O silicato é um elemento nutriente, porém utilizado apenas por uma parcela dos organismos fitoplanctônicos (diatomáceas). Assim, a remoção de Si pelos sistemas biológicos dificilmente diminui a sua concentração na água de modo marcante, levando em conta que os sistemas estuarinos apresentam altas concentrações de Si, permitindo que ele atue como um marcador da influência dos aportes terrestres, da diluição das águas e do espalhamento de plumas nos sistemas costeiros (BRAGA *et al*., 2009).

A concentração de Si nas águas oceânicas de superfície são geralmente muito baixas, em torno de 0,028 mg/L, elevando-se progressivamente nas áreas mais próximas da costa, em particular nos estuários, onde no seu interior, pode normalmente atingir valores maiores que 4,2 mg/L.

Na Ilha da Moela foram verificadas concentrações de silicato típicas de regiões costeias, variando estas entre 0,08 e 0,32 mg/L em superfície e de 0,07 a 0,25 mg/L junto ao fundo (Figura 2.4.2-18 e Mapa 2.4.2.1-10).

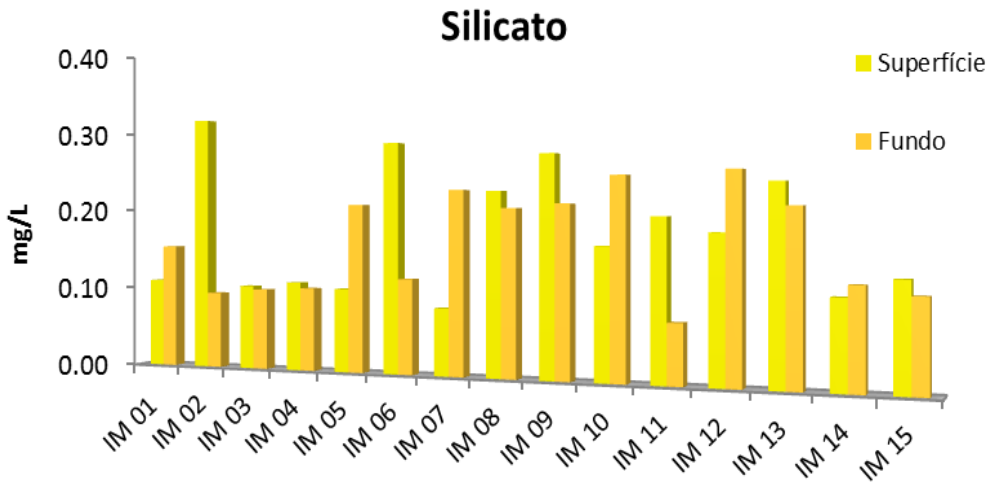


Figura 2.4.2.1-18 - *Distribuição espacial de silicato nas amostras de água de superfície e fundo coletadas na Ilha da Moela.*

Mapa 2.4.2.1-11 - *Mapa de distribuição dos valores de silicato na Ilha da Moela e região adjacente.*

370000
371000
372000
373000
7341000
7340000
7339000
7338000
N
IM-12
IM-08
IM-04
IM-13
IM-09
IM-05
IM-01
Ilha da Moela
IM-02
IM-06
IM-10
IM-14
IM-03
IM-07
IM-11
IM-15
OCEANO ATLÂNTICO
0 100 200 300 m

Macrolocalização



Mapa de Localização



Legenda

Área de Manejo Especial da Ilha da Moela

Qualidade da Água

Si - Superfície (mg/L)	Si - Fundo (mg/L)
0, 082 - 0,141	0,073 - 0,117
0,142 - 0,200	0,118 - 0,160
0,201 - 0,258	0,161 - 0,204
0,259 - 0,317	0,205 - 0,248

Referências

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

PETROBRAS | Habtec Mott MacDonald

Projeto

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA

Título

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

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

Data	Número	Autor	Revisão
Março, 2015	Mapa 2.4.2.1-11	Leonardo Dias	02

e) Material particulado em suspensão (MPS)

O material particulado em suspensão (MPS) constitui-se do conjunto de compostos inorgânicos e orgânicos em suspensão na água. A elevada concentração deste parâmetro no ambiente marinho aumenta a turbidez da água, podendo reduzir a produção primária fotossintética. Em regiões oceânicas, as concentrações de MPS na superfície estão geralmente entre 0,5 e 1,0 mg/L (AMINOT & CHAUSSEPIED, 1983).

Nas regiões costeiras e de transição (estuários), as concentrações de MPS tendem a ser maiores devido à influência da maré, descargas fluviais e erosão costeira (DEVLIN *et al*., 2008). Espera-se que fatores como exposição ao vento e às ondas, amplitude da maré e a extensão da camada de mistura, influenciem a concentração de MPS, sendo que as maiores concentrações são atreladas aos ambientes mais energéticos (ROGERS *et al*., 2003).

A concentração de MPS nos sistemas aquáticos é regulada, conhecidamente, por muitos fatores. Os principais são: a produção autóctone (quantidade de plâncton na água, por exemplo), os materiais alóctones e a quantidade de material ressuspendido (HAKANSON, 2006).

Nas campanhas de monitoramento das atividades de dragagem do Porto de Santos (FUNDESPA, 2010) foram encontrados valores de MPS entre <30 e 54 mg/L no Techo 1 (Baía de Santos). No estudo conduzido por Torres *et al.* (2009) na mesma região, foram estimados valores de sólidos suspensos entre 20 e 60 mg/L.

Durante a amostragem efetuada na Ilha da Moela em fevereiro de 2014 foram obtidas concentrações inferiores as reportadas para o Porto de Santos (Quadro 2.4.2.1-8), oscilando estas entre 6,5 e 38 mg/L em superfície, enquanto junto ao fundo foram obtidas concentrações um pouco maiores, variando de 11,9 a 66,4 mg/L . As médias estimadas para as camadas de superfície e fundo foram de 23 e 30 mg/L, respectivamente (Figura 2.4.2.1-19).

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.*

PONTO	MPS (mg/L)	
	Superfície	Fundo
IM 01	13,5	14,4
IM 02	32,0	37,5
IM 03	12,2	19,9
IM 04	6,5	16,9
IM 05	12,5	16,3
IM 06	24,3	24,9
IM 07	21,3	23,9
IM 08	30,9	44,2
IM 09	37,9	56,8
IM 10	25,3	31,8
IM 11	23,9	16,9
IM 12	33,2	52,3
IM 13	38,0	66,4
IM 14	19,0	14,1
IM 15	15,5	11,9

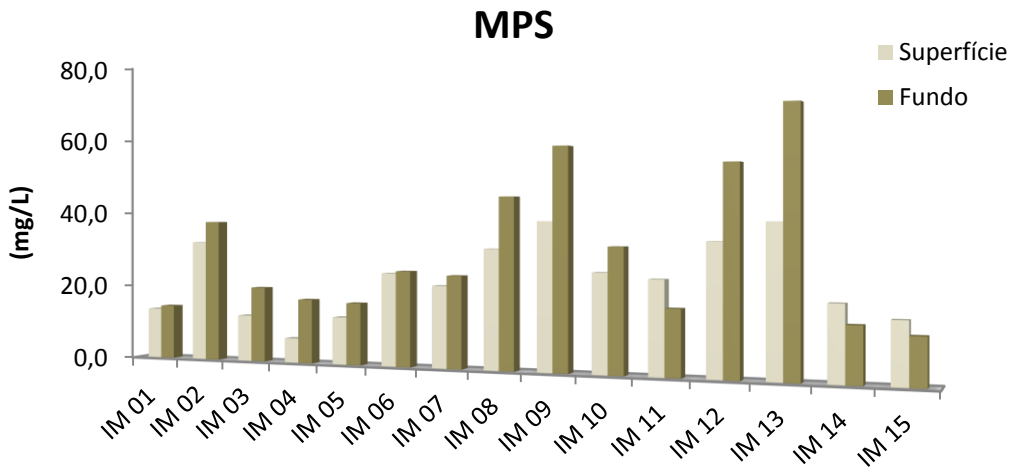


Figura 2.4.2.1-19 - *Distribuição espacial de material particulado em suspensão (MPS) nas amostras de água coletadas na Ilha da Moela.*

Mapa 2.4.2.1-12 - *Mapa de distribuição dos valores de material particulado em suspensão na Ilha da Moela e região adjacente.*

Município de São Vicente

Município de Santos

Baía de Santos

Município de Guarujá

OCEANO ATLÂNTICO

Ilha da Moela

PA01 - SA/SB (média)

PA14

PA13

PA07 ao PA11 (média)

PA12

IM-12

IM-08

IM-04

IM-13

IM-09

IM-05

IM-01

IM-02

IM-06

IM-10

IM-14

IM-03

IM-07

IM-11

IM-15

355000 356000 357000 358000 359000 360000 361000 362000 363000 364000 365000 366000

7349000 7348000 7347000 7346000 7345000 7344000 7343000 7342000 7341000 7340000 7339000

371000 372000

0 200 400 600 m

1:12.000

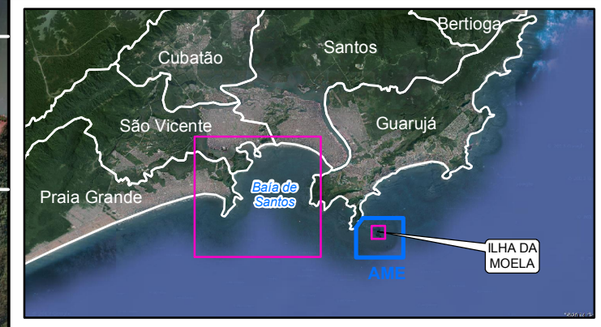
0 500 1,000 1,500 m

1:40.000

Macrolocalização



Mapa de Localização



Legenda

Qualidade da Água

MPS - Superfície (mg/L)

- 6,5 - 16
- 17 - 25,5
- 25,6 - 35
- 36 - 44,5
- 44,6 - 54

Notas:
1 - Referência dos pontos IM 01 ao 15: Presente Estudo;
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 MATERIAL PARTICULADO SUSPENSO 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 2.4.2.1-12	Leonardo Dias	02

f) HPAs, HTPs, Fenóis e Óleos e Graxas

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são considerados poluentes orgânicos prioritários em estudos ambientais, uma vez que algumas dessas substâncias podem ser consideradas precursoras de ações mutagênicas e tumorais em sistemas biológicos (WHO,1983).

Os HPAs tem sua origem na combustão incompleta da matéria orgânica, principalmente petrogênica, regidos principalmente por diferentes fatores físicos, como temperatura e pressão. O transporte de HPAs se dá principalmente através de material particulado fino atmosférico ou por meio aquoso, podendo atingir desta forma regiões distantes de suas origens (WANG *et al*., 1999).

A literatura cita que concentrações de HPA de até 2,00 µg/L, considerando-se o somatório dos 16 compostos, são típicas de ambientes não contaminados por hidrocarbonetos de petróleo (LAW, 1981; WEBER & BÍCEGO, 1991; FUNDESPA, 1994). Outros autores são mais restritivos e citam como limite para a indicação de contaminação por HPA em água, os níveis superiores a 1,0 µg/L (KNAP *et al*., 1986).

A título de comparação, podem ser citados os níveis de HPAs, para águas oceânicas, sem a presença de contaminação por petróleo. Geralmente, os HPAs ficam abaixo do nível de detecção dos métodos usados (entre 0,01 µg/L e 0,03 µg/L) (LAW, 1997; NRC, 1995). Segundo estudo desenvolvido por BÍCEGO (1998) na região costeira da Bacia de Santos, os valores de HPAs na Plataforma Continental de São Paulo variaram de 0,46 até 14,34 µg/L, na área do Canal de São Sebastião na faixa de 0,18 a 8,52 µg/L e no estuário de Santos ficam entre <0,18 a 52,43 µg/L.

No Quadro 2.4.2.1-9 são mostradas as concentrações de HPAs obtidas por Torres (2007) nas amostras de água coletadas no terminal Alemoa (estação Al1) e no local de disposição dos sedimentos dragados no Porto de Santos (estação SD1) (TORRES, 2007). Como pode ser observado, estes compostos apresentaram baixas concentrações na água, variando de 0,008 a 0,036 µg/ L de HPAs (individuais).

Quadro 2.4.2.1-9 - *Concentrações de HPAs obtidas na amostragem de avaliação dos efeitos da dragagem do Porto de Santos.*

HPAs	LOCAIS	
	Al1	SD 1
Naftaleno	0,027	0,015
Acenaftileno	0,028	0,014
Acenafteno	0,036	ND
Fluoreno	0,02	ND
Fenantreno	0,03	0,019
Antraceno	0,021	0,01
Fluoranteno	0,03	0,017
Pireno	ND	0,008
Benzo[a]antraceno	ND	ND
Criseno	ND	ND
Benzo[b]fluoranteno	ND	ND
Benzo[a]pireno	0,029	ND
Indeno[1,2,3-cd]pireno	0,019	0,01
Dibenzo[a,h]antraceno	ND	ND
Benzo[ghi]perileno	0,018	0,009
Somatório	0,26	0,103

Fonte: Torres (2007).

Segundo dados do Programa de Monitoramento da Qualidade de Água nas Áreas Dragadas do Porto de Santos (FUNDESPA, 2010) nenhum HPA foi quantificado nas amostras de água coletadas entre janeiro e março de 2010.

Durante a campanha efetuada em fevereiro de 2014 na Ilha da Moela, nenhum dos 15 HPAs analisados apresentou concentração detectável nas amostras de superfície e de fundo, sendo os resultados das análises apresentados no Quadro 2.4.2.1-10. Para HTPs também não foram encontradas concentrações acima do limite de detecção do método analítico empregado (30 µg/L).

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.*

PAs (µg/L)	IM-01 S	IM-01F	IM-02 S	IM-02F	IM-03 S	IM-03 F	IM-04 S	IM-04 F	IM-05 S	IM-05 F	IM-06 S	IM-06 F	L.Q.	L.D.
Naftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Acenaftileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fenantreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Criseno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Indeno(1,2,3,cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(g,h,i)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
HTP (µg/L)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	100	30

(continua)

Quadro 2.4.2.1-10 (continuação)

HPAs (µg/L)	IM-07 S	IM-07 F	IM-08 S	IM-08 F	IM-09 S	IM-09 F	IM-10 S	IM-10 F	IM-11 S	IM-11 F	IM-12 S	IM-12 F	L.Q.	L.D.
Naftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Acenaftileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fenantreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Criseno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Indeno(1,2,3,cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(g,h,i)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
HTP (µg/L)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	100	30

(continua)

Quadro 2.4.2.1-10 (conclusão)

HPAs (µg/L)	IM-13 S	IM-13 F	IM-14 S	IM-14 F	IM-15 S	IM-15 F	L.Q.	L.D.
Naftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Acenaftileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fenantreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Criseno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Indeno(1,2,3,cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
Benzo(g,h,i)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	0,003
HTP (µg/L)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	100	30

2.4.2.2 - Qualidade do Sedimento

A caracterização preliminar dos sedimentos nas proximidades da Ilha da Moela será feita com base em resultados secundários obtidos nos seguintes estudos realizados na região.

- Influência do emissário submarino de Santos sobre a toxicidade e contaminação dos sedimentos adjacentes (ABESSA *et al.*, 2005a);
- Integração da avaliação ecotoxicológica dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos (SES) (ABESSA *et al.*, 2008a);
- Efeitos das operações de dragagem na qualidade do sedimento do Porto de Santos (TORRES *et al.*, 2009);
- 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);
- Avaliação da contaminação por Hg dos sedimentos do Estuário de São Vicente (HORTELLANI *et al.*, 2005);
- Distribuição de mercúrios nos sedimentos de fundo no Estuário de Santos (SIQUEIRA *et al.*, 2005);
- Determinação da matéria orgânica e razões C/N e C/S em sedimentos de Fundo do Estuário de Santos (SIQUEIRA *et al.*, 2006);
- Avaliação ecotoxicológica dos sedimentos do Porto de Santos e dos pontos de disposição do material dragado (SOUSA *et al.*, 2007);
- Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - 1º Relatório Semestral (FUNDESPA, 2010);
- Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - 2º Relatório Semestral (FUNDESPA, 2011);
- Plano Básico Ambiental da Dragagem de Aprofundamento do Porto de Santos - 6º Relatório Semestral (FUNDESPA, 2013);
- Variação sazonal e especial de carbono e nitrogênio dissolvidos no Sistema Estuarino de Santos (APRILE & SIQUEIRA, 2012).

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

No estudo conduzido por Abessa *et al.* (2005a) para caracterização dos sedimentos nas proximidades do emissário de Santos foram coletadas amostras de sedimento superficial (0-2 cm) em cinco pontos durante os períodos de verão e inverno dos anos 1998, 1999 e 2000. Já em março de 1998, foram coletadas 25 amostras de sedimento superficial distribuídas ao longo do Sistema Estuarino de Santos (SES) (Abessa *et al.,* 2008a) para realização de análises de carbonatos, granulometria hidrocarbonetos e metais

Para caracterização liminológica do SES efetuada por Aprile & Siqueira (2012) foram utilizados dados coletados entre 2000 e 2008 em 27 estações distribuídas no sistema estuarino, sendo abordadas neste estudo apenas as 9 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 orgânico particulado e nitrogênio orgânico particulado.

No estudo conduzido por Torres *et al.* (2009) para verificar os potenciais efeitos das operações de dragagem sobre a qualidade dos sedimentos do Porto de Santos e área marinha adjacente, foram coletadas (entre os anos 2005 e 2007) amostras de sedimento e de particulado em suspensão em 14 pontos distribuídos nos terminais Alemoa e Container (TECON), na área de descarte dos sedimentos dragados (localizada a SW da Ilha da Moela, abrangendo uma área de 3.24 km^2) e na área de possível alcance da pluma formada após a disposição dos sedimentos.

Neste estudo foram mensurados os seguintes parâmetros de qualidade de água: profundidade, temperatura (°C), pH, potencial de oxi-redução, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, total de sólidos dissolvidos. Já os de qualidade do sedimento foram granulometria, metais e COT.

Para caracterização da contaminação dos sedimentos do Estuário de São Vicente por mercúrio, Hortellani *et al. (*2005) coletaram amostras entre maio de 1996 e maio de 1997 em 31 pontos distribuídos entre as áreas de manguezais e áreas sob influência urbana, industrial e portuária.

Foram mensurados ainda outros parâmetros como: granulometria, carbonatos, conteúdo de matéria orgânica, carbono orgânico e nitrogênio total. No estudo conduzido por Siqueira *et al.* (2005) para avaliação da contaminação dos sedimentos do estuário de Santos foram obtidas amostras em 31 pontos distribuídos nos canais de Santos e São Vicente e na Baía de Santos entre julho e agosto de 2000.

Na caracterização ecotoxicológica efetuada por Santos *et al.* (2007) foram coletadas amostras em 13 estações. Nas estações de 1 a 6, localizadas no Porto de Santos e nas estações de 7 a 13 distribuídas nas áreas de disposição do material dragado foram coletadas amostras de sedimento superficial para análises granulométricas.

No estudo para determinação de matéria orgânica e razões C/N e C/S dos sedimentos de fundo do estuário de Santos realizado por Siqueira *et al.* (2006), foram efetuadas amostragens de sedimento nos mesmo pontos definidos pelo estudo de Siqueira *et al.* (2005). As amostragens foram efetuadas nos períodos de inverno (julho/agosto de 2000) e verão (março de 2001).

Os dados retirados dos Relatórios Semestrais de Plano Básico Ambiental da dragagem de aprofundamento do Porto de Santos (FUNDESPA, 2010; 2011; 2013), integram o período de monitoramento de compostos metálicos, parâmetros físicos-químicos e HPAs nos sedimentos durante o período prévio (janeiro de 2010) e durante o desenvolvimento das atividades de dragagem (fevereiro de 2010 a fevereiro de 2013). A escolha do número de pontos monitorados em cada campanha mensal foi feita de acordo com as quadriculas de disposição utilizadas durante o período determinado.

O estudo abrange os quadrantes do Polígono de Disposição Oceânica (PDO) do sedimento de dragagem (PS-Q1 a PS-Q10), bem como quadrículas adjacentes às áreas utilizadas para disposição no período anterior a realização da amostragem, representadas pelos quadrantes PS-Ad1 a PS-Ad18, um ponto a sudoeste e dois pontos a nordeste (PS-N1, PS-N2 e PS-S1) da área principal de monitoramento e um ponto amostral na área a ser controlada (PS-C1), no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (Figura 2.4.2.2-1).

No Quadro 2.4.2.2-1 são apresentadas considerações metodológicas dos trabalhos acima elencados. O Mapa 2.4.2.2-1 consolida as informações referentes às coordenadas das estações de coleta de cada um destes trabalhos.

A fim de avaliar à qualidade ambiental e possíveis prejuízos à biota aquática decorrentes da acumulação de nutrientes, os dados primários obtidos na Ilha da Moela serão confrontados aos valores de alerta estabelecidos pela Resolução Conama N^{o} 454/2012. No caso dos compostos metálicos serão utilizados os valores de referência TEL e PEL estabelecidos pelo CCME (2002) - “Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life”. 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.

Ao final da avaliação de cada parâmetro de qualidade do sedimento serão apresentados os mapas de distribuição espacial, onde estão compilados todos os dados obtidos para região de interesse.

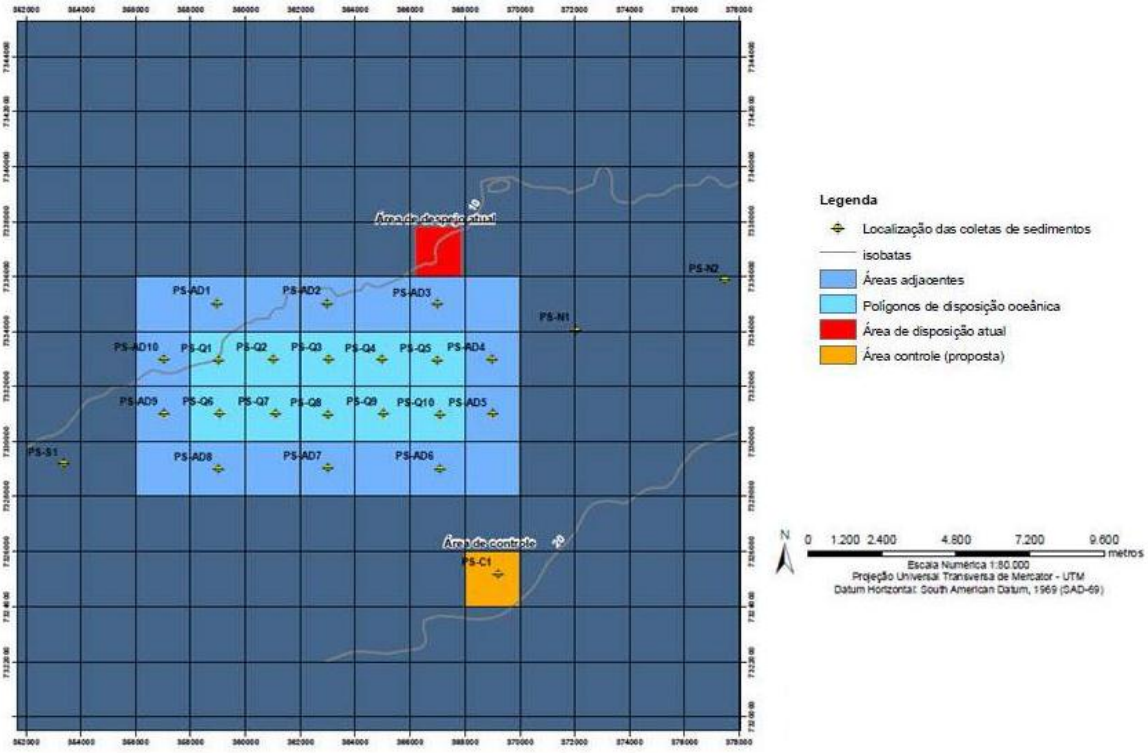


Figura 2.4.2.2-1 - *Localização das áreas de dragagem no canal de navegação do Porto de Santos.*
Fonte: FUNDESPA (2013).

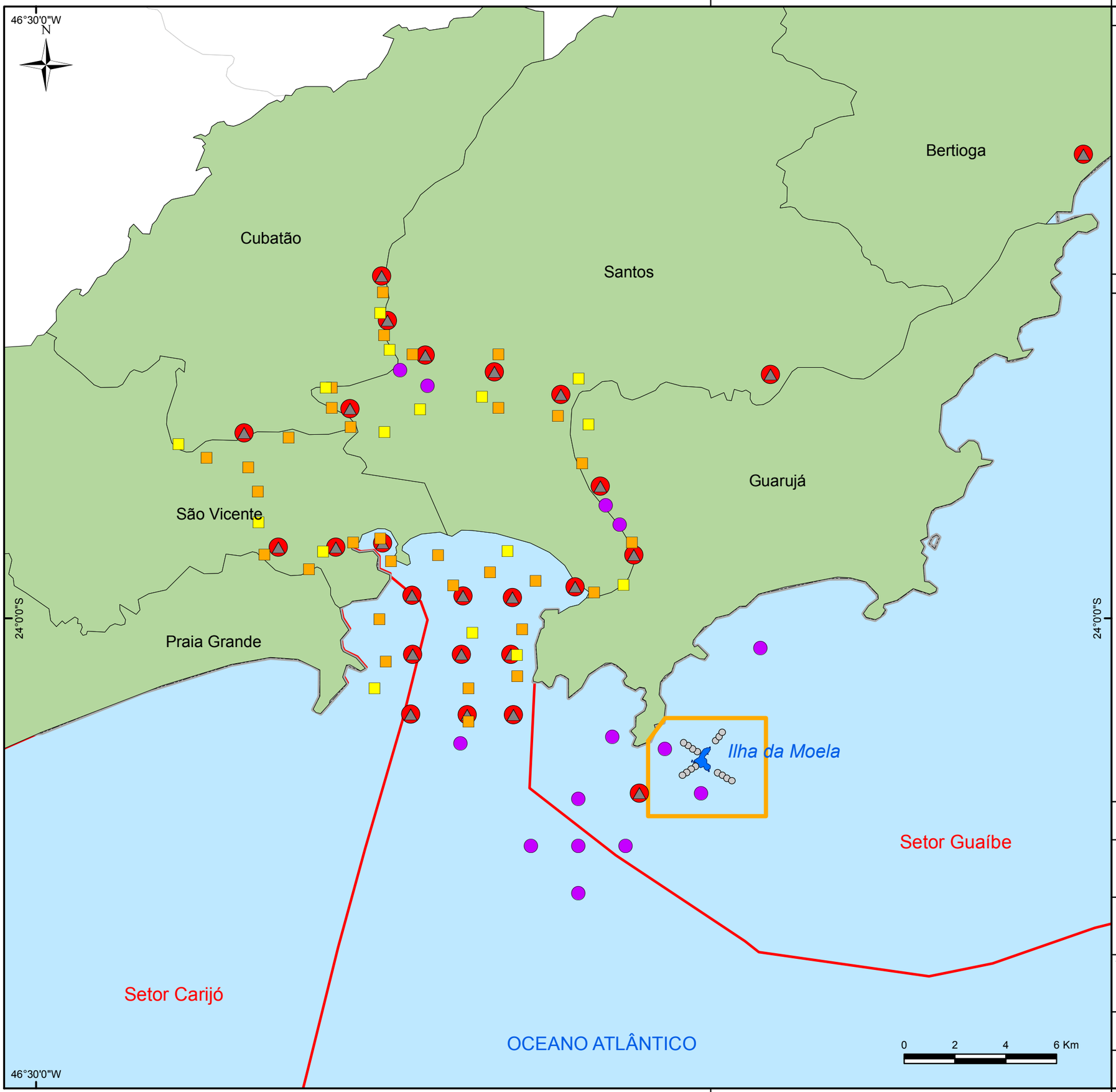
Quadro 2.4.2.2-1 - *Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de sedimento nos estudos realizados.* ***(A3)***

Quadro 2.4.2.2-1 - *Resumo das metodologias de coleta e análise das amostras de sedimento nos estudos realizados.*

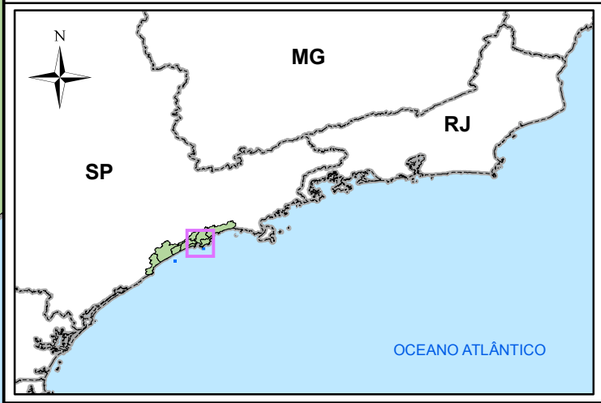
PARÂMETRO	EMISSÁRIO DE SANTOS[A]	PORTO DE SANTOS[B]	SISTEMA ESTUARINO DE SANTOS[C]	SISTEMA ESTUARINO DE SANTOS[D]	PORTO DE SANTOS[e]
Nitrogênio	Método Kjeldahl - LECO CNS 2000	-	Kjeldahl method	Mahiques (1998)/ LECO Multi-Analyzer CNS 2000	SM 4500 Norg E
Fósforo	-	-	-	-	
Silicato	-	-	-	-	
COT, COP, COD	Método Kjeldahl - LECO CNS 2000	Combustão a 900°C/ Análise no TOC	-	Mahiques (1998)/ LECO Multi-Analyzer CNS 2000	Apostila 2ª ed – UFRGS (COT)
Carbonatos	Gross (1971) –digestão com ác. Nítrico (10%)	-	-	HCl 6 mol L^{-1} e aquecimento 60^0C	
Granulometria	Método de peneiramento - Suguio (1973)	Método de peneiramento - Mudroch & MacKnight (1994)	-	Difracção de laser/ Malvern Series 2600).	EMBRAPA, 1997
Metais	Digestão com HF, HCl e HNO_3 (Fe, Al e Cr), água régia e $HClO_4$ (Cd, Co,Hg, Pb e Zn) / Absorção atômica	Método 3050B e Métodos 245.5 e 245.6 (Hg) / Absorção atômica (Cu, Cr, Ni, Pb e Zn), forno de grafite (Cd e Ag) , Gerador de hidretos (As e Se) e CV-AAS (Hg)	-	Hg (Akagi et al, 1995)/ AAS	US EPA 3050B (preparação); US EPA 6010C (análise) e Hg (US EPA 7471B preparação e análise)
Sulfeto	-	AVS/Absorção atômica de chama	-	-	
HPAs	-	Extração com n-hexano/acetona Métodos 3550B, 3630C e 8270C / GC-MS	-	-	US EPA 3550C (preparação) ; US EPA 8270D (análise)
HTPs	-	-	-	-	
MO	-	-	Oxidação a 80^0C com H_2O_2 (30%)	-	

[a] Abessa et al. (2005)
[b] Torres et al (2009)
[c] Aprile & Siqueira (2012)
[d] Hortellani et al (2005)
[e] FUNDESPA (2010;, 2011; 2013)

Mapa 2.4.2.2-1 - *Localização geográfica dos estudos utilizados para caracterização da qualidade do sedimento.*



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

- Hortellani et al (2005)
- Siqueira et al (2005) e Siqueira et al (2006)
- Abessa et al (2008a)
- Torres et al (2009) e Torres (2007)
- Abessa et al (2005)
- 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 SEDIMENTO

Projeção	Datum	Escala
Geográfica	SIRGAS 2000	1:150.000

Data	Número	Autor	Revisão
Março, 2015	Mapa 2.4.2.2-1	Leonardo Dias	02

a) Granulometria e Matéria Orgânica (MO)

A sequência de Figuras 2.4.2.2-2 a 2.4.2.2-5 apresentam os mapas de distribuição de areia, silte e argila para a região da Plataforma Continental de São Paulo, com a área costeira da região central da Baixada Santista destacada. Segundo as representações gráficas é evidenciado o predomínio de areias muito finas no litoral de Santos e entorno da Ilha da Moela.

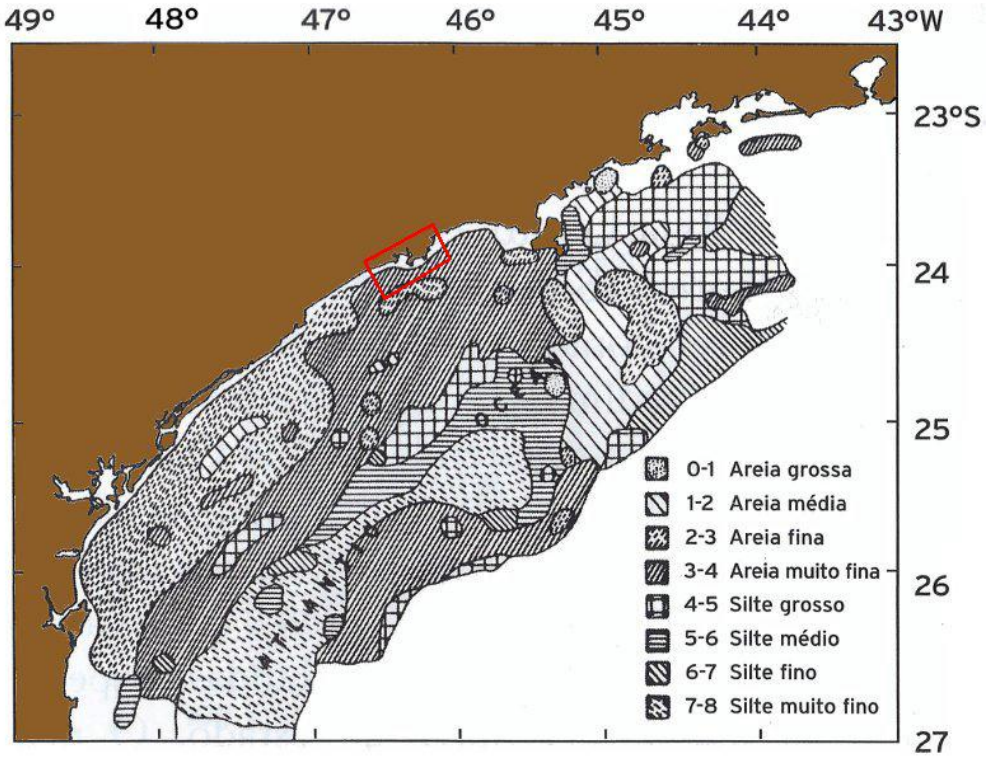


Figura 2.4.2.2-2 - *Mapa de classes de sedimentos na região da Plataforma Continental de São Paulo. O quadrilátero em vermelho representa a região central da Baixada Santista.*
Fonte: Coelho (2011).

No Quadro 2.4.2.2-2 são mostrados os percentuais de areia e lama, obtidos nas campanhas de caracterização dos sedimentos do entorno do emissário de Santos entre 1998 e 1999. Segundo os resultados os sedimentos foram classificados como areno lamosos nas estações 1 e 5, lamosos arenos na

estação 3 e arenosos nas estações 2 e 4. De maneira geral, os finos se encontram distribuídos nas proximidades do emissário (estação 1) e na região sul e este do emissário. Apenas na campanha efetuada no verão de 2000 foi verificado o predomínio de grãos de areia na estação 1.

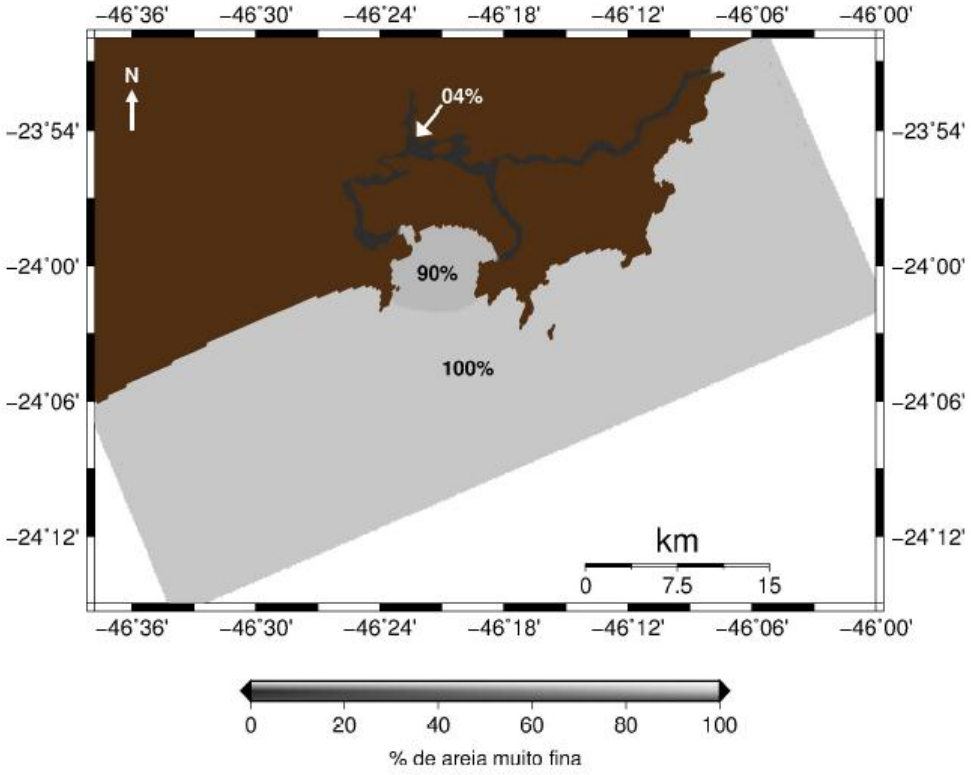


Figura 2.4.2.2-3 - *Distribuição de areia muito fina na região da Baixada Santista.*
Fonte: Coelho (2011).

Os resultados obtidos para o Sistema Estuarino de Santos (ABESSA *et al.*, 2008a) apontam a predominância de sedimentos lamosos nas estações situadas entre o Canal de Santos e a porção interna do Canal da Bertioga , com exceção apenas da estação 8 que apresentou composição lamosa arenosa.

Por outro lado, na porção interna do canal de São Vicente, na boca do canal da Bertioga e no lado oeste da Baía de Santos os sedimentos arenosos foram predominantes. Já na região central e na porção este da baía, os sedimentos são compostos pela mistura de areia e lama, sendo o teor de finos na região

influenciado pelo descarte de esgoto de Santos (emissário) e pelo Canal de Santos.

Deve ser ressaltado que na estação 23, localizada na região de bota-fora de dragagem do Porto de Santos, também foi verificada a mistura areia e lama na composição dos sedimentos (Figura 2.4.2.2-6).

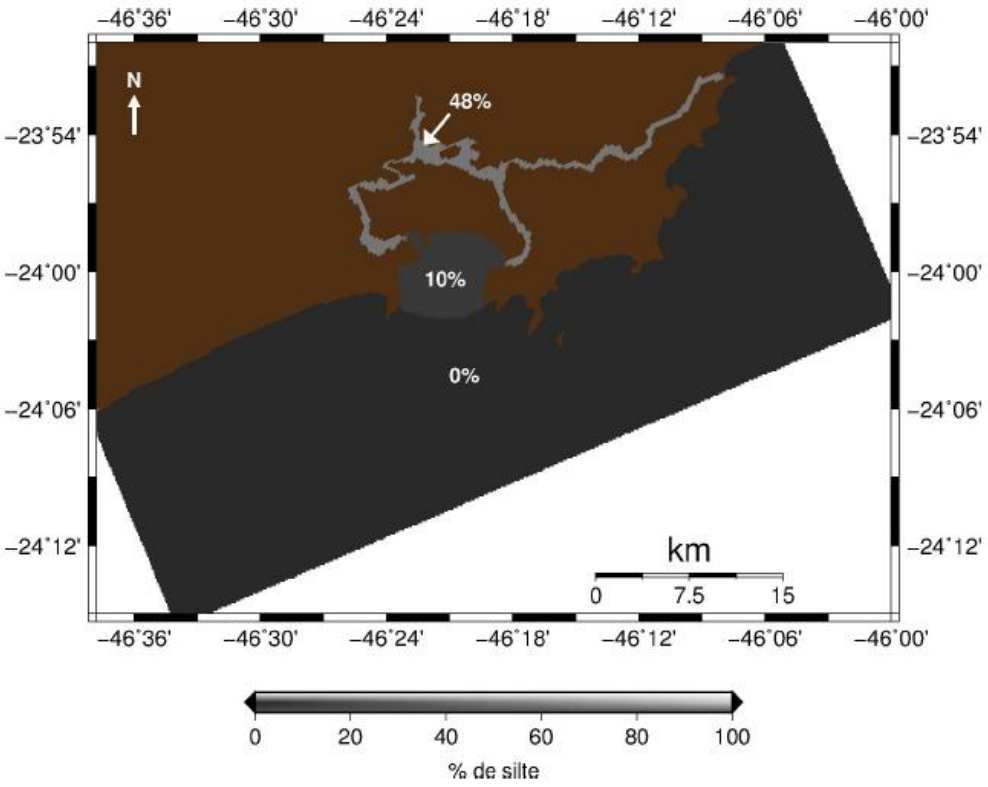


Figura 2.4.2.2-4 - *Distribuição de silte na região da Plataforma Continental de São Paulo.*
Fonte: Coelho (2011).

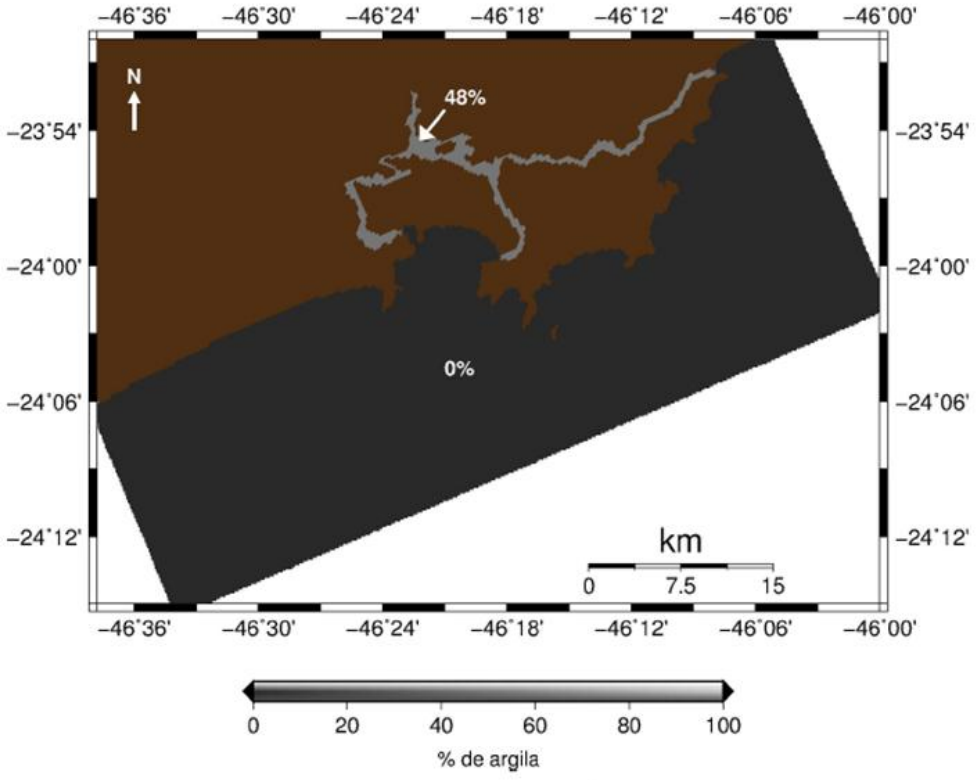


Figura 2.4.2.2-5 - *Distribuição de argila na região da Plataforma Continental de São Paulo.*
Fonte: Coelho (2011).

Quadro 2.4.2.2-2 - *Percentuais de areia e lama obtidos na amostragem de sedimentos superficiais nas proximidades do emissário de Santos.*

Ponto	Areia (%) - partículas >0,0625 mm					Lama (%)partículas <0,0625 mm				
	1998		1999		2000	1998		1999		2000
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
1	35,51	42,21	33,26	32,4	72,23	64,49	57,79	66,74	67,6	27,67
2	90,17	92,35	92,03	91,11	91,12	9,83	7,65	7,97	8,89	8,88
3	50,53	57,83	63,49	53,21	64,31	49,47	42,17	36,51	46,79	35,69
4	95,02	96,79	93,13	94,49	96,09	4,98	3,21	6,87	5,51	3,91
5	36,66	41,65	39,75	29,71	32,41	63,34	58,35	60,25	70,23	67,39

Fonte: Abessa *et al.* (2005a)

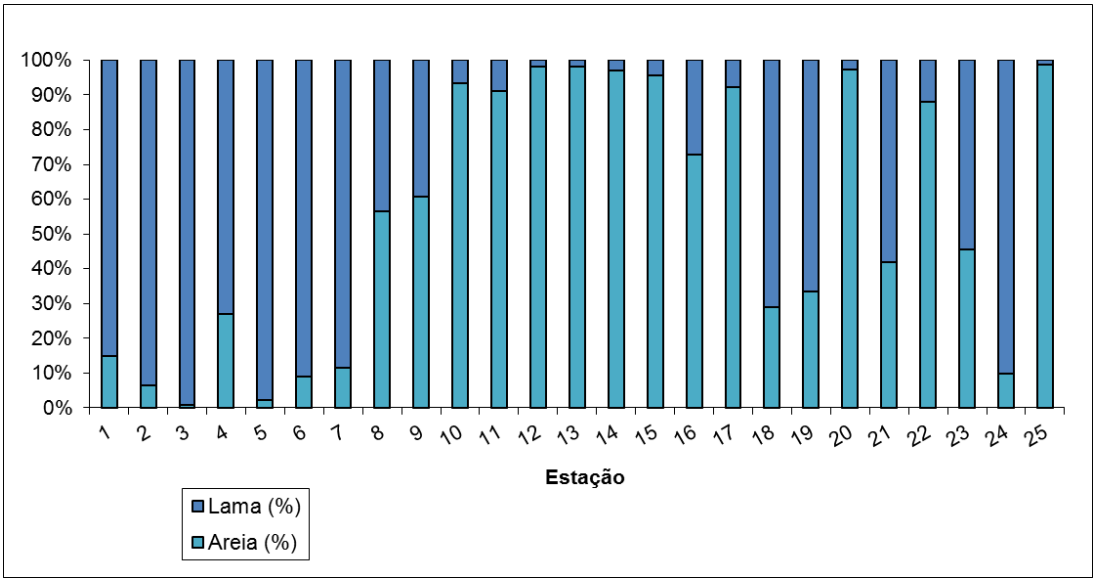


Figura 2.4.2.2-6 - *Composição granulométrica dos sedimentos do Sistema estuarino de Santos.*
Fonte: Abessa *et al.* (2008a).

Segundo o estudo de Abessa & Souza (2006) a Baía de Santos está dividida em dois setores: um a leste, com sedimentos mais finos e ricos em nutrientes, e outro a oeste, com sedimentos mais arenosos, ocorrendo transporte de material mais fino, em suspensão, da região oeste para leste da baía.

Os dados de Hortellani *et al.* (2005) confirmam a distribuição do SES em dois setores, como pode ser verificado através da Figura 2.4.2.2-7, que mostra a distribuição granulométrica obtida para região durantes as amostragens efetuadas entre 1996 e 1997.

No estudo de Abessa (2002) foi evidenciada a influência do emissário submarino sobre os sedimentos da área, favorecendo o enriquecimento de nutrientes e incremento de grãos finos. Esse autor sugeriu que há a possibilidade do material depositado ser transportado para leste, na direção da Ilha das Palmas.

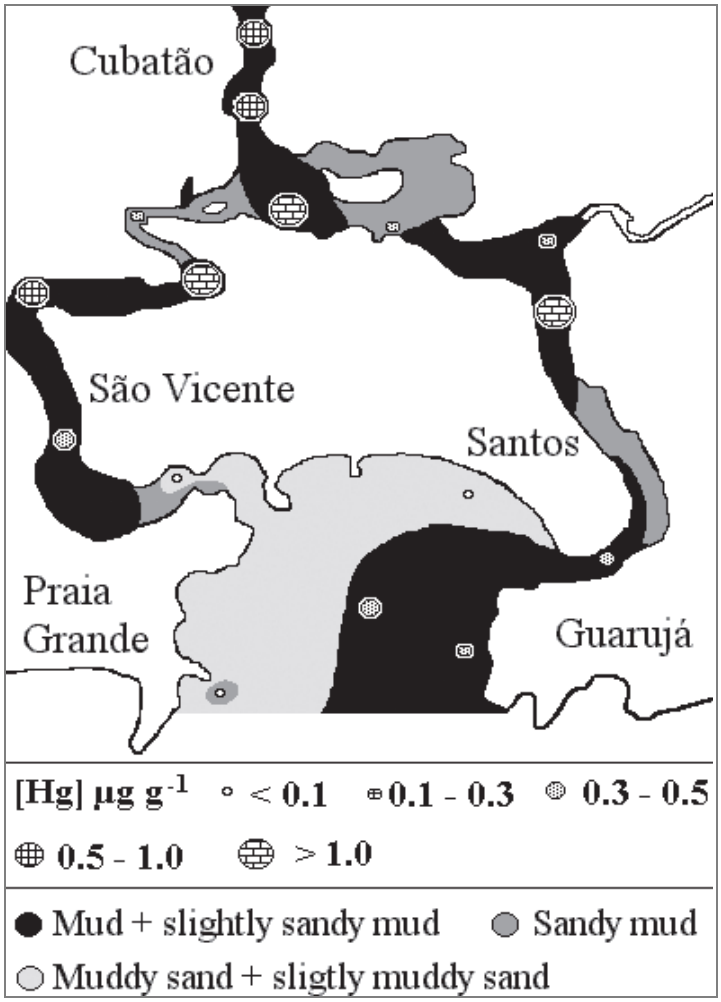


Figura 2.4.2.2-7 - *Distribuição de Hg e granulometria dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos.*
Fonte: Hortellani *et al.* (2005).

No estudo conduzido no Porto de Santos (Torres, 2007) a distribuição dos tamanhos de grãos das amostras (Quadro 2.4.2.2-3) coletadas próximo aos terminais TECON e Alemoa eram em sua maioria lamosos, com alto teor de silte e argila e baixo de areia (variando de 65% a 86% de finos e de 14% a 35% de areia). Na região de mar aberto (região adjacente a área de disposição dos sedimentos) a composição predominante é de partículas de areia fina (a partir de 60% a 81%) com variação de silte e argila entre 19% e 40%.

Já os sedimentos da área de disposição dos sedimentos apresenta características granulométricas similares a da região dragada (Terminal Alemoa), ou seja, sedimento lamoso com baixo conteúdo de areia.

Corroborando com os dados obtidos por Santos *et al*. (2007), mostrados no Quadro 2.4.2.2-4 que apontam a presença de sedimentos podem ser classificados finos e ricos em compostos orgânicos na região do Porto, o que pode ser explicado pela ocorrência de mangues dentro Sistema Estuarino de Santos, enquanto nos pontos de disposição do material dragado predominam sedimentos arenosos, com exceção apenas das estações 11 que possui elevado teor de silte (49,58%).

Quadro 2.4.2.2-3 - *Granulometria das amostras coletadas para avaliação da qualidade dos sedimentos do Porto de Santos.*

LOCAL	ESTAÇÃO	AREIA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)	CLASSIFICAÇÃO
Terminal Alemoa	AI1	13,9	35,6	50,5	argila-silto-arenosa
	AI2	19,6	34,2	46,2	argila-silto-arenosa
Terminal TECON	T1	34,9	34,9	42,7	argila-silto-arenosa
	T2	21,2	21,2	44,2	argila-silto-arenosa
Área de disposição dos sedimentos e região adjacente	SD1	34,9	34,9	26	argila-silto-arenosa
	SD2	66,7	66,7	4,1	areia-siltosa
	SD3	70,3	70,3	4,7	areia-siltosa
	SD4	64,5	64,5	3,9	areia-siltosa
	SD5	61,8	61,8	5,9	areia-siltosa
Pontos provavelmente atingidos pela pluma	P1	80,7	80,7	7,7	areia-siltosa
	P2	64,9	64,9	12,6	areia-siltosa
	P3	60,2	60,2	12,7	areia-siltosa
	P4	19,9	19,9	36,4	argila-silto-arenosa
	P5	61,1	61,1	40,4	areia-siltosa

Fonte: Torres (2007).

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.*

ESTAÇÃO	(%)			CLASSIFICAÇÃO (SHEPARD, 1954)
	Areia	Silte	Argila	
1	11,46	51,79	36,75	silte-argiloso
2	8,82	33,16	58,02	silte-argiloso
3	2,12	43,5	54,38	silte argiloso
4	29,27	40,42	30,31	argilo-arenoso siltoso
5	0,8	55,32	43,88	silte-argiloso

(continua)

Quadro 2.4.2.2-4 (conclusão)

ESTAÇÃO	(%)			CLASSIFICAÇÃO (SHEPARD, 1954)
	Areia	Silte	Argila	
6	6,4	54,46	39,14	silte-argiloso
7	14,82	49,82	35,36	silte- argiloso
8	42,13	44,73	13,14	areno-siltoso
9	10,22	37,98	51,5	Silte-argiloso
10	84,29	10,78	4,93	arenoso
11	45,53	49,58	4,89	Areia-siltosa
12	65,23	24,98	9,78	Silte-arenoso
13	99,96	0,04	0	arenoso

Fonte: Santos *et al.* (2007).

No estudo conduzido por Siqueira *et al.* (2006) no estuário de Santos foram verificados teores de matéria orgânica entre 0,16 a 9,94%, com uma média de 3,87± 2,63% para a região de estudo (Figura 2.4.2.2-8).

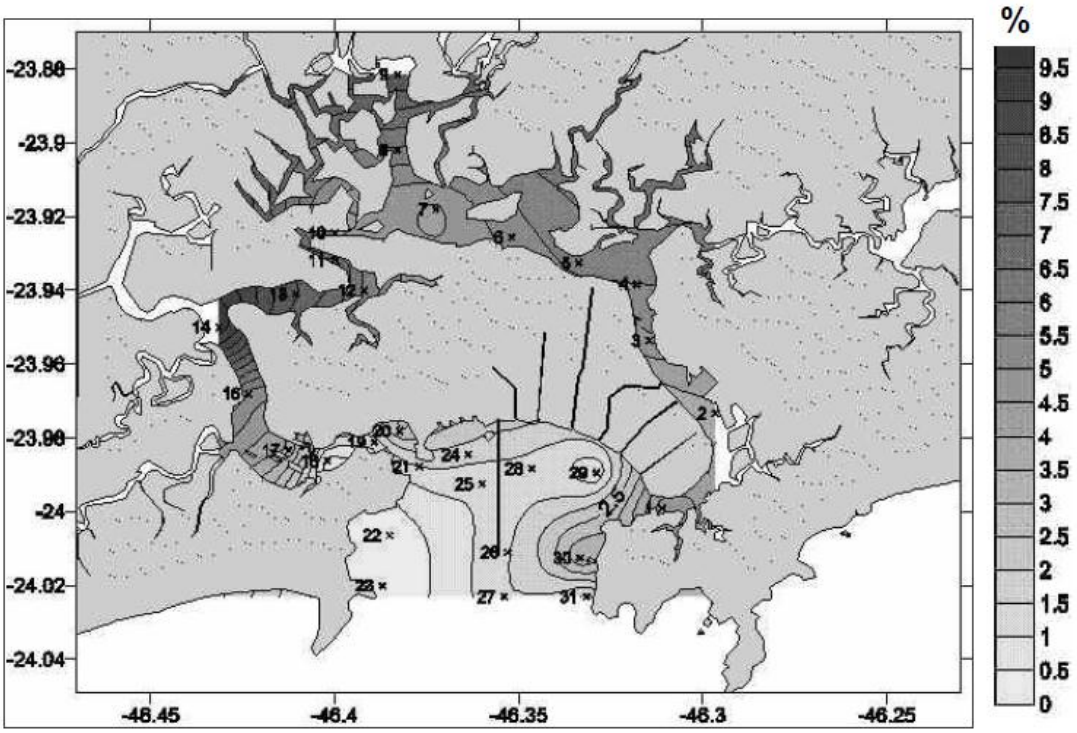


Figura 2.4.2.2-8 - *Distribuição de matéria orgânica nos sedimentos do Estuário de Santos.*
Fonte: Siqueira *et al.* (2006).

Para os canais de Santos e São Vicente, foram obtidas médias de 3,45 e 5,20%, respectivamente. Com relação à baía de Santos, a média ficou próxima de 1,16%. As concentrações de matéria orgânica nas áreas de Santos e São Vicente apresentaram um comportamento bastante similar e homogêneo, enquanto que o setor da baía de Santos o comportamento foi mais heterogêneo. Observaram-se níveis significativos de matéria orgânica em ambientes de baixa energia, com predominância de sedimentos mais finos, o que é normal, uma vez que esses são locais típicos de sedimentação (setores de Santos e São Vicente).

Na campanha prévia as atividades de dragagem do Porto de Santos (janeiro de 2010) as frações granulométricas que predominaram nos sedimentos do polígono de dragagem (PDO) foram silte e areia fina (Figura 2.4.2.2-9). Enquanto na campanha de avaliação da efetuada em fevereiro de 2013, ocorreu predomínio de areia muito fina em praticamente todas as quadrículas amostradas (Figura 2.4.2.2-10), a exceção das amostras das quadrículas PS-Q7 e PS-Q10, nas quais foi observado um predomínio das frações de silte e argila sobre a fração de areia muito fina, possivelmente relacionado ao descarte de material dragado na quadrícula Q7 efetuado no período de setembro de 2011 a fevereiro de 2013 (FUNDESPA, 2011; 2013).

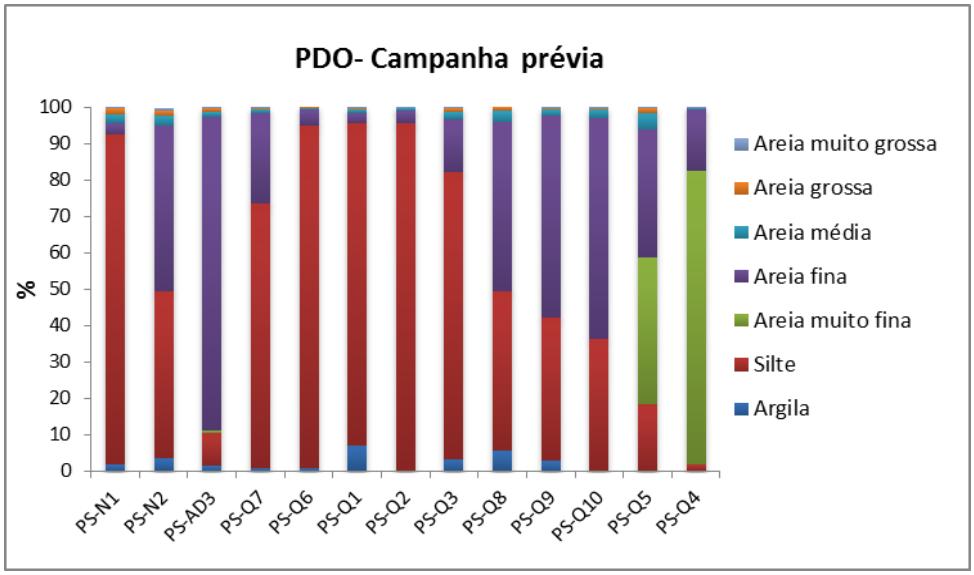


Figura 2.4.2.2-9 - *Caracterização granulométrica do sedimento efetuada na Campanha fevereiro de 2013.*
Fonte: FUNDESPA (2011).

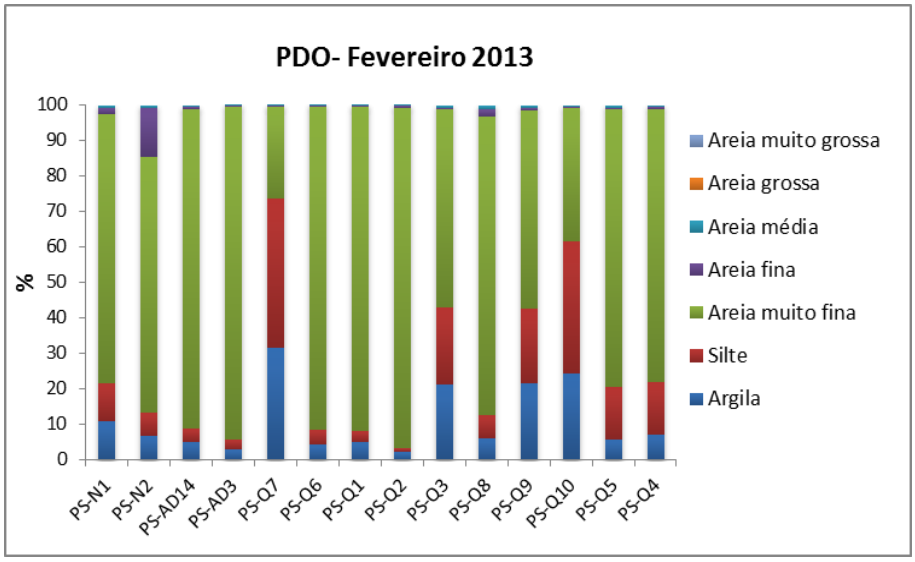


Figura 2.4.2.2-10 - *Caracterização granulométrica do sedimento efetuada na Campanha fevereiro de 2013.*
Fonte: FUNDESPA (2013).

No levantamento de campo efetuado e 14 pontos distribuídos ao redor da Ilha da Moela efetuado em fevereiro foram obtidos percentuais de matéria orgânica mais elevados que os obtidos nos outros estudos efetuados na região, oscilando estes entre 5,1 % e 16,0%, sendo o conteúdo médio estimado em 10,5% (Quadro 2.4.2.2-5).

As frações granulométricas predominantes nos sedimentos do entorno da ilha são areia muito fina e a argila grossa, que variaram entre 0,3 e 71,4% e de 4,1% e 17,7%, respectivamente. Já a fração cascalho, encontrada nas estações situadas entre 200 e 400 m da ilha, teve pouca representatividade, atingindo percentual máximo de 0,3% (Figura 2.4.2.2-11).

No Mapa 2.4.2.2-2 é apresentada a distribuição espacial da frações granulométricas na região adjacente a Ilha da Moela.

Quadro 2.4.2.2-5 - *Granulometria das amostras coletadas na Ilha da Moela em fevereiro de 2014.*

FRAÇÃO	ESTAÇÃO DE COLETA													
	IM-01	IM-02	IM-03	IM-04	IM-05	IM-06	IM-08	IM-09	IM-10	IM-11	IM-12	IM-13	IM-14	IM-15
$CaCO_3$	7,7	10,9	4,6	3,4	11,2	6,5	4,5	5,2	1,8	4,2	6,5	2,5	2,2	6,6
MO	14,6	11,9	15,9	11,1	9,7	6,0	14,3	8,1	5,1	16,0	15,2	5,9	5,6	7,2
Cascalho	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Areia muito grossa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Areia grossa	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Areia média	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Areia Fina	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	2,0	0,7	0,1	0,1	1,6	0,5	0,1
Areia muito fina	0,3	3,7	9,4	36,2	0,7	26,5	10,0	31,2	67,4	7,2	5,0	71,5	61,7	6,6
Silte grosso	12,4	11,3	13,7	7,8	14,4	9,0	13,0	9,0	3,1	14,6	15,2	3,2	4,1	18,2
Silte médio	11,0	10,2	11,0	6,7	11,8	8,4	10,7	8,3	2,9	11,5	11,9	3,0	3,7	13,3
Silte fino	8,8	8,2	7,7	5,4	8,3	6,9	8,2	6,5	2,7	8,3	8,2	2,3	3,4	8,2
Silte muito fino	8,6	8,1	6,1	5,3	7,9	6,9	7,4	5,5	2,7	6,1	6,1	1,5	3,3	5,4
Argila grossa	17,1	17,1	15,4	10,8	17,3	14,1	15,2	11,6	5,5	15,8	16,1	4,1	6,8	17,7
Argila média	14,2	13,6	11,8	8,9	13,5	11,4	12,5	9,4	5,3	12,3	12,0	3,3	6,5	12,4
Argila fina	5,1	5,0	4,0	3,3	5,1	4,2	4,1	2,6	2,6	3,8	3,6	1,0	2,3	4,3

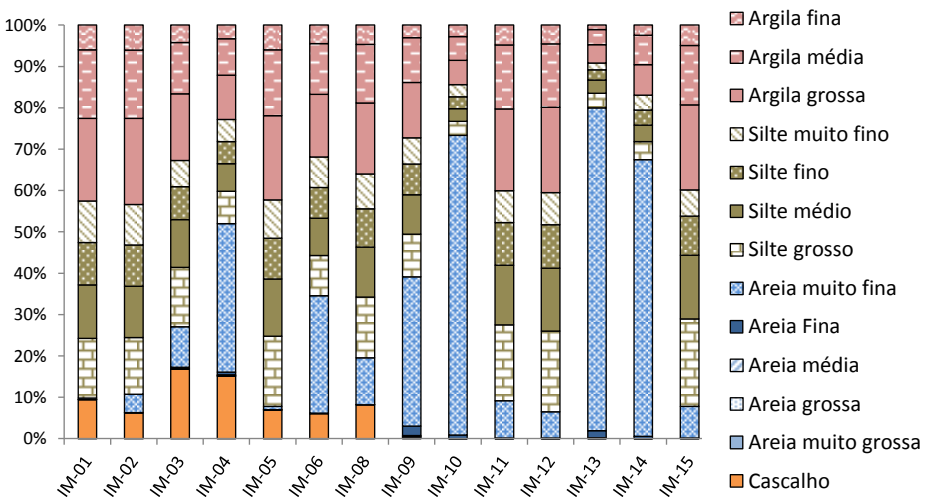


Figura 2.4.2.2-11 - *Composição granulométrica dos sedimentos da Ilha da Moela.*