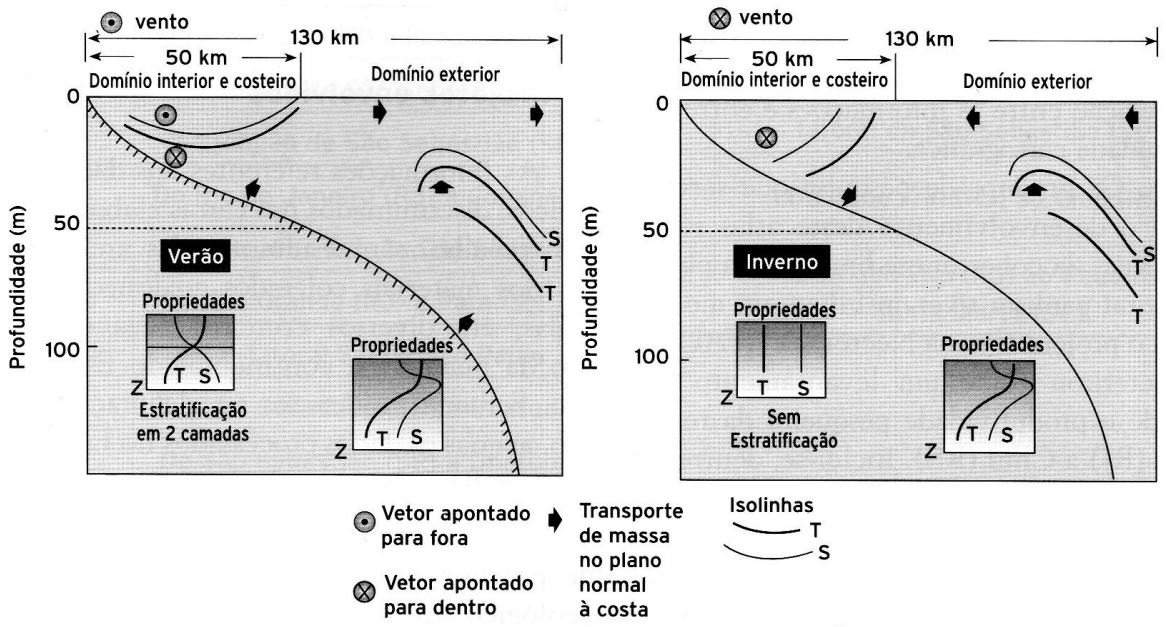


Figura 2.4.1.4-2 - *Esquema dos principais processos físicos atuantes na plataforma continental de São Paulo para os períodos de verão e inverno. As letras T e S remetem aos parâmetros temperatura e salinidade, respectivamente.*
Fonte: Coelho, (2011).

Estudos conduzidos por Mello (2003) e Miranda *et al*. (2003), indicaram que uma grande porção das águas de fundo da plataforma continental pode ser classificada como ACAS. Entretanto, esta massa d' água não penetra efetivamente no Golfo de Santo Amaro, tendo, portanto uma influência indireta na formação da AC.

No levantamento efetuado por Mello & Miranda (2006) na região do Golfo de Santo Amaro entre julho de 1997 e março de 1998, foi observado durante o verão à tendência de estratificação da coluna d'água e a assinatura da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Os resultados apontam ainda uma pequena variação espacial das características hidrográficas na região, relacionada principalmente a atuação de efeitos meteorológicos como a atuação de frentes frias de SW que tornam a coluna d' água mais homogênea, devido à intensificação de processos de mistura vertical e a presença de ventos de NE de moderadas intensidades (~10 m/s) ampliando a intrusão de fundo da ACAS.

No geral, a salinidade e a temperatura não variaram mais de 6% em relação à média de toda a região no período de amostragem entre o período de outubro e março. Através das estruturas horizontais termohalinas e da análise dos diagramas T-S obtidos pelos autores, foi observado durante o verão (março) a redução da salinidade em superfície, provavelmente devido ao aumento do *runoff* durante a estação.

2.4.1.5 - Temperatura e Salinidade

No levantamento efetuado no Golfo de Santo Amaro entre outubro de 1997 e março de 1998, foi verificada a oscilação da temperatura da água entre 21,5 e 23 ^{o}C e de salinidades entre 34,2 e 35,4 ‰. No verão de 1998, a distribuição dos parâmetros foi bem mais uniforme, com intervalo predominante de salinidade de 35,0 a 35,4 ‰, associado a temperaturas variando entre 24,5 e 28 ^{o}C.

Na Figura 2.4.1.5-1, retirada de Harari *et al*. (2009), são apresentados os diagramas TS obtidos nas estações mais profundas do Estuários de Santos, nos dias 13 e 20 de março e 04 e 11 de setembro de 2007, respectivamente.

Em geral, foram obtidos perfis verticais homogêneos de temperatura, mas estratificações significativas para a salinidade, como pode ser observado no perfil 1b, referente à estação 11, nos quais a temperatura é praticamente constante ao longo da coluna d'água, enquanto a salinidade apresenta variações de cerca 2 ‰ entre a superfície e o fundo.

Outro aspecto notável nos digramas TS se encontra nos baixos valores de temperatura e salinidade encontrados para setembro de 2007, comparados às outras campanhas; os menores valores de temperatura já eram esperados, por se tratar de um mês de inverno; por outro lado, os baixos valores de salinidade foram anômalos, em se tratando de um mês com precipitação em geral menor que no verão.

As Figuras 2.4.1.5-2 e 2.4.1.5-3 mostram os valores de salinidade na superfície e no fundo, segundo medições realizadas na Baía de Santos, em 20 de março e 04 de setembro de 2007 (HARARI *et al*., 2009).

De acordo com os dados, significativas variações de salinidade entre a superfície e o fundo ocorrem na região. Nas estações próximas às praias de

Santos e às saídas dos Canais do Porto e de São Vicente, são observados valores de salinidade abaixo de 30 ‰, enquanto que próximo ao fundo os valores são bem mais homogêneos, cerca de 35 ‰ no restante da Baía. Foram também obtidas variações sazonais de salinidade, onde são observados baixos valores de salinidade no inverno (valores abaixo de 30 ‰ em 04 de setembro) e elevadas salinidades no dia 20 março (valores acima de 30 ‰).

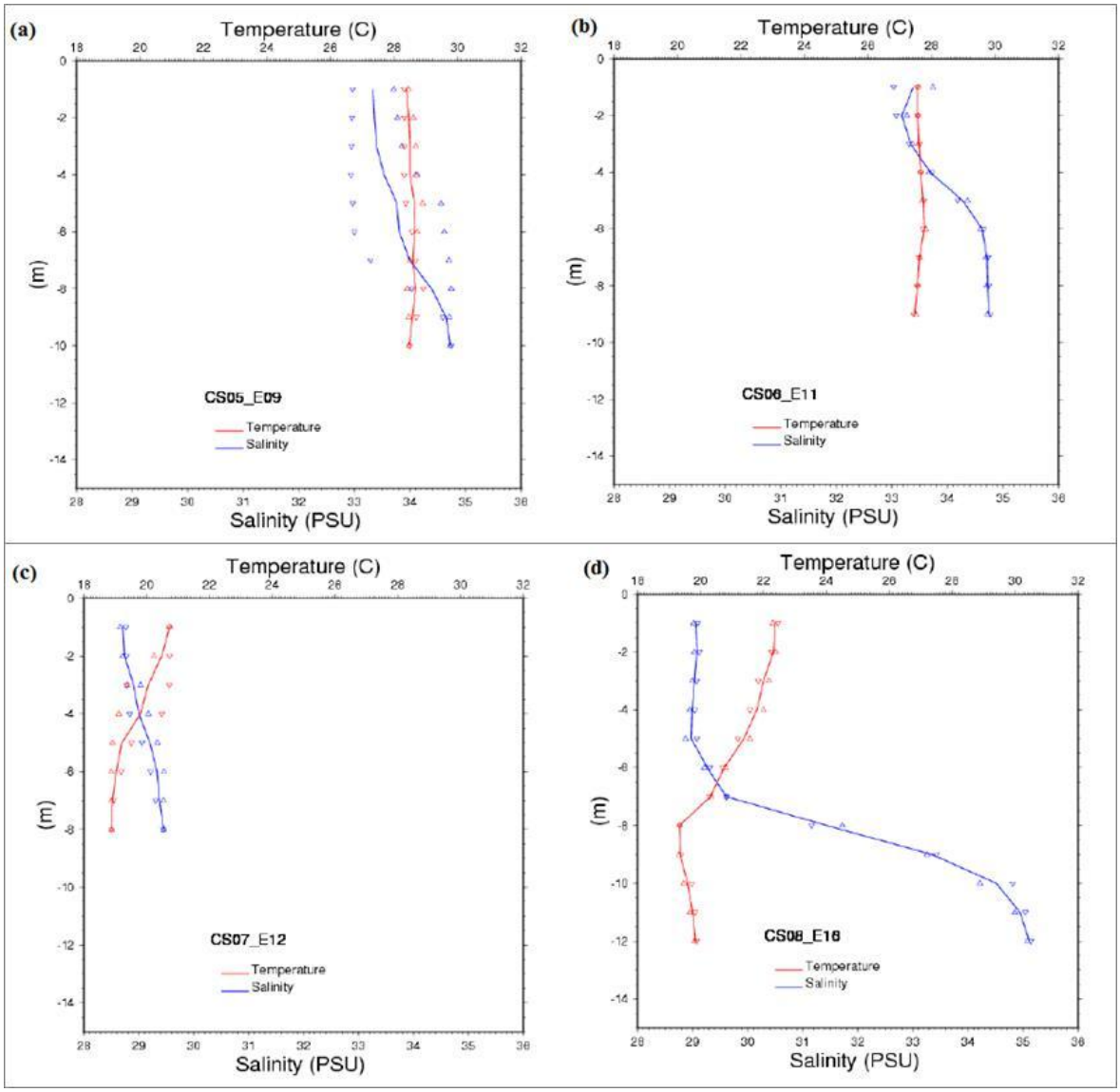


Figura 2.4.1.5-1 - *Diagrama TS obtidos 13 e 20 de março e 04 e 11 de setembro de 2007 pelo Projeto CIRSAN.*
Legenda: (a) estação 09, (b) estação 11, (c) estação 12 e (d) estação 16.
Fonte: Harari *et al*. (2009).

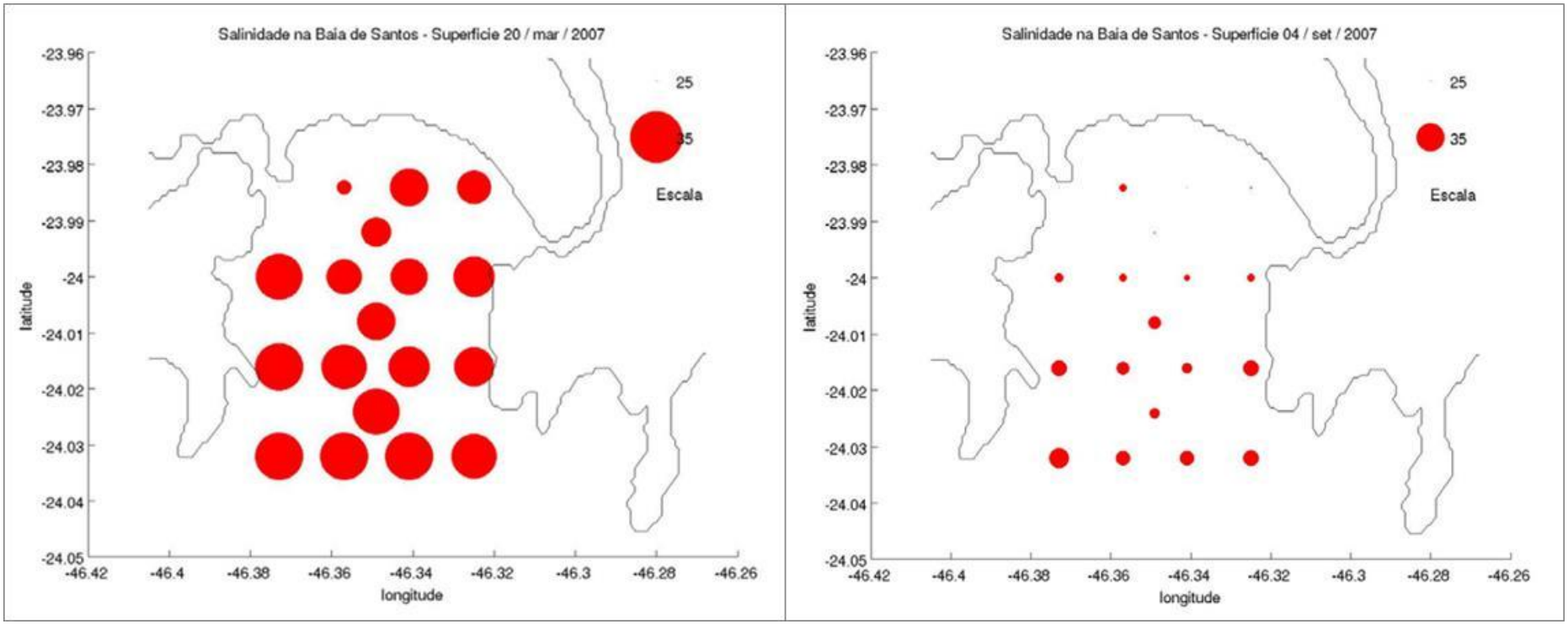


Figura 2.4.1.5-2 - *Distribuição de salinidade na superfície em março e setembro de 2007 no Estuário de Santos.*
Fonte: Harari *et al*. (2009).

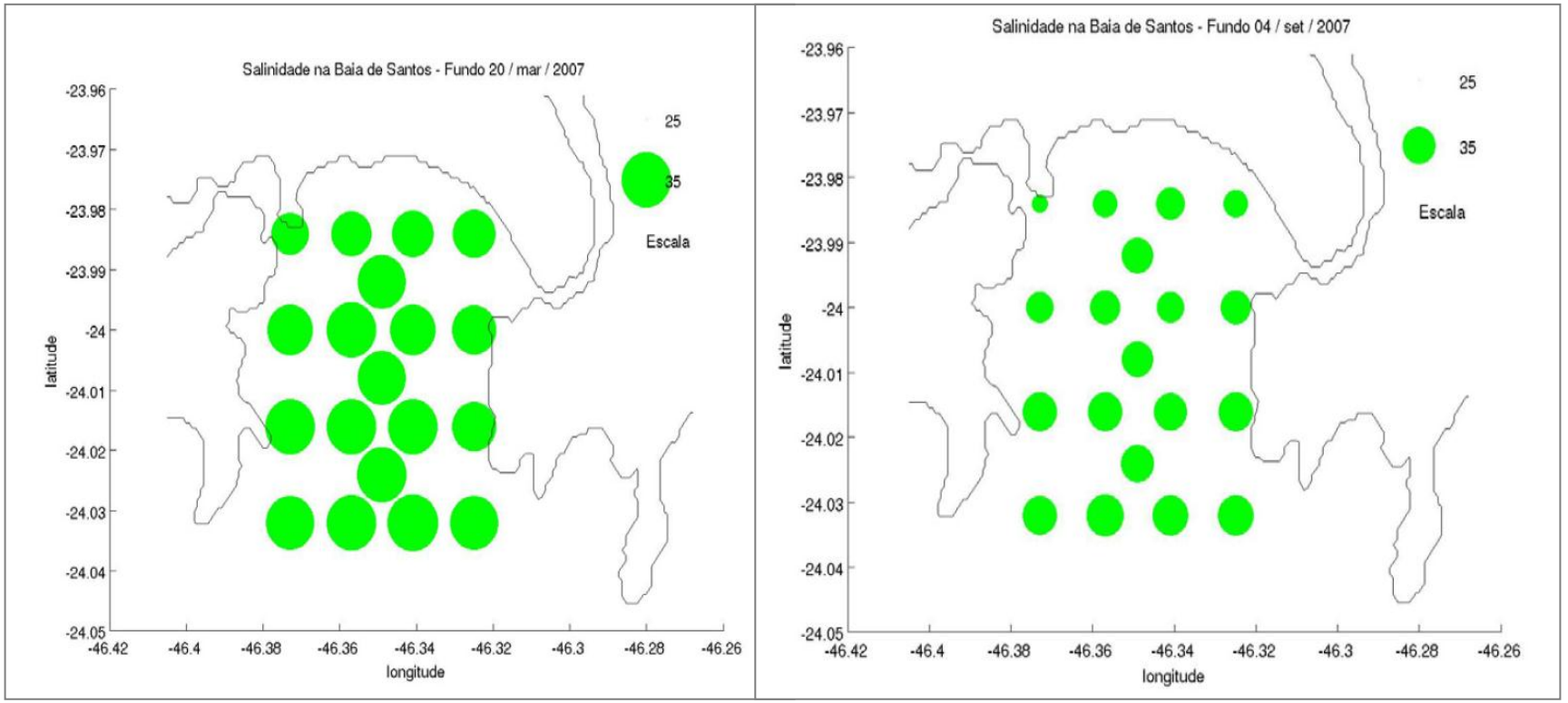


Figura 2.4.1.5-3 - *Distribuição de salinidade junto ao fundo em março e setembro de 2007 no Estuário de Santos.*
Fonte: Harari *et al.* (2009).

No Sistema Estuarino de Santos (SES) (ABESSA *et al.*, 2008) a salinidade em superfície oscilou entre 3 e 35 ‰ com baixos valores na partes internas do estuário (Quadro 2.4.1.5-1), enquanto junto ao fundo a salinidade esteve sempre elevada oscilando entre 29 e 35 ‰. Os resultados apontam a existência de uma intrusão salina pelo canal de Santos, atingindo o Canal de Piaçaguera. Já a temperatura da água de maneira geral foi alta, como esperado para as condições de verão. Na superfície os valores oscilaram de 23,4 a 28 °C, enquanto junto ao fundo as temperaturas foram ligeiramente menores oscilando entre 21,4 e 27,8 °C (Quadro 2.4.1.5-1).

Na campanha de aquisição de dados efetuada em fevereiro de 2014 na Ilha da Moela foram observadas temperaturas entre 25,2 °C e 29,2 °C em superfície e variações entre 16,9 °C e 26,2 °C junto ao fundo. Para a salinidade, conforme esperado, foram obtidos valores mais elevados que os reportados para SES, ficando os valores do parâmetro para camada de superfície entre 35,1 e 36,3 ‰ e entre 35,4 e 37,2 ‰ junto ao fundo.

No Quadro 2.4.1.5-2 é mostrada a síntese dos valores de temperatura e salinidade obtidos em cada estudo abordado na caracterização.

Quadro 2.4.1.5-1 - *Valores de Salinidade e temperatura obtidos no Sistema estuarino de Santos em março de 1998.*

ESTAÇÃO	SALINIDADE (‰)		TEMPERATURA (°C)	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
1	27	31	25,5	24,9
2	17	32	25,1	21,5
3	18	32	24,3	21,4
4	13	30	24,5	21,7
5	9	30	25,1	22,9
6	3	30	27,7	23,4
7	4	30	25,4	23,3
8	8	29	24,1	23,5
9	10	29	24,3	22,9
10	13	29	24,2	22,3

(continua)

Quadro 2.4.1.5-1 (conclusão)

ESTAÇÃO	SALINIDADE (‰)		TEMPERATURA (°C)	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
11	24	29	24,8	25,7
12	23	29	23,4	27,8
13	31	31	27,2	27,2
14	28	31	27	25,4
15	28	32	26,7	25,2
16	28	32	25,6	25,5
17	29	31	27,3	25,2
18	29	31	26,9	25,4
19	29	31	25,6	25,5
20	31	31	27,7	26,8
21	29	32	28	25,3
22	30	32	27	24,8
23	32	32	26,5	23,6
24	9	30	25,2	23,3
25	32	32	24,7	24,7

Fonte: Abessa *et al.* (2008).

Quadro 2.4.1.5-2 - *Síntese dos valores de temperatura e salinidade obtidos nos diferentes estudos abordados.*

LOCALIDADE		TEMPERATURA (°C)	SALINIDADE (ups)
	N Amostral	Mín - Máx	Mín - Máx
Golfo de Santos	13	21,5 - 33	34,2 - 35,4
Baia de Santos	20	-	<30 - 35
Sistema Estuarino de Santos	25	23,4 - 28	3 - 35
Presente estudo - Ilha da Moela	15	25,2 - 29,2 (superfície) 16,9 - 26,2 (fundo)	35,1– 37,2

[a] Melo & Miranda (2006);
[b] Harari *et al*. (2009).
[c] Abessa *et al*. (2008)

2.4.1.6 - Regime de Correntes

A Baía de Santos (BS) é um sistema cuja circulação é condicionada pela geometria e topografia do fundo submarino, podendo apresentar características de um estuário. De acordo com Harari & Camargo (1998) e FUNDESPA (1999), as principais forçantes que influenciam a circulação na BS são: a geomorfologia

de fundo, os gradientes baroclínicos de pressão causados pelas descargas fluviais dos dois principais canais existentes (Canal do Porto e Canal de São Vicente), a co-oscilação da maré e os ventos sinóticos.

A Figura 2.4.1.6-1 mostra as medidas de correntes obtidas na Baía de Santos, entre os dias 07 e 15 de março de 2006, respectivamente.

Na Figura 2.4.1.6-2 são encontrados os mapas de correntes de superfície calculadas por modelo numérico hidrodinâmico.

As correntes medidas na baía têm valores entre 0,2 e 0,5 m/s, apesar de terem sido também observadas correntes muito intensas em horários de máximas enchentes e vazantes, com valores excedendo 1 m/s. Através do modelo numérico, foram gerados campos de correntes na região ao longo dos anos de 2006 e 2007 (Figuras 2.4.1.6-3 a 2.4.1.6-6); esses resultados mostram em geral valores baixos, entre 0,1 e 0,5 m/s, no entanto valores mais altos são encontrados nas entradas dos canais do Porto e de São Vicente; na Baía de Santos, o efeito predominante nas correntes é a maré, embora em várias ocasiões se tenha grande influência de efeitos meteorológicos, especialmente em situações de frentes frias.

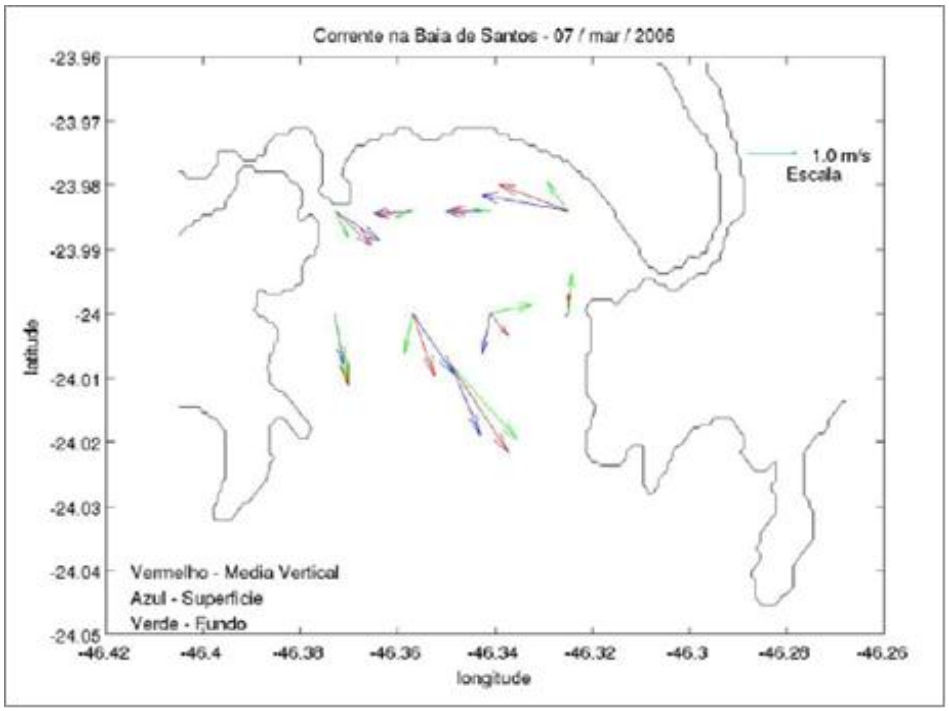


Figura 2.4.1.6-1 - *Correntes na Baía de Santos em 07 de março de 2006, considerando-se medições em superfície e no fundo, bem como a média vertical.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

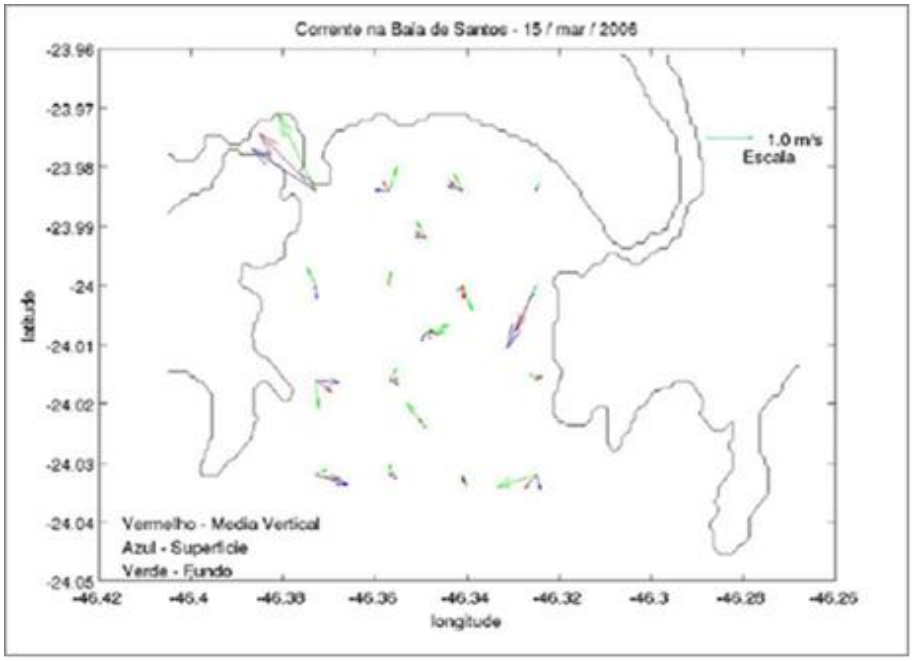


Figura 2.4.1.6-2 - *Correntes na Baía de Santos em 15 de março de 2006, considerando-se medições em superfície e no fundo, bem como a média vertical.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

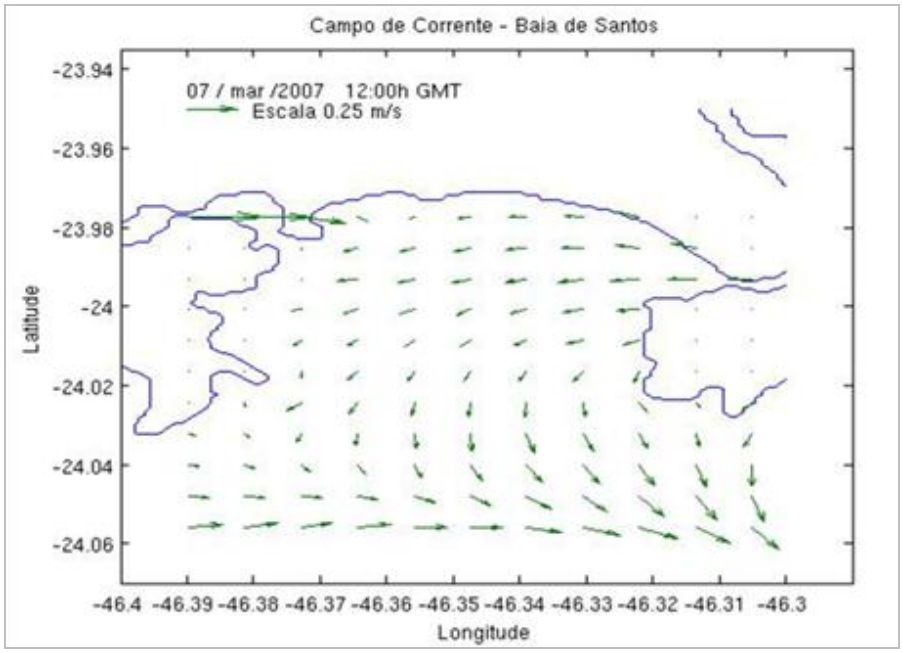


Figura 2.4.1.6-3 - *Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 07 de março de 2007, considerando condições de maré de quadratura.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

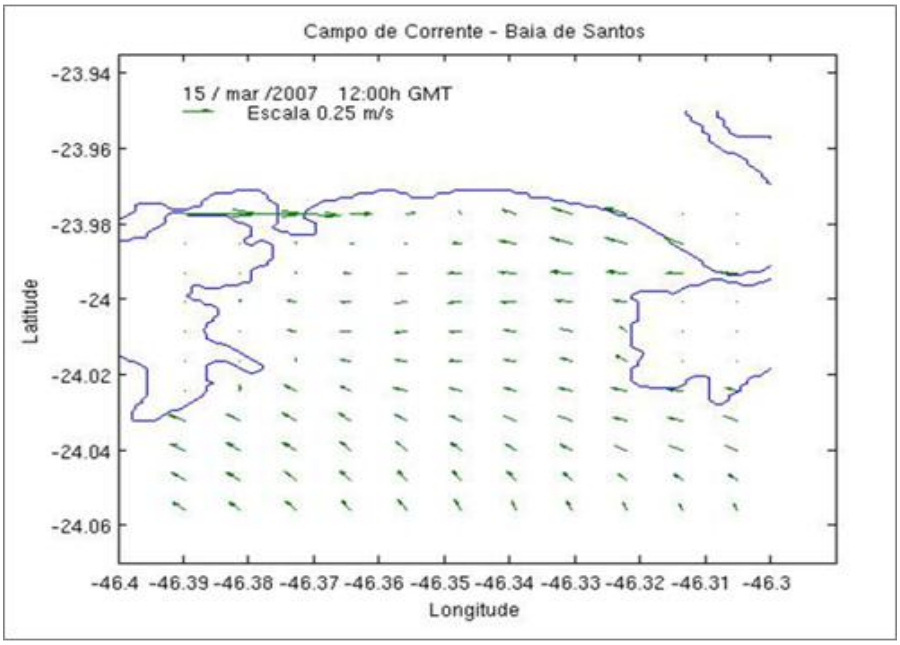


Figura 2.4.1.6-4 - *Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT de 15 de março de 2007, considerando condições de maré de sizígia.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

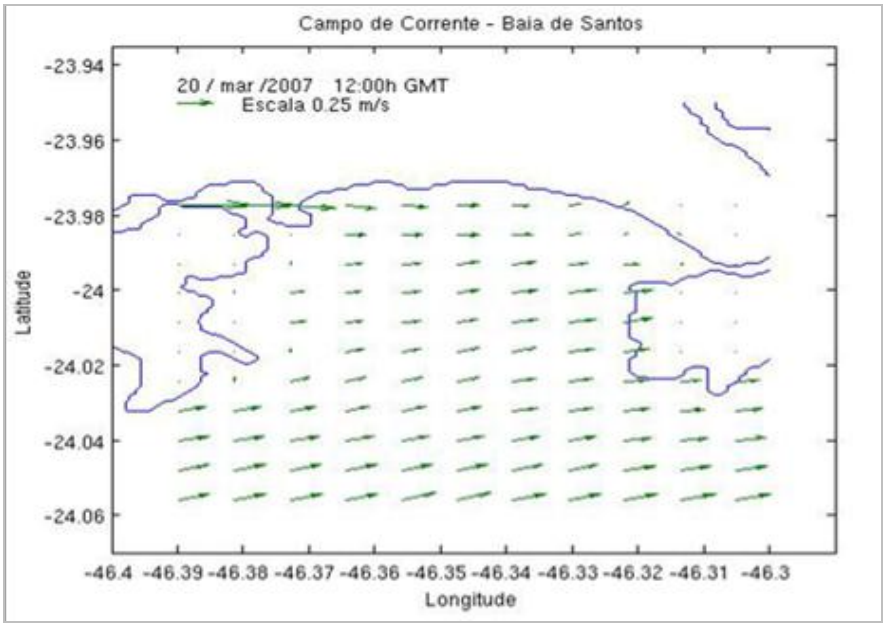


Figura 2.4.1.6-5 - *Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 20 de março de 2007, considerando condições de maré de sizígia.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

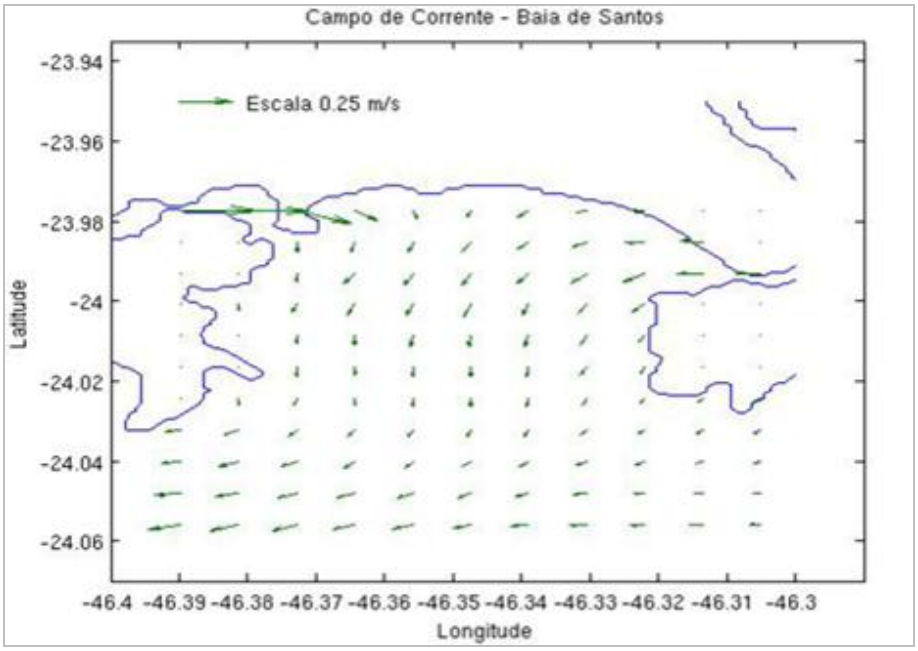


Figura 2.4.1.6-6 - *Mapa de correntes na superfície calculadas por modelo na Baía de Santos em 12:00h GMT 03 de setembro de 2007, considerando condições de maré de quadratura.*
Fonte Harari *et al*. (2009).

As séries temporais das componentes *v* e *u*, próximas a superfície e junto ao fundo obtidas nas modelagens de Mello & Miranda (2006) na região do Golfo de Santo Amaro apontam a presença de oscilações de alta e baixa frequência, causadas principalmente pela maré e atuação de ventos sinóticos, com escalas de tempo de horas e dias, respectivamente. Na Figura 2.4.1.6-7 são apresentados os vetores de correntes de baixa frequência. O eixo vertical indica movimentos em direção NE (componente *v*) e o horizontal indica movimentos transversais (componente *u*). Em geral o espectro de energia das duas componentes é bastante similar e aumenta em direção *offshore*. Este efeito é causado pela dissipação de energia devido ao atrito com o fundo e com a linha de costa.

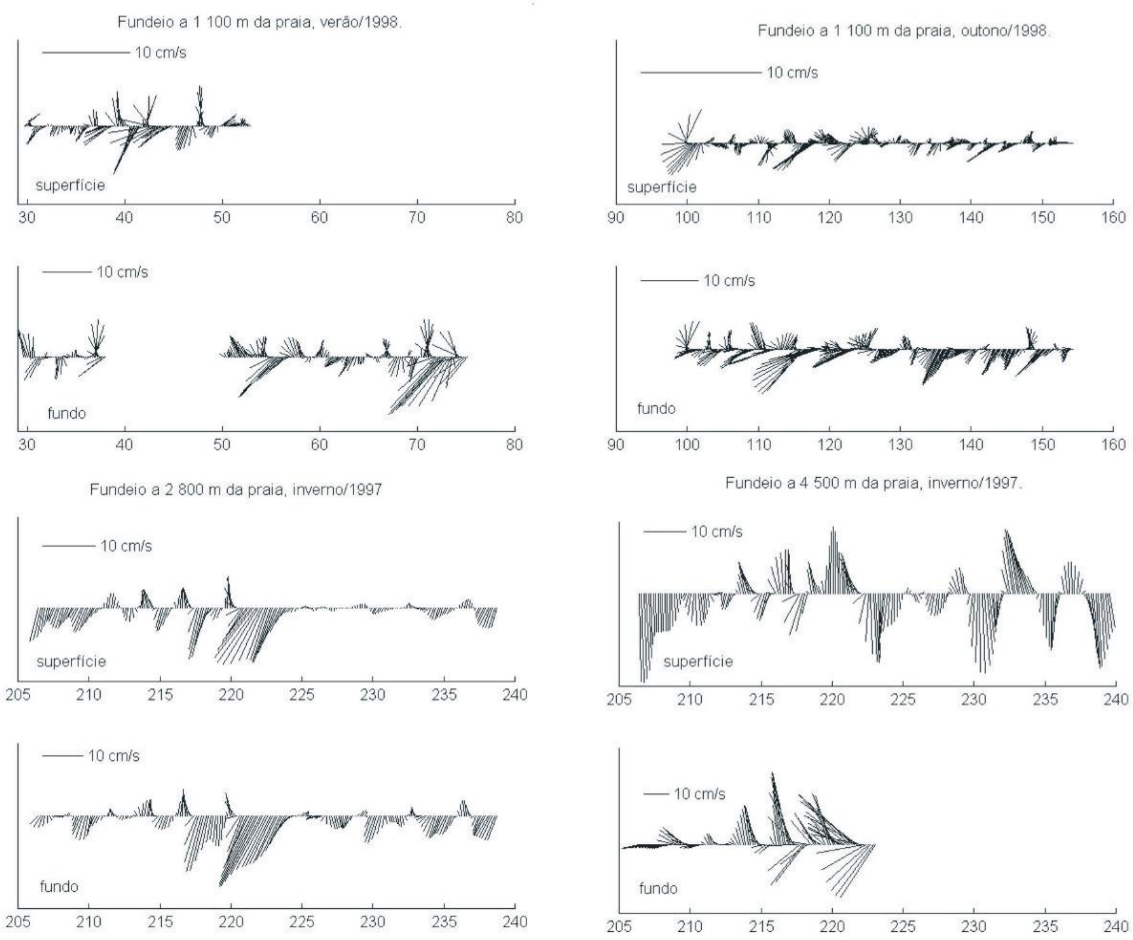


Figura 2.4.1.6-7 - *Gráficos de velocidade de corrente de baixa frequência a 1100, 2800 e 4500 m da praia, nas camadas de superfície e junto ao fundo.*
Fonte: Mello & Miranda (2006).

A partir dos dados foram estimadas oscilações de baixa frequência de intensidades médias de 3 cm/s e oscilações residuais (de alta frequência) com intensidade de 5 cm/s. As séries de velocidade da componente v na superfície e no fundo indicaram movimentos de Munduba para Santo Amaro e vice-versa, com intensidade máxima de 31,2 e 34,7 cm/s (0,31 m/s e 0,34 m/s), respectivamente. Enquanto, a velocidade da componente *u* apresenta movimentos predominantemente na direção à costa, com intensidades máximas de 18,2 e 29,9 cm/s para superfície e próximo ao fundo, respectivamente.

Deve ser destacado que as intensidades das componentes foram menores que as medidas na região *offshore* por Harari *et al.* (2001), indicando que as massas d'água na região do Golfo de Santo Amaro sofrem advecção por

movimentos relativamente lentos. Por sua vez, a tensão de cisalhamento das componentes é pequena, contribuindo muito pouco para os processos de mistura.

Os resultados das medições de correntes efetuadas por Leitão *et al*. (2001) são mostrados na Figura 2.4.1.6-8. A partir da figura nota-se a predominância de correntes de direção ENE na camada 1 (até 10 m de profundidade), independentemente da estação do ano, embora no Inverno esta predominância seja menos marcada e um número maior de ocorrências para a direção WSW seja verificado. Na camada 2 (a partir dos 11 m de profundidade) o comportamento é muito semelhante para a direção ENE, no entanto, existe uma modificação nas medidas de inverno, em que predominam correntes de direção W.

A velocidade média mais elevada verificada é 35 cm/s para as duas camadas, sendo esta atingida para a direção ENE no período de inverno (Figura 2.4.1.6-9). As direções ENE-E são aquelas em que a velocidade média é mais elevada. A velocidade mínima verificado é de cerca de 5 cm/s em torno das direções N e S, o que se deve principalmente pela ação da maré. De maneira geral, a velocidade média é superior no período do inverno, atingindo uma diferença de 10 cm/s nas direções E e W, na camada 2. Na camada 1 as maiores diferenças são atingidas na direção ENE e WSW, com, cerca de, 5 cm/s. Verifica-se ainda que existe uma probabilidade maior de ocorrência de velocidades superiores a 50 cm/s no Inverno que no Verão.

Ainda, segundo Torres *et al.* (2009), as correntes marinhas na região de Santos variam ao longo da costa, predominantemente na direção W-E de acordo com os padrões de vento, podendo ser modificadas por alterações em sistemas meteorológicos, como frentes frias. No entanto, as correntes na região do Porto de Santos também são afetadas pelos ciclos de maré, pela ação das ondas, da geografia do litoral e pela presença de diferentes massas de água, assumindo predominantemente direção SW-NE.

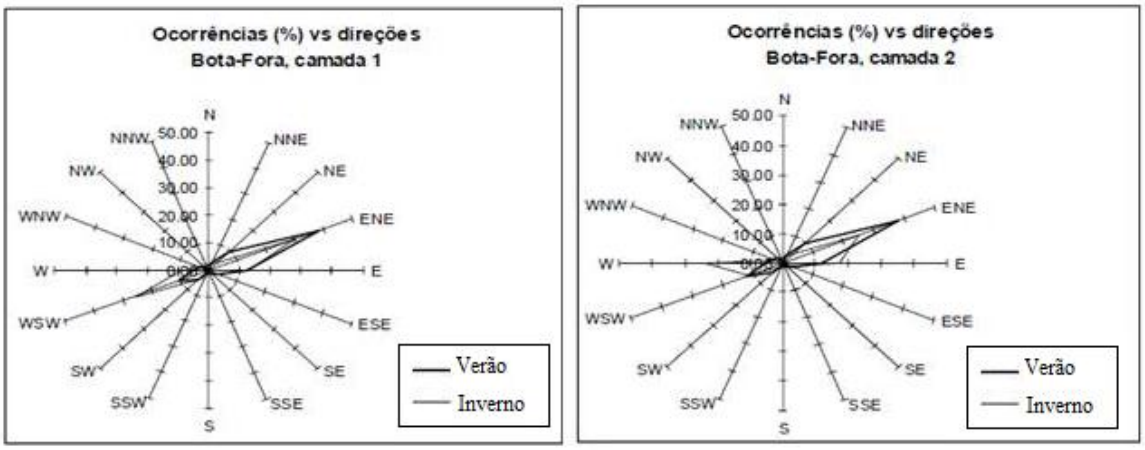


Figura 2.4.1.6-8 - *Comparação entre as ocorrências da velocidade de corrente por rumos, nas duas camadas - Ago. a Out. 1999 e Dez. 1998 a Fev. 1999.*
Fonte: Leitão *et al.* (2001).

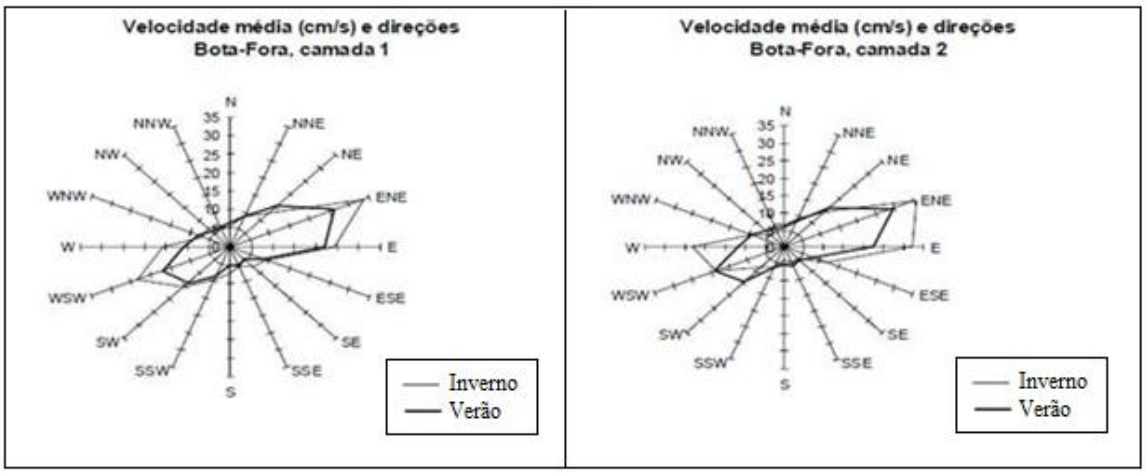


Figura 2.4.1.6-9 - *Comparação entre a velocidade média por rumos, nas duas camadas - Ago. a Out. 1999 e Dez. 1998 a Fev. 1999.*
Fonte: Leitão *et al.* (2001).

Por fim, de acordo com o conjunto de dados disponíveis para a região da Baía de Santos, analisados por FUNDESPA (2010), cujas posições são indicadas na Figura 2.4.1.6-10, a homogeneidade tridimensional da PCI também pode ser verificada na análise dos dados de correntes, que indicou pouca alteração nos padrões observados na superfície em relação àqueles observados à meia água e no fundo.

Para região de entrada da baía de Santos e na PCI foram identificados dois padrões principais de circulação de superfície, a saber:

1) **Padrão predominante**: fluxo para SE na entrada da BS (dado C6); para NE na PCI (dados C1, C2, C3, C4, C5, C7, C9, C10 e C11) e para SW na porção mais externa na PCI (dado C8);
2) **Padrão secundário**: fluxo para NE na entrada da BS; para SW na PCI e para ENE na porção mais externa na PCI.

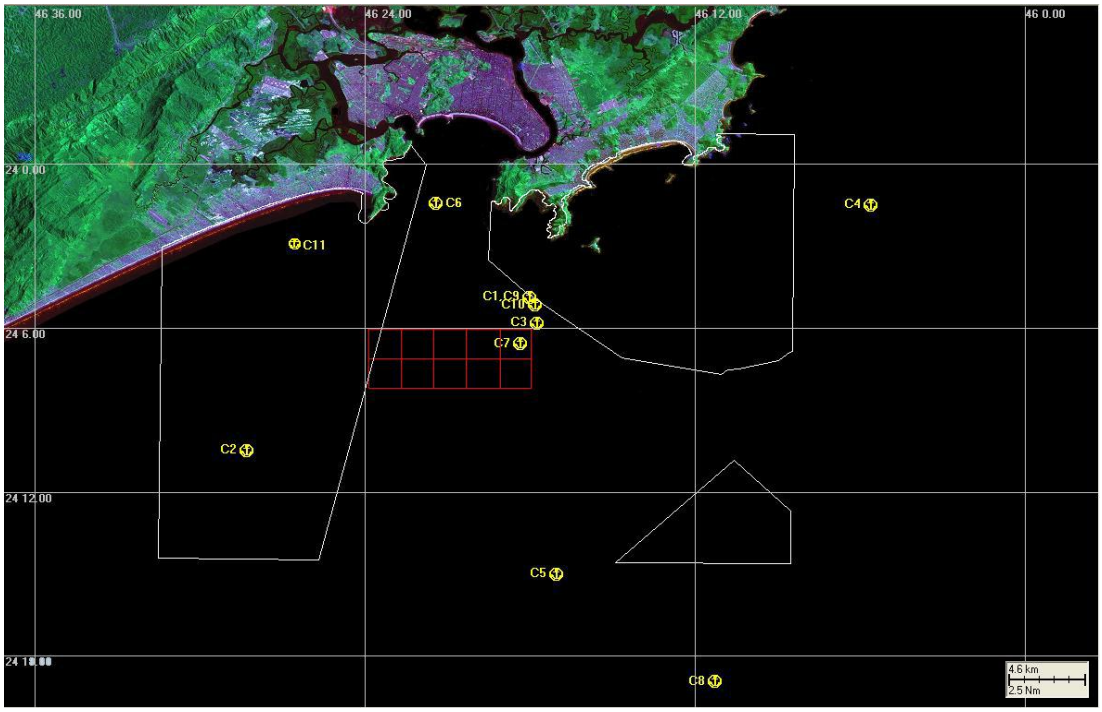


Figura 2.4.1.6-10 - *Dados de correntes disponíveis.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

As Figuras 2.4.1.6-11 e 2.4.1.6-12 ilustram as velocidades médias e máximas observadas para a direção mais frequente (na superfície) para cada conjunto de dados. As Figuras 2.4.1.6-13 e 2.4.1.6-14 ilustram as velocidades médias e máximas observadas na direção secundária.

Os resultados obtidos com a modelagem hidrodinâmica efetuado no estudo, apresentando tanto situações em que o fluxo na PCI é para NE, quanto para SW são apresentados nas Figuras 2.4.1.6-15 e 2.4.1.6-16.

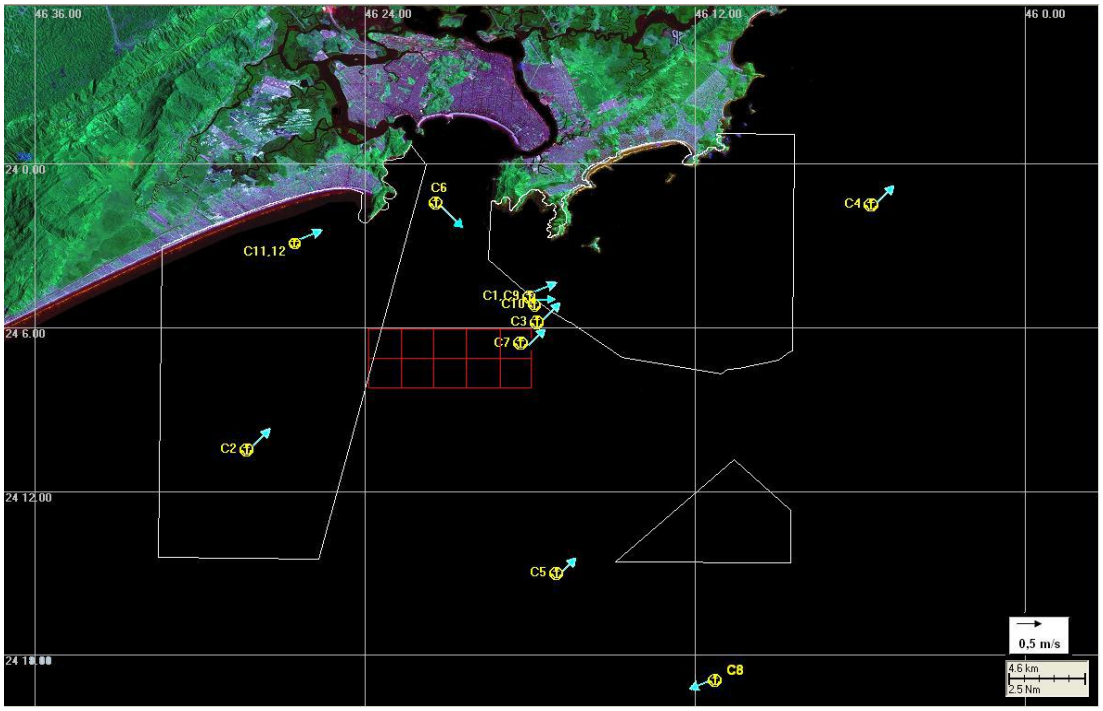


Figura 2.4.1.6-11 - *Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade média na direção mais frequente observada.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

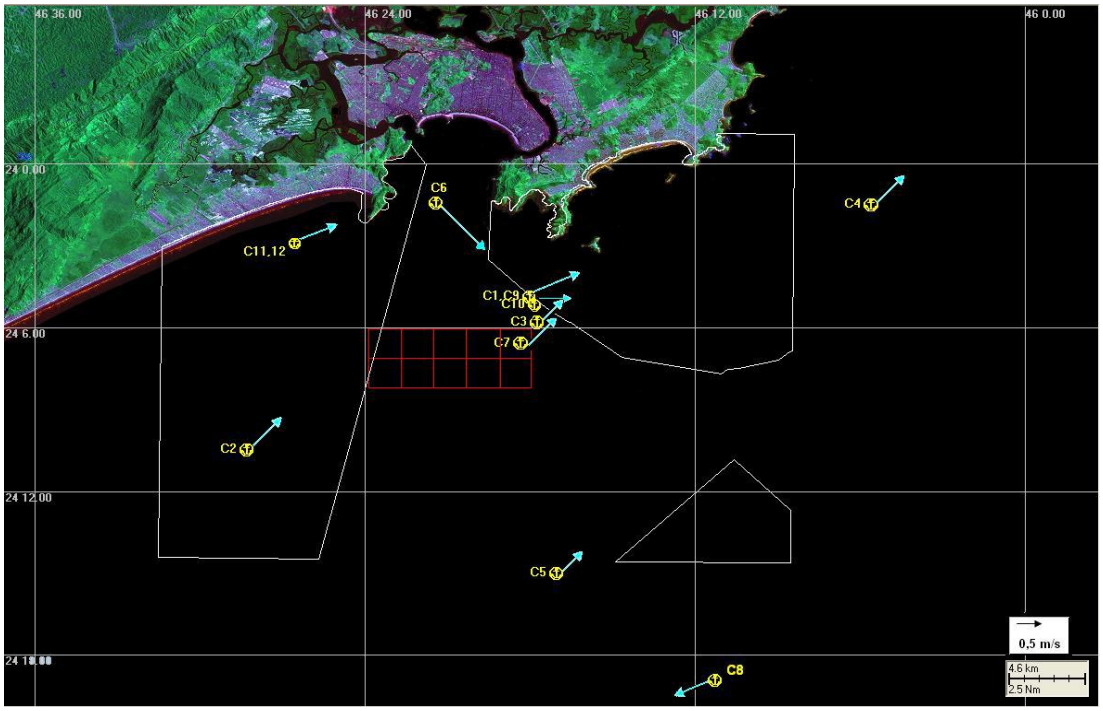


Figura 2.4.1.6-12 - *Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade máxima na direção mais frequente observada.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

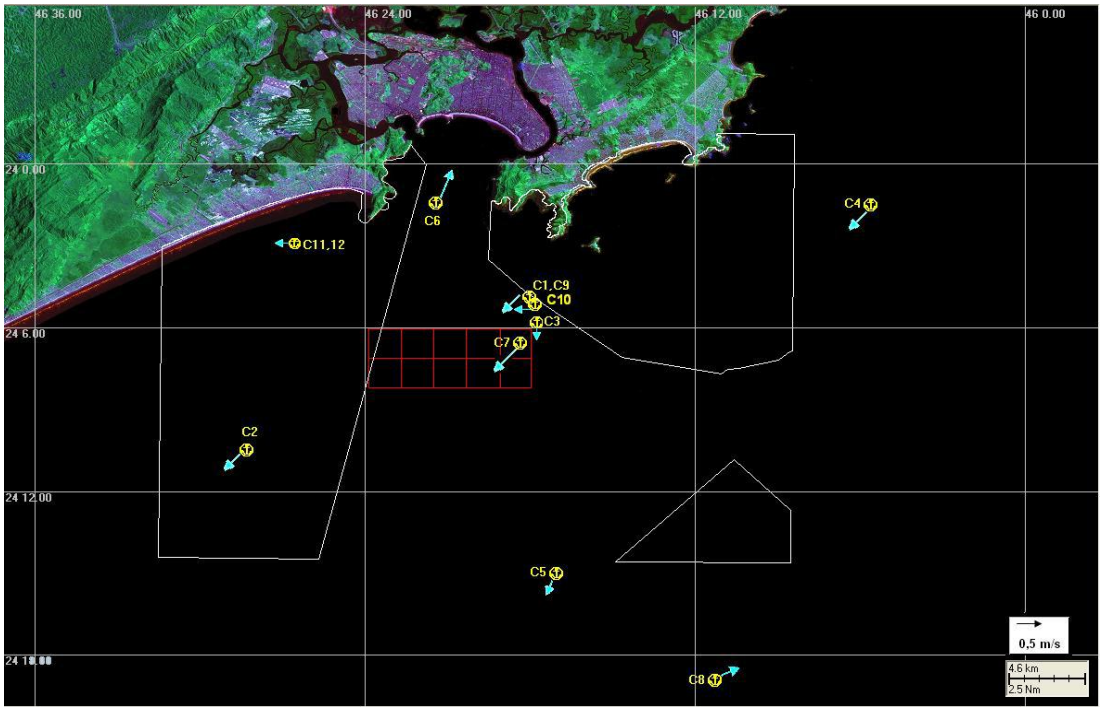


Figura 2.4.1.6-13 - *Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade média na direção secundária.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

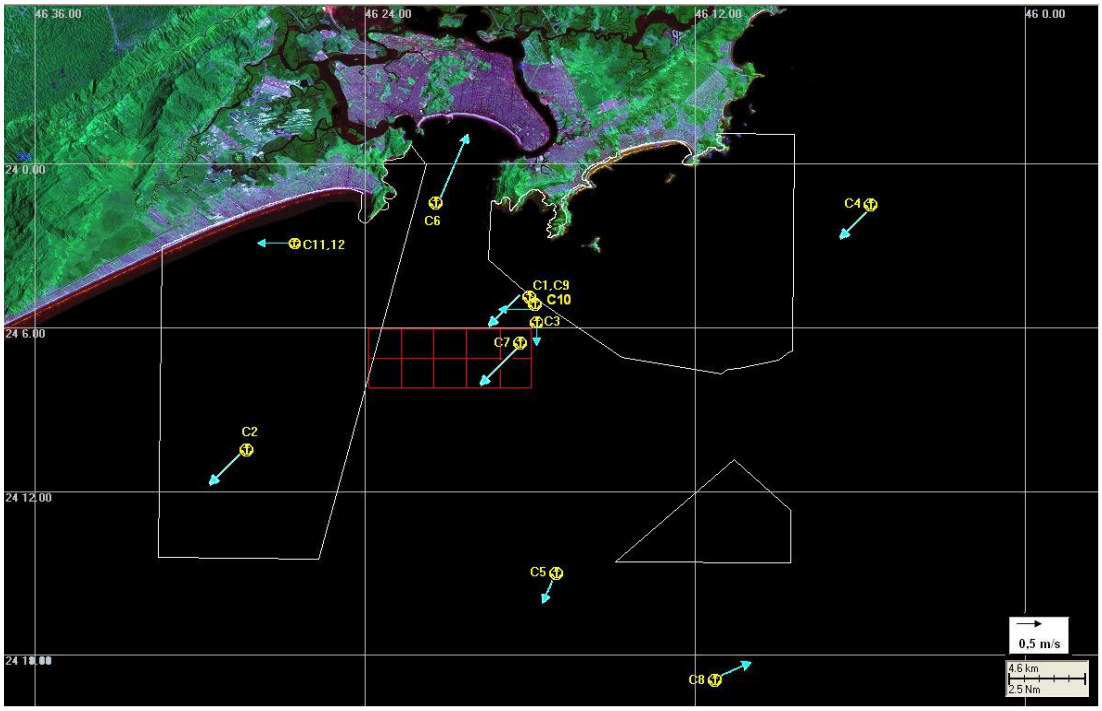


Figura 2.4.1.6-14 - *Mapa ilustrativo dos vetores de velocidade máxima na direção secundária.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

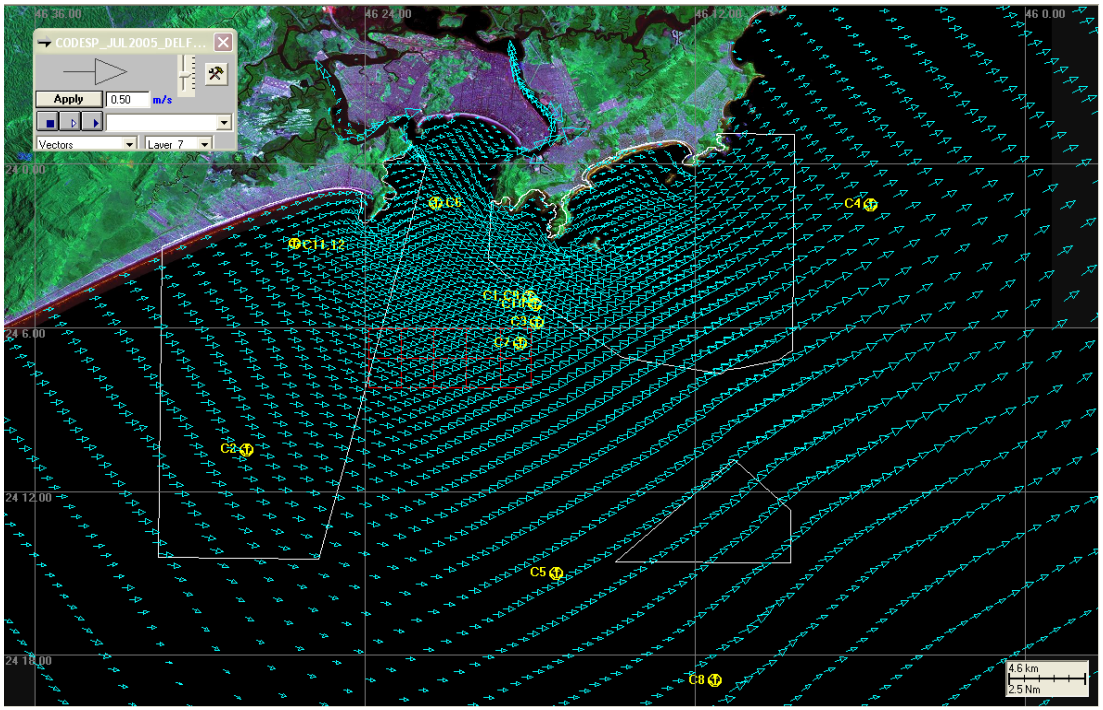


Figura 2.4.1.6-15 - *Instantâneo dos resultados do modelo hidrodinâmico em situação de fluxo para NE.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

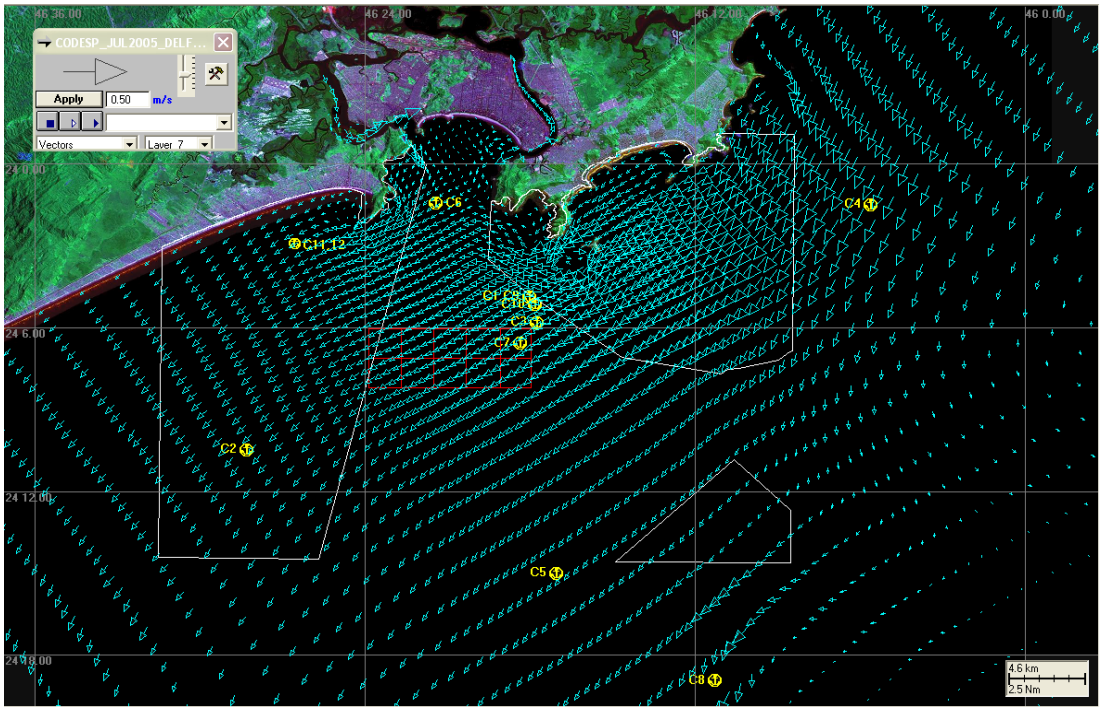


Figura 2.4.1.6-16 - *Instantâneo dos resultados do modelo hidrodinâmico em situação de fluxo* para SW.
Fonte: FUNDESPA (2010).

2.4.1.7 - Marés

A maré na região do Estuário e Baía de Santos tem caráter semidiurno. Na Figura 2.4.1.7-1 são apresentadas as constantes harmônicas para a estação maregráfica Ilha da Moela, da Fundação de estudos do Mar (FEMAR) (24º03,1'S e 46º16,1'W). As principais componentes para a região são M2 e S2, com amplitudes de 32,6 cm e 23,1 cm, respectivamente. A componente Mm tem amplitude de 16,3 cm e, todas as demais componentes apresentam amplitudes inferiores a 12 cm (CEAP, 2008).

Segundo Harari & Camargo (1997), as características mais importantes das marés na região são: as diferenças de intensidade de circulação entre a parte costeira profunda e as regiões interiores rasas, contrastes na circulação da Baía de Santos, condições de convergência e divergência nos Canais de Bertioga e de São Vicente, assimetrias de maré nas regiões rasas e rotação anti-horária das correntes nas áreas costeiras. Segundo estes autores, estas feições gerais são comuns a todos os ciclos de maré nesta região.

Ainda, de acordo com Harari & Camargo (1995), para o Porto de Santos, a amplitude média de sizígia é de 1,23 m e a de quadratura é igual a 0,27 m. As frentes frias (frequentes na região, especialmente durante o inverno), produzem alterações no nível médio do mar, que podem ultrapassar meio metro.

No desenvolvimento de pesquisas sobre a hidrodinâmica da área costeira da Baixada Santista, Harari & Camargo (1998) implementaram o *Princeton Ocean Model* (POM), com uma grade regular de 120 x 80 células, de resolução horizontal igual a 1 km e 11 níveis sigma na vertical, cobrindo a área de 46° a 47° W e de 23° 40' a 24° 30' S. A região de estudo incluiu os municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga, estendendo-se desde a linha da costa até uma profundidade máxima de 53,5 m. O modelo foi utilizado em simulações de maré, com a especificação das correspondentes oscilações nos contornos, calculadas com base em mapas cotidais da plataforma.

Numa etapa inicial, o modelo foi processado considerando isoladamente a componente lunar principal (M2) e a componente solar principal (S2), cada qual

por um período de cinco dias. A seguir, um processamento final com todas as principais componentes de maré foi efetuado, para um período de 31 dias, o que permitiu analisar o comportamento global das marés na área costeira e, principalmente, evidenciar os contrastes entre a sizígia e a quadratura. Nesse processamento, foram consideradas conjuntamente as componentes QI, 01, PI, KI, N2, M2, S2, K2 e M3, as quais são responsáveis por mais de 90% da energia de maré na área modelada.

Nome da Estação :	**ILHA DA MOELA (SANTOS) – SP**		
Localização :	No trapiche de acesso à Ilha		
Organ. Responsável :	DHN / IOUSP		
Latitude :	24° 03,1' **S**	**Longitude :**	46° 16,1' **W**
Período Analisado :	12/07/62 a 12/08/62	**Nº de Componentes :**	35
Análise Harmônica :	Método Tidal Liverpool Institute		
Classificação :	Maré de Desigualdades Diurnas		
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)	11 H 26 min	**Nível Médio (Zo):**	79 cm acima do NR.
Média das Preamares Superiores (MHHW) :	147 cm acima do NR.	**Média das Preamares Inferiores (MLHW) :**	122 cm acima do NR
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :	30 cm acima do NR.	**Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :**	17 cm acima do NR.

CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS

Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	MU_2	1,4	023
Ssa	-	-	N_2	3,0	118
Mm	16,3	340	NU_2	0,6	118
Mf	-	-	M_2	32,6	073
MTM	-	-	L_2	1,3	053
Msf	0,2	276	T_2	1,4	078
Q_1	4,7	058	S_2	23,1	078
O_1	11,5	072	K_2	6,3	078
M_1	0,2	284	MO_3	2,6	334
P_1	2,8	132	M_3	4,5	183
K_1	8,6	132	MK_3	1,8	095
J_1	0,6	010	MN_4	2,2	229
OO_1	1,5	166	M_4	2,6	336
MNS_2	-	-	SN_4	1,7	291
$2N_2$	0,4	062	MS_4	1,6	069

Referências de Nível: RN-1: situada junto à casa das máquinas do guindaste

Obs: Não há referências a outros períodos

Código BNDO: 50235

- 240 -

Figura 2.4.1.7-1 - *Amplitude (cm) e fase local (º) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica de Ilha da Moela (SP).*
Fonte: FEMAR (2000 *apud* CPEA, 2008).

Na simulação referente à composição das componentes principais de maré, em condições de sizígia, as correntes de superfície vazantes mais intensas apresentaram valores de 20.2 cm/s na área costeira e de 74.3 cm/s nas regiões rasas esses valores, referentes ao instante t = 527 h, são mais intensos que os de enchente, especialmente o relativo às áreas rasas; as baixamares subsequentes (em t = 529 h) atingiram elevações mínimas de -82 cm (na parte profunda) e de -93 cm (na parte rasa); esses valores são também de módulo maior que os de preamares.

Na Baía de Santos, nota-se grande contraste de intensidade das correntes entre o lado de São Vicente e o lado de Santos / Guarujá; nas enchentes (e vazantes) de sizígia, se tem convergência (e divergência) das correntes nos Canais de Bertioga e São Vicente e correntes num único sentido no Canal do Porto de Santos (Figura 2.4.1.7-2). Na sizígia, em virtude da preponderância da M2 e da S2 na circulação de maré da área, as correntes apresentam rotação anti-horária ao longo do ciclo de maré.

Em condições de quadratura, as correntes máximas (de vazante) na superfície possuem limites bem menores do que na sizígia: 8.1 cm/s na área costeira mais profunda e 26.0 cm/s na mais rasa (em t = 661 h); as baixamares subsequentes são as que apresentam os menores valores de queda do nível do mar, com -11.2 cm (no instante t = 664 h). Durante a quadratura, as correntes de superfície não apresentam um sentido definido de rotação; e nas vazantes das áreas rasas, as correntes nos Canais de Bertioga, São Vicente e Santos são num único sentido.

Quanto às preamares (e baixamares) subsequentes, essas duas componentes principais da maré também apresentam características similares: os valores máximos (e mínimos) atingidos se encontram na parte oeste da área costeira e também em direção às regiões internas rasas; na região dos canais, a preamar da M2 tem valores entre 30 e 42 cm, enquanto que na S2 as máximas se encontram entre 18 e 27 cm.

A Figura 2.4.1.7-3 apresenta os valores máximos e mínimos atingidos pela maré astronômica completa, na integração do modelo POM por um período de 29 dias; na apresentação desses valores extremos, as figuras são restritas às

regiões interiores rasas, as quais apresentam feições e variabilidades de maior interesse.

A assimetria entre máximos e mínimos da maré num período de 29 dias é facilmente notada, especialmente nas áreas internas rasas (Fig. 2.4.1.7-3). Os extremos de maré mais significativos calculados pelo modelo foram de +69 e -82 cm, na parte Sudoeste da região modelada, e +76 e -92 cm, nas regiões interiores rasas. Essas assimetrias são relacionadas ao efeito conjugado da conservação de massa (que intensifica as correntes nas regiões mais rasas) com a fricção no fundo (que é mais efetiva em colunas d'água menores). Todas as componentes apresentam aumentos de amplitude na parte Oeste/Sudoeste da região modelada e em direção às áreas mais interiores dos canais. As diurnas e a ter-diurna possuem sentido de propagação nitidamente de Sul para Norte, enquanto que as semi-diurnas se propagam de Sudeste para Noroeste.

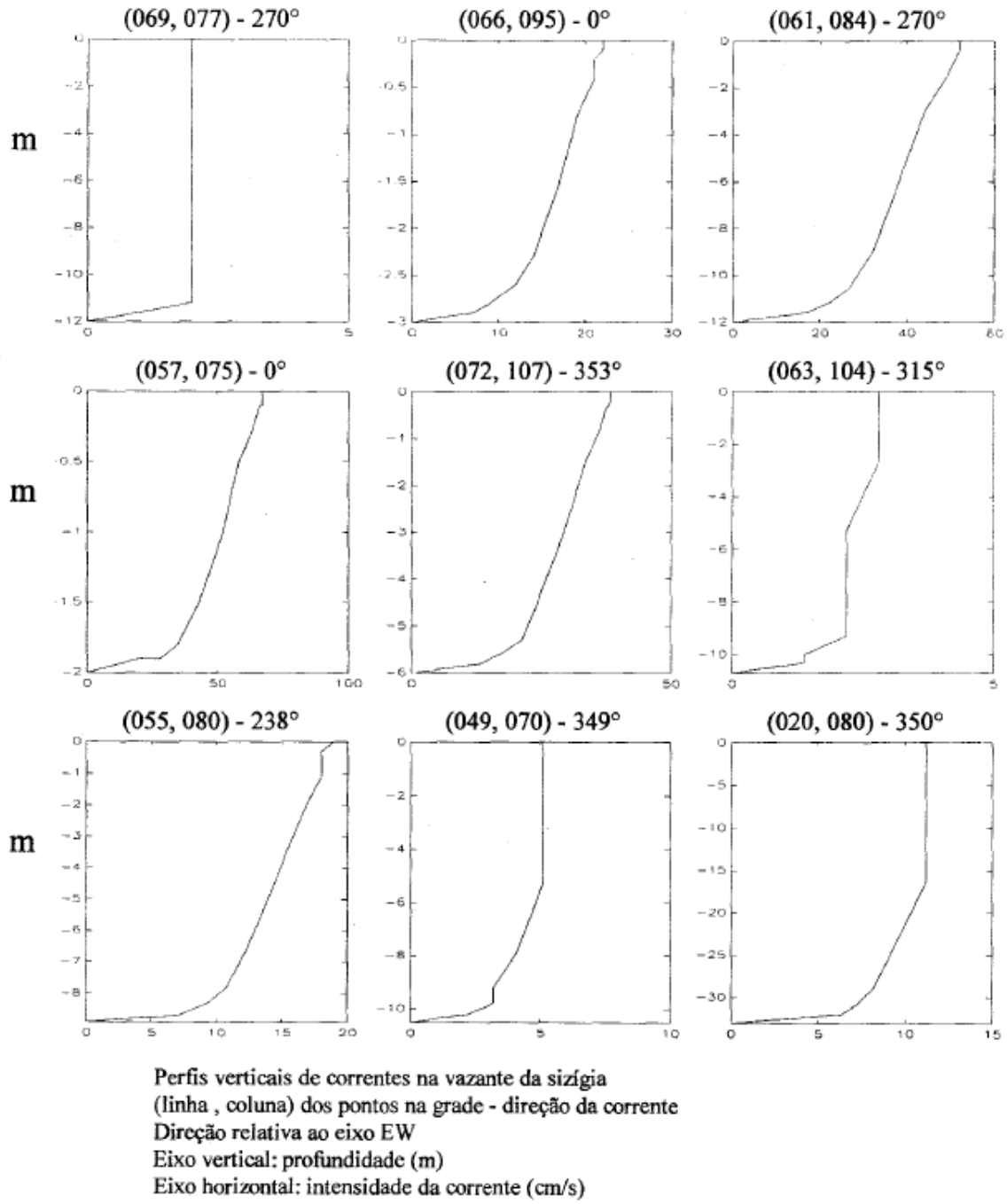


Figura 2.4.1.7-2 - *Perfis verticais de correntes nas vazantes máximas de sizígia em diversos pontos da grade.*
Fonte Harari & Camargo (1998).

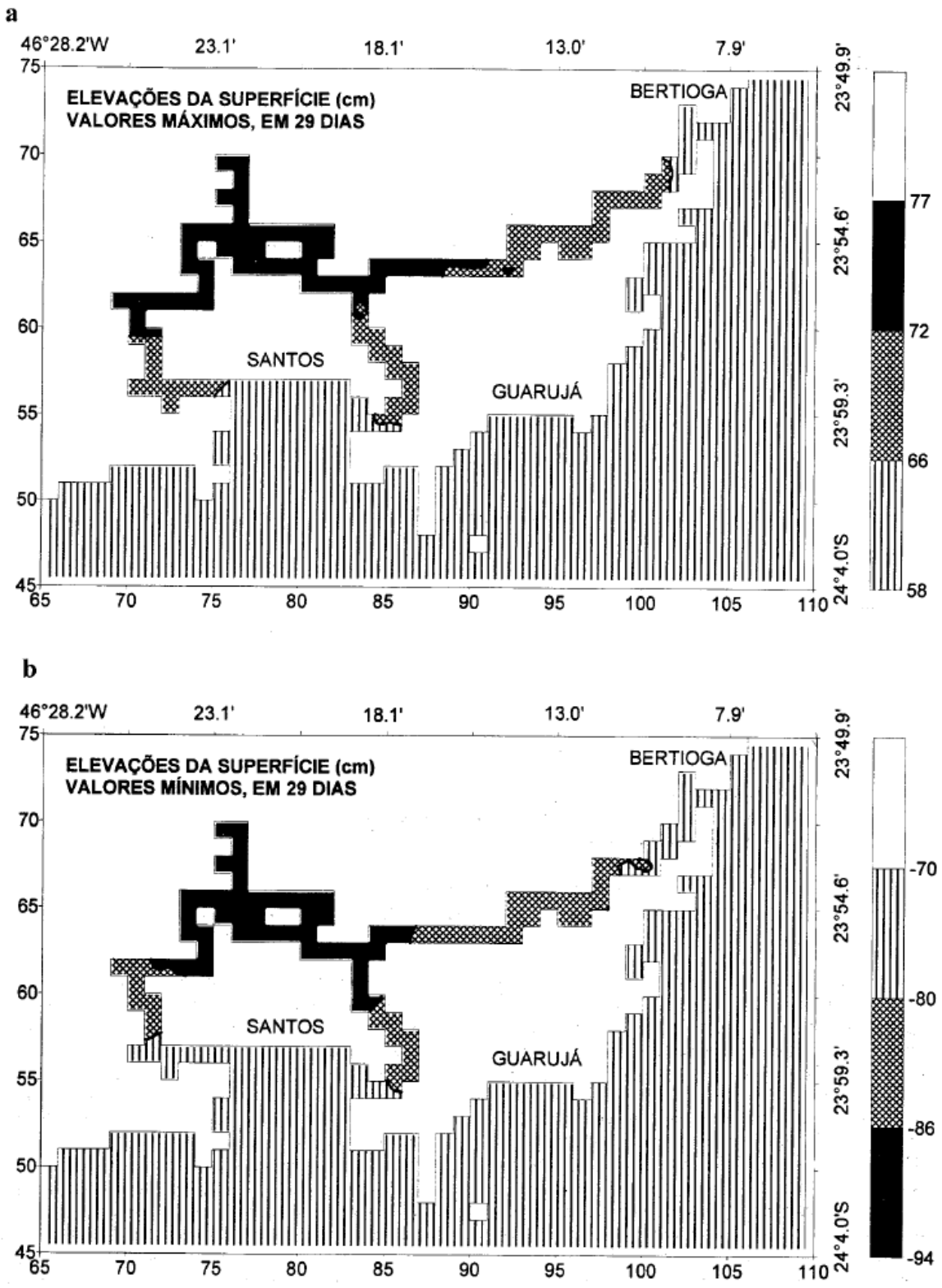


Figura 2.4.1.7-3 - *Valores de elevação de maré máximos (a) e mínimos (h), na integração do modelo por um período de 29 dias, nas áreas interiores rasas.*
Fonte Harari & Camargo (1998).

De acordo com os resultados da modelagem efetuada por Harari & Camargo (1998) a componente M2 é a de maior amplitude na área costeira de Santos, com valores variando de 30 a 36 cm na área mais profunda, num forte gradiente para oeste, e de 31 a 38,5 cm nas áreas interiores rasas (Figura 2.4.1.7-4a e b); a S2 é a segunda maior componente de maré da região, com amplitudes aumentando de 18 a 22 cm, de leste para oeste, e uma amplificação de 19 a 24 cm nos canais (Figura 2.4.1.7-5a e b). É interessante notar que a componente de maré M3 apresenta uma taxa de amplificação extremamente grande, em tomo de 100%, tanto no sentido leste - oeste como em direção às áreas internas rasas.

As elipses das correntes de superfície das componentes de maré são representadas através de seus eixos maior e menor. Em geral, nas partes rasas do modelo se tem uma intensificação das correntes de maré e um alinhamento das mesmas com o contorno terrestre.

Um aspecto de grande interesse se encontra na intensificação das correntes em parte da Baía de Santos, no lado que se estende desde o Canal do Porto até a Ilha da Moela, margeando o continente, esta feição foi observada em todas as simulações efetuadas. Por fim, na Figura 2.4.1.7-6 é mostrada a concordância do modelo com as séries de previsões harmônicas da maré, referentes ao Marégrafo de Torre Grande, no Porto de Santos. Na figura podem ser identificados os períodos de sizía e quadratura, bem como os instantes de enchentes, vazantes, preamares e baixamares. Deve-se destacar que os resultados do modelo consideraram apenas as 9 principais componentes de maré, enquanto que as previsões harmônicas utilizaram cerca de 30 componentes.

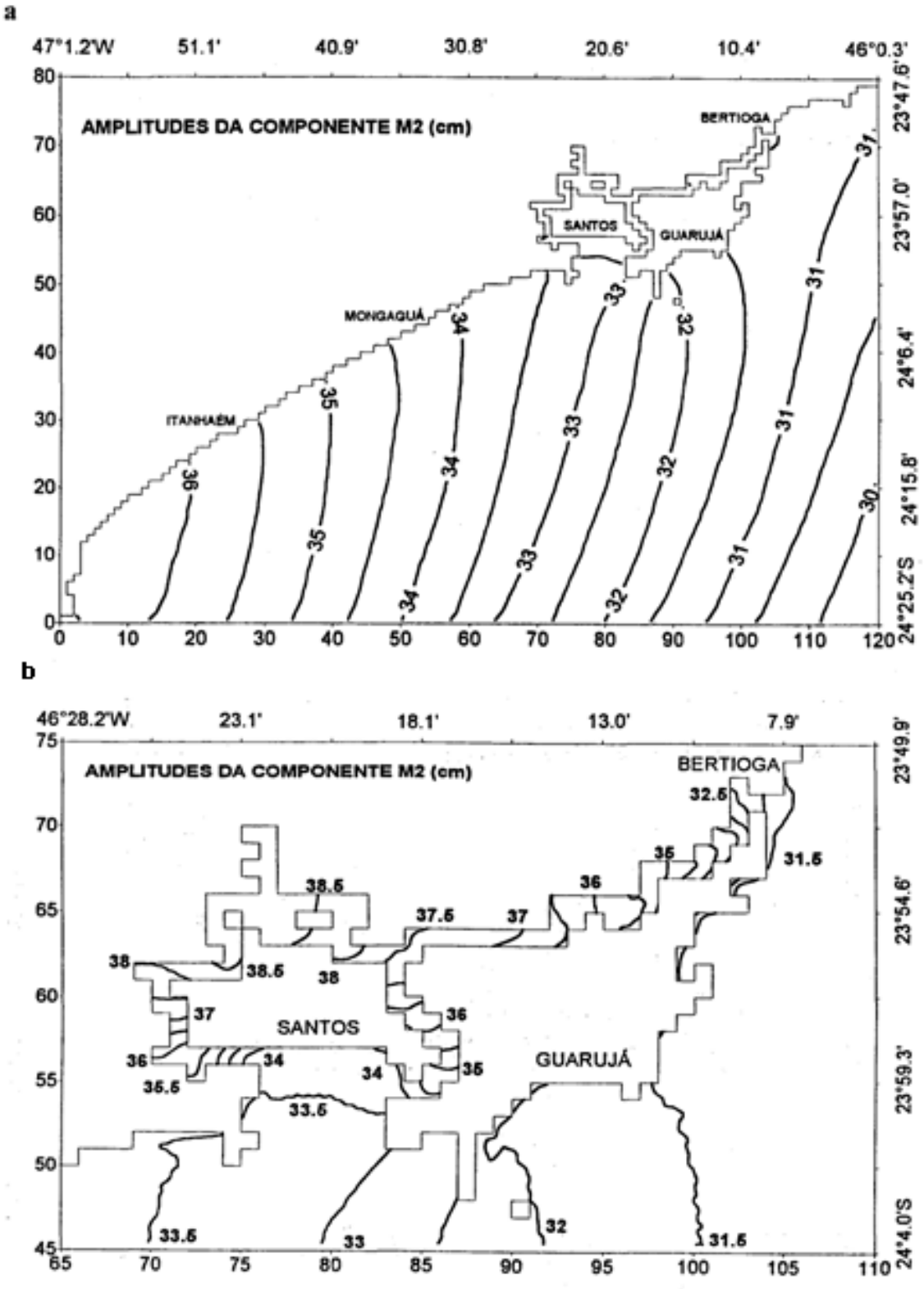


Figura 2.4.1.7-4 - *Amplitudes e fases relativas a Greenwich das componentes de maré M2 (a) para área completa e (b) para as regiões interiores rasas.*
Fonte Harari & Camargo (1998).

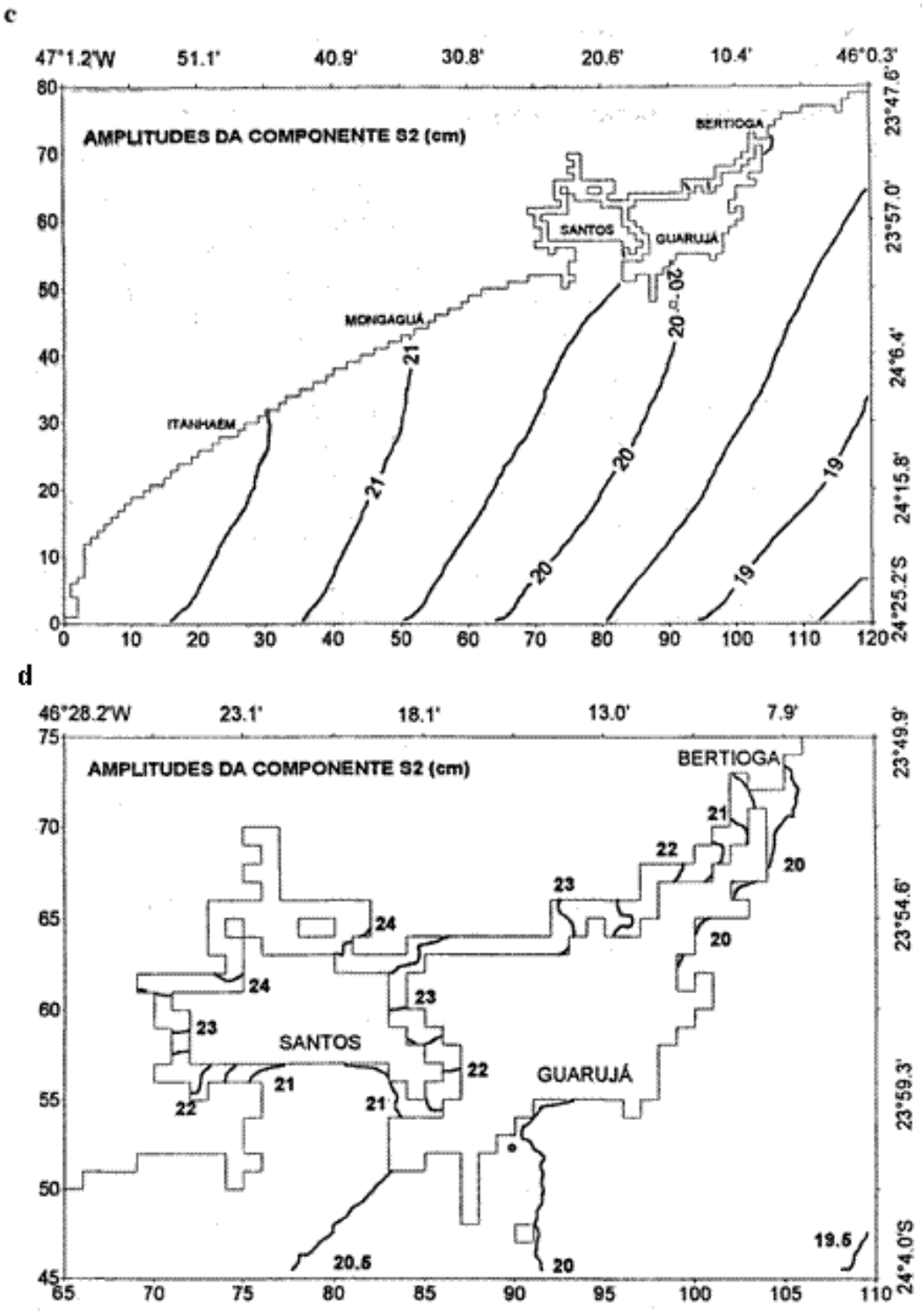


Figura 2.4.1.7-5 - *Amplitudes e fases relativas a Greenwich das componentes de maré S2 (a) para área completa e (b) para as regiões interiores rasas.*
Fonte Harari & Camargo (1998).

No estudo de Harari *et al*. (2000) foram estabelecidas quatro grades aninhadas para modelagem, sendo estas: 1) Canal do Porto e praias de Santos, 2) Praias do Guarujá, 3) Área de acesso ao Porto de Santos e 4) Área marítima contígua à Ilha da Moela. Os resultados obtidos indicaram que as correntes de maré próximas às praias da Baixada Santista são em geral muito fracas, sendo este aspecto mais notório nos mapas referentes ao Guarujá (Figura 2.4.1.7-6); na realidade, próximo às praias, os efeitos diretos de ondas e de correntes geradas por ondas são mais importantes. Entretanto, a despeito das fracas intensidades das correntes na Grade 2, se tem uma clara condição de convergência / divergência das correntes de maré vazantes / enchentes ao largo das praias do Guarujá, desde a superfície até o fundo (Figura 2.4.1.7-7); por outro lado, os resultados de correntes nas áreas mais profundas, referentes às grades 3 e 4, são os que apresentam maior uniformidade horizontal e vertical, havendo apenas algumas influências mais significativas de limites terrestres, como é o caso da Ilha da Moela (Figuras 2.4.1.7-8 e 2.3.1.7-9).

Os resultados de correntes obtidos estão de acordo com diversas medições realizadas na área, especialmente as da FUNDESPA (1996), conforme descrito também por Harari & Camargo (1998).

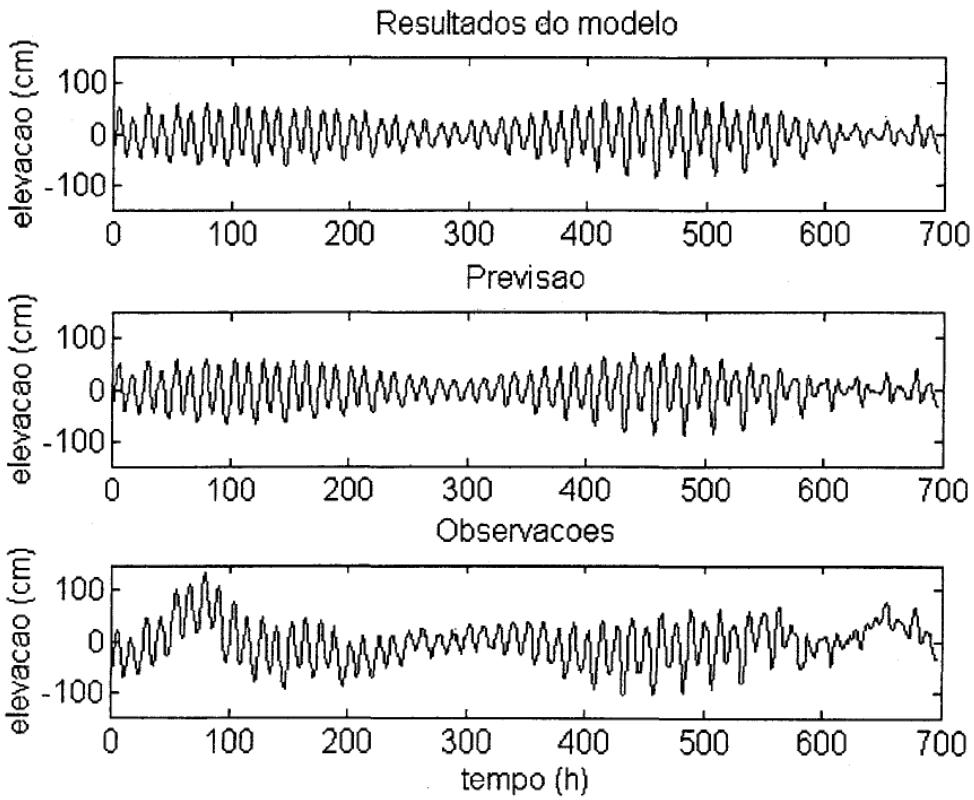


Figura 2.4.1.7-6 - *Séries temporais de maré com resultados do modelo, previsão harmônica com 44 componentes e observações diretas, referentes a Torre Grande, no Porto de Santos (na grade -linha, coluna = 061,084).*
Fonte: Harari & Camargo (1998).

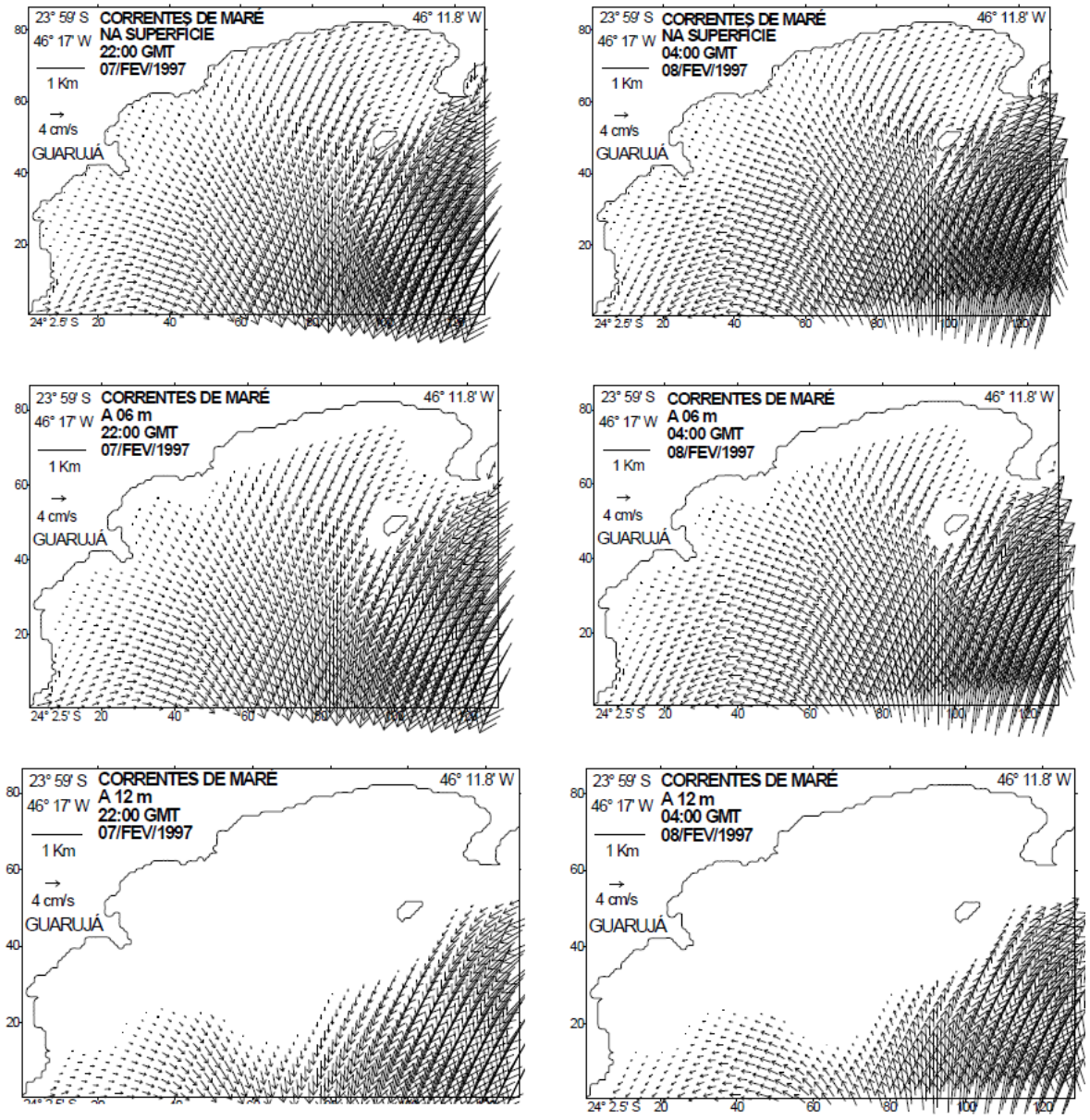


Figura 2.4.1.7-7 - *Resultados do modelo na grade 2: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 9).*

Fonte: Harari *et al*. (2000).

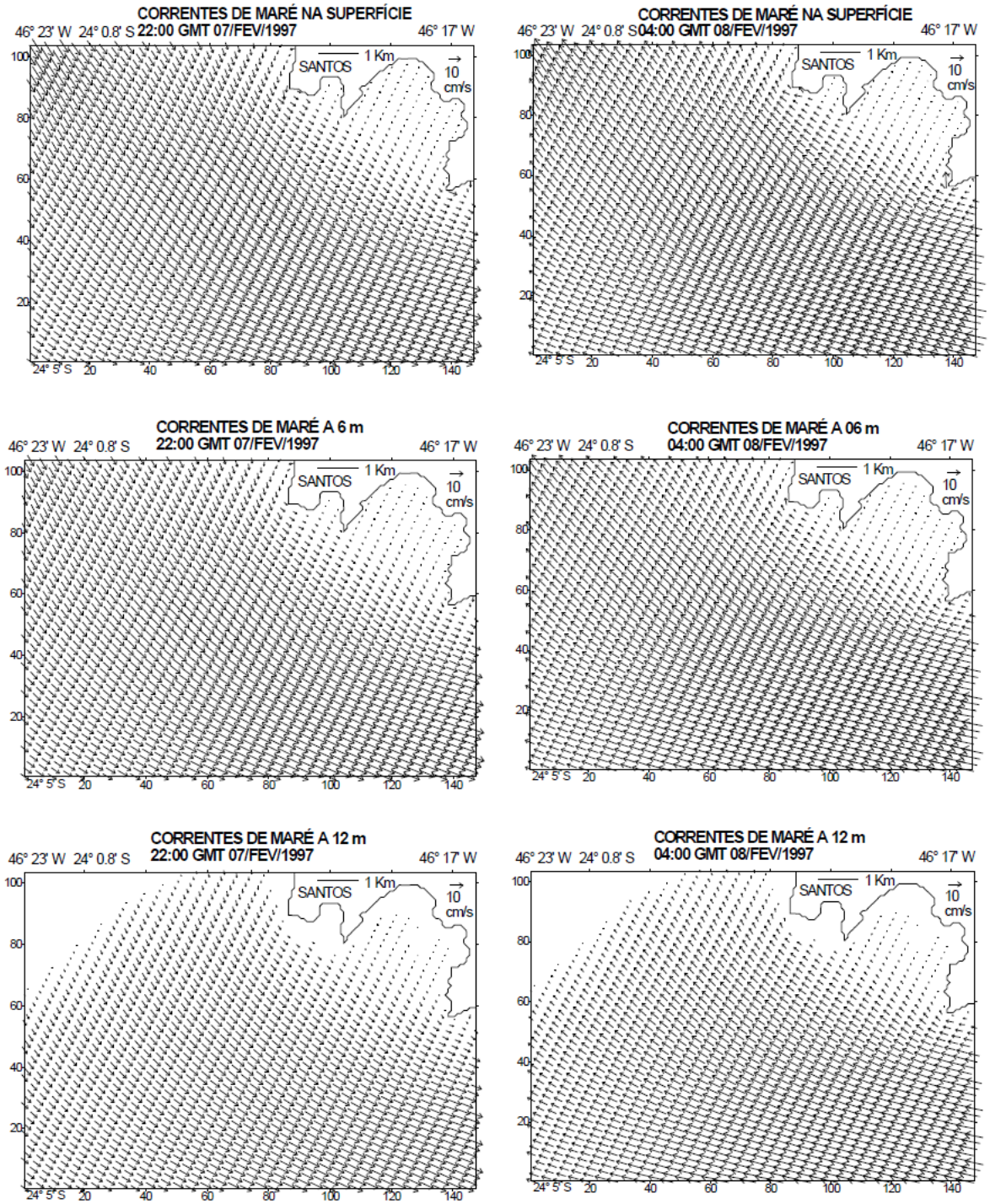


Figura 2.4.1.7-8 - *Resultados do modelo na grade 3: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 10).*

Fonte: Harari *et al*. (2000).

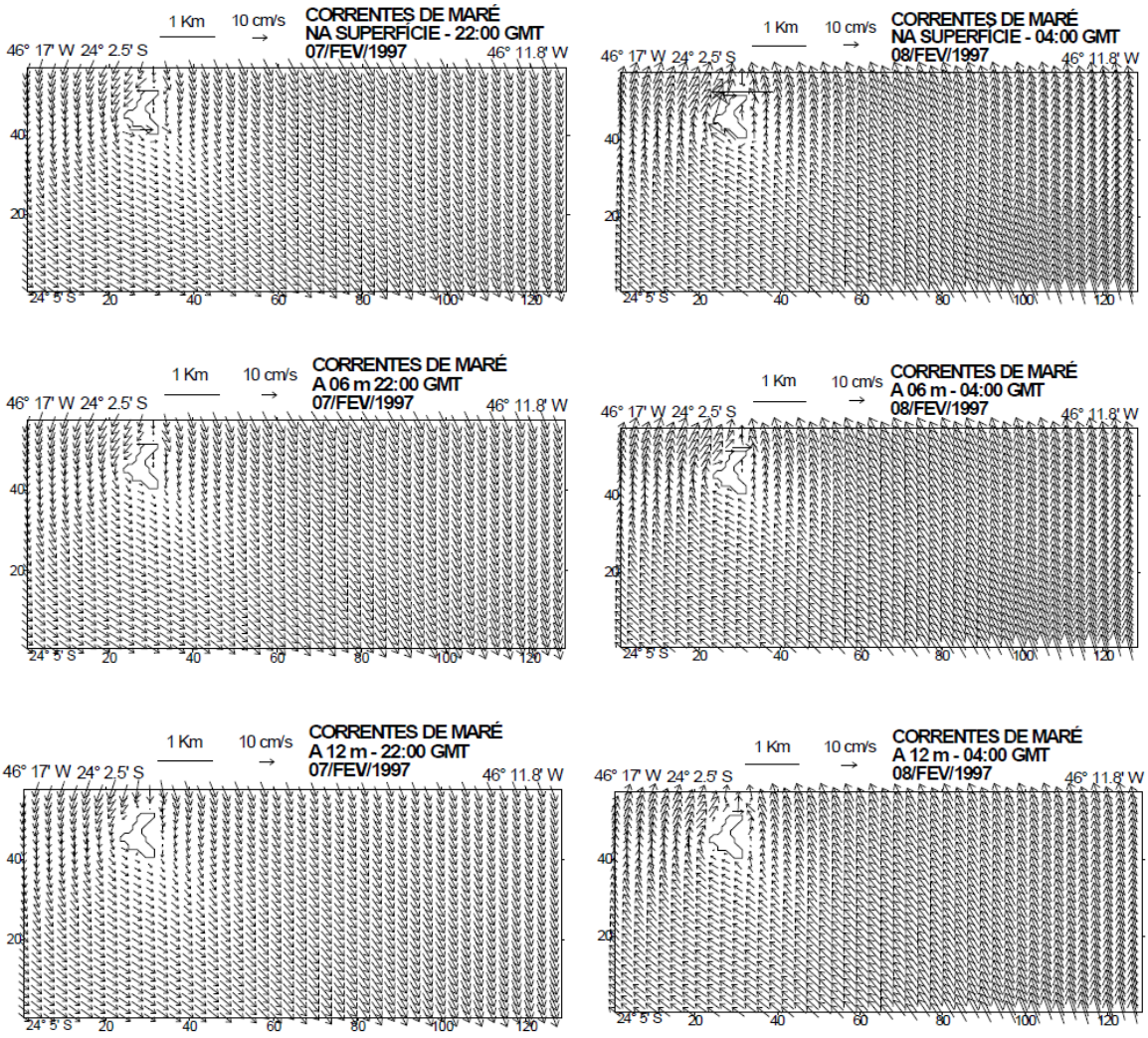


Figura 2.4.1.7-9 - *Resultados do modelo na grade 4: Correntes de sizígia na vazante (22:00 GMT de 07/Fev/1997) e na enchente (04:00 GMT de 08/Fev/1997), na superfície e a 6 e 12 m de profundidade (plotagem de 1 vetor a cada 9).*
Fonte: Harari *et al.* (2000).

2.4.1.8 - Ondas

Segundo Tessler *et al.* (2006), o alinhamento do litoral paulista (NNE-SSW) junto com a predominância de ondas de NE-E, resultam no predomínio de correntes de deriva litorânea com sentido sudoeste. Em condições onde há o predomínio de frontogênese ligada aos Anticiclones Polares Migratórios (APM) com ondas provenientes de S-SE, a deriva passa a se propagar para nordeste.

A Figura 2.4.1.8-1, a seguir, mostra o campo de altura significativa, período de pico e direção de onda para a região da Baixada Santista, em médias anuais, de verão e de inverno, O campo característico médio anual de onda, apresentado mostra que a média da altura significativa varia de 2,1 m na região oceânica e 1,2 m na região costeira (localização da Ilha da Moela). Quando comparado o regime de verão, nota-se um decréscimo das propriedades (altura de 2,1 e 1,2 m para 1,8 e 1,0 m). Para o período de inverno ocorre o inverso, com aumento das propriedades (altura significativa média de inverno é de 2,3 m em região oceânica e 1,4 m em regiões costeiras).

De acordo com os dados retirados do estudo de Tessler *et al.* (2006) de um modo geral, existem dois padrões típicos de ondas no litoral paulista: ondas de tempo bom, oriundas mais frequentemente do arco entre S60^0-E e as ondas de tempestade, provenientes do arco entre S75^{0}E-S20^0 W. Os períodos observados foram de 3 a 30 segundos, onde mais de 85% dos dados estavam entre os valores de 6 a 20 segundos, com predomínio no intervalo entre 9 e 11 segundos. A altura significativa variou entre 0,5 e 2 m em 90% da série, onde 50% dos dados estavam entre os valores de 1 a 1,5 m.

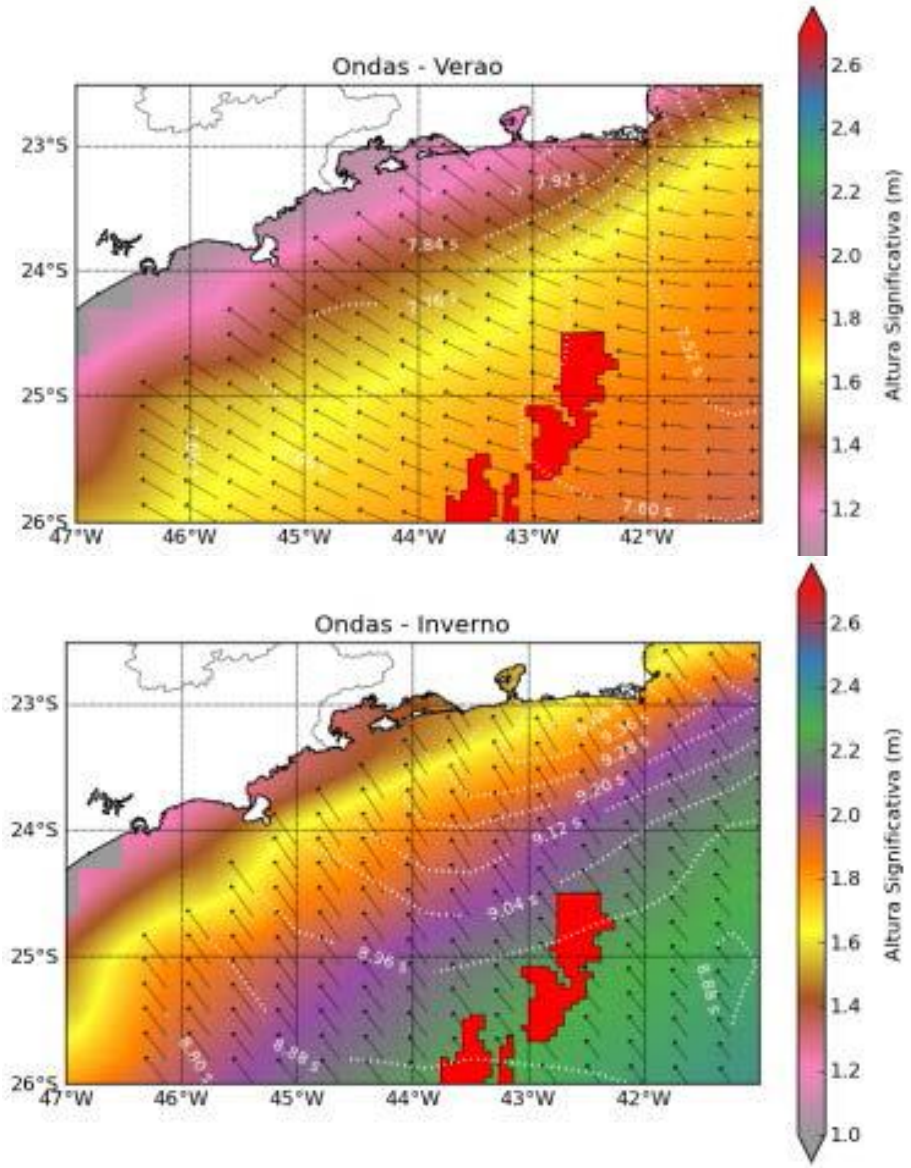


Figura 2.4.1.8-1 - *Altura significativa (cores), período de pico (isolinhas pretas - s) e direção de onda (vetores) média de inverno e verão.*
Fonte: WaveWatch III Global (1997-2009) *apud* PETROBRAS/WALM (2012).

2.4.2 - Oceanografia Química

2.4.2.1 - Qualidade da Água Marinha

A caracterização preliminar das condições ambientais da água nas proximidades da Ilha da Moela foi feita com base em resultados obtidos na literatura especializada e estudos realizados na região da Ilha da Moela e adjacências abaixo indicados:

- Avaliação da toxicidade dos corpos d' água que fluem em direção às praias de São Vicente (ABESSA & AMBROZEVICIUS, 2007);
- Integração da avaliação ecotoxicológica dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos (SES) (ABESSA *et al*., 2008a);
- Variação sazonal e especial de carbono e nitrogênio dissolvidos no Sistema Estuarino de Santos (APRILE & SIQUEIRA, 2012);
- Avaliação da toxicidade da Água na Baía de Santos (ABESSA *et al*., 2008b);
- Efeitos da dragagem na qualidade de sedimentos contaminados do canal do Porto de Santos: Biodisponibilidade e Toxicidade de metais e compostos orgânicos persistentes (TORRES, 2007);
- Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - 1^{0} Relatório Semestral (FUNDESPA, 2010);
- Variação temporal de Clorofila-a no Estuário de São Vicente (BUCCI *et al*., 2012).

A este banco de dados foram somados os dados primários de qualidade da água, obtidos na Ilha da Moela durante a campanha de caracterização, realizada no período de 13 e 19 de fevereiro de 2014. Para avaliação da qualidade ambiental os dados primários coletados ao redor da Ilha da Moela serão confrontados aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA N^{o} 357/2005 para água salinas Classe 1, escolhido em função das características verificadas em campo, como uso intensivo da região para desenvolvimento de

atividades de recreação de contato primário (mergulho, caça submarina, remo e canoagem) e atividades de pesca.

Ao final da avaliação de cada parâmetro de qualidade do água serão apresentados os Mapas de distribuição espacial, onde está agregado o conjunto de dados obtidos para região.

A seguir, é apresentada uma breve descrição dos estudos utilizados na caracterização histórica da região, destacando-se os aspectos metodológicos e as particularidades pertinentes a cada estudo.

Para caracterização da qualidade da água na costa de São Vicente, Abessa & Ambrozevicius (2007) coletaram amostras de superfície em sete pontos nos meses de maio, julho e outubro de 2005.

Para caracterização oceanográfica do Sistema Estuarino de Santos (SES), efetuada por Aprile & Siqueira (2012), foram utilizados dados coletados entre 2000 e 2008 em 27 estações distribuídas no sistema estuarino, sendo abordadas, na presente caracterização, apenas as nove estações localizadas na Baía de Santos. As amostragens foram efetuadas duas vezes a cada ano, para que fossem consideradas condições sazonais de variação de carbono e nitrogênio na região.

Também foram utilizados valores de pH e oxigênio dissolvido obtidos no SES em março de 1998 por Abessa *et al*. (2008a) . Além desses, foram considerados os percentuais de saturação de OD e concentração de sólidos dissolvidos obtidos na amostragem de avaliação dos efeitos da dragagem do Porto de Santos, retirados do estudo de Torres *et al*. (2009).

No estudo conduzido por Abessa *et al.* (2008b) foram coletadas amostras de água na Baía de Santos, em período de sizígia, em 19 pontos , para avaliação da toxicidade em superfície e junto ao fundo.

No estudo da variação sazonal de clorofila-a no estuário de São Vicente, conectado a Baía de Santos, as amostragens foram baseadas em duas séries de tempo diferentes realizadas em locais distintos do canal estuarino. Na primeira série de amostragem foram coletadas amostras de superfície semanalmente entre fevereiro e setembro de 2008, enquanto na segunda foram obtidas amostras entre os verões de 2009 e 2010.

Os dados retirados dos relatórios semestrais do Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos (FUNDESPA, 2010) estão baseados nos dados durante o Programa de Monitoramento da Qualidade de Água nas Áreas Dragadas. As atividades de dragagem foram efetuadas em quatro trechos que abrangem desde a Baía de Santos a região interna do estuário de Santos (Largo do Caneu) (Figura 2.4.2.1-1), no entanto, neste estudo serão considerados apenas ao dados obtidos no período de janeiro a março de 2010 no Trecho 1 de dragagem, visto que, este é o mais próximo a região de interesse.

No período prévio a dragagem (janeiro de 2010), a amostragem de água foi realizada em um ponto amostral, localizado no Trecho 1 de dragagem, considerando dois instantes: preamar e baixa-mar em maré de sizígia. Nas Campanhas 1 e 2, efetuadas em março de 2010 foram estabelecidos oito pontos de amostragem, dos quais cinco são localizados no rastro da draga durante o processo de *overflow* (eliminação de água excedente) e outros três pontos posicionados aleatoriamente dentro do trecho dragado. Estes últimos foram coletados trinta minutos após o término do ciclo de dragagem, com a draga fora da área.



Figura 2.4.2.1-1 - *Localização das áreas de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos.*
Fonte: FUNDESPA (2010).

No Quadro 2.4.2.1-1 a seguir, são apresentadas considerações metodológicas dos trabalhos acima elencados.

O Mapa 2.4.2.1-1 consolida as informações referentes à distribuição de cada um destes estudos na área de interesse.

A seguir, são apresentados os resultados, separadamente por parâmetro, para as seguintes variáveis:

- Oxigênio dissolvido e pH;
- Clorofila *a*;
- Nutrientes (Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Silicatos);
- Material particulado em suspensão (MPS);
- HPAs, HTPs, Fenóis e Óleos e Graxas.

Quadro 2.4.2.1-1 - *Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de água nos estudos realizados.* ***(A3)***

Quadro 2.4.2.1-1 - *Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de água nos estudos realizados.*

PARÂMETRO	ESTUÁRIO DE ITANHAÉM[A]	PARQUE ESTADUAL XIXOVÁ-JAPUÍ[B]	SISTEMA ESTUARINO DE SANTOS[C]	BAÍA DE SANTOS[D]	ESTUÁRIO DE SÃO VICENTE[E]	PORTO DE SANTOS[F]
Transparência da água	-	-	-	-	-	
Temperatura	Termômetro	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	-	Medidor digital portátil	
Salinidade	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	Condutivímetro	
pH	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	Medidor digital portátil	-	
OD	-	Medidor digital portátil	-	Método Winkler	-	
Turbidez	-	-	-	-	-	
Amônio	-	-	GRASSHOFF et al. (1983)	Método colorimétrico	Koroleff (1969) e Grasshoff et al. (1983)/Espectrofotometria	
Nitrogênio Amoniacal	Medidor digital portátil		-	Medidor digital portátil	-	EPA 350.2
Nitrito	-	-	GRASSHOFF et al. (1983)	-	Strickland & Parsons (1972)/Espectrofotometria	EPA 9000
Nitrato	-	-	GRASSHOFF et al. (1983)	-	Strickland & Parsons (1972) / Espectrofotometria	EPA 9000
Fosfato	-	-	-	-	Strickland & Parsons (1972)/Espectrofotometria	EPA 365.2
Silicato	-	-	-	-	Strickland & Parsons (1972)/Espectrofotometria	
COD	-	-	Oxidação dom dicromato de potássio + $Ag_2SO4+H_2SO_4+H_3PO_4+NaF$	-	Fluorímetro	
MPS	-	Medidor digital portátil	-	-	-	
Clorofila a	-	-	-	-	Fluorímetro	Standard Methods – 10200 H
Metais	-	APDC (GRASSHOFF et al., 1999),	-		-	EPA 3005ª (preparação); EPA 6010C (análise) Hg EPA 7470ª (preparação); e EPA 7470ª (análise)
Sulfeto	-	-	-	-	-	
HPAs	-	extração líquido-líquido Método 3510C	-	-	-	EPA 3510C (preparação); EPA 8270D (análise)
HTPs	-	-	-	-	-	
Fenóis	-	-	-	-	-	
BTEX	-	-	-	-	-	
Óleos e graxas	-	-	-	-	-	

[a] Abessa *et al*. (2006)
[b] Araujo *et al*. (2013)
[c] Aprile & Siqueira (2012)
[d] Abessa *et al.* (2008b)
[e] Bucci *et a.*, (2012)
[f] FUNDESPA (2010)

Mapa 2.4.2.1-1 - *Localização geográfica dos estudos utilizados para caracterização da qualidade de água.*

Bertioga

Cubatão

Santos

São Vicente

Guarujá

Praia Grande

24°0'0"S

Setor Guaíbe

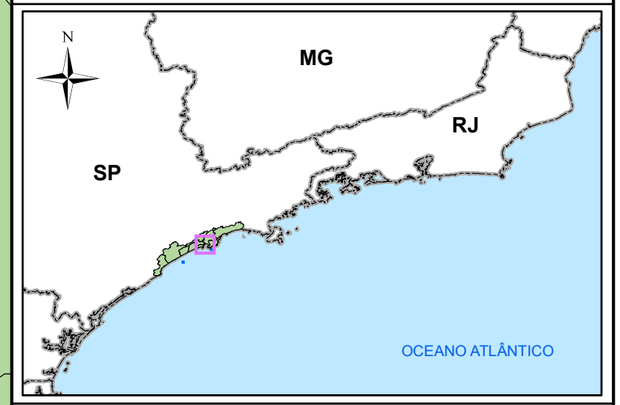
Setor Carijó

Ilha da Moela

OCEANO ATLÂNTICO

0 2 4 6 km

Mapa de Localização



Legenda

- Divisa Interestadual
- Municípios da Área de Estudo
- APA Marinha
- Área de Manejo Especial (AME) da Ilha da Moela

Artigos por Pontos

- Abessa et al (2008a)
- Abessa et al (2008b)
- Bucci et al (2012)
- Torres (2007)
- Abessa & Ambrozevicius (2007)
- Torres et al (2009)
- Aprile & Siqueira (2012)
- Habtec Mott MacDonald (2014)

Referências
IBGE, 2007;

PETROBRAS | Habtec Mott MacDonald

Projeto
AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

Título
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS ESTUDOS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Projeção	Datum	Escala
Geográfica	SIRGAS 2000	1:100.000

Data	Número	Autor	Revisão
Março, 2015	Mapa 2.4.2.1-1	Leonardo Dias	02

a) Oxigênio dissolvido

A concentração de Oxigênio Dissolvido presente nos ambientes costeiros e oceânicos é altamente influenciada por processos bioquímicos e físicos (GARCIA *et al*., 2006). O balanço deste gás está intimamente relacionado às atividades fotossintetizantes, à respiração dos organismos e à oxidação de matéria orgânica (LIBES, 1992; AIDAR *et al*., 1993). Processos físicos também interferem na dinâmica do O_2, como a ação de renovação de águas, a difusão entre atmosfera-oceano, a temperatura (influenciando diretamente na solubilidade do gás) e a turbulência (GARCIA *et al*., 2006).

De um modo geral, segundo os dados disponibilizados por Niencheski *et al*. (1999), os valores de oxigênio dissolvido para costa brasileira apresentaram-se relativamente elevados em todos os níveis de profundidade, apresentando valores máximos de 6,40 mg/L durante o verão, sendo típico o decréscimo ao longo do perfil após a profundidade de 100 m.

Nas três campanhas de caracterização da região costeira de São Vicente (ABESSA & AMBROZEVICIUS, 2007) as concentrações de OD em superfície não variaram muito entre as estações, sendo encontrados valores entre 4 e 11 mg/L (Figura 2.4.2.1-2). A concentração média estimada nos meses de maio, julho e outubro, foi, respectivamente, 10,29 mg/L, 9,57 mg/L e 11 mg/L.

Na campanha efetuada em março de 1998 por Abessa *et al.* (2008a) no Sistema Estuarino de Santo os níveis de oxigênio dissolvido na água de fundo oscilaram entre 3,0 e 7,2 mg/L (Figura 2.4.2.1-3). Os menores valores foram encontrados nas partes internas de Santos e no Canal da Bertioga (estações 5, 6, 7, 8 e 24). Nesta amostragem os valores marinhos típicos foram encontrados na Baía de Santos, enquanto os valores mais baixos, característicos de ambientes estuarinos ou de áreas com intenso aporte orgânico, foram observados no interior do estuário.

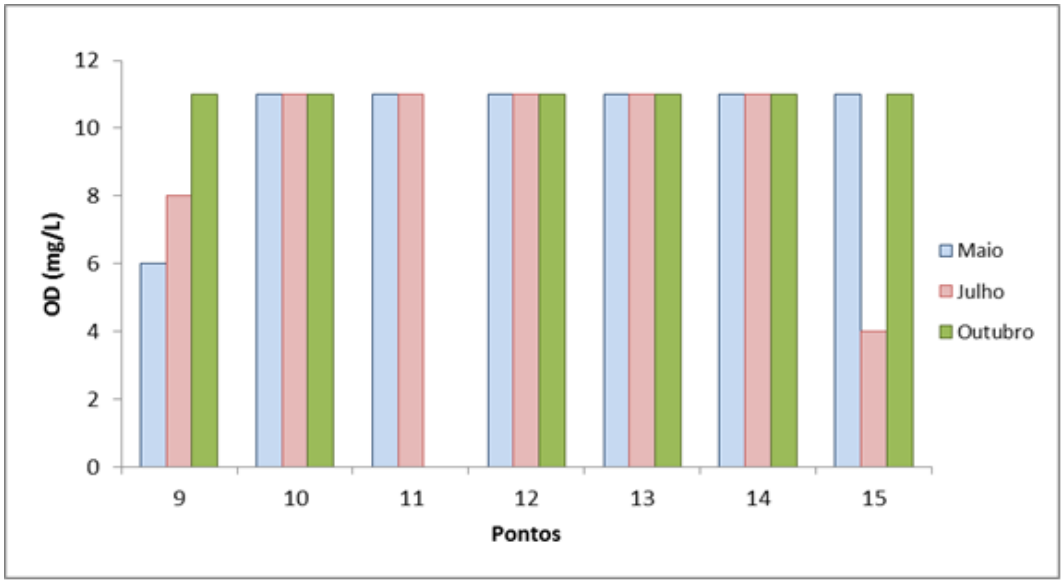


Figura 2.4.2.1-2 - *Valores de oxigênio dissolvido (OD) na região Costeira de São Vicente.*
Fonte: Abessa & Ambrozevicius (2007).

Na campanha prévia a atividade de dragagem (janeiro de 2010) foram verificados valores de OD no Trecho 1 entre 4,92 e 5,53 mg/L, com percentuais de OD entre 76,07 e 84.27%. Já nas campanhas efetuadas em março foram verificados valores entre 6,19 e 7,17 mg/L e percentuais elevados de saturação de OD, oscilando estes de 94,4 a 110,77% (FUNDESPA, 2010).

Os elevados valores percentuais de OD nas águas da Baía de Santos são corroborados pelos dados obtidos por Torres *et al.* (2009) na campanha de avaliação da dragagem do porto, em que os percentuais de OD observados em superfície atingiram 110%), reduzindo estes em direção ao fundo, atingindo valores de até 85%.

Na campanha de levantamento de dados efetuada entre 13 e 19 de fevereiro de 2014 na Ilha da Moela, foram obtidos valores de oxigênio dissolvido em superfície entre 4,1 e 7,8 mg/L e junto ao fundo entre 4,1 e 6,6 mg/L Os percentuais de saturação de OD durante a campanha oscilaram entre 81,5% e 120% em superfície de 62,2% a 91,7% junto ao fundo (Quadro 2.4.2.1-2 e Figura 2.4.2.1-4).

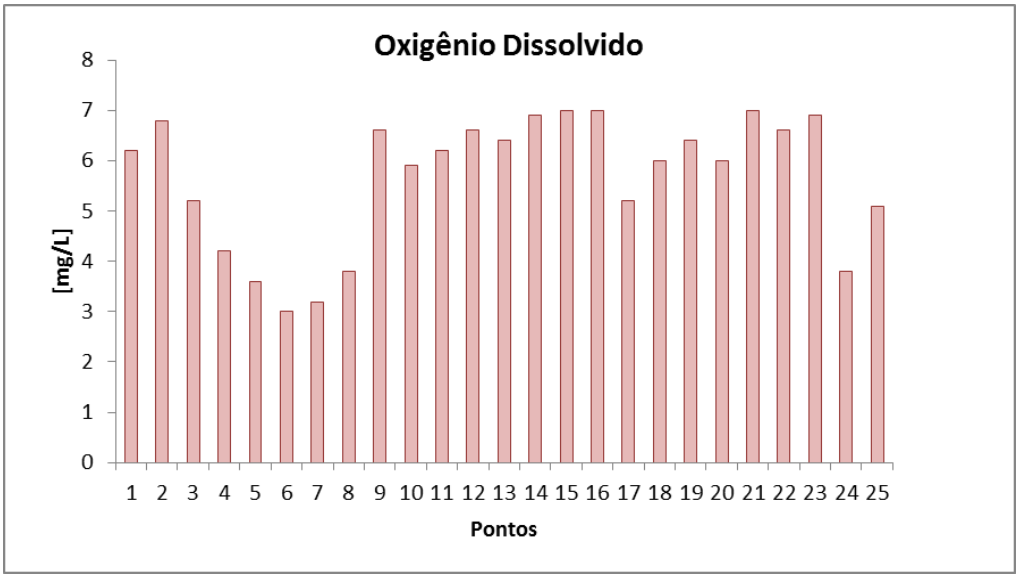


Figura 2.4.2.1-3 - *Valores de oxigênio dissolvido (OD) no Sistema Estuarino de Santos.*
Fonte: Abessa *et al*. (2008a).

Quadro 2.4.2.1-2 - *Valores de oxigênio dissolvido (OD), obtidos na campanha de levantamento de dados efetuada entre 13 e 19 de fevereiro de 2014.*

PONTO	SUPERFÍCIE		FUNDO	
	OD (%)	OD (mg/L)	OD (%)	OD (mg/L)
IM 01	115,0	7,47	69,3	5,32
IM 02	89,2	5,90	83,2	5,50
IM 03	110,30	7,18	84,0	6,43
IM 04	101,4	6,70	88,7	6,50
IM 05	108,0	6,94	91,7	6,58
IM 06	88,0	6,01	79,0	5,60
IM 07	88,1	5,85	84,3	5,37
IM 08	81,5	5,52	65,0	4,84
IM 09	81,8	4,12	62,2	5,45
IM 10	95,1	6,52	69,3	5,36
IM 11	84,9	5,83	82,3	5,77
IM 12	88,0	5,70	64,9	4,10
IM 13	84,2	5,60	79,9	5,30
IM 14	120,0	7,75	67,4	5,26
IM 15	98,8	6,75	67,0	4,92

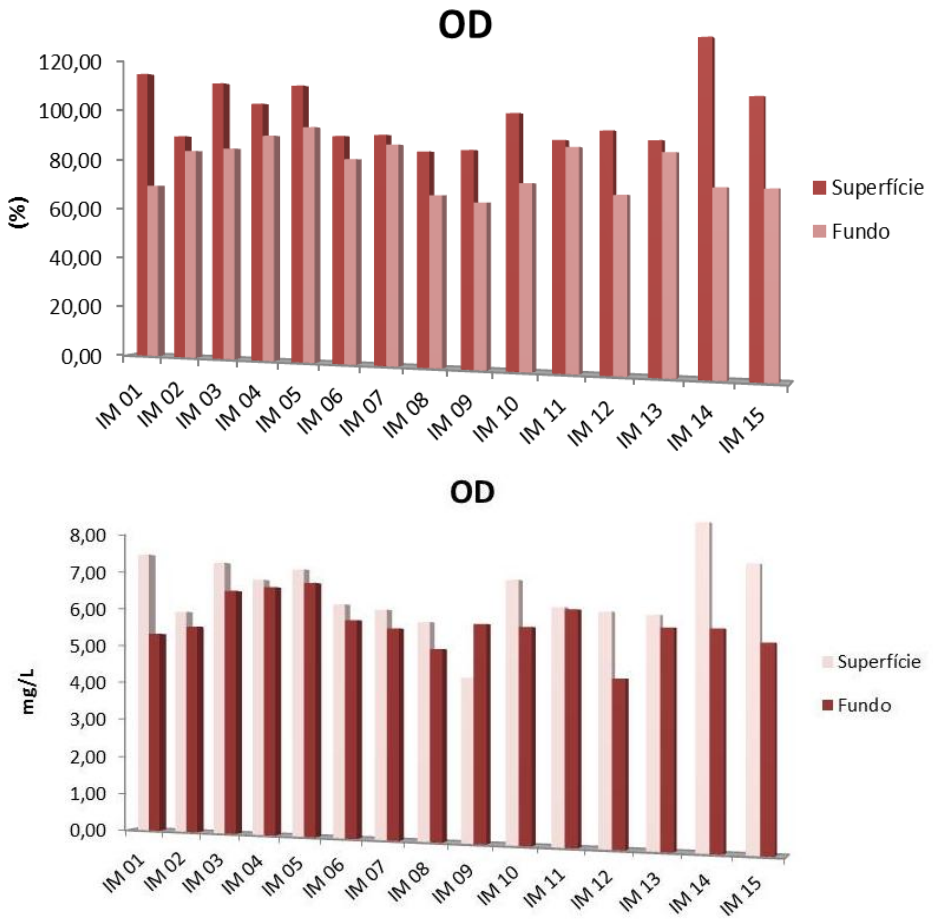


Figura 2.4.2.1-4 - *Distribuição espacial das concentrações de OD nas amostras de águas coletadas na Ilha da Moela.*

A partir dos dados primários obtidos, para Ilha da Moela foi estimado valor médio e percentual médio de saturação de OD iguais a 6,3 mg/L e 95,6% em superfície e de 5,5 mg/L e saturação de 75,9% de OD junto ao fundo. De acordo com os valores obtidos na camada superficial, em sete das quinze estações de amostragem de são obtidos valores de OD abaixo do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA N^0 357. Embora a faixa de concentração de OD na água esteja dentro da reportada em outros estudos conduzidos na Baía de Santos (Mapa 2.4.2.1-2), os baixos níveis de OD são preocupantes, pois o oxigênio é um dos principais parâmetros para controle dos níveis de poluição das águas.

Durante a estabilização aeróbica da matéria orgânica, as bactérias decompositoras fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, podendo diminuir sua presença no meio. Dependendo da intensidade com que o oxigênio é

consumido e da taxa de aeração do ambiente, em baixas concentrações de OD pode ocorrer a morte de diversos seres aquáticos (PEREIRA, 2004). Caso o oxigênio seja realmente totalmente consumido, tem-se condições anaeróbicas do ambiente e a geração de condições redutoras, aumentando a toxicidade de muitos elementos químicos, que assim tornam-se mais solúveis, como por exemplo, os metais (BALLS *et al*., 1996).

Altas concentrações de oxigênio dissolvido são indicadores da presença de vegetais fotossintéticos, enquanto baixos valores indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente originada do lançamento de efluentes no corpo d' água), ou seja, alta quantidade de biomassa de bactérias aeróbicas decompositoras (O´CONNOR, 1967).

Mapa 2.4.2.1-2 - *Mapa de distribuição dos valores de OD na Ilha da Moela e região adjacente.*

Município de São Vicente

Município de Santos

Município de Guarujá

Baía de Santos

OCEANO ATLÂNTICO

Ilha da Moela

9 10 11 12 13 14 15

IM-01 IM-02 IM-03 IM-04 IM-05 IM-06 IM-07 IM-08 IM-09 IM-10 IM-11 IM-12 IM-13 IM-14 IM-15

PA01 - SA/SB (média)

PA14

PA13

PA07 ao PA11 (média)

PA12

0 200 400 600 m

1:12.000

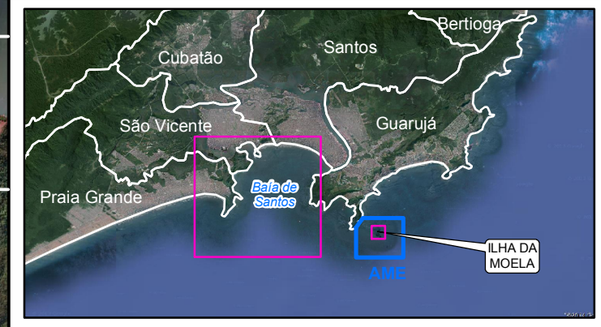
0 500 1,000 1,500 m

1:40.000

Macrolocalização



Mapa de Localização



Legenda

Qualidade da Água

OD - Superfície (mg/L)	OD - Fundo (mg/L)
4,12 - 5,49	4,10 - 4,72
5,50 - 6,87	4,73 - 5,34
6,88 - 8,24	5,35 - 5,96
8,25 - 9,62	5,97 - 6,58
9,63 - 11,00	

Notas:
1 - Referência dos pontos IM 01 ao 15: Presente Estudo;
2 - Referência dos pontos 9 ao 15: Abessa & Ambrozevicius, 2007;
3 - Referência dos pontos PA: FUndespa, 2010.

Referências

IBGE, 2007; Google Earth Pro, 2013 - 2014.

PETROBRAS

Habtec Mott MacDonald

Projeto

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

Título

CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO OBTIDAS NA COLUNA D' ÁGUA DA REGIÃO ADJACENTE A ILHA DA MOELA

Projeção	Datum	Escala
UTM - Zona 23S	SIRGAS 2000	INDICADA

Data	Número	Autor	Revisão
Março, 2015	Mapa 2.4.2.1-2	Leonardo Dias	02

b) pH

O pH pode ser resultado de fatores naturais e antrópicos. Valores altos de pH (alcalino) de sistemas hídricos pode estar associado a proliferação de vegetais em geral, pois com o aumento da fotossíntese há consumo de gás carbônico e portanto, diminuição do ácido carbônico da água e consequente aumento do pH (VON SPERLING, 1995). Durante a noite, o pH volta ao seu estado anterior.

A acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de CO_2, ácidos minerais e sais hidrolizados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquáticas estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese (PEREIRA, 2004).

A faixa de concentração adequada para a existência de biota é bastante estreita e crítica. A maioria dos peixes não suporta ambientes com pH inferior a 5 e pouquíssimos são aqueles que sobrevivem a pH superior a 9.

No sistema oceânico os valores de pH apresentam pequenas variações devido ao mecanismo tampão associado à água do mar, mas variações na ordem de 7,8 a 8,2 podem ser observadas, associando-se, sobretudo, aos fenômenos de oxidação da matéria orgânica, produção primária e incorporação de CO_2 atmosférico pelo sistema marinho. Variações mais amplas nos valores de pH da água do mar ocorrem frequentemente em regiões onde existe intenso aporte terrestre (BRAGA & NIENCHESKI, 2006).

Na campanha de caracterização da região costeira de São Vicente (ABESSA & AMBROZEVICIUS, 2007) a os valores de pH obtidos oscilaram entre 7,23 a 8,61 (Figura 2.4.2.1-5). Enquanto na Baía de Santos (ABESSA et al., 2008b) os valores de pH obtidos estiveram mais elevados, oscilando estes de 8,27 a 8,42 na superfície e entre 8,23 e 8,40 junto ao fundo (Figura 2.4.2.1-6).

Nas campanhas de monitoramento da atividade de dragagem do Porto de Santos (FUNDESPA/PORTO DE SANTOS, 2010) foram obtidos valores de pH entre 8,13 e 8,36.

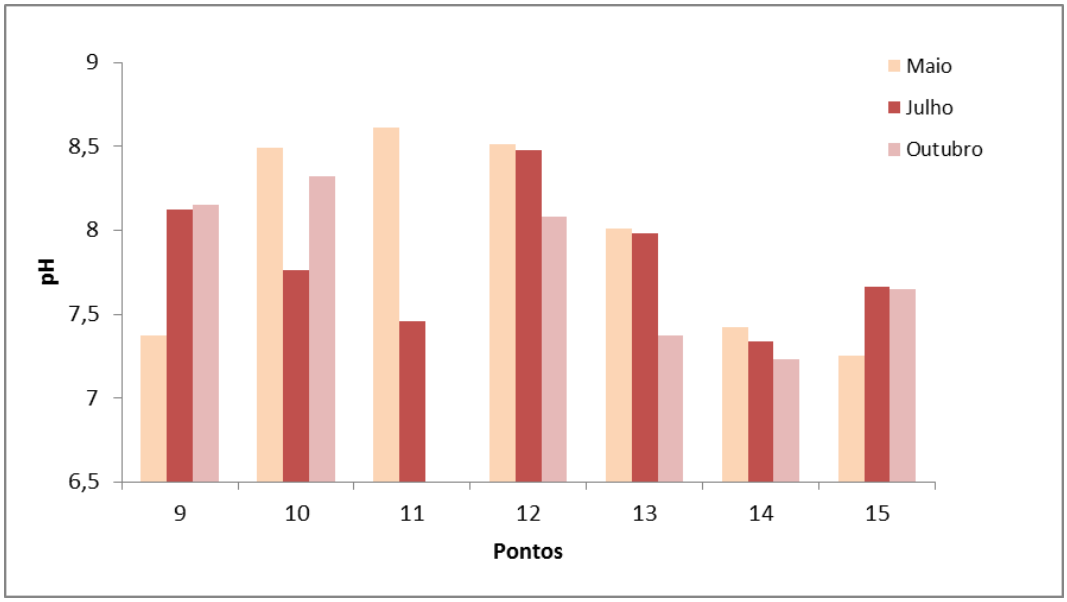


Figura 2.4.2.1-5 - *Valores de pH na região Costeira de São Vicente.*
Fonte: Abessa & Ambrozevicius (2007).

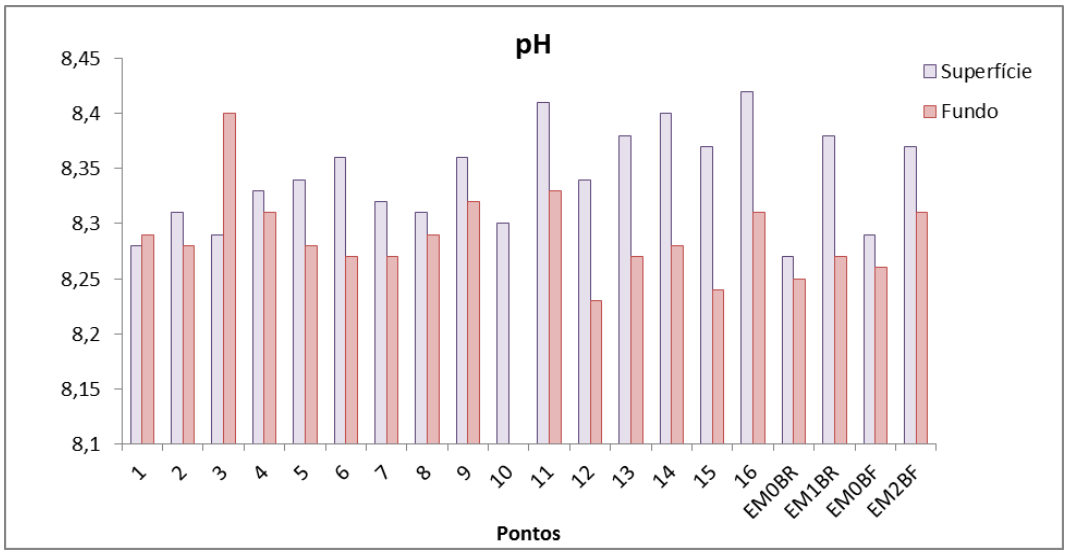


Figura 2.4.2.1-6 - *Valores de pH obtidos na Baía de Santos.*
Fonte: Abessa *et al.* (2008b).

Os valores de pH na campanha efetuada na Ilha da Moela não oscilaram muito entre os estratos, sendo os máximos e mínimos registrados em superfície iguais a 7,61 e 8,4 e 7,7 e entre 8,3 junto ao fundo (Quadro 2.4.2.1-3 e Figura 2.4.2.1-7). Para o pH foram estimados valores médios iguais a 8,0 em superfície e 8,1 junto ao fundo.