Juliana Aureliano Ferreira

**Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e
Plataforma Continental Adjacente (SP, Brasil) e suas interrelações com
parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores**

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico
da Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do título de
Doutor em Ciências, área de Oceanografia
Biológica

Orientadora :

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Setubal Pires-Vanin

São Paulo

2008

Instituto Oceanográfico
Laboratório de Ecologia Bêntica

Estudo das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e Plataforma Continental Adjacente (SP, Brasil) e suas interrelações com parâmetros físicos e geoquímicos estruturadores

Juliana Aureliano Ferreira

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de Oceanografia Biológica

Aprovada em ____/____/____

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

Prof. Dr.

Conceito

**“Ao vencedor, as batatas”
(Quincas Borba – Machado de Assis)**

**Ao meu maior incentivador,
pelo apoio constante e doce carinho...Cé !**

AGRADECIMENTOS

Quando chega o final do doutorado, parece que nem foi tão sofrido assim! Mas muita gente passou por mim nesses 4 anos e de alguma forma aliviou meus ‘surtos’. Teve gente que me ajudou, teve uma galera que me acalmou, outros enxugaram minhas lágrimas, muitos me fizeram rir no meio do desespero, vários me abraçaram, me incentivaram, apoiaram e proferiram palavras de ‘Otimismo & Fé!’ Teve também a ‘Turma do Desencana’ e, se não fosse ela, o pânico teria tomado conta de mim em muitos momentos! Todos fizeram parte da ‘Turma do vamo lá’, sem a qual tudo teria sido muuuitttooo pior !

(ai, meu Deus, me ajuda porque eu não posso esquecer ninguém nessa hora...)

O primeiro agradecimento não poderia ser pra ninguém mais que minha maior paixão...Cé! Seu incentivo foi incondicional, sempre parou o que estava fazendo para me ajudar, me ensinar, me orientar, me acalmar quando uma tabela/gráfico/análise não dava certo. Lutou contra seus enjôos nos trabalhos de campo, mas nunca deixou de me dar uma mão. Me ajudou nas análises químicas como se não tivesse mais nada pra fazer na vida! Me apoiou quando ‘inventei’ de ir para a Inglaterra, mesmo sabendo que ia sofrer com minha ausência. Soube transformar a saudade em orgulho. Mostrou confiança, paciência e amor em cada ‘ataque de fúria’ que tive durante o doutorado. Para estarmos juntos, nunca se abateu com o cansaço do trecho Pontal-SP. Que mais tenho a dizer senão MUITO OBRIGADA...por tudo, até pelas broncas, que muitas vezes me trouxeram de volta ao rumo de um bom trabalho. Obrigada, obrigada, obrigada! Te amo sempre! Por tudo!

O outro ‘Time de Gigantes’ que me ajudou, ajuda e ajudará sempre é minha família...Pai & Mãe, pode desabar o mundo e vocês sempre serão minha fortaleza. É pro colo de vocês que eu vou correr. Obrigada por acreditarem em mim e torcerem pelo meu sucesso! Que sorte que eu tenho de tê-los como meus pais! E meus irmãos então? Fá, vamo lá, um dia a gente escreve nosso guia de viagens! Alê, irmão mais velho é exemplo, né? Você cumpre muito bem seu papel, me espelho em você! Meg, obrigada pelo carinho e por essa riqueza de sobrinha que é a Emily!

E a Sandrinha Bromberg então? Não sei se te agradeço ou se peço desculpas! Acho que te infernizei o doutorado todo com mil pedidos, solicitações, ajudas, coletas, planos... só te dei trabalho! Desculpa muitas vezes ter te tirado do conforto de casa para te sujar nos trabalhos de campo, mas eu sabia que podia contar com você. Com muito profissionalismo, competência e entusiasmo você sempre me acudiu em Santos, em Plymouth, em Pontal...você participou de tudo! Por isso, só tenho que te agradecer! Saaan, você continua sendo o brilho desse laboratório! OBRIGADA SEMPRE!

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - pela concessão das Bolsas de Doutorado e Estágio no Exterior (PDEE).

À Profa. Dra. Ana Maria Setubal Pires Vanin pela liberdade de trabalho que sempre me deu.

Obrigada aos Profs. Dr. Martin J. Attrill e Dr. Malcolm Jones, da *University of Plymouth*, por confiar, acreditar no meu trabalho e por aceitar serem meus orientadores nos 6 meses em que estive no *Marine Biology and Ecology Research Centre (MBERC)*.

Meu muitíssimo obrigada ao Prof. Dr. Andy Foggo por me ‘adotar’ no *MBERC* e me ensinar com muita paciência toda a estatística que usei nesse trabalho. Obrigada também por questionar e discutir meus dados, orientando-me na melhor forma de apresentá-los! Valeu por me arrumar um celular para eu não perder nenhuma ‘baladinha’ em Plymouth! Virei sua fã por tudo!!

Agradeço muito ao Prof. Dr. Michel Michaelovich de Mahiques, do Laboratório de Análise de Matéria Orgânica do IOUSP, por viabilizar as análises de CNS. Obrigada também ao Dr. Marcelo Rodrigues por me ajudar de monte nos procedimentos laboratoriais.

Muitíssimo obrigada às Profas. Dra. Rosalinda Carmela Montone e Dra. Márcia Caruso Bicego por viabilizar as análises dos compostos químicos no Laboratório de Química Orgânica Marinha (LAB-QOM/IOUSP).

Obrigada aos professores que aceitaram fazer parte da banca examinadora desse trabalho. As críticas e sugestões são bem-vindas e muito enriquecedoras.

Até agora foi só agradecimento sério...Agora é que vem aquele povo dos corredores, do papinho furado no balcão da biblioteca, fofquinha de fim de dia, suquinho na lanchonete, mensageiros da má notícia (bolsa negada, plano recusado, prazo vencido), ‘Galera da Descontração’ (ou desconcentração!!), equipe do apoio em trabalho de campo....essa moçada é que faz o doutorado ser divertido, dá um ânimo danado quando tudo parece estar perdido e deixa uma saudade enorme dos 4 anos de dedicação...e é gente, viu?! Vamo lá!

A primeira delas é aquela que me abandonou no início do jogo...você mesma, Melinha! Terminou seu mestrado e ‘xispou’, nem quis saber se eu ia precisar do seu ombro...mas eu não tinha o que temer...mesmo sem sua presença física, você estava lá, me apoiando e incentivando! Tive seu carinho em todos os momentos e, aquela amizade de pós-graduação, persistiu e me deu a certeza que ‘Juntas ou não a gente seecemmpre vai passar mal!’ Obrigada pela ajuda nos trabalhos de campo e por sempre pegar ‘aquela cena’ que só a gente se matava de rir! Besnard e Veliger não são os mesmos sem você! Mê, sua companhia no camarote, no convés, no tijupá, no lab., na lanchu’s, na VIDA, é demais!

Giuzinha, agora é sua vez! Sua coragem e ânimo sempre me encheram de força pra tocar a vida! Que bom ter tido sua companhia em muitos momentos, seu profissionalismo e agilidade nos trabalhos de campo e sua risada nas horas divertidas. Brigadinha, Giu!

Esse doutorado não teria sido realizado se eu não tivesse contado com a disponibilidade dos técnicos do IO-USP – Ricardão, Tomás, Manuelão e Dárcio – nos trabalhos de campo e análises laboratoriais! Sem dúvida as coletas ficaram muito mais divertidas com vocês! Agradeço também ao Valter, pelo apoio informático. Obrigada, meninos!

OBRIGADA à toda galera do LAB-QOM! Júúú (amiga de experiências na Gringolândia, você foi essencial durante minha temporada em Plymouth!), Caio V., Caio Bonitão, Silvola (parceirão de bandex, fofocas, comentários sobre buffets & festas!), Ana Cecília, Josi, Fernanda, Hiléia, Verinha, Mari (meu pescoço dói até hoje daquela pancada do

kart, viu?!). Rafinha e Denis merecem um agradecimento super especial! Valeu pelas palhaçadas, gracinhas, piadinhas, por rirem das minhas ‘nóias’! Sorte & Sucesso pra vocês!

O LAB-QOM também é sinônimo de profissionalismo! Obrigada à Rosa, Márcia e Satie pelo apoio emocional e intelectual! É sempre bom estar na companhia de vocês, que formam um grupo de pesquisa tão agradável para trabalhar! Agradeço também ao Lourival pela força nos trabalhos laboratoriais!

Obrigada ao pessoal do Laboratório de Ecologia Bêntica – Naty, Maurício, Carina (Cau, valeu pela força no trabalho de campo!) – não é fácil conviver comigo, eu sei, gente! Tudo culpa desse doutorado que me tirava do sério...agora passou! A paz voltará a reinar!

Muito obrigada à Ká & Serginho pela confiança no meu trabalho na ONG Eco-Guanhanhã! Há muitos anos vocês permitem que eu tenha grande satisfação e reconhecimento na equipe de vocês. Sorte sempre!

Agradeço à mulherada do IO – Dri, Lilian, Kika, Dani, Thaís, Caia – pelas ‘terapias’ ocasionais, sem ônus nenhum! Vocês me salvaram do ‘pinel’ várias vezes!

Obrigada às ‘mensageiras das boas e más notícias’ - Silvana e Ana Paula – vocês não têm culpa de dar notícia ruim, acabaram pagando o pato várias vezes. Valeu por tudo!

À duplinha que mais ‘apagou incêndio’ nesses 4 anos – Edna e Cris – sempre atentas aos prazos, documentos e assinaturas que eu precisei! Obrigada, meninas!

Muito obrigada às meninas da Biblioteca – Cidinha, D. Ray, Claudinha – e Cido pela paciência em me ajudar a encontrar aquela referência de mil anos atrás!

Obrigada a Família Martins! Sempre torcendo por mim! Vocês são muito queridos!

MUITO OBRIGADA a todos do *Marine Biology and Ecology Research Centre* e *Ecotoxicology Laboratory* que me receberam com tanto carinho, disposição em me ajudar, paciência com meu inglês e muuuittaaa farra em PUB’s!!! *Stacey, Sophie, Piero, Colette, Marta, Sally, Martin, Chris, Allan, Marie, Cerry, David* - vocês foram ótimos! Saudade! *Cheers, folk!*

Agora é que são elas...como é que eu agradeço a minha ‘Família Gringa’, heim?! Foram 6 meses de adoção, de carinho, de convivência intensa, ensinamentos, aprendizados, risadas, muitas risadas, sotaques, *fancy dress parties*, chá com leite e muuuitttaa saudade! Vocês participaram da parte mais gostosa do doutorado:

Ana Silva – minha ‘fabulástica’ amiga portuguesa! Deus abençoe o nosso rico português! Sem esforço você me conquistou...seu sorriso lindo, seu sotaque ‘ora poix!’, sua força e veia cômica tornaram minha temporada em Plymouth uma delícia! Obrigada pela ‘galinha ao cârrill’, por se preocupar com minha saudade de casa, por fazer tudo para eu me sentir aconchegada na 17 Green Park Avenue. Minha experiência em Plymouth não teria sido a mesma sem você. Você é pra vida toda, ‘more’!

Mark Browne – ‘*The typical British guy!*’ Se não fosse você, eu teria voltado de Plymouth sem ter aprendido estatística! Obrigada pela paciência, por repetir *slowly* as explicações em seu inglês ‘*Bristolian*’, pelos jantares na sua casa, por me ensinar sobre

sampling design, pelo profissionalismo, competência e bom humor. Valeu pelas viagens à Sennen Cove, Lands End e Bristol...foi bacana demais conhecer UK em sua companhia e os ‘papo-cabeça’ sobre a vida! Eu morro de saudade de te ensinar português (embora você nunca tenha aprendido!)...Sorte & Sucesso na sua vida!

Waz – Meu querido Waz! Um doce, um companheiro de passeios, de *hot chocolate*, de sorvete no *The Hoe*, *Tiger Beer*, *pole dance* nos PUB’s! Obrigada pelo seu carinho, por corrigir meu inglês e me fazer rir quando a saudade batia muito forte. *Cheers, man!!*

Elena – perdida como eu em Plymouth! Saiu da Itália pra se aventurar em UK! Dei de cara com ela! Uma companheira fiel que encontrei em Plymouth! Como a gente chorou e riu, heim?! Obrigada pelos deliciosos risotos! Nossa amizade foi tão intensa que deixou uma saudade enorme das nossas terapias em inglês, italiano e português! Você é especial ! *Ciao, Bella ! Take care of yourself , Lelo !*

E assim foi o Doutorado...gente que passou, que foi, que ficou...sem o apoio de todos, realmente não teria tido a mesma graça. Obrigada todo mundo! De verdade!

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Baía de Santos.....	6
1.2. Plataforma Continental Adjacente.....	8
1.3. Importância dos Anelídeos Polychaeta em Avaliações Ambientais.....	10
2. OBJETIVOS	13
3. ÁREA DE ESTUDO	14
3.1. Baía de Santos.....	14
3.1.1. Importância da área estudada.....	14
3.1.2. Caracterização do clima, vegetação e hidrodinamismo.....	16
3.1.3. Caracterização granulométrica.....	17
3.1.4. Atividades antrópicas desenvolvidas na Baixada Santista.....	18
3.2. Plataforma Continental.....	20
3.2.1. Caracterização da Plataforma Adjacente à Baía de Santos.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Determinação das Estações de Coleta.....	22
4.2. Obtenção das Variáveis Ambientais.....	24
4.2.1. Profundidade, temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido.....	24
4.2.2. Nutrientes dissolvidos na água de fundo.....	24
4.2.3. Análises granulométricas.....	24
4.2.4. Determinação do conteúdo de matéria orgânica.....	25
4.2.5. Determinação do conteúdo de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais.....	25
4.2.6. Determinação dos pigmentos fotossintéticos.....	25
4.3. Obtenção dos Parâmetros Químicos do Sedimento.....	26
4.3.1. Teores de metais.....	26
4.3.2. Susceptibilidade magnética.....	27
4.3.3. Concentração de esteróis, hidrocarbonetos alifáticos, alquilbenzeno lineares (LABs), policíclicos aromáticos (HPAs) e bifenilos policlorados (PCBs).....	28
4.3.3.a. Coleta das amostras e preparação prévia do material....	28
4.3.3.b. Determinação da concentração dos esteróis.....	28
4.3.3.c. Determinação da concentração dos hidrocarbonetos alifáticos, alquilbenzeno lineares (LABs), policíclicos aromáticos (HPAs) e bifenilos policlorados (PCBs).....	29

4.4. Obtenção das Amostras Biológicas.....	30
4.5. Tratamento Prévio dos Dados Biológicos.....	32
4.6. Descritores Populacionais.....	32
4.7. Análise de Regressão Múltipla 'passo-a-passo'.....	34
4.8. Análises Estatísticas Uni- e Multivariadas.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1. Variáveis Ambientais.....	36
5.1.1. <i>Profundidade, temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido.....</i>	<i>36</i>
5.1.2. <i>Nutrientes dissolvidos na água de fundo.....</i>	<i>42</i>
5.1.3. <i>Caracterização sedimentar (granulometria, % água intersticial, % matéria orgânica e % CaCO₃).....</i>	<i>52</i>
5.1.4. <i>Constituintes da matéria orgânica (C/N/S) e razões C/N e C/S.....</i>	<i>68</i>
5.1.5. <i>Pigmentos fotossintéticos.....</i>	<i>71</i>
5.1.6. <i>Teores de metais.....</i>	<i>76</i>
5.1.7. <i>Susceptibilidade magnética.....</i>	<i>79</i>
5.1.8. <i>Concentração dos esteróis (OLs).....</i>	<i>81</i>
5.1.9. <i>Concentração dos hidrocarbonetos alquibenzene lineares (LABs).....</i>	<i>86</i>
5.1.10. <i>Concentração dos hidrocarbonetos alifáticos.....</i>	<i>89</i>
5.1.11. <i>Concentração dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs).....</i>	<i>94</i>
5.1.12. <i>Concentração dos bifenilos policlorados (PCBs).....</i>	<i>97</i>
5.2. Caracterização Ambiental – Análises Estatísticas Multivariadas (ACP, ANOSIM, SIMPER, MANOVA).....	99
5.2.1. <i>Baía de Santos.....</i>	<i>99</i>
5.2.2. <i>Plataforma Continental Adjacente.....</i>	<i>104</i>
5.2.3. <i>Baía de Santos e Plataforma Continental Adjacente.....</i>	<i>107</i>
5.3. Estrutura das Associações dos Anelídeos Polychaeta.....	110
5.3.1. <i>Descritores Populacionais.....</i>	<i>110</i>
5.3.2. <i>Distribuição espacial dos anelídeos Polychaeta.....</i>	<i>135</i>
5.4. Distribuição Vertical dos Anelídeos Polychaeta.....	145
6. CONCLUSÕES.....	154
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	159
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXOS.....	177

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Posicionamento, profundidade (m) e concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo (mL.L ⁻¹) das estações de coleta amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	37
Tabela 2	Concentrações dos nutrientes totais (μmol.L ⁻¹) da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o período estudado, onde: Si(OH) ₄ =silicato, PO ₄ ³⁻ =fosfato, NO ₃ ⁻ =nitrato e NO ₂ ⁻ =nitrito.	44
Tabela 3	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em novembro de 2004, onde: MBS - muito bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	53
Tabela 4	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em março de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	55
Tabela 5	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em julho de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	55
Tabela 6	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em novembro de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	58
Tabela 7	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada na Plataforma Continental amostradas no inverno de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	58
Tabela 8	Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada na Plataforma Continental amostradas no verão de 2006, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.	60
Tabela 9	Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico contidas no sedimento dos estratos amostrados nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	64
Tabela 10	Porcentagens dos constituintes da matéria orgânica (C/N/S) e as razões C/N e C/S dos sedimentos da Baía de Santos e Plataforma Continental.	69
Tabela 11	Concentração de clorofila-a ativa e feopigmento-a (μg.g ⁻¹) em amostras de sedimento seco analisadas para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	72
Tabela 12	Concentrações dos metais (mg.Kg ⁻¹) analisados em amostras de sedimento coletadas no inverno de 2005 na Baía de Santos e Plataforma Continental, com os respectivos valores de TEL e PEL (segundo Environment Canadá, 1999).	77

Tabela 13	Concentração ($\mu\text{g.g}^{-1}$) dos esteróis e cetonas analisadas em amostras de sedimento seco das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	82
Tabela 14	Parâmetros de avaliação utilizados para os esteróis estudados nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	83
Tabela 15	Concentração dos hidrocarbonetos alquilbenzeno lineares ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	88
Tabela 16	Concentração dos hidrocarbonetos alifáticos ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	91
Tabela 17	Concentração dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ng.g^{-1}) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	95
Tabela 18	Concentração dos PCBs (ng.g^{-1}) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	98
Tabela 19	ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Baía de Santos.	101
Tabela 20	SIMPER obtido para os grupos de estações denominados 'Adjacentes' e 'Emissário' estudados na Baía de Santos.	103
Tabela 21	ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Plataforma Continental.	105
Tabela 22	ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	108
Tabela 23	SIMPER obtido para os fatores ambientais dos grupos de estações 'Baía' e 'Plataforma' estudadas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	109
Tabela 24	Descritores populacionais número de indivíduos (n), número de espécies (S), diversidade (H'), equitatividade (J') e riqueza específica (d) avaliados para as estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	115
Tabela 25	Frequência de ocorrência (%) e classificação das espécies de Polychaeta identificadas na Baía de Santos (espécies em negrito indicam recorrências nos meses amostrados).	116
Tabela 26	Dominância (%) das espécies de Polychaeta identificadas na Baía de Santos (espécies em negrito indicam os maiores valores para dominância nos meses amostrados).	117
Tabela 27	Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Baía de Santos.	118
Tabela 28	Frequência de ocorrência (%) e classificação das espécies de Polychaeta identificadas na Plataforma Continental (espécies em negrito indicam recorrências nos meses amostrados).	120
Tabela 29	Dominância (%) das espécies de Polychaeta identificadas na Plataforma Continental (espécies em negrito indicam os maiores valores para dominância nos meses amostrados).	121
Tabela 30	Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Plataforma Continental.	122

Tabela 31	Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Baía de Santos e Plataforma Continental.	122
Tabela 32	Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre número total de indivíduos (n) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	123
Tabela 33	Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre número de espécies (S) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	124
Tabela 34	Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre diversidade específica (H') e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	125
Tabela 35	Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre equitatividade de Pielou (J') e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	126
Tabela 36	Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre riqueza de Margalef (d) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	127
Tabela 37	Resultados do SIMPER para os grupos de estações 'Emissário' (estações 2 e 5) e 'Adjacentes' (estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8) estudadas na Baía de Santos quanto à ocorrência das espécies dos anelídeos Polychaeta.	141
Tabela 38	Resultados do SIMPER para os grupos de estações 'Saída da Baía' (estações 9 e 13) e 'Plataforma' (estações 2, 6, 7 e 18) estudadas na plataforma continental quanto à ocorrência das espécies dos anelídeos Polychaeta.	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localização da Baixada Santista, com destaque para a Baía de Santos.	14
Figura 2	Área de estudo indicando as estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental Adjacente.	23
Figura 3	Perfis de temperatura (°C) e salinidade da água do mar das estações amostradas na Baía de Santos durante o período estudado.	39
Figura 4	Perfis de temperatura (°C) e salinidade da água do mar das estações amostradas na Plataforma Continental durante o período estudado.	41
Figura 5	Concentrações de silicato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	45
Figura 6	Concentrações de fosfato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	46
Figura 7	Concentrações de nitrato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	48
Figura 8	Concentrações de nitrito total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.	49
Figura 9	Variação espaço-temporal das concentrações dos nutrientes dissolvidos na água de fundo analisados nas estações da Baía de Santos.	50
Figura 10	Variação espaço-temporal das concentrações dos nutrientes dissolvidos na água de fundo analisados nas estações da Plataforma Continental.	51
Figura 11	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em novembro de 2004, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	54
Figura 12	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em março de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	56
Figura 13	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em julho de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	57
Figura 14	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em novembro de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	59
Figura 15	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Plataforma Continental analisadas no inverno de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	61
Figura 16	Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Plataforma Continental analisadas no verão de 2006, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.	62

Figura 17	Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico no sedimento das estações e estratos amostrados nas estações da Baía de Santos.	65
Figura 18	Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico no sedimento das estações e estratos amostrados nas estações da Plataforma Continental.	66
Figura 19	Concentração de clorofila- <i>a</i> ativa e feopigmento- <i>a</i> ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas amostras de sedimento coletadas nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.	74
Figura 20	Concentrações dos metais (mg.Kg^{-1}) analisados em amostras de sedimento coletadas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o inverno de 2005.	79
Figura 21	Perfil da análise da Susceptibilidade Magnética (SM) adquirido nos testemunhos coletados na Baía de Santos.	80
Figura 22	Avaliação da extensão alcançada pelo esgoto descartado na Baía de Santos, com influência sob a Plataforma Continental, onde: b=estações da Baía de Santos e p=estações da Plataforma Continental.	84
Figura 23	MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Baía de Santos nos meses de novembro 2004/2005, março/2005 e julho/2005.	102
Figura 24	MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Plataforma Continental no inverno de 2005 e verão de 2006, onde: A, B, C, D, E e F correspondem às estações 2, 6, 7, 9, 13 e 18, respectivamente.	104
Figura 25	Indicação da pluma sedimentar advinda da Baía de Santos, com influência sobre a Plataforma Continental, como evidenciado pela linha tracejada amarela.	106
Figura 26	MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o inverno de 2005, onde: A, B, C, D, E e F correspondem às estações 2, 6, 7, 9, 13 e 18 (da plataforma), respectivamente.	107
Figura 27	Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em março/2005.	146
Figura 28	Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em julho/2005.	147
Figura 29	Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em novembro/2005.	148
Figura 30	Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Plataforma Continental no inverno/2005.	150
Figura 31	Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Plataforma Continental no verão/2006.	151

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I	Densidade (ind./0,09m ²) das espécies de Polychaeta obtidas com <i>box-corer</i> e identificadas nas estações da Baía de Santos durante o período de estudo.	178
Anexo II	Densidade (ind./0,09m ²) das espécies de Polychaeta obtidas com <i>box-corer</i> e identificadas nas estações da Plataforma Continental durante o período de estudo.	180
Anexo III	Densidade (ind./0,09m ²) das famílias de Polychaeta obtidas com <i>box-corer</i> e identificadas nas estações da Baía de Santos durante o período de estudo.	183
Anexo IV	Densidade (ind./0,09m ²) das famílias de Polychaeta obtidas com <i>box-corer</i> e identificadas nas estações da Plataforma Continental durante o período de estudo.	185

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a estrutura espacial e vertical da população de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e plataforma continental adjacente, através do estudo integrado das características físico-químicas, sedimentológicas, concentração de compostos químicos e elementos metálicos. Paralelamente, procurou-se determinar a origem da matéria orgânica sedimentar através dos teores de C/N/S e dos marcadores orgânicos geoquímicos com o intuito de identificar uma possível influência do complexo estuarino de Santos sobre a plataforma adjacente à baía. A área de estudo localiza-se no litoral do estado de São Paulo e é influenciada por atividades industrial e portuária, além de receber o esgoto das cidades de Santos e São Vicente. Entre 2004 e 2005 foram realizadas 4 campanhas na baía para amostrar 8 estações, enquanto 6 pontos foram amostrados na plataforma adjacente no inverno/2005 e verão/2006. Os parâmetros físicos e a concentração de oxigênio e nutrientes dissolvidos foram mensurados em todas as estações. As amostras de sedimento para o estudo dos poliquetas, análises granulométricas, teores de carbono orgânico e nitrogênio e enxofre totais, concentração de esteróis fecais, hidrocarbonetos alifáticos (n-alcenos e LABs) e aromáticos (HPAs), pesticidas organoclorados (PCBs) e metais foram obtidas com box-corer de 0,09m² de área. Os sedimentos finos predominaram na porção central da Baía de Santos e na faixa de transição entre a desembocadura da baía e a plataforma adjacente, responsáveis pela maior retenção dos metais Pb, Zn e Cr, hidrocarbonetos n-alcenos, HPAs, LABs, de PCBs e esteróis fecais advindos do efluente urbano, dragagem do Canal do Porto e da contribuição atmosférica. Em consequência, observou-se aí os menores valores de densidade, riqueza, diversidade e equitatividade, com dominância de *Mediomastus capensis*, *Prionospio* sp. e *Aricidea* cf. *catharinae*. Tais espécies foram as mais abundantes em ambas as áreas, revelando seu comportamento de oportunistas e tolerantes, e atuando como bioindicadores de um ambiente sob alterações físicas e químicas. As razões C/N e os marcadores orgânicos geoquímicos mostraram que a matéria orgânica que adentra a Baía de Santos é essencialmente terrígena, enquanto na plataforma continental adjacente observou-se contribuições alóctones, provenientes principalmente do fito- e zooplâncton oceânico. Tais resultados sugerem não haver influência direta do material exportado pelo complexo estuarino da Baixada Santista, quer orgânico ou inorgânico, sobre o ambiente de plataforma adjacente.

Palavras-chave - Polychaeta, marcadores geoquímicos, matéria orgânica, metais, Baía de Santos, plataforma continental

ABSTRACT

The aim of the present work was to verify the spacial and vertical Polychaeta distribution in sediment samples of Santos Bay and adjacent continental shelf by analyzing physicochemical characteristics, granulometric pattern, chemical compounds concentration and metallic elements. Parallely, it looked for determining the organic matter origin by C/N/S content and geochemical organic biomarkers to identify a possible influence of Santos estuarine complex on adjacent continental shelf. The area of study is located on the SE Brazilian coastline, São Paulo, close to the largest commercial harbour and industrial centre in South America, besides receiving considerable amount of urban sewage from Santos and São Vicente cities. Between 2004/2005 sediment samples were taken at 8 plots during 4 oceanographic surveys, whereas 6 plots were sampled on continental shelf in the Winter/2005 and Summer/2006. Physical parameters, dissolved oxygen and nutrient concentrations were measured at all stations. Sediment samples for biological study and granulometry, besides organic carbon content, total nitrogen, total sulphur, faecal sterols and biomarkers hydrocarbons (aliphatic, aromatic, LABs), organochlorinateds (PCBs) and metals were collected with a 0,09m² box-corer. The results pointed out that fine sediments predominated in both central region of Santos bay and near the transition area between bay mouth and adjacent shelf, being responsible for the high content of metal (Pb, Zn, Cr), hydrocarbons, PCBs and faecal sterols provenient of the urban discharge, dredging activities in the harbour channel and atmosphere contribution. Consequently, density, species richness, diversity and evenness were low with dominance of *Mediomastus capensis*, *Prionospio* sp. and *Aricidea cf. catharinae*. These species were abundant in both areas revealing their opportunistic and tolerant behaviour, and its role as bioindicators of environments under chemical and physical changes. The C/N ratios and organic geochemical biomarkers showed that the organic matter deposited in Santos bay is essentially terrigenous, while on continental shelf the contribution comes from the open ocean as fito- and zooplankton. The data also suggest that there is no direct influence of material, organic or not, exported by the estuarine complex to the adjacent continental shelf environment.

Keywords - Polychaeta, geochemical biomarkers, organic matter, metals, Santos Bay, continental shelf

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são econômica, política e socialmente estratégicas para muitas nações. Elas representam o centro comercial e urbano da maioria das grandes capitais mundiais. Embora as áreas costeiras povoadas representem apenas 20% das bordas continentais, metade da população mundial, aproximadamente 3 bilhões de pessoas, vivem em 200 km de costa. Estima-se que em 2025, essa estatística possa dobrar, aumentando para 6 bilhões de pessoas ocupando e explorando as áreas litorâneas (Cohen *et al.*, 1997)

O crescimento das atividades econômicas sempre esteve relacionado aos estuários, devido ao recorte abrigado, ideal para a instalação de portos. Além disso, constituem uma via de acesso estratégica para o interior do continente, favorecendo o escoamento de cargas, o transporte de gêneros alimentícios, a distribuição de óleos combustíveis e sustentando atividades de importação e exportação de mercadorias diversas, alimentando a economia interna dos países que possuem suporte portuário.

Desta forma, as zonas estuarinas e costeiras são as áreas do planeta onde são realizados os mais variados tipos de atividades, que vão desde o lazer, exploração pesqueira, tráfego marítimo, obras costeiras e oceânicas, turismo, indústrias, até o desenvolvimento de grandes núcleos populacionais. Tais atividades são atualmente responsáveis por problemas ambientais significativos. Essas interferências estão associadas basicamente ao lançamento de esgotos sem tratamento nas praias e rios, ao despejo de efluentes industriais, à movimentação portuária e à disposição inadequada dos resíduos sólidos.

Nas últimas décadas, a pressão que tais sistemas têm sofrido em função da contínua ocupação de suas margens e do conseqüente lançamento dos produtos provenientes das atividades humanas, vem despertando um grande interesse na comunidade científica, fato refletido no aumento significativo de estudos produzidos sobre tais ambientes (Mora *et al.*, 1989; Braga *et al.*, 2000; Frouin, 2000; Venturini *et al.*, 2004; Abessa *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 2007). Desse modo, a compreensão científica sobre o funcionamento desses complexos sistemas passou a ser de importância fundamental para o manejo dos ecossistemas costeiros (Miranda *et al.*, 2002).

O desenvolvimento urbano tem como principal consequência a eutrofização, a contaminação orgânica e, em alguns casos, o comprometimento da qualidade das águas. Tal processo promove alterações consideráveis no ecossistema, pois as diversas fontes poluidoras lançam substâncias no ambiente que acabam por se acumular no sedimento, alterando a composição e a distribuição das comunidades bênticas. Provavelmente, a mais ampla e severa forma de contaminação seja justamente a eutrofização, causada pelas descargas de esgotos e pela adição de nutrientes no

meio aquático, especialmente nos ecossistemas costeiros próximos a centros urbanos (Gray *et al.*, 2002).

O componente bêntico marinho é de vital importância para o funcionamento do ecossistema como um todo. No caso dos ecossistemas costeiros, o bentos recebe nutrientes tanto de origem continental quanto planctônica, transmitindo energia para os elos superiores da rede trófica. Além disso, é um elemento muito importante na reciclagem de nutrientes do sedimento, participando dos ciclos biogeoquímicos (Margalef, 1958). Diversos trabalhos vêm demonstrando a utilidade da macrofauna bêntica em estudos de regiões impactadas, sugerindo alguns organismos como indicadores de qualidade ambiental em regiões costeiras (Pearson & Rosenberg, 1978; Van Es *et al.*, 1980; Mora *et al.*, 1989; Amaral *et al.*, 1998; Méndez *et al.*, 1998).

As numerosas atividades humanas desenvolvidas nas regiões costeiras freqüentemente resultam em distúrbios ambientais, os quais podem ser avaliados através do estudo da estrutura da comunidade bêntica. Uma das características que coloca os organismos bênticos, principalmente os da infauna, como bons indicadores biológicos para os estudos de estresse ambiental é o fato de exibirem uma relativa 'sedentariedade' (Flint & Younk, 1983), refletindo os efeitos dos contaminantes que atuam durante longos períodos de tempo (Pearson & Rosenberg, 1978); por isso, têm sido objeto de inúmeros estudos a cerca dos efeitos de impactos. Assim, é imprescindível o conhecimento da variabilidade espacial e temporal das comunidades bênticas para inferir a respeito das alterações que podem ocorrer devido às interferências humanas no ambiente e subsequente influência na comunidade (Flint & Younk, 1983).

A utilidade da macroinfauna em estudos ecológicos e sanitários tem sido comprovada e é complementada quando se faz um paralelo com a determinação e quantificação de contaminantes químicos (Muniz, 2003). Diversas substâncias químicas e agentes microbiológicos têm sido empregados como indicadores de poluição por esgoto no ambiente marinho. Entre eles destacam-se os surfactantes de uso doméstico e os indicadores microbiológicos, como os esteróis fecais (Martins & Sanchez, 1975; LeBlanc *et al.*, 1992).

Uma das formas mais seguras de avaliar a introdução de matéria orgânica no ambiente e a poluição marinha é através dos marcadores orgânicos geoquímicos que se caracterizam por apresentar natureza específica, como resistência aos processos de degradação e estabilidade química, possibilitando o registro de sua origem. São, pois, substâncias utilizadas como indicadores de eventos e processos ocorrentes na natureza. Isso se dá devido ao fato de apresentarem uma estrutura molecular estável, de modo a sofrer pouca ou nenhuma alteração em uma determinada escala de

tempo (Colombo *et al.*, 1989). A avaliação dos níveis desses marcadores pode indicar as diferentes origens da matéria orgânica e, conseqüentemente, os graus de intensidade das atividades humanas na região, tendo em vista que estão diretamente associados às fontes conhecidas de poluição (atividades industriais, tráfego portuário e descarte de efluentes urbanos).

Algumas das principais classes de marcadores orgânicos geoquímicos relacionadas às atividades humanas em regiões costeiras marinhas são: (1) esteróis - traçadores de poluição por esgotos e aporte de matéria orgânica, (2) hidrocarbonetos - correspondem às classes de n-alcanos, alcanos isoprenóides, alquilbenzeno lineares (LABs) e policíclicos aromáticos (HPAs) e (3) bifenilos policlorados (PCBs) - presentes em inseticidas e efluentes gerados por indústrias e atividades portuárias. Estes compostos são traçadores de poluição relacionados à queima de combustíveis fósseis, esgotos urbanos, derrames de óleos e detergentes de uso doméstico (Martins, 2001).

Entre as diferentes classes de compostos orgânicos que são utilizados como marcadores geoquímicos, os esteróis são freqüentemente citados como indicadores do conteúdo e origem da matéria orgânica presente no ambiente marinho (Volkman, 1986; Saliot *et al.*, 1991; Mudge & Norris, 1997). Os esteróis e seus derivados são compostos químicos presentes na constituição de todos os organismos vivos, exibindo uma grande variedade estrutural, o que permite que sejam utilizados na distinção da contribuição marinha ou continental da matéria orgânica sedimentar, ou ainda a poluição fecal, devido à especificidade entre estes compostos e suas origens (Volkman, 1986). Grande parte dos esteróis é pouco solúvel em água associando-se ao material particulado ou acumulando-se nos resíduos sólidos, como os sedimentos marinhos.

O uso de esteróis como indicadores de poluição fecal é particularmente aplicável às regiões próximas a grandes centros populacionais e industriais, onde é possível constatar a presença de fontes de descarga de efluentes domésticos, na maioria das vezes não tratado, sendo o homem a única fonte dos esteróis, ditos, fecais (Martins, 2001).

Os hidrocarbonetos configuram uma classe de compostos orgânicos presentes tanto na constituição da matéria orgânica de origem vegetal e animal, como na composição do petróleo, o que lhes confere um grande potencial como indicadores dos níveis e origens da matéria orgânica natural e antrópica no ambiente (Figueiredo, 1999). Os estudos da presença dos hidrocarbonetos nos sedimentos têm despertado grande interesse por configurarem um compartimento natural de deposição e acumulação destes compostos (Medeiros, 2000).

Os hidrocarbonetos antrópicos destacam-se como um dos principais grupos de poluentes, devido à globalização de sua ocorrência associada ao caráter tóxico e refratário de muitos de seus compostos. Segundo Silva (2005), as principais fontes de hidrocarbonetos provenientes de atividades humanas e que entram no ambiente marinho são: exploração, produção e transporte de petróleo, operações de carga e descarga em terminais petrolíferos, efluentes domésticos e industriais, queima de florestas e combustão parcial de combustíveis em transportes, aquecimento e geração de energia.

Dentre os hidrocarbonetos, os n-alcanos podem ser sintetizados tanto por organismos terrestres quanto marinhos. As principais fontes biogênicas são as plantas terrestres, o fitoplâncton, o zooplâncton e as bactérias (Volkman *et al.*, 1980). Já as fontes antrópicas desses hidrocarbonetos estão associadas a sua origem fóssil, como o petróleo bruto e/ou os seus produtos derivados como combustíveis, óleos lubrificantes, parafinas, entre outros.

Os alcanos isoprenóides são produzidos a partir da degradação do fitol, que é um álcool abundante na constituição da clorofila-*a* (Cripps, 1989; Cripps & Priddle, 1991). Tais compostos são encontrados no petróleo bruto, constituindo a principal classe de compostos ramificados. Dentre eles, se destacam o pristano e o fitano devido às concentrações mais proporcionais no petróleo, não havendo predominância de um ou outro.

Os alquilbenzenos lineares (LABs) correspondem à outra classe de hidrocarbonetos, que são reconhecidamente utilizados como traçadores de esgotos. Estão presentes em pequenas quantidades nos surfactantes de uso doméstico e industrial, nos quais os alquilbenzenos sulfonados (LASs) são os principais constituintes (Eganhouse *et al.*, 1983). Estas moléculas apresentam grande estabilidade química e resistência à degradação, sendo preservadas em efluentes tratados e em sedimentos por pelo menos 20 anos (Green *et al.*, 1992), conferindo características que permitem utilizá-las como marcadores de processos antrópicos.

Os HPAs podem ser sintetizados por algumas bactérias, plantas ou fungos, entretanto a origem destes compostos é primariamente associada às fontes antrópicas, especialmente de combustíveis fósseis e seus derivados. Os processos de combustão parcial e pirólise (contribuições pirolíticas), derrames acidentais de petróleo (contribuições petrogênicas) e o descarte de efluentes domésticos e industriais correspondem às principais fontes destes compostos (Colombo *et al.*, 1989; Law & Biscaya, 1994).

Além dos compostos químicos citados, a ação antrópica ainda pode ser estimada pela ocorrência dos bifenilos policlorados (PCBs) citados na literatura como um dos principais grupos (Clark, 2001; De Wit, 2002), integrando também a lista dos

poluentes mais persistentes e bioacumuláveis definidos pela UNEP (United Nations Environment Programme). O emprego dos PCBs na indústria está ligado à sua estabilidade química e térmica, características ideais para sua utilização na confecção de transformadores e capacitores, como fluidos isolantes, plastificantes, retardantes de chama e como agente potencializador de inseticidas organoclorados, além de entrar na composição de tintas e vernizes (Yogui, 2002). Em 1966 foram descobertos os problemas ambientais advindos do uso de PCBs, devido à alta persistência e acumulação, principalmente em solos e sedimentos, sendo lançados no ambiente como subprodutos de processos químicos (Konat & Kowalewska, 2001).

Os efeitos toxicológicos e bioquímicos dos HPAs e PCBs têm sido muito estudados nas últimas décadas. Sua persistência e capacidade de bioacumulação, (devido a sua lipofilicidade) e biomagnificação através da trama trófica se tornaram uma preocupação ambiental, principalmente para os organismos bênticos, diretamente associados aos sedimentos.

Uma vez que o sedimento funciona como uma armadilha, retendo os compostos químicos (Bícego, 1996), a comunidade bêntica pode 'sentir' os efeitos do acúmulo, aprisionando-os em seus tecidos e órgãos. Devido à mobilidade limitada e à vida sedentária relativamente longa desses organismos, essa comunidade é muito sensível a perturbações ambientais, e suas características são dependentes de condições ocorridas num passado recente (CETESB, 2001).

Nos níveis populacionais e de comunidade os contaminantes causam, geralmente, redução na diversidade específica, riqueza de espécies, biomassa individual e proliferação de algumas poucas espécies consideradas oportunistas e/ou tolerantes aos distúrbios (Kröncke *et al.*, 1992; Peterson *et al.*, 1996; Oug *et al.*, 1998). Tais espécies possuem grande capacidade de colonizar um ambiente perturbado, pois têm um ciclo reprodutivo rápido (*r*-estrategistas), tempo de vida curto, reduzido tamanho corpóreo e são responsáveis pelos estágios primários da sucessão da comunidade (Jones & Wolff, 1981), como é o caso de anelídeos Polychaeta (Amaral *et al.*, 1998). As alterações nos parâmetros da comunidade podem ser mensuradas (Caspers, 1987) e constituem uma ferramenta importante para a interpretação e avaliação dos efeitos que os contaminantes exercem sobre um ecossistema em particular.

De acordo com dados apresentados no relatório da CETESB (2001), o sistema estuarino de Santos - São Vicente é considerado um dos mais significativos exemplos brasileiros de degradação ambiental, devido ao adensamento populacional na região costeira, incrementada sazonalmente por turistas, tráfego intenso de grandes embarcações e ao lançamento de contaminantes no ambiente por parte das indústrias instaladas no Complexo Industrial de Cubatão, conferindo importantes

reflexos no âmbito social e de saúde pública. Este cenário foi agravado, ainda, pelos freqüentes acidentes com derramamentos de óleo e outras substâncias tóxicas nos cursos d'água.

A presente tese de doutorado foi desenvolvida como parte integrante e essencial para a compreensão dos objetivos do projeto temático multi- e interdisciplinar proposto ao Programa de Apoio do Núcleo de Excelência PRONEX / MCT / CNPq / FAPESP intitulado "*A Influência do Complexo Estuarino da Baixada Santista sobre o Ecossistema de Plataforma Adjacente (ECOSAN)*", o qual visa avaliar as influências e conseqüências da penetração de águas provenientes do complexo estuarino da Baixada Santista sobre a plataforma continental situada entre Itanhaém e São Sebastião, estudando o aporte de material orgânico e inorgânico, os mecanismos físicos que possibilitam o transporte e deposição desse material e o provável efeito desse aporte sobre os processos biológicos e a estrutura do ecossistema da região.

A malha amostral estudada no projeto ECOSAN concentra-se na plataforma interna e externa da Bacia de Santos, permitindo o conhecimento do comportamento do ecossistema adjacente frente à influência dos diversos materiais e substâncias provenientes do sistema estuarino. No entanto, para que esses mecanismos sejam compreendidos, se faz necessário o estudo detalhado dos processos sazonais da entrada de material continental e contaminantes que são lançados no interior do complexo estuarino e Baía de Santos e seus efeitos sobre a biota; alterações estas que podem ser transferidas para a plataforma adjacente e ser responsáveis pela estrutura da comunidade bêntica da plataforma continental interna.

1.1. BAÍA DE SANTOS

O rápido desenvolvimento da Baixada Santista foi conseqüência, principalmente, da atividade portuária, intensificada pelas atividades de importação e exportação de diversos produtos, atingindo o auge com o advento da cultura do café no interior do estado de São Paulo, por volta de meados do século XIX. No mesmo período, houve a construção das estradas de ferro que ligaram diretamente o Planalto Paulista à Baixada Santista, gerando um maior fluxo de cargas no porto. A partir de uma nova opção rodoviária entre o planalto e a baixada, a Via Anchieta, no início da década de 40, a região passou a experimentar um aumento do fluxo turístico e de serviços (Martins, 2005).

A facilidade de acesso à Baixada Santista possibilitou a instalação de um pólo petroquímico e, a partir da década de 50, permitiu a expansão do núcleo industrial mais importante do país, o Complexo de Cubatão, o qual possui indústrias petroquímicas, siderúrgicas e de fertilizantes. Essas empresas utilizam água dos rios que

cortam a planície costeira como fonte de água doce para seus procedimentos industriais, retornando-a ao estuário com resíduos de processos, como metais, produtos petroquímicos e outros contaminantes.

Além da descarga de efluentes industriais e daqueles decorrentes das atividades portuárias, o Complexo Estuarino de Santos - São Vicente também recebe o lançamento de esgoto da região através de sistemas de emissários submarinos e diversos pontos de lançamento de dejetos '*in natura*' provenientes principalmente de bairros suburbanos e favelas. A contaminação orgânica pode ser constatada pelos altos valores de coliformes fecais detectados na região, os quais indicam forte poluição fecal, sugerindo que as águas das praias de Santos não são próprias para o uso recreacional devido ao lançamento de esgotos domésticos. Esta situação se agrava no verão, quando aumenta a população flutuante (CETESB, 2001).

Em 1979 foi instalado um emissário submarino na cidade de Santos, que apresenta uma vazão de 7.000 L.s^{-1} de esgoto para a Baía de Santos. Estudos realizados por Moser *et al.* (2000) indicaram que os níveis de eutrofização no interior da referida baía permaneceram altos mesmo após 20 anos da instalação do emissário submarino no seu interior. Durante o verão, a carga orgânica oriunda de toda a população residente e flutuante nos municípios da Baixada Santista contribui para a persistência de condições sanitárias e ambientais desfavoráveis na região (Braga *et al.*, 2000). Certamente o emissário submarino de Santos exerce uma influência sobre o processo de eutrofização no interior da Baía de Santos, através do aporte de nutrientes e matéria orgânica.

A carga orgânica lançada pelo emissário submarino pode se depositar no sedimento marinho, acumulando-se no ambiente costeiro através do assentamento de particulados na área ao redor dos difusores e de material fino transportado pelas correntes para áreas mais distantes do emissário. A presença de sólidos em suspensão, além de diminuir a transparência da água, por limitação da penetração da luz e afetar a produtividade primária, pode causar soterramento dos organismos bênticos, entupimento de órgãos respiratórios e prejudicar a obtenção de alimentos pelos animais filtradores, além de modificar a composição do fundo (Heitor, 2002).

O enriquecimento orgânico pode ser considerado como uma das principais causas da alteração estrutural das associações bênticas em ambientes costeiros (Pearson & Rosenberg, 1978; Weston, 1990). Porém, a proximidade com a costa, a pouca profundidade das águas e a exposição ao hidrodinamismo, também conferem importantes fatores que influenciam diretamente na estrutura dos descritores da comunidade. Somado a tais variáveis, ainda tem-se o efeito da temperatura, salinidade, pH, fatores físicos (correntes e ondas), substrato, luminosidade, disponibilidade de alimento e perturbações físicas e biológicas (relações inter- e

intraespecíficas) (Gray, 1974), que agem constantemente sobre os padrões da comunidade bêntica.

Desde a década de 80, diversos trabalhos foram realizados na Baixada Santista visando o estudo da qualidade dos compartimentos água e sedimento, normalmente avaliados separadamente (Weber, 1981; Boldrini & Navas-Pereira, 1987; Bicego, 1988; Braga *et al.*, 2000; Siqueira *et al.*, 2004; Hortellani *et al.*, 2005; Martins, 2005; Moser *et al.*, 2005; Umbuzeiro *et al.*, 2006; Martins *et al.*, no prelo). Porém, poucos trabalhos foram desenvolvidos unindo-se as características fisicogeoquímicas com a comunidade bêntica (Rachid, 1996; Abessa & Souza, 2001; Heitor, 2002; Abessa *et al.*, 2005). Sob essa luz, a presente tese de doutorado visa integrar as características ambientais da Baía de Santos à distribuição da macrofauna bêntica da área, que se encontra sob a influência de pressões naturais e antrópicas.

A configuração geográfica da Baixada Santista e a presença marcante de atividades antrópicas acarretam para a região pressões traduzidas pelo aporte constante de contaminantes lançados no complexo estuarino e que, com o auxílio de correntes e do transporte eólico, podem atingir a plataforma continental adjacente.

1.2. PLATAFORMA CONTINENTAL ADJACENTE

A plataforma continental brasileira tem 820.000 km², representando pouco menos de 10% da massa continental. É considerada rasa e pouco produtiva, apesar de haver enriquecimentos localizados, caracterizando áreas de ressurgência ou convergência, como é o caso de Cabo Frio (RJ), ou ainda em locais próximos a estuários, os quais contribuem com grande quantidade de material orgânico dissolvido ou particulado. Possui importantes características físico-geográficas, como largura, inclinação, natureza dos depósitos superficiais, padrões de circulação, estratificação e produtividade das massas implicando diretamente na produção primária, distribuição energética aos níveis tróficos e dinâmica bêntica (Lana *et al.*, 1996).

A complexidade dos ambientes de plataforma é ainda aumentada pela variabilidade na qualidade e quantidade da influência terrígena e pela própria diversidade dos fundos, extremamente heterogêneos nos diversos setores do litoral brasileiro. Todos esses fatores criam um quadro de ampla variabilidade espacial e temporal na diversidade específica, biomassa individual e produção das espécies, que pode ser responsável pela elevada variabilidade da produção primária e secundária do plâncton e bentos. Isto dificulta o reconhecimento de padrões ou tendências na distribuição e abundância dos organismos, de modo a direcionar e otimizar os estudos biológicos (Lana *et al.*, 1996).

A morfologia e o grau de desenvolvimento da plataforma podem ser ainda profundamente afetados pela descarga dos grandes rios que desembocam nas adjacências. Os sedimentos das plataformas tropicais incluem componentes inorgânicos, como areia, silte e argila, acrescido de uma elevada carga de material orgânico, depositado sob a forma de partículas ou agregados nos mais distintos estágios de decomposição, material calcário biogênico produzido *in situ* ou transportado de outras áreas, além de material diretamente depositado das associações planctônicas (Lana *et al.*, 1996).

Grande parte dos trabalhos realizados na plataforma continental brasileira visa o conhecimento do caráter físico (Zavialov *et al.*, 2002; Souza & Robinson, 2004; Pereira *et al.*, 2005) e geomorfológico dos fundos (Viana *et al.*, 1998; Mahiques *et al.*, 1999; Rodrigues & Lorenzetti, 2001). Trabalhos envolvendo aspectos ambientais e biológicos são normalmente restritos à produtividade das águas da plataforma brasileira, enfocando a disponibilidade de nutrientes (Metzler *et al.*, 1997; Braga & Müller, 1998) e matéria orgânica (Yoshinaga *et al.*, submetido), dinâmica planctônica (Gonzalez-Silveira *et al.*, 2004), transferência dos fluxos energéticos na rede trófica (Soares, 2003; Corbisier *et al.*, 2006) e, por vezes, o acoplamento bento-pelágico (Yoshinaga *et al.*, no prelo).

Num contexto mundial, há poucos trabalhos que tenham explorado o caráter químico dos sedimentos em plataformas continentais, a maioria deles desenvolvidos por grupos de pesquisa estrangeiros. Recentemente, estudos enfocando a ocorrência de hidrocarbonetos do petróleo foram realizados por Overton *et al.* (2004) no Golfo do México, Franco *et al.* (2006) na Galícia/Espanha e Short *et al.* (2007) na plataforma do Golfo do Alasca. A intrusão de metais pesados, provenientes de contribuições continentais, foi estudada por Secrieru & Secrieru (2002) no nordeste do Mar Negro, Araújo *et al.* (2002) e Mil-Homens *et al.* (2006) na plataforma portuguesa e Radakovitch *et al.* (2008) em sedimentos da plataforma do Golfo de Lion/França.

O conhecimento disponível sobre a comunidade macrobêntica ao longo da plataforma sudeste do Brasil sugere que a composição taxonômica e os padrões de distribuição dessa fauna são primariamente afetados pelas variações texturais do sedimento, gradientes batimétricos e pelas variações latitudinais, que se refletem na temperatura média da água e no padrão de circulação de massas d'água. A profundidade, responsável pela determinação da variabilidade textural e a instalação de massas d'água, parece ser o principal fator controlador dos descritores bênticos, como as densidades populacionais e a riqueza de espécies na região, conforme afirmam diversos autores, dentre eles Lana *et al.* (1996).

O bentos da plataforma continental do sudeste brasileiro é o mais bem conhecido de toda a costa brasileira. Sínteses desses conhecimentos foram

apresentadas por Pires (1992), Pires-Vanin (1989, 1993), Sumida & Pires-Vanin (1997), Attolini (2002), De Léo & Pires-Vanin (2006), Gomes (2006) e Sumida *et al.* (no prelo), onde foram identificados os parâmetros ambientais responsáveis pelo comportamento da fauna bêntica no ambiente de plataforma continental, principalmente em áreas sujeitas aos fenômenos de ressurgência e subsidência, especialmente em Cabo Frio/RJ.

A presente tese de doutorado é o primeiro estudo de caráter ecossistêmico a investigar a influência de um ambiente costeiro intensamente sujeito às atividades antrópicas sobre a plataforma continental adjacente. A avaliação da possível transferência de material continental e produtos gerados em atividades humanas pode contribuir para a compreensão dos processos oceânicos de dispersão e diluição dos compostos químicos lançados à Baía de Santos, passíveis de atingir a plataforma interna. Além da provável influência continental sobre a plataforma adjacente, a recente descoberta de gás e petróleo na Bacia de Santos, e a previsão para sua exploração em breve, tornam mais urgentes e oportunos levantamentos faunísticos e ambientais da área para embasar possíveis efeitos de impactos de tais tipos de atividades, além de todos os demais a que a região já encontra-se submetida.

1.3. IMPORTÂNCIA DOS ANELÍDEOS POLYCHAETA EM AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

Desde a década de 60, alguns estudos de levantamento faunístico foram realizados na Baía de Santos com o intuito de caracterizar a composição da macrofauna bêntica e associar sua distribuição aos processos oceanográficos que naturalmente ocorrem em ambientes rasos, além de compreender o efeito das atividades antropogênicas sobre os organismos (Tommasi, 1967, 1979, 1994; Abessa, 2002; Heitor, 2002). Os autores observaram que os anelídeos Polychaeta perfazem o grupo mais representativo dentre os organismos da macrofauna que ocorrem nos sedimentos da área, em detrimento dos grupos Mollusca e Crustacea que reconhecidamente têm abundâncias reduzidas em áreas fisicamente perturbadas e, em especial, sob a influência de detergentes e hidrocarbonetos provenientes da interferência humana, como observado por Pearson & Rosenberg (1978) e Bellan & Pérès (1974) *apud* Ramade (1987).

Diversos estudos desenvolvidos no litoral norte paulista também indicaram a dominância desses anelídeos entre os diferentes grupos da macrofauna bêntica, como já observado em sedimentos arenosos da Enseada de Picinguaba (Petti, 1997), na Enseada de Ubatuba, ambiente semi-confinado com contribuição de água salobra proveniente de cursos de água adjacentes (Santos, 1998; Muniz, 2003; Ferreira, 2004) e áreas com importante influência antrópica, como constatado por Amaral *et*

al. (1998) em levantamentos realizados em São Sebastião. Sumida *et al.* (1993), estudando a Enseada da Fortaleza, observaram que a dominância de Polychaeta é um padrão geral observado em comunidades bênticas de fundos inconsolidados, fato também verificado por Muniz *et al.* (1996), em estudos realizados na Enseada do Mar Virado, ambas em Ubatuba.

A dominância do grupo Polychaeta também foi constatada sobre a plataforma continental do sudeste brasileiro. Attolini (2002), De Léo (2003) e Gomes (2006) verificaram que esses anelídeos ocorreram em abundância ao longo de toda a plataforma sudeste, inclusive em 500 m de profundidade.

Knox (1977) *apud* Sumida *et al.* (1993) afirma que o grupo é o mais importante tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies, constituindo, geralmente, mais de 1/3 do número de espécies do macrobentos e metade ou mais do número de indivíduos. Além da evidente dominância, a plasticidade alimentar do grupo confere um importante papel na produtividade bêntica de fundos inconsolidados (Muniz *et al.*, 1996). A dominância de anelídeos Polychaeta também é um indicativo do grau de impactação de uma comunidade bêntica (Weisberg *et al.*, 1997; Van Dolah *et al.*, 1999). No entanto, em ambientes naturalmente instáveis, como é o caso de estuários e zonas rasas, em geral também é esperada maior dominância desse grupo (Reish, 1986).

O enriquecimento orgânico na região próxima à saída do emissário submarino, na porção central da Baía de Santos, pode ser responsável por restringir a ocorrência da maioria dos grupos da macrofauna bêntica, favorecendo a instalação de grupos oportunistas, especialmente algumas espécies de anelídeos Polychaeta, o que indica uma influência negativa do emissário sobre a fauna bêntica. Os compostos orgânicos e inorgânicos lançados pelo emissário na baía podem bioacumular nos tecidos dos organismos bênticos e alterar os parâmetros descritores da comunidade (Reish *et al.*, 1987). O estudo das associações de organismos bênticos em áreas com alterações antrópicas, como a Baía de Santos, é complexo, especialmente porque há influência de fontes pontuais e difusas de alteração, como canais de drenagem, efluentes industriais e emissário submarino. Na região estudada há evidente heterogeneidade ambiental entre e dentro de cada área, especialmente quanto ao hidrodinamismo, deposição sedimentar e introdução de compostos químicos.

A disposição oceânica de esgotos urbanos confere um importante delimitador das populações bênticas que apresentam, sob influência antrópica, baixa diversidade específica e, por vezes, alta densidade de espécies oportunistas. Muitos estudos são baseados em comparações de estruturas de comunidades e, em alguns casos, dificultam reconhecer se as diferenças verificadas na comunidade em cada ponto de coleta são devido às alterações naturais (Spelleberg, 1991; Underwood,

1992; Elliot, 1994) ou aos distúrbios antrópicos, que geralmente são mais intensos que os naturais (Schlosser, 1990), impossibilitando a avaliação dos efeitos naturais e de contaminação sobre as comunidades bênticas (Warwick, 1986).

Diante do exposto, justifica-se a utilização dos anelídeos Polychaeta para o desenvolvimento do presente trabalho. A grande representatividade desses organismos em fundos inconsolidados e sua reconhecida importância em estudos que enfocam a qualidade ambiental permite que se compreenda a extensão dos efeitos dos parâmetros abióticos e atividades antrópicas sobre as associações de Polychaeta da Baía de Santos e plataforma continental adjacente. Assim, as alterações estruturais das associações de Polychaeta em decorrência das 'respostas' quase imediatas frente às pressões naturais e antrópicas, refletem as condições ecológicas dos sedimentos e permitem inferir a respeito da influência de inúmeros fatores que ocorrem simultaneamente na Baía de Santos e, possivelmente, na plataforma adjacente, a fim de identificar os principais responsáveis pela estruturação da comunidade bêntica.

2. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivos principais:

- ✓ Determinar a composição e a distribuição espacial e vertical das associações dos anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e plataforma continental adjacente, integrando os aspectos quali- e quantitativos de seus descritores com as variáveis físico-químicas e sedimentológicas de ambos os locais.

Visando a integração dos parâmetros físico-químicos e geológicos aos dados biológicos, este trabalho teve como objetivos específicos:

- ✓ Identificar a origem da matéria orgânica (marinha ou terrígena) na Baía de Santos e plataforma continental adjacente através de marcadores orgânicos geoquímicos e a sua possível relação com a estrutura das associações de Polychaeta em ambos os ambientes.

- ✓ Verificar a influência do lançamento de esgotos domésticos e industriais a partir da avaliação dos teores de metais e das concentrações de nutrientes, esteróis fecais, hidrocarbonetos do petróleo e bifenilos policlorados no ambiente, a fim de se detectar o nível de comprometimento da qualidade das águas e dos sedimentos da região.

- ✓ Avaliar, através da origem da matéria orgânica, da concentração de material fecal e dos hidrocarbonetos do petróleo e teores de metais, se há transferência de material proveniente do sistema estuarino e da Baía de Santos para a plataforma continental adjacente, além de verificar se tais compostos influenciam a composição e a estrutura da população de Polychaeta desse ambiente.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. BAÍA DE SANTOS

3.1.1. IMPORTÂNCIA DA ÁREA ESTUDADA

A Baía de Santos está localizada na porção central do litoral do estado de São Paulo, entre as latitudes 23°58'S e 24°04'S e as longitudes 46°18'W e 46°22'W e possui 9,9 Km de extensão e 7,28 Km na região mais larga e 5,75 Km na porção mais estreita (Figura 1).

Tal área integra a Baixada Santista, onde estão situados os principais municípios litorâneos do estado: Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Guarujá e Bertioga, abrangendo uma área de 2.373 km² (fonte: <http://www.agem.sp.gov.br>, acessado em Janeiro/2008).

Figura 1 – Localização da Baixada Santista, com destaque para a Baía de Santos.

A região metropolitana da Baixada Santista é considerada a terceira maior do estado de São Paulo em termos populacionais, com mais de 1.600.000 habitantes, contribuindo com 3,7% da riqueza estadual (fonte: <http://www.agem.sp.gov.br>). A representatividade econômica da região deve-se à presença do pólo industrial de Cubatão, do Porto de Santos, do imensurável potencial turístico e disponibilidade de recursos pesqueiros e naturais favorecida pelos manguezais localizados junto ao estuário.

A principal ilha da Baixada Santista é a Ilha de São Vicente, onde estão os municípios de Santos e São Vicente. Santos é considerada a maior cidade litorânea paulista e, em 2006, o censo do IBGE estimou sua população em 418.375 habitantes, podendo ser incrementada, no período de alta temporada, com cerca de 600.000 pessoas a mais (fonte: <http://www.agem.sp.gov.br>).

Além dos atrativos turísticos, Santos possui o principal porto da América Latina, porta de entrada e saída de produtos para o Brasil e América do Sul. Inaugurado em 1892, o Porto de Santos teve como função inicial apenas escoar a produção de café para o exterior. Sua ampliação, na década de 50, foi um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da região. Como consequência, ocorreu o desmatamento de vastas áreas de manguezal nas margens do estuário, a aceleração dos processos de remoção dos solos, em virtude da construção de ferrovias, rodovias e núcleos habitacionais e a eliminação de vegetação pela terraplanagem excessiva em áreas de planície costeira (Fukumoto, 2003).

A partir da década de 40, ocorreu um aumento do fluxo turístico e de serviços na região, devido à construção da Via Anchieta, concluída em 1947. A infra-estrutura rodoviária e ferroviária interligada a um terminal marítimo pré-existente e a possibilidade de construção de ancoradouros no interior do estuário (facilitando o desembarque de carvão e minério) foram fatores preponderantes para que a década de 50 constituísse um marco no desenvolvimento do primeiro complexo industrial nacional (Martins, 2005).

Atualmente, o Porto de Santos movimenta, em seus 13 km de cais, 72 milhões de toneladas de carga geral, líquidos e sólidos a granel. Dos 3,2 milhões de contêineres movimentados anualmente nos portos brasileiros, 1,2 milhões passa pelo cais santista (fonte: <http://www.agem.sp.gov.br>), números que evidenciam a importância do Porto de Santos para a economia brasileira.

A Baixada Santista ainda comporta um dos pólos industriais mais produtivos do Brasil, contribuindo com a economia brasileira e geração de diversos produtos. As indústrias instaladas no Complexo Industrial de Cubatão são responsáveis por lançar grande quantidade de elementos e substâncias químicas no sistema estuarino. Atualmente, a região comporta cerca de 1.110 indústrias de diferentes ramos de atividades, dentre eles petroquímicas, siderúrgicas e de fertilizantes, descarregando nas águas adjacentes cerca de 100.000 kg/mês de diversos poluentes, tais como metais e derivados do petróleo. As três principais indústrias da região - COSIPA, Ultrafertil e Refinaria Presidente Bernardes - são responsáveis por lançar mais de 90% da carga tóxica despejada no ambiente.

As indústrias também são responsáveis pela degradação da cobertura florestal da região, causada pela liberação de névoas ácidas e de material

particulado proveniente das indústrias de fertilizantes, além de gases e contaminantes atmosféricos gerados pelas atividades siderúrgicas da COSIPA (Medeiros, 2000).

3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA, VEGETAÇÃO E HIDRODINAMISMO

Por estar num ambiente de transição entre o litoral sul e norte do estado de São Paulo, a localização da Baixada Santista confere características climáticas bastante particulares, podendo ser classificada como tropical quente e úmida, sem estação seca definida e com temperatura média anual superior a 20°C. As temperaturas máximas atingem 28°C, sendo fevereiro o mês mais quente. Eventualmente, ondas de calor com extremos de 38°C e, ao longo do ano, temperaturas superiores a 35°C podem ser registradas. O mês de julho é historicamente o mais frio, ocasionalmente com temperaturas próximas a 15°C (Abessa, 2002).

A pluviosidade é elevada, geralmente entre 2.000 e 3.000 mm anuais, enquanto a média da umidade relativa do ar é de 85,6%, mantendo-se acima de 80% na maior parte do ano. Quanto ao regime de ventos, há predomínio de calmaria, com ventos de sul ocorrendo durante todo o ano, inclusive no verão, enquanto ventos de noroeste são menos frequentes (Abessa, 2002).

A região é recoberta pela Mata Atlântica, observada principalmente em uma cadeia de montanhas que representa o limite oeste, além da existência de planícies de maré e manguezais. Esta área é geralmente uma faixa larga, cuja vegetação de cobertura está sujeita aos efeitos da inundação periódica de água salgada devido às oscilações da maré. Na região da Baixada Santista, este tipo de vegetação apresenta grande importância, pois recobre cerca de 100 km² e é responsável por disponibilizar grande quantidade de material orgânico e particulado para as águas adjacentes (Fukumoto, 2003).

De acordo com Braga *et al.* (2000), a drenagem de água doce para o estuário de Santos se dá por uma vasta rede de rios que nascem nas vertentes da Serra do Mar e correm para a planície da Baixada, desagando nos canais estuarinos e na Baía de Santos, contribuindo para um grande aporte de matéria orgânica de origem continental.

A Baía de Santos funciona como um corpo receptor de águas estuarinas advindas dos canais do Porto e de Piaçaguera (Canal do Porto), a leste, e do Mar Pequeno (Barra de São Vicente), a oeste. Devido às diferenças de salinidade entre as águas da baía e as águas oriundas do estuário, há uma tendência de que as águas mais salinas circulem próximas ao fundo e que as menos salinas circulem próximas à superfície, gerando estratificação da coluna de água (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

A circulação no interior da Baía de Santos obedece predominantemente o regime de marés e é influenciada pelas águas de origem oceânica, oriundas da plataforma continental, através de correntes de deriva litorânea que entram na baía pela face oeste, e pelas águas mais salobras provenientes do estuário de Santos, na face leste. Devido principalmente à localização geográfica do canal de Santos, o efeito dinâmico do transporte desse canal na maré vazante gera um movimento circular em sentido anti-horário (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

3.1.3. CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA

Os sedimentos do fundo do estuário e da Baía de Santos foram estudados por Fúlfaro & Ponçano (1976). De acordo com os autores, o estuário Santista é uma região de grande equilíbrio no que se refere à sedimentação. No alto estuário santista, as águas dos rios provenientes da Serra do Mar adentram o estuário, em especial na região do Canal do Porto, originando um predomínio de fluxo unidirecional que se propaga em direção à baía. Os autores ainda ressaltam que as características dos fluxos fluviais do alto estuário, formados pelos rios que têm suas nascentes na Serra do Mar, demonstraram que a faixa de mangue que circunda o estuário retém grande parte da carga transportada por tração, liberando para os canais apenas a carga transportada em suspensão, de natureza siltico-argilosa.

A área do médio estuário é influenciada pelas correntes de maré que sofrem movimentação provocada por ação marinha a partir da Baía de Santos. Yassuda (1991) destaca que o contato entre o fluxo unidirecional e o fluxo marinho é vertical, correspondendo a uma zona de quebra de energia de transporte do sistema. Este quadro, do alto e médio estuário santista, configura um processo geral de sedimentação, em ambiente de baixa energia, com predomínio de sedimentação siltico-argilosa (Fukumoto, 2003).

Na Baía de Santos, a movimentação de sedimentos é comandada basicamente pela movimentação horária das correntes, resultado da interferência das águas oceânicas com as águas provenientes do estuário sendo, portanto, o mecanismo hidrodinâmico determinante na sua compartimentação sedimentar (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

A área localizada a oeste da baía é dominada por correntes de maré e correntes costeiras, dirigidas de SW para NE, sendo que os ramos destas correntes que penetram na baía junto à Ponta de Itaipu atingem a porção mais interna da baía ao longo das praias de São Vicente e Santos. Ao largo da Ponta de Itaipu são encontrados sedimentos predominantemente arenosos, dispostos em faixas aproximadamente paralelas ao sentido predominante das correntes costeiras, que os

transportam e depositam ao longo das praias de São Vicente e Santos.

A leste, a baía é caracterizada por movimentação predominantemente unidirecional, resultante da interação das correntes que se propagam ao longo das praias da baía e das correntes, originalmente fluviais, canalizadas através do estuário (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

Nas porções central e leste da baía ocorre o predomínio de sedimentos siltosos e argilosos, transportados pelos fluxos em suspensão, provenientes do estuário, sendo que o fluxo que os transporta associa-se às correntes provenientes da porção mais a oeste, ocasionando a deposição de parte desta carga de sedimentos finos. Este fluxo ainda é direcionado para a Ponta da Manduba, onde é defletido para a Ilha da Moela, afastando-se, então, da linha de costa (Fúlfaro & Ponçano, 1976). Esses autores verificaram o predomínio de silte fino e areia muito fina, configurando um ambiente de baixa energia. As taxas elevadas de sedimentação ocorrem apenas localmente, destacando-se as extremidades sul dos canais de São Vicente e do Porto de Santos, junto à desembocadura da baía.

Mais recentemente, Bonetti Filho (1996), analisando imagens de satélite, observou um transporte preferencial de material em suspensão a partir do estuário de Santos, sendo evidenciada a ação de uma frente estuarina, na forma de pluma, a partir da desembocadura do Canal do Porto. Tais observações sugerem que a intensidade do fluxo estuarino deva ser a principal responsável pelo padrão de sedimentação diferenciado existente entre os setores leste e oeste da Baía de Santos.

3.1.4. ATIVIDADES ANTRÓPICAS DESENVOLVIDAS NA BAIXADA SANTISTA

A Baixada Santista possui alguns dos mais antigos núcleos urbanos do Brasil, incluindo a primeira vila do país, a Vila de São Vicente, fundada em 1532. Desde então, a região vem sendo ocupada, muitas vezes de maneira desorganizada, gerando inúmeros problemas ambientais e de saúde pública (Abessa, 2002).

Diversos autores já descreveram ou abordaram os problemas decorrentes da ocupação humana na Baixada Santista, assim como a evolução no quadro de degradação dessa região (Azevedo, 1965; Tommasi, 1979; CETESB, 1985; Bonetti Filho, 1996; Braga *et al.*, 1997; Braga *et al.*, 2000; Lamparelli *et al.*, 2001). Os trabalhos apresentados mais recentemente (Heitor, 2002; Abessa *et al.*, 2005; Moser *et al.*, 2005) enfocam justamente a avaliação da qualidade ambiental e comportamento faunístico frente à disposição de efluentes urbanos e industriais no complexo estuarino de Santos, sendo a Baía de Santos um corpo receptor de esgotos provenientes do município de Santos, lançados ao mar através de um emissário submarino (Tommasi, 1979).

O padrão de circulação das águas superficiais oriundas do Canal do Porto em direção à Baía de Santos promove a redistribuição dos poluentes ao longo de toda a orla de Santos e parte de São Vicente (Bonetti, 2000). Outra fonte potencial de contaminação provém dos sete canais de drenagem construídos com a finalidade de escoamento de águas pluviais, mas que têm recebido despejos clandestinos de esgotos residenciais e de serviços diversos (Heitor, 2002).

O atual sistema de coleta, tratamento e disposição final de esgotos de Santos, é composto por rede coletora, emissários, receptor, estações elevatórias e uma estação de pré-condicionamento, que coletam um volume diário de aproximadamente 180.000 m³ de águas servidas, através de 4.900 m de interceptor oceânico, enterrados na faixa da praia, conduzindo esse esgoto à estação de pré-condicionamento (EPC). A EPC trata um volume de aproximadamente 3.500 L.s⁻¹ e de lá encaminha ao emissário submarino José Menino, construído em 1978 (Heitor, 2002).

Este apresenta extensão de 4 km e 1,75 m de diâmetro interno, para uma vazão final de 7.000 L.s⁻¹. Tal emissário veio substituir o lançamento de esgotos que era feito na Ponta de Itaipu e causava contaminação especialmente do Boqueirão, no município de Praia Grande. A instalação do emissário submarino José Menino marcou um passo decisivo para o saneamento de toda a região e para a melhoria das condições de vida da população santista (Sedes, 2003). Desde a década de 90, a SABESP tem investido na área de saneamento básico, conduzindo as águas dos canais para uma estação de pré-condicionamento de esgotos, antes do lançamento pelo emissário submarino (CETESB, 1999).

Os processos de urbanização e industrialização da Baixada Santista interferem diretamente nas características físicas da plataforma adjacente. O principal resultado da atuação antrópica é a aceleração dos processos de remoção de solos, seja por meio da construção de rodovias, ferrovias e núcleos habitacionais no sopé e encostas da Serra do Mar, seja pela eliminação de vegetação e terraplenagem extensiva em área da planície costeira. Além disso, deve-se salientar a possibilidade de mudanças das condições químicas das águas superficiais, pelo lançamento de resíduos industriais, o que causa alterações na dinâmica de deposição de sedimentos finos e, portanto, na estrutura da fauna bêntica. A abertura de canais e a secagem de maguezais por redes de drenagem artificiais devem, por fim, ser considerados, já que modificam, ao menos localmente, os processos de remoção e deposição de sedimentos (Fukumoto, 2003).

3.2. PLATAFORMA CONTINENTAL

3.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA PLATAFORMA ADJACENTE À BAÍA DE SANTOS

A plataforma continental é um ambiente com grande variabilidade das condições ambientais, principalmente quando comparada a ambientes profundos, como talude continental e assoalho oceânico, ambos com parâmetros ambientais estáveis. Uma das causas da grande heterogeneidade ambiental e biológica é a proximidade com a zona costeira, responsável por um significativo aporte de água fluvial, sedimentos, matéria orgânica e nutrientes (Nybakken, 2001).

Os processos sedimentares em ambientes rasos são principalmente controlados pela movimentação de massas de água e correntes, taxas de produção primária, clima adjacente e alterações no nível do mar. Todos esses fatores controlam a entrada e redistribuição de diferentes componentes do sedimento nos fundos inconsolidados da plataforma continental (Mahiques *et al.*, 2004).

A sedimentação na plataforma continental é essencialmente terrígena, sendo recoberta predominantemente por areias e lamas. Ao sul da Ilha de São Sebastião há um gradual aumento de lamas em direção as porções mais profundas da plataforma. Algumas manchas e 'cinturões' de carbonato são encontrados entre a isóbata de 100 m e a quebra da plataforma. Muito da cobertura sedimentar da região é resultado do retrabalhamento de sedimentos regressivos (Rocha *et al.*, 1975).

A proximidade da plataforma continental interna do litoral sudeste com o sistema estuarino de Santos - São Vicente contribui fortemente no padrão granulométrico dessa região. Devido ao grande aporte sedimentar que adentra o baixo estuário, o Canal do Porto necessita de dragagem permanente. Desde 1995, foram dragados 23 milhões de m³ de sedimentos na área portuária (Secretaria do Meio Ambiente, 2002).

Todo o material dragado do porto é disposto ao sul da Ilha da Moela, pelos batelões da CODESP (Companhia Docas do Estado de São Paulo). Até o início da década de 80, os sedimentos eram dispostos nas proximidades da Ponta da Manduba, na Ilha de Santo Amaro, mas parte do material retornava às praias (Federação das Indústrias do Estado do Paraná, 2000). Ambas as áreas estão localizadas na transição entre a área externa da Baía de Santos e início da plataforma continental interna. Desta forma, a plataforma adjacente atua como receptáculo de parte do material dragado do Canal do Porto, podendo retornar à baía devido à hidrodinâmica da região.

A dinâmica da plataforma interna e porção mediana é determinada pelo deslocamento de três massas de água, com forte variação sazonal (Castro Filho *et al.*, 1987). Entre novembro e março, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) move-se junto ao fundo em direção à costa, empurrando a Água Costeira (AC), menos densa,

rumo ao oceano, e mantendo a Água Tropical (AT) relativamente distante da linha de costa. Este período também corresponde à estação chuvosa no sudeste brasileiro e, assim, contribui para o incremento do fluxo terrígeno para as águas costeiras (Mahiques *et al.*, 2004).

A movimentação da AC é o fator mais importante no transporte de matéria orgânica terrígena em direção às áreas mais profundas da plataforma. De março a novembro, a retração da ACAS contribui para uma maior influência da AT nos processos da plataforma (Mahiques *et al.*, 1999).

Estudos sobre a comunidade bêntica estão muito relacionados às interações com parâmetros e processos físicos, como profundidade e intrusão de massas de água sobre a plataforma, fatores reconhecidamente responsáveis pela determinação da densidade, biomassa, riqueza de espécies e diversidade específica (Pires-Vanin, 1993; De Léo & Pires-Vanin, 2006). Informações sobre os processos biológicos e, principalmente, organização espaço-temporal da fauna bêntica frente à um possível gradiente de intrusão metálico, compostos químicos e efeito de atividades antrópicas são muito pouco explorados no ambiente de plataforma continental.

Para um estudo sistêmico, é fundamental que se conheça a dinâmica das massas de água na plataforma continental, a fertilidade dessas águas, a composição e a distribuição dos componentes biológicos do sistema e, complementarmente, identifique influências humanas massivamente desenvolvidas nas adjacências do ambiente de plataforma, permitindo seu inter-relacionamento com as variáveis físicas, químicas e sedimentológicas intrínsecas ao ambiente (Pires-Vanin, 1993).

Dentro dos ecossistemas de plataforma, a fauna bêntica desempenha papel vital tanto como receptora de energia proveniente do ambiente pelágico, quanto como fornecedora de energia para os organismos demersais e nutrientes para o fitoplâncton. Além disso, é capaz de bioacumular e magnificar em seus tecidos compostos químicos que podem alterar seus descritores populacionais e, num âmbito mais abrangente, comprometer toda a rede trófica, já que funcionam como elo no acoplamento bento-pelágico. O estudo do bentos é, portanto, fundamental para qualquer estudo ecossistêmico que se pretenda fazer nas áreas de plataforma (Pires-Vanin, 1993).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DETERMINAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA

As estações de coleta para o desenvolvimento desse trabalho foram amostradas em 4 campanhas oceanográficas na Baía de Santos. A primeira foi realizada em novembro de 2004 e as demais nos meses de março, julho e novembro de 2005. Todos os trabalhos de campo foram realizados a bordo dos B/Pq 'Albacora' ou 'Veliger II', pertencentes ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP).

Em cada campanha oceanográfica realizada na Baía de Santos foram amostradas 8 estações de coleta dispostas em 2 transectos. As estações 1, 2 e 3 situaram-se na porção mais externa da Baía de Santos, atingindo profundidades de 14 m. As estações 4, 5 e 6 localizaram-se na porção central da baía, em profundidades inferiores a 10 m. As estações 2 e 5 estiveram localizadas nas imediações da desembocadura do emissário submarino José Menino. Os demais pontos foram posicionados frente à desembocadura dos canais do Porto (estação 7) e de São Vicente (estação 8), a fim de se verificar a influência de ambos sobre a Baía de Santos (Figura 2).

As estações posicionadas na plataforma continental adjacente foram amostradas com o N/Oc 'Prof. W. Besnard', também pertencente ao IOUSP. Com o intuito de se avaliar o reflexo das alterações da Baía de Santos ao longo da plataforma continental adjacente, 6 estações de coleta (2, 6, 7, 9, 13 e 18) foram amostradas sobre a plataforma interna em campanhas realizadas no inverno/2005 e verão/2006. Os pontos de coleta foram distribuídos sobre a plataforma nas proximidades dos municípios de Praia Grande, São Vicente, Santos, Guarujá, Bertioga e São Sebastião, todos aproximadamente na isóbata de 25 m (Figura 2).

O posicionamento das estações de coleta foi obtido através de GPS (*Global System Position*) e as profundidades foram registradas por meio de uma ecossonda acoplada às embarcações.

Figura 2 – Área de estudo indicando as estações amostradas na Baía de Santos e plataforma continental adjacente.

4.2. OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

4.2.1. PROFUNDIDADE, TEMPERATURA, SALINIDADE E OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os principais parâmetros físico-químicos obtidos nas estações foram profundidade, temperatura e salinidade da água, determinados, ainda em campo, por equipamento perfilador (CTD) pertencente ao Instituto Oceanográfico/USP. Os dados de temperatura foram confirmados com o auxílio de termômetros de reversão acoplados a uma garrafa de Nansen, equipamento que também auxiliou na coleta de amostras de água de fundo para a análise do oxigênio dissolvido.

A concentração de oxigênio da água de fundo foi determinada, em laboratório de bordo, pelo método de titulação de Winckler (Grasshoff, 1983).

4.2.2. NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA ÁGUA DE FUNDO

As amostras de água para análise dos nutrientes silicato (Si(OH)_4), fosfato (PO_4^{3-}), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-) também foram obtidas da água imediatamente adjacente ao sedimento, por meio de garrafas de Nansen. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro (ou plástico, no caso das amostras para análise de silicato) e congeladas para posterior análise no Laboratório de Química Orgânica Marinha do IOUSP.

Os teores dos nutrientes dissolvidos em amostras de água de fundo foram determinados seguindo-se os protocolos laboratoriais propostos por Grasshoff (1983), seguido de análise por espectrofotometria.

4.2.3. ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

As amostras de sedimento para as análises granulométricas foram coletadas de estratos sedimentares previamente determinados no *box-corer*. Tais estratos são coincidentes com os obtidos para o estudo da distribuição vertical dos anelídeos Polychaeta, cuja explanação encontra-se no item 4.4. Assim, as amostras de sedimento foram denominadas como *superfície* (primeiros 2,5 cm do topo sedimentar), *meio* (2,5 cm subsequentes) e *fundo* (10,0 cm restantes de coluna sedimentar).

Aproximadamente 200,0 g de sedimento foram coletados em cada estrato do 'box-corer' para a realização das análises granulométricas através do método de peneiramento e pipetagem proposto por Suguio (1973). Foram calculados os parâmetros granulométricos segundo Folk & Ward (1957) e o sedimento classificado de acordo com Shepard (1954).

4.2.4. DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE MATÉRIA ORGÂNICA

Amostras de sedimento para a determinação da matéria orgânica também foram obtidas com o auxílio do *box-corer*. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas congeladas até a análise no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Oceanografia Biológica do IO-USP.

Seguindo-se a metodologia descrita em Byers *et al.* (1978), 2,0 g de sedimento úmido foram colocados em cadinhos de porcelana para secagem em estufa a 60°C por aproximadamente 48 horas, e em seguida sofreram calcinação a 480°C durante pelo menos 2 horas. Após a conclusão dessa etapa, as amostras foram novamente pesadas e, através de cálculos da diferença do peso inicial e final da amostra, pode-se estimar o conteúdo da matéria orgânica. Os resultados foram expressos em porcentagem de matéria orgânica total no sedimento.

4.2.5. DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE CARBONO ORGÂNICO, NITROGÊNIO E ENXOFRE TOTAIS

Uma alíquota de sedimento foi retirada do *box-corer* para a determinação dos teores de carbono orgânico (C), nitrogênio (N) e enxofre (S) totais. As amostras foram congeladas ainda em campo e posteriormente analisadas no Laboratório de Matéria Orgânica do IOUSP.

As amostras foram previamente liofilizadas e submetidas à queima do carbonato de cálcio através da utilização de HCl diluído a 10%. Após a dissolução da fração carbonática, as amostras foram colocadas em estufa por 24 horas e em seguida analisadas em um equipamento automático LECO CNS 2000 para a obtenção dos teores orgânicos de C, N e S. A partir dos valores, foram calculadas as razões C/N e C/S a fim de se inferir sobre a origem e predominância das fontes de matéria orgânica, seja ela terrestre ou marinha (razão C/N), e a condição de oxidação-redução dos sedimentos (razão C/S) da área estudada.

O conhecimento de tais parâmetros, juntamente com os dados dos marcadores orgânicos, permite reconhecer a origem da matéria orgânica na Baía de Santos e plataforma continental adjacente.

4.2.6. DETERMINAÇÃO DOS PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

Amostras de sedimento superficial do *box-corer* foram coletadas em todas as estações das campanhas oceanográficas para a estimativa da concentração de clorofila-a ativa, feopigmento-a e clorofila-a total. De acordo com Pamatmat *et al.* (1981), a determinação e quantificação dos pigmentos fotossintéticos pode ser

utilizada como uma medida indireta da quantidade de alimento disponível para os organismos bênticos e também como um traçador de matéria orgânica nos sedimentos.

As amostras foram armazenadas em frascos de vidro envoltos em papel alumínio para protegê-las da exposição à claridade. Posteriormente, as amostras foram congeladas para tratamento no Laboratório de Ecologia Bêntica do IO-USP. A extração dos fitopigmentos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Lorenzen (1967), modificada por Sunbäck (1983).

Para tal análise, colocou-se 2,0 g de sedimento fresco em um tubo de ensaio acrescido de 18 ml de acetona 90%, agitando-o. Para a extração da clorofila-*a* e feopigmento-*a*, as amostras foram mantidas em refrigerador a 4°C por um período de 12 horas. Após esse etapa, as amostras foram centrifugadas por 20 min a 2500 rpm e preparadas para estimativa das concentrações por espectrometria. As leituras das densidades óticas foram realizadas nos comprimentos de onda de 750 e 665 nm, antes e após acidificação com HCl 0.1mol.L⁻¹. Para o cálculo das concentrações dos fitopigmentos foi empregada a seguinte fórmula, onde as unidades de concentração de clorofila-*a* são expressas em µg.g⁻¹ de sedimento em peso seco:

$$\text{Cloro-}a = \frac{11,9 \times 2,43 [(665-750) - (665_{ac}-750_{ac})] \times 18}{ps}$$

onde,

cloro-*a* = valor da clorofila-*a*

11,9 = coeficiente de absorção da clorofila-*a*

2,43 = fator para igualar a redução à concentração inicial de clorofila

18 = volume da acetona utilizada

665 = absorbância da amostra lida a 665nm antes da acidificação

750 = absorbância da amostra lida a 750nm antes da acidificação

665_{ac} = absorbância da amostra lida a 665nm após acidificação

750_{ac} = absorbância da amostra lida a 750nm após acidificação

ps = peso seco do sedimento

4.3. OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SEDIMENTO

4.3.1. TEORES DE METAIS

Amostras de sedimento para a análise de metais foram coletadas com *box-corer*, com auxílio de colheres plásticas para evitar a contaminação. Embora as amostras tenham sido coletadas em todas as campanhas oceanográficas, tanto na Baía de Santos quanto na plataforma continental adjacente, optou-se por analisar tal parâmetro apenas nas amostras obtidas em julho/2005, período coincidente em

ambas as áreas estudadas. Tal estratégia pode ser adotada porque, segundo Fukumoto (2003), a taxa de sedimentação local é muito reduzida, o que implica em reduzida intrusão temporal de metais, principalmente para o interior da baía. Além disso, a redução do número de amostras minimiza os custos das análises, já que são onerosas.

A determinação dos teores dos metais Cromo (Cr), Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Zinco (Zn) e Mercúrio (Hg) das amostras de sedimento da Baía de Santos e Plataforma Continental adjacente foi realizada pela CorPLab Brasil, em São Paulo.

Para as análises dos elementos traço foi utilizada a fração fina dos sedimentos (0,062 mm), obtida por peneiramento úmido em uma malha de nylon, seguindo-se os protocolos de preparação (<http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/3050b.pdf>) e análise (<http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/6010b.pdf>) propostos pela Environmental Protection Agency (EPA, 1996).

As análises dos elementos metálicos Zn, Pb, Ca, Ni e Cr foram realizadas através da digestão ácida total (HNO₃, HClO₄, HF) a quente em recipientes de teflon. O mercúrio foi determinado seguindo o protocolo EPA 7471b (<http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/7471b.pdf>), dosado por vapor a frio.

A avaliação dos teores dos elementos metálicos foi efetuada segundo os procedimentos tradicionais de espectrofotometria de emissão atômica de plasma induzido (ICP-AES).

4.3.2. SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

Durante a campanha de novembro de 2005 para obtenção de amostras na Baía de Santos, achou-se oportuno a coleta de testemunhos nos pontos 2, 4, 5 e 6 para a análise da susceptibilidade magnética (SM) na coluna sedimentar. Esses pontos foram selecionados de acordo com o interesse em seus posicionamentos, já que as estações 2 e 5 recebem toda a carga do despejo do emissário submarino e os pontos 4 e 6 estão nas proximidades da desembocadura dos canais de São Vicente e do Porto, respectivamente (Figura 2).

O interesse surgiu devido à ampla utilização da técnica em testemunhos coletados em áreas poluídas, próximas a portos, onde a interação entre o casco de navios e a água do mar é responsável por disponibilizar grandes quantidades de elementos metálicos, que podem ser incorporados ao sedimento de fundo. Não apenas os navios, mas também a ocupação industrial e humana próxima a regiões costeiras, constitui fonte potencial para o enriquecimento magnético dos sedimentos marinhos (Chan *et al.*, 2001). Diante disso, os testemunhos foram coletados a fim de se

avaliar a intrusão de material metálico na Baía de Santos e complementar seus resultados com os dados dos teores de metais.

A suscetibilidade magnética foi analisada nos testemunhos coletados com tubos de PVC nos 4 pontos amostrados e tal avaliação foi realizada ao longo de cada testemunho, em intervalos de 1,0 cm, através de um medidor de suscetibilidade magnética Bartington MS 2C, pertencente ao Laboratório de Sedimentologia Marinha do IO-USP.

4.3.3. CONCENTRAÇÃO DE ESTERÓIS, HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS, ALQUILBENZENO LINEARES (LABs), POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs) E BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)

4.3.3.a. COLETA DAS AMOSTRAS E PREPARAÇÃO PRÉVIA DO MATERIAL

As amostras para o estudo desses compostos também foram coletadas em todas as campanhas, tanto na Baía de Santos quanto na plataforma adjacente sendo, porém, analisadas apenas as amostras de inverno de ambas as áreas. Da mesma forma como citado na metodologia para estimativa dos teores metais no sedimento, a pequena taxa de sedimentação da área e o elevado custo das técnicas de análises foram fatores importantes para a adoção dessa estratégia.

Para essas análises foram utilizadas as porções mais superficiais do sedimento coletado com o *box-corer*, com o auxílio de colheres de metal ou plástico (dependendo do composto a ser analisado) para evitar a contaminação. As amostras foram acondicionadas em bandejas de alumínio, previamente mufladas a 400°C por 4 horas, e congeladas até o início do tratamento prévio. Desta forma, procurou-se inibir a atividade biológica, foto-oxidação ou evaporação dos compostos presentes nas amostras, preservando-as até o início das análises.

A descrição dos procedimentos de manuseio das amostras e cuidados nas análises laboratoriais podem ser encontrados detalhadamente em Martins (2005) e Silva (2005).

4.3.3.b. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS ESTERÓIS

As concentrações de esteróis foram determinadas no Laboratório de Química Orgânica Marinha (LAB-QOM) do IOUSP, seguindo os procedimentos descritos por Kawakami & Montone (2002). Para a análise de cada amostra partiu-se de 20,0 g de sedimento extraído em Soxhlet com 70 ml de etanol (previamente destilado e isento de água) e cobre. Para cada frasco de extração, foi adicionado 100 µL de 5 α -colestano e 5 α -androstanol, utilizados como padrão interno (PI).

Após 8 horas de extração, o extrato foi concentrado até 1 mL num evaporador rotativo a vácuo, sendo submetido à cromatografia de adsorção (*clean up*) em uma coluna contendo 2,0 g de alumina (5% desativada) e sulfato de sódio. Eluiu-se a coluna com 10 mL de etanol destilado, recolhendo-se uma única fração. Após a filtração completa, os extratos resultantes foram novamente submetidos ao rotaevaporador, porém dessa vez até a secura.

O resíduo foi recuperado com 2 mL de n-hexano e, com o auxílio de uma pipeta, transferido para frascos afunilados com tampas esmerilhadas (para evitar perdas do reagente). Com o auxílio de um adaptador, os frascos afunilados foram colocados no rotaevaporador e o extrato novamente levado a secura. Utilizando-se uma seringa foi adicionado 50 µL do reagente N, O-bis (trimetil-silil-trifluor-acetamida) / trimetil-cloro-silano (BSTFA / TMCS – 99:1) aos extratos e agitados.

O excesso de reagente foi evaporado com nitrogênio até a secura e o resíduo resultante dissolvido em cerca de 0,5 mL de n-hexano e, com o auxílio de pipetas, transferido para ampolas de 1 mL, previamente calibradas, para posterior análise por cromatografia gasosa. A mistura dos esteróis na forma de derivados trimetil-silícicos foi resolvida através da injeção (*splitless*) de 2 µL da amostra em um cromatógrafo a gás Hewlett Packard (HP), modelo 5890 II, equipado com um detector de ionização de chama (GC-FID).

Para confirmar se os picos obtidos nas amostras, identificados através da comparação dos tempos de retenção dos padrões externos, correspondem aos compostos procurados, as amostras foram injetadas em um GC-FID acoplado a um espectrômetro de massa que, apesar de apresentar uma menor resolução para quantificação, permite uma identificação mais precisa do que o GC-FID. Detalhes sobre a identificação e quantificação dos compostos analisados, bem como das condições instrumentais adotadas durante a análise cromatográfica podem ser obtidas em Martins (2001).

4.3.3.c. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS, ALQUILBENZENO LINEARES (LABs), POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs) E BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)

As concentrações de hidrocarbonetos (alifáticos e policíclicos aromáticos), alquilbenzeno lineares e bifenilos policlorados foram analisadas no Laboratório de Química Orgânica Marinha (LAB-QOM) do IOUSP, seguindo os procedimentos descritos em Martins (2005), Silva (2005) e Leonel (2007), respectivamente.

Aproximadamente 15,0 g de sedimento seco foram extraídos em Soxhlet com 75 mL de uma mistura 50% em volume de n-hexano e diclorometano (DCM) por 8 horas. A cada frasco de extração foi adicionado cobre (para eliminação de enxofre

inorgânico) e uma solução de padrões internos específicos para cada classe de compostos a serem analisados.

O extrato foi concentrado até 5 mL em um evaporador rotativo a vácuo e em seguida, o extrato resultante foi dividido em duas frações de 2,5 mL, referente a análise de hidrocarbonetos (alifáticos, LABs e HPAs) e compostos organoclorados (PCBs).

Para análise de hidrocarbonetos, o volume restante foi submetido à cromatografia de adsorção em uma coluna contendo 3,2 g de sílica, 1,8 g de alumina (5% desativadas) e sulfato de sódio. Eluiu-se a coluna com 10 mL de n-hexano (fração F1 - alifáticos e LABs) e 15 mL de uma mistura 30% DCM em n-hexano (fração F2 - HPAs). Para a análise de PCBs, o extrato foi submetido a uma cromatografia de adsorção em coluna contendo 3,2 g de alumina. A eluição foi feita com 20 mL de uma mistura de 30% DCM em n-hexano, recolhendo uma única fração (F3). O eluato foi concentrado a 0,9 mL sendo adicionado 0,1 mL do padrão interno TCMX antes da injeção em cromatógrafo a gás com detector de captura de elétrons (GC-ECD).

Estas frações foram concentradas em evaporador rotativo a vácuo e transferidas para ampolas, calibradas, de 1 mL. A fração F1 concentra os hidrocarbonetos alifáticos (n-alcanos, isoprenóides e LABs), enquanto a fração F2 contém os HPAs e a fração F3 (PCBs).

As análises dos hidrocarbonetos alifáticos foram feitas através da injeção de 1 µL de extrato de amostra em um cromatógrafo a gás (Agilent GC System 6890 Series) equipado com detector de ionização de chama (GC-FID). Os HPAs e os LABs foram analisados pela injeção de 1 µL da amostra em um cromatógrafo a gás (Agilent GC System 6890 Series) acoplado a um espectrômetro de massa (GC-MS Agilent Mass Selective Detector 5973 Network).

O método foi avaliado seguindo um protocolo de qualidade que inclui a análise de material de referência da National Institute of Standards and Trends (NIST) dos EUA, obtendo-se resultados dentro dos intervalos considerados aceitáveis. Brancos foram determinados sistematicamente e descontados em todas as amostras, bem como análises de brancos e sedimentos adicionados com os analitos de interesse.

4.4. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS BIOLÓGICAS

A primeira campanha amostral realizada na Baía de Santos, em novembro/2004, foi considerada 'piloto' apenas em relação aos dados biológicos. Considerou-se oportuno utilizar essa campanha para o reconhecimento do ambiente benthico, eficiência dos aparelhos de coleta utilizados para a obtenção do material biológico e viabilidade do estudo da distribuição vertical dos anelídeos Polychaeta.

Devido à heterogeneidade sedimentar do fundo e às dificuldades operacionais dos equipamentos remotos de coleta – pegador VanVeen e *box-corer* – empregados nos trabalhos de campo, foi necessário obter-se as amostras para o estudo dos poliquetas com ambos os aparelhos, conforme explicado a seguir.

Nessa campanha experimental (novembro/2004), apenas as estações 2, 5 e 6 da Baía de Santos exibiram composição granulométrica ideal (argilo-lodoso) para o bom funcionamento do *box-corer*. Nas demais estações (1, 3, 4, 7 e 8) as amostras foram obtidas com o pegador VanVeen, já que a feição sedimentar encontrada não era adequada para a introdução do *box-corer* na coluna sedimentar. Nas demais campanhas (março, julho e novembro/2005), optou-se por coletar amostras com VanVeen em todas as estações e, com o *box-corer*, apenas naquelas em que foi viável a utilização de tal equipamento. Portanto, devido à falta de padronização dos equipamentos amostrais, achou-se prudente não incluir os dados bióticos da campanha piloto nas análises da composição e distribuição dos poliquetas. Diferentemente, as características granulométricas da plataforma continental adjacente permitiram amostrar todas as estações com o *box-corer*.

Como um dos objetivos do presente é verificar a distribuição dos organismos ao longo da coluna sedimentar, a utilização do aparelho *box-corer* foi ideal na obtenção das amostras, possibilitando avaliar verticalmente a influência dos parâmetros físicos e geoquímicos, uma vez que tem a finalidade de amostrar e manter intacta as configurações do pacote sedimentar. Para tanto, a coluna sedimentar foi seccionada em três estratos: *superfície* (2,5 cm superiores), *meio* (2,5 cm subseqüentes) e *fundo* (10,0 cm restantes), permitindo o estudo da distribuição vertical dos anelídeos Polychaeta. Segundo Dauer *et al.* (1987), estudos sobre a distribuição da macrofauna nos interstícios sedimentares contribuem para uma melhor compreensão da estrutura e do funcionamento da comunidade bêntica. A posição vertical ocupada pelos organismos no pacote sedimentar pode proporcionar informações importantes sobre os regimes alimentares dos mesmos e das interações com as outras espécies.

Na Baía de Santos, as amostras de sedimento para o estudo dos organismos foram coletadas, em duplicata, com *box-corer* de 0,04 m² de área amostral, apenas naquelas estações em que foi possível utilizar tal equipamento, devido à composição granulométrica. Na plataforma adjacente, as amostras também foram coletadas em duplicata, porém com um equipamento um pouco maior, com 0,09 m² de área amostral, porém, neste local, todas as estações foram amostradas com o *box-corer*.

Ainda em campo, as amostras foram peneiradas em malhas de 2,0, 1,0 e 0,5 mm e o material retido foi acondicionado em frascos plásticos e fixado em álcool 70% para posterior triagem no Laboratório de Ecologia Bêntica do IOUSP. Em laboratório, os anelídeos foram triados e identificados sob microscópio estereoscópico.

Para completar o presente estudo, os anelídeos Polychaeta foram identificados, com base em referências bibliográficas pertinentes, no menor nível taxonômico possível, já que este é o grupo mais representativo em abundância e diversidade, respondendo com grande evidência às alterações ambientais. A identificação das espécies foi auxiliada por especialistas – Prof. Edmundo Nonato e Dra. Sandra Bromberg – que contribuíram com valiosos conhecimentos taxonômicos para a conclusão dessa etapa.

Ainda em laboratório, os organismos foram contados para estimativas de densidade e pesados em balança de precisão para obtenção de biomassa, estimada a partir do peso úmido, considerando-se, inclusive, seus fragmentos e tubos.

4.5. TRATAMENTO PRÉVIO DOS DADOS BIOLÓGICOS

Devido à baixa densidade de organismos nas amostras, optou-se por não trabalhar com as réplicas, portanto os lances foram somados e considerados uma amostra única, correspondendo a uma área amostral de 0,08 m² (baía) e 0,18 m² (plataforma). Além disso, para possibilitar a análise comparativa dos resultados entre ambos os amostradores, as densidades dos organismos foram padronizadas, por 'regra de três', para a área do maior equipamento, ou seja, as densidades de organismos do *box-corer* de 0,04 m² de área amostral foram multiplicadas por 2,25 para permitir comparações com o *box-corer* utilizado na plataforma, com 0,09 m² ($0,09/0,04=2,25$). Dessa forma, essa estratégia possibilita inferências comparativas entre os equipamentos, já que as áreas amostrais foram padronizadas.

Complementarmente, é importante ressaltar que, devido à heterogeneidade granulométrica do fundo da Baía de Santos, nem todas as estações puderam ser amostradas com o *box-corer*; portanto, os resultados bióticos foram trabalhados de acordo com a média de estações amostradas por esse aparelho em cada campanha amostral, sendo possível comparações entre as próprias estações da Baía de Santos e também com aquelas da plataforma continental adjacente.

4.6. DESCRITORES POPULACIONAIS

Atualmente, os estudos de monitoramento ambiental têm utilizado os descritores ecológicos como importantes ferramentas na avaliação da integridade bêntica. Com o intuito de estabelecer padrões espaciais das associações das espécies de anelídeos Polychaeta e relacioná-los com as variáveis abióticas e contaminantes avaliados nesse trabalho, calculou-se os descritores da comunidade utilizando-se o pacote estatístico PRIMER v.6.

A densidade dos organismos foi estimada como número de indivíduos pela área amostral. Também foram calculados o número total de espécies (S) e a densidade total para cada período e estação de coleta.

A riqueza específica foi calculada utilizando-se o índice de Margalef (d) (Margalef, 1958). O número total de espécies presentes em uma amostra é muito dependente do tamanho da mesma; à medida que o tamanho da amostra aumenta, também aumenta a probabilidade de se encontrar um número maior de espécies. O índice de Margalef (d) soluciona este problema, incorporando o número total de indivíduos (N); então, a riqueza específica é calculada como o número de espécies presentes em um determinado número de indivíduos, segundo a fórmula, onde S = número total de espécies presentes na amostra:

$$d = (S-1) / \log N$$

A diversidade específica (H') foi calculada através do Índice de Shannon (Shannon & Weaver, 1963), com logaritmo na base 2. A equitatividade (J') foi estimada por meio do Índice de Pielou (1975) e a riqueza (S) foi expressa em número de espécies ou táxons de mesma espécie. Os índices foram calculados através das fórmulas:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \log_2 p_i)$$

$$J' = H' / \log S$$

onde: p_i = número de indivíduos da espécie i em relação ao número total de indivíduos na amostra (n_i/N); S = número de espécies na amostra; J' = equitatividade e H' = índice de diversidade de Shannon.

A diversidade (H') tem a vantagem de aliar dois parâmetros ecológicos: a riqueza (S), que é determinada pelo número de espécies presentes, e a equitatividade (J'), que representa a repartição dos indivíduos entre as espécies. Os valores de J' variam entre 0 e 1, sendo que os valores próximos a 1 representam uma distribuição eqüitativa do número de indivíduos das espécies presentes.

Os valores de frequência de ocorrência das espécies foram obtidos através da fórmula proposta por Guille (1970), com resultados expressos em porcentagem: $F = (p_i/p) \times 100$, onde: p_i = número de estações de coleta onde a espécie i aparece e p = número total de estações de coleta. De acordo com os valores obtidos, as espécies foram classificadas em constantes ($F > 50\%$), comuns ($49\% < F > 10\%$) e raras ($F < 10\%$).

Os valores de dominância foram obtidos através da fórmula de Guille (1970), expressos em porcentagem: $D = (N_a/N_{\text{total}}) \times 100$, onde: N_a = número de indivíduos da espécie a e N total = número total de indivíduos.

4.7. ANÁLISE DE REGRESSÃO MÚLTIPLA 'PASSO-A-PASSO'

Visando determinar quais das variáveis ambientais consideradas explicam melhor a variação dos descritores populacionais, como número total de indivíduos (n), riqueza de espécies (S), diversidade (H'), equitatividade (J') e riqueza de Margalef (d), entre as estações de coleta, foi realizada uma Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo'. Este método estabelece um modelo multilinear que permite realizar uma seleção criteriosa de variáveis explicativas e comparar a importância de cada variável independente, na explicação da variância da variável dependente. Neste método também é calculado o coeficiente de correlação múltipla (R) e o coeficiente de determinação múltipla (R^2), sendo que o último indica a porcentagem de variância da variável dependente, explicada pelo modelo multilinear (Valentin, 2000).

A análise de regressão múltipla 'passo a passo' foi realizada utilizando-se o pacote estatístico STATISTICA (StatSoft, 1995).

4.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS UNI- E MULTIVARIADAS

O principal enfoque da utilização das estratégias estatísticas multivariadas empregadas em trabalhos ecológicos visa a integração e a interpretação conjunta de dados, sugerindo análises espaciais, temporais e índices de qualidade ambiental, já que englobam inúmeros fatores bióticos e abióticos (Clarke & Warwick, 1994). Quando utilizadas corretamente no ambiente marinho, tais técnicas são importantes ferramentas na determinação dos efeitos do estresse ambiental sobre os organismos (Attrill, 2002).

Em ecologia, essas ferramentas permitem a discriminação de grupos de espécies e variáveis ambientais (por exemplo, MDS e CLUSTER), exibindo diferenças entre as comunidades e forte correlação entre os fatores considerados estressores (por exemplo, ANOVA, MANOVA, PERMANOVA). Tais estratégias se complementam quando empregadas simultaneamente, permitindo inferências seguras e resultados robustos para uma real interpretação da extensão do impacto antrópico (Jackson, 1993).

As ferramentas estatísticas ideais para aplicação sobre o conjunto de dados foram selecionadas de acordo com as características de cada uma, atentando para as exigências de cada análise com relação ao número de estações e réplicas, ano em que as amostras foram coletadas e resposta que se desejava obter para atingir os objetivos do trabalho.

As análises estatísticas foram realizadas na *University of Plymouth*, na Inglaterra, durante um estágio de 6 meses no *Marine Biology and Ecology Research Centre* (MBERC), sob a orientação dos Profs. Dr. Martin J. Attrill e Dr. Andy Foggo.

Diante das hipóteses e objetivos do presente trabalho, as ferramentas estatísticas mais adequadas para responder os questionamentos foram ANOVA, ACP, MDS, CLUSTER, ANOSIM, SIMPER e MANOVA. Essas abordagens foram aplicadas utilizando-se os pacotes estatísticos PRIMER v.6 e MINITAB 14, que contribuíram com respostas muito consistentes sobre ambas as áreas estudadas.

A análise de similaridade foi efetuada com o índice de distância de Bray-Curtis (para fauna) e Euclidiana (variáveis ambientais), sendo ambas as metodologias as mais apropriadas quando se trabalha com matrizes que possuem muitos zeros.

Com o intuito de verificar a existência de diferenças significativas com relação aos parâmetros ambientais e composição da fauna da Baía de Santos e Plataforma Continental em grupos previamente obtidos na Análise de Componentes Principais (ACP), *Multi-Dimensional Scaling* (MDS) e CLUSTER, foi realizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM one-way) com 999 permutações, para testar as diferenças entre os grupos de níveis pré-selecionados. Esta análise é análoga à ANOVA, mas é uma análise não-paramétrica que pode ser aplicada às matrizes de dados biológicos com grande número de zeros (Clarke & Warwick, 1994)

Tal análise gera um valor estatístico R que varia entre -1 e +1, mas, regra geral, é superior a zero. R igual a 1, significa que todos os grupos são mais similares entre si do que com qualquer amostra de outro grupo; porém, se R é aproximadamente igual a zero, não há diferenças significativas entre as médias dos grupos gerados, sendo estas muito similares (Clarke & Warwick, 1994).

Os resultados gerados na ANOSIM foram complementados pela rotina estatística SIMPER (Porcentagem de Similaridade). Enquanto a ANOSIM indica se há ou não diferenças entre as médias de grupos de estações, o SIMPER indica quais são os fatores responsáveis pela maior porcentagem de dissimilaridade entre os grupos, ou seja, essa análise permite inferir sobre as variáveis que contribuem, por exemplo, para estabelecer um padrão espacial ou temporal da comunidade bêntica (Clarke & Warwick, 1994).

Para confirmar todos os resultados das análises estatísticas envolvendo os dois ambientes – Baía de Santos e plataforma adjacente – também realizou-se uma Análise Multivariada da Variância (MANOVA), uma ferramenta estatística empregada quando a hipótese trabalhada é a de que não há diferenças entre os grupos de estações no que diz respeito aos dados multivariados, incluindo na análise diversos parâmetros ambientais. É uma técnica similar à ANOVA, porém é empregada quando o desenho experimental envolve mais do que uma variável dependente. Tais análises foram realizadas no pacote estatístico MINITAB 14.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

5.1.1. PROFUNDIDADE, TEMPERATURA, SALINIDADE E OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As coordenadas geográficas, os valores de profundidade e as concentrações de oxigênio dissolvido na água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e plataforma adjacente são apresentados na Tabela 1.

Em todas as campanhas realizadas na Baía de Santos, as estações externas (1, 2 e 3) exibiram as maiores profundidades, com média de 11,4 m, enquanto as estações localizadas na porção interna da baía (4, 5, 6, 7 e 8) apresentaram profundidade média de 8,6 m. Nas campanhas de inverno e verão realizadas na plataforma continental, as estações 2, 6, 7 e 9 foram as mais profundas, com média de 27,3 m, enquanto as estações 13 e 18, próximas à costa, foram amostradas em profundidade inferior, com média de 16,4 m.

Os perfis de temperatura e salinidade registrados para as estações de coleta da Baía de Santos e plataforma adjacente podem ser verificados nas Figuras 3 a 4.

Durante o ano estudado, foi possível identificar o comportamento sazonal da temperatura nos pontos amostrados na Baía de Santos. Temporalmente, os menores valores foram registrados em julho, com média de 21°C em toda a extensão da coluna de água, comportamento típico do inverno (Figura 3). As maiores temperaturas foram obtidas em março, período correspondente ao verão, exibindo valores próximos à 27°C nas águas superficiais e discretamente inferiores com a proximidade do fundo, estabelecendo uma discreta estratificação térmica principalmente nas estações mais profundas, como a 2, 3 e 6 (Figura 3). Essas observações corroboram as de Soares-Gomes & Figueiredo (2002) que afirmam que em ambientes rasos e de baixa latitude, é muito comum, nos meses em que a incidência solar sobre o oceano é mais intensa, a formação de uma termoclina diurna próxima à superfície, desaparecendo à noite. Esse gradiente térmico não ultrapassa 3°C durante o período iluminado do dia.

Ambas as campanhas realizadas na primavera (novembro 2004/2005) exibiram comportamentos distintos para a variável temperatura da água. Isso se deve à influência das condições meteorológicas encontradas no período das coletas. Em novembro/2004, o trabalho em campo foi desenvolvido sob nebulosidade, chuviscos e ventos moderados que conferiram um perfil homogêneo de temperatura ao longo da coluna de água, com valor médio próximo a 24,5°C, e discreta oscilação de valores em direção ao fundo (Figura 3). Um ano depois, na campanha de novembro/2005, as condições meteorológicas no momento dos registros de temperatura eram estáveis, com muito sol, ausência de vento e mar calmo, características que contribuíram para

os perfis observados na Figura 3. Na maioria dos pontos de coleta a temperatura superficial esteve em torno de 23°C, com diminuição gradativa em direção ao fundo, atingindo 20°C em todas as estações, comportamento típico da primavera.

Segundo Abessa (2002), a grande heterogeneidade térmica observada nas águas da Baía de Santos deve-se a uma série de fatores independentes, mas que ocorrem simultaneamente, como a intrusão de água fluvial pelos canais de Santos e São Vicente, o fluxo de marés, a ação de correntes, a penetração da cunha salina e o aquecimento das águas superficiais.

Tabela 1 - Posicionamento, profundidade (m) e concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo (mL.L⁻¹) das estações de coleta amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde (*) - dado não coletado.

Local	Período	Estação	Latitude	Longitude	Horário	Profundidade (m)	Oxigênio (mL.L ⁻¹)
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	24°00.702'	46°22.536'	8:16h	10,4	4,28
		2	24°00.886'	46°21.021'	9:22h	12,5	4,00
		3	24°01.040'	46°19.753'	10:36h	13,0	4,63
		4	23°59.904'	46°22.260'	9:10h	9,4	2,69
		5	24°00.312'	46°21.015'	9:57h	11,3	4,08
		6	24°00.245'	46°19.693'	14:16h	11,0	4,64
		7	23°59.293'	46°19.468'	16:53h	7,0	4,86
		8	23°59.166'	46°21.789'	8:18h	7,9	4,25
	Março / 2005	1	24°00.925'	46°22.509'	8:50h	11,0	4,25
		2	24°01.003'	46°21.064'	8:15h	11,9	4,24
		3	24°01.147'	46°19.631'	9:35h	12,5	3,64
		4	23°00.001'	46°22.270'	9:40h	8,5	3,28
		5	24°00.252'	46°21.016'	12:45h	10,4	3,98
		6	24°00.242'	46°19.671'	14:44h	11,0	4,25
		7	23°59.308'	46°19.502'	16:55h	7,3	2,96
		8	23°59.155'	46°21.778'	11:10h	6,7	4,26
	Julho / 2005	1	24°00.709'	46°22.549'	8:40h	9,8	4,47
		2	24°00.882'	46°21.007'	10:14h	11,5	4,46
		3	24°01.056'	46°19.739'	11:46h	12,0	4,46
		4	23°59.922'	46°22.261'	8:20h	8,5	4,53
		5	24°00.327'	46°21.022'	11:00h	10,5	4,52
		6	24°00.243'	46°19.701'	7:32h	10,0	4,61
		7	23°59.292'	46°19.483'	9:14h	6,1	4,51
		8	23°59.167'	46°21.774'	9:14h	7,0	4,22
	Novembro / 2005	1	24°00.714'	46°22.534'	7:55h	8,8	3,22
		2	24°00.910'	46°21.002'	9:15h	11,0	4,27
		3	24°01.027'	46°19.731'	11:18h	12,2	4,31
		4	23°59.930'	46°22.267'	9:30h	7,6	4,39
		5	24°00.226'	46°20.989'	11:45h	10,4	4,36
		6	24°00.239'	46°19.690'	7:32h	9,8	3,81
		7	23°59.291'	46°19.491'	9:03h	5,5	3,97
		8	23°59.167'	46°21.781'	8:07h	6,1	4,38

Tabela 1 – Continuação.

Local	Período	Estação	Latitude	Longitude	Horário	Profundidade (m)	Oxigênio (mL.L ⁻¹)
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	23°59.47′	45°62.00′	11:03h	35,0	4,82
		6	23°59.93′	45°89.90′	11:54h	29,0	5,03
		7	24°60.00′	46°01.00′	16:00h	20,0	4,91
		9	24°60.85′	46°25.50′	13:00h	25,0	*
		13	24°03.66′	46°37.30′	15:45h	17,0	4,79
		18	24°37.30′	46°91.30′	7:40h	16,0	5,12
	Verão / 2006	2	23°56.82′	45°37.20′	9:05h	34,0	5,01
		6	23°59.58′	45°53.94′	10:25h	28,0	3,86
		7	23°59.96′	46°06.03′	16:15h	21,0	4,57
		9	24°05.08′	46°15.83′	6:00h	26,0	3,95
		13	24°03.96′	46°22.38′	11:17h	16,5	5,86
		18	24°21.95′	46°54.73′	6:23h	16,2	5,78

Assim como a temperatura, a salinidade também exibiu comportamento sazonal em todas as campanhas realizadas. Além do caráter temporal observado, foi possível detectar acentuada influência do sistema estuarino nas águas da Baía de Santos. Os registros obtidos evidenciaram que nos primeiros 4,0 metros de coluna de água os valores de salinidade foram menores em relação aos demais metros. Esse perfil confirma a intrusão de água salobra e com menor densidade advinda dos cursos d'água que escoam pelas encostas continentais, deságuam no estuário e adentram a baía pelos movimentos de maré que redistribuem a água por todo o sistema. Os valores registrados nos últimos metros da coluna de água indicam a entrada de água oceânica com salinidade tipicamente marinha (34/35), com assinatura salina e densa (Figura 3).

Além da contribuição continental, pode-se atribuir as oscilações de salinidade às variações hidrológicas típicas de cada estação do ano. O perfil de salinidade encontrado durante o inverno foi estável, assim como o descrito anteriormente para a temperatura. Por ser um período com pequeno índice pluviométrico, os valores registrados foram próximos a 33,5 ao longo de toda a coluna de água, com discreto incremento dos valores próximo ao fundo, tendendo a 34 (Figura 3). Por outro lado, em março, por ser uma época em que há maior pluviosidade e, em conseqüência, maior intrusão de água continental na baía, notou-se a instalação de uma haloclina na coluna de água, com valores próximos a 31 na superfície e aumento gradativo em direção ao fundo, camada na qual se registrou valores em torno de 34 e 35 (Figura 3).

Figura 3 - Perfis de temperatura (°C) e salinidade da água do mar das estações amostradas na Baía de Santos durante o período estudado.

Os dados registrados para a campanha da primavera/2004 mantiveram-se homogêneos ao longo de toda a coluna de água, variando sutilmente de 33 na superfície a 34 na porção mais profunda. Essa amplitude foi maior na primavera/2005, época em que os valores de salinidade variaram, em geral, de 31 nas águas superficiais a 35 em direção ao fundo (Figura 3). Essa ampla variação pode estar associada a algum evento meteorológico ocorrido nos dias que antecederam o trabalho de campo, podendo ser o agente responsável por significativa estratificação salina.

As oscilações da salinidade na Baía de Santos sugerem haver uma regulação sazonal e, em algumas áreas da baía, influencia fluvial por meio dos canais de Santos e São Vicente. Nas estações 2 e 5, localizadas nas proximidades da desembocadura do emissário submarino, não se observou diminuição dos valores de salinidade, o que pode indicar uma adequada mistura do efluente urbano com a água do mar circundante.

Observando-se o comportamento da temperatura e da salinidade nas estações da plataforma adjacente durante o inverno, nota-se um perfil homogêneo de ambas as variáveis ao longo de toda a coluna de água. A temperatura média registrada foi 21,5°C, sem a formação de uma termoclina, comportamento típico da época estudada. A salinidade também se mostrou homogênea, com valores tipicamente oceânicos ao longo de toda a coluna de água, próximos a 34,5 (Figura 4).

Os valores de temperatura registrados no verão foram muito elevados quando comparados àqueles do inverno. Nas águas superficiais, observou-se valores próximos a 27°C, com acentuado decréscimo ao longo da coluna de água, atingindo valores próximos a 21°C aos 25,0 m, estabelecendo uma termoclina principalmente nas estações mais profundas (2, 6 e 9) (Figura 4). Durante o inverno, os valores exibiram um comportamento uniforme ao longo de toda a coluna de água, com média de 21,3°C.

Também se observou um comportamento típico de verão para a salinidade, com a formação de uma haloclina da superfície em direção ao fundo. Todas as estações amostradas no verão exibiram valores de salinidade inferiores na superfície (próximos a 33), atingindo valores tipicamente oceânicos, ao redor de 35,5 nas estações mais profundas (2, 6 e 9) (Figura 4). Esse comportamento pode ser explicado pelo comportamento das massas de água que se instalam na área durante o verão. A dinâmica da plataforma interna é determinada pelo deslocamento de três massas de água, com forte variação sazonal. Entre novembro e março, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) move-se junto ao fundo em direção à costa, empurrando a Água

Costeira (AC), menos densa, rumo ao oceano, e mantendo a Água Tropical (AT) relativamente distante da linha de costa (Castro Filho *et al.*, 1987).

Figura 4 - Perfis de temperatura (°C) e salinidade da água do mar das estações amostradas na Plataforma Continental durante o período estudado.

De acordo com as características registradas, pode-se apontar a presença da Água Costeira (AC) nas águas superficiais da plataforma interna, com valores de temperatura superiores a 22°C e baixos valores de salinidade. Nas porções inferiores da coluna de água notou-se a presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com valores de temperatura atingindo 20°C e salinidade ao redor de 35.

O perfil de salinidade para o inverno evidencia justamente o contrário, confirmando a movimentação sazonal das massas de água sobre a plataforma continental, quando se notou-se o incremento dos valores de salinidade na maioria das estações amostradas, mantendo-se em 34,6 ao longo da coluna de água.

As concentrações de oxigênio dissolvido na água de fundo das amostras coletadas nas estações da baía foram homogêneas durante quase todo o período de estudo, exibindo valor médio de 4,14 mL.L⁻¹ (Tabela 1).

Observando-se as concentrações de oxigênio dissolvido nas estações amostradas no mês de março, nota-se uma variação nos valores (Tabela 1). Essa variação pode estar associada à época da coleta, já que esta ocorreu imediatamente após um feriado prolongado, evento que incrementa a população da Baixada Santista e, conseqüentemente, contribui para o maior descarte de dejetos urbanos lançados na porção central da baía por meio do emissário submarino. A influência das correntes e marés na área favorece a dispersão do material particulado por toda a baía e, portanto, aumenta o consumo de oxigênio da água para a degradação de tais partículas através da atividade microbiana, o que pode explicar as variações nos valores desse parâmetro. Apesar desse comportamento, a água de fundo mostrou-se oxigenada nas estações da Baía de Santos durante todo o período estudado e nenhum dos valores registrados estaria indicando condições de hipóxia e, muito menos, de anóxia. Segundo Diaz & Rosenberg (1995), os valores de concentração de oxigênio dissolvido na água que são considerados críticos e prejudiciais à fauna bêntica oscilam em torno de 2,0 mL.L⁻¹.

Quando se avalia este parâmetro para as estações amostradas na plataforma continental, nota-se o comportamento homogêneo das concentrações em todos os pontos amostrados, com pequena variação dos valores médios para o inverno (4,9 mL.L⁻¹) e o verão (4,8 mL.L⁻¹), sem distinções claras entre as estações (Tabela 1). Todavia, as concentrações de oxigênio registradas na plataforma foram sutilmente incrementadas em relação às estações da Baía de Santos. Isso se deve ao fato de que nos ambientes costeiros a acentuada intrusão de matéria orgânica continental e os constantes processos fotossintéticos realizados pelo fitoplâncton e fitobentos consomem uma grande quantidade do oxigênio dissolvido disponível na coluna de água, reduzindo suas concentrações (Nybakken, 2001). Por outro lado, nos ambientes de plataforma continental há menor contribuição de matéria orgânica, redução das atividades microbianas e intensos processos de circulação e mistura que renovam as águas da plataforma, dando a característica oxigenada à água (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002).

5.1.2. NUTRIENTES DISSOLVIDOS NA ÁGUA DE FUNDO

Os dados obtidos para as concentrações dos nutrientes da água de fundo das amostras da Baía de Santos e plataforma adjacente podem ser verificados na Tabela 2 e Figuras 5 a 8.

O íon silicato (Si(OH)_4^-) exibiu concentração média de 13,73 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ na Baía de Santos, com marcante flutuação sazonal durante o período estudado. Os valores desse parâmetro variaram de 1,12 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ na estação 4 (novembro/05) a 118,26

$\mu\text{mol.L}^{-1}$ na estação 8 (março/2005). O mês de novembro/2005 exibiu a menor variação de valores quando comparado aos demais períodos amostrados, sendo o menor valor registrado na estação 4 ($1,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior, no ponto 7 ($2,60 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2).

Especialmente, o silicato exibiu distribuição diferenciada entre os pontos amostrados no interior da baía (Figura 5). Deve-se ressaltar que a estação 8, localizada frente à desembocadura do Canal de São Vicente, exibiu um discreto incremento de silicato, advindo, provavelmente, da lixiviação das encostas do sistema estuarino adjacente.

De forma geral, a variação dos valores de concentração do silicato foi tão pronunciada, sem um padrão temporal ou espacial, que não foi possível confeccionar os gráficos de tal nutriente em escalas semelhantes, exigindo cautela na comparação de seus padrões (Figura 5).

Kantin & Baumgarten (1982) afirmam que o caráter não conservativo dos silicatos pode ser atribuído, em grande parte, a sua utilização biológica e Willey (1978) sugere a ocorrência da remoção da parte inorgânica durante a mistura de águas salobras e oceânicas, processo comum na Baía de Santos.

Nas estações da plataforma continental foi possível identificar um comportamento sazonal para o silicato. Durante o inverno registrou-se um incremento nos valores de silicato quando comparados com o verão, variando de $5,20 \mu\text{mol.L}^{-1}$, na estação 6 a $9,38 \mu\text{mol.L}^{-1}$, no ponto 2 (Tabela 2 e Figura 5). No verão, os teores desse nutriente foram inferiores, sendo o menor valor obtido na estação 2 ($1,80 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior na estação 9 ($4,55 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2 e Figura 5).

De forma geral, os teores de silicato foram significativamente maiores na Baía de Santos em relação à plataforma adjacente. Estudos realizados por Braga *et al.* (2000) no sistema estuarino da Baixada Santista indicam que o silicato encontrado na região é proveniente de fontes terrígenas, o que confirma a forte associação da drenagem continental com as significantes concentrações do nutriente nas estações do interior da baía. O principal processo responsável pela diluição das concentrações do silicato na Baía de Santos é a mistura decorrente de processos físicos intrínsecos à área, como efeitos de maré e outros movimentos hidrodinâmicos. Portanto, o fato de as estações da plataforma exibirem menores concentrações de silicato pode ser explicado pelo distanciamento da costa, sob menor influência dos processos continentais, que não possuem competência para atingir o ambiente de plataforma.

Tabela 2 - Concentrações dos nutrientes totais ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o período estudado, onde: Si(OH)_4 =silicato, PO_4^{3-} =fosfato, NO_3^- =nitrato e NO_2^- =nitrito.

Local	Período	Estações	$[\text{Si(OH)}_4]$ $\mu\text{mol.L}^{-1}$	$[\text{PO}_4^{3-}]$ $\mu\text{mol.L}^{-1}$	$[\text{NO}_3^-]$ $\mu\text{mol.L}^{-1}$	$[\text{NO}_2^-]$ $\mu\text{mol.L}^{-1}$
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	3,22	0,31	0,06	0,01
		2	6,55	0,30	0,09	0,09
		3	5,08	0,25	0,06	0,03
		4	13,98	0,99	1,03	0,15
		5	9,85	0,36	0,02	0,06
		6	6,12	0,24	0,13	0,01
		7	2,45	0,58	1,01	0,24
		8	5,32	0,66	1,75	0,29
	Março / 2005	1	8,93	0,25	0,02	0,05
		2	9,02	0,34	0,32	0,13
		3	16,25	0,44	1,91	0,51
		4	20,42	1,21	3,61	0,40
		5	9,12	0,25	2,54	0,31
		6	15,92	0,50	0,67	0,17
		7	14,88	0,36	2,08	0,40
		8	118,27	0,98	4,91	0,62
	Julho / 2005	1	13,87	0,54	2,22	0,33
		2	14,97	0,50	1,27	0,18
		3	17,35	0,65	3,64	0,70
		4	13,02	0,52	3,75	0,63
		5	13,18	0,59	3,03	0,64
		6	16,35	0,91	2,87	0,52
		7	22,62	1,45	3,56	0,98
		8	47,70	1,23	6,78	0,53
	Novembro / 2005	1	1,58	0,29	0,06	0,01
		2	2,47	0,42	0,19	0,01
		3	1,42	0,26	0,04	0,01
		4	1,12	0,23	0,03	0,01
		5	2,53	0,53	0,29	0,16
		6	1,94	0,35	0,30	0,07
		7	2,60	0,44	0,31	0,05
		8	1,37	0,69	0,96	0,07
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	9,38	0,34	2,18	0,01
		6	5,20	0,11	0,16	0,16
		7	9,33	0,36	0,04	0,00
		9	7,08	0,24	0,31	0,02
		13	8,68	0,27	0,30	0,03
		18	7,73	0,29	0,24	0,02
	Verão / 2006	2	1,81	0,24	1,12	0,01
		6	3,10	0,21	0,65	0,07
		7	3,10	0,21	0,60	0,05
		9	4,55	0,36	0,60	0,27
		13	3,22	0,18	0,42	0,21
		18	3,73	0,15	0,38	0,01

Figura 5 - Concentrações de silicato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental (atentar para as diferentes escalas).

Além disso, é importante observar que nas duas campanhas realizadas em novembro (2004 e 2005), tal íon apresentou baixos valores de concentração, o que pode estar relacionado com a proliferação de organismos planctônicos portadores de carapaças silicosas. Nesse período, há maior disponibilidade de matéria orgânica dissolvida na água, maior incidência solar e incremento da assimilação de tal nutriente nas construções de ornamentos corpóreos por parte dos organismos planctônicos, principalmente fitoplanctônicos, que podem ser responsáveis pela redução de suas concentrações nas águas da plataforma continental.

O silicato é um importante íon que, juntamente com o nitrato e o fosfato, é um fator limitante para a produção primária. A limitação do silicato afeta os organismos que o utilizam sob a forma dissolvida para a construção de suas carapaças e esqueletos. Este material esquelético é dissolvido após a morte dos organismos, sendo

disponibilizado novamente na coluna de água e sedimento (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002).

As concentrações do íon fosfato (PO_4^-) exibiram um padrão mais homogêneo quando comparado aos resultados obtidos para o silicato (Figura 6). A concentração média de fosfato encontrada na baía foi de $0,55 \mu\text{mol.L}^{-1}$, valor superior ao considerado padrão para a água do mar ($0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$).

As estações da Baía de Santos exibiram concentrações semelhantes durante todo o ano de coleta, com o menor valor registrado na estação 4 em novembro de 2005 ($0,23 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior no ponto 7 em julho ($1,44 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2).

Figura 6 - Concentrações de fosfato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.

Braga *et al.* (2000) verificaram teores de fosfato menores que $1,0 \mu\text{mol.L}^{-1}$ para as águas da Baía de Santos, ressaltando que os valores 'aceitáveis' para a concentração deste íon no ambiente marinho costeiro podem atingir $2,0 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Segundo os autores, é possível que o processo de assimilação do fosfato, adsorção por

matéria inorgânica suspensa e processos de floculação, associados às alterações naturais de salinidade, induzam a formação de um estoque sedimentar de tal nutriente, levando a concentrações relativamente baixas. Sazonalmente, tal nutriente não exibiu oscilações temporais marcantes em suas concentrações, exibindo valores similares durante todo o período estudado (Figura 6).

Para Amminot & Chaussepied (1983), o grau de eutrofização de oceanos e zonas costeiras é dado pela concentração de fosfatos na coluna de água, sendo que em locais não poluídos os teores de PO_4^- variam entre 0 e $1,0 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Assim sendo, os resultados do presente trabalho demonstraram que as concentrações de fosfato detectadas nas estações estudadas caracterizam a baía com um ambiente não poluído.

As estações da plataforma adjacente exibiram concentrações muito reduzidas quando comparadas às da baía, mas também com padrão homogêneo. No inverno, os teores de fosfato foram ligeiramente incrementados quando comparados ao verão, sendo o menor valor encontrado na estação 6 ($0,11 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior no ponto 7 ($0,35 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2). Durante o verão, registrou-se a maior concentração de fosfato na estação 9 ($0,36 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o menor valor na estação 18 ($0,15 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2). Em ambas as campanhas, não foi possível detectar um padrão temporal no comportamento de tal nutriente (Figura 6).

Com relação aos compostos nitrogenados, na Baía de Santos obteve-se concentrações de nitrito dentro do intervalo 0,01 e $0,98 \mu\text{mol.L}^{-1}$, com variações espaço-temporais. Considerando-se o íon nitrato, as oscilações nas concentrações foram mais pronunciadas tanto espacial quanto temporalmente, sendo o menor valor registrado na estação 1, em março ($0,02 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior no ponto 8, em julho ($6,78 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2). As maiores concentrações para o nitrato foram registradas no período de inverno, sendo o menor valor registrado na estação 2 ($1,27 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior na estação 8 ($6,78 \mu\text{mol.L}^{-1}$). Observando-se tais resultados, notou-se que na primavera de 2005 (novembro) os valores registrados para os teores de nitrato foram muito reduzidos, sendo a menor concentração obtida na estação 4, ao sul da baía ($0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$), e a maior no ponto 8 ($0,96 \mu\text{mol.L}^{-1}$), próximo à desembocadura do Canal de São Vicente (Tabela 2 e Figura 7).

Figura 7 - Concentrações de nitrato total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental (atentar para as diferentes escalas).

Ainda avaliando as estações da baía, o nitrito exibiu a mesma distribuição que a observada para o nitrato, com um discreto incremento das concentrações nas estações do inverno, onde o menor valor foi registrado na estação 2 (0,18 μmol.L⁻¹) e o maior no ponto 7 (0,98 μmol.L⁻¹). Na primavera de 2005 (novembro), observou-se pequena contribuição de nitrito nas estações amostradas. O menor valor de concentração de tal nutriente foi observado nas estações 1, 2, 3 e 4 (0,01 μmol.L⁻¹), enquanto o maior foi registrado na estação 5, imediatamente na desembocadura do emissário submarino (0,16 μmol.L⁻¹) (Tabela 2 e Figura 8).

Figura 8- Concentrações de nitrito total da água de fundo das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.

A Figura 9 evidencia a variação espacial e temporal dos teores dos nutrientes avaliados na Baía de Santos. Como já ocorrido, a amplitude dos valores de concentração foi tão pronunciada, que não foi possível confeccionar os gráficos dos nutrientes em escalas semelhantes, exigindo cautela na comparação de seus padrões.

Observando-se a Figura 9 notou-se, de uma forma geral, que a estação 8 exibiu maiores valores de concentração de nitrato, fato que pode estar vinculado à localização deste ponto, em frente à desembocadura do Canal de São Vicente, que parece contribuir com esse tipo de composto advindo dos esgotos clandestinos lançados nessa porção do estuário.

Figura 9- Variação espaço-temporal das concentrações dos nutrientes dissolvidos na água de fundo analisados nas estações da Baía de Santos (atentar para as diferentes escalas).

De acordo com a Cetesb (1987), os efluentes lançados ao mar possuem alta concentração de compostos nitrogenados e fosfatados e, segundo Salvato (*in* Cetesb, 1987), são considerados valores altos para nitrito e nitrato as concentrações acima de 0,01 e 1,0 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, respectivamente. No entanto, apesar da intensa e contínua carga de efluentes domésticos e industriais lançados na Baía de Santos, os valores das concentrações de nitrito e nitrato observados na água de fundo das estações amostradas nas proximidades do emissário submarino foram baixos, chegando próximos à zero em alguns casos. Este fato pode ser explicado pela constante assimilação de tais nutrientes pelo fitoplâncton e fauna bêntica, transformando-os em biomassa. Desta maneira, é coerente afirmar que o emissário submarino contribui significativamente para o processo de eutrofização da baía, porém, concordando com Mihnea (1985), as concentrações dos nutrientes não refletem tal interferência, já que sua permanência na água é momentânea, uma vez que são rapidamente consumidos e inseridos em processos biológicos.

As estações da plataforma continental exibiram valores muito inferiores para o nitrato quando comparados à baía. Durante o inverno, o maior valor de concentração foi verificado na estação 2 (2,18 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), enquanto o menor foi

registrado na estação 7 ($0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2 e Figura 7). As concentrações de nitrito também foram reduzidas, sendo o menor valor encontrado na estação 7 ($0,005 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e o maior na estação 6 ($0,16 \mu\text{mol.L}^{-1}$) (Tabela 2 e Figura 8).

O perfil dos nutrientes avaliados nas estações da plataforma adjacente corrobora as explanações de Lourenço & Marques Júnior (2002). Os autores afirmam que as águas tropicais e sub-tropicais são termicamente estratificadas durante todo ano e uma forte termoclina impede a mistura entre as águas. Este quadro acarreta uma condição de baixo aporte de nutrientes para as águas superficiais, tornando a produtividade primária baixa e pouco variável durante todo ano, fato que pode explicar o perfil temporal observado na Figura 10. Embora superior à das águas oceânicas, a produtividade das áreas costeiras varia no tempo e no espaço, devido à topografia local, influência de descarga de rios, tempestades e marés. Como resultado, torna-se mais difícil prever a produtividade anual dessas áreas.

Assim, apesar dos mares tropicais e sub-tropicais serem dotados de águas muito claras, a biomassa fitoplanctônica e a produtividade são constantemente baixas devido a não disponibilidade de nutrientes, como verificado nesse trabalho.

Figura 10 - Variação espaço-temporal das concentrações dos nutrientes dissolvidos na água de fundo analisados nas estações da Plataforma Continental.

5.1.3. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR (GRANULOMETRIA, % ÁGUA INTERSTICIAL, % MATÉRIA ORGÂNICA E % CaCO_3)

Segundo a classificação de Folk & Ward (1957), que atribui maior importância ao diâmetro médio dos grãos, a maioria das estações da Baía de Santos foi classificada como areia muito fina durante todo o período de estudo. No entanto, utilizando-se a classificação de Shepard (1954), em que é atribuída uma maior importância às porcentagens das classes granulométricas, obteve-se areia como a classe predominante em grande parte das estações estudadas (Tabelas 3 a 6; Figuras 11 a 14). Houve maior variação de classes granulométricas no sedimento das estações 3, 6 e 7 da Baía de Santos, uma vez que nesses pontos registrou-se a contribuição de diferentes frações de areia, argila e silte nos três estratos avaliados (superfície, meio e fundo). Estas estações estão localizadas na porção norte da baía, face próxima ao costão rochoso da encosta sul da Ilha de Santo Amaro (Figura 2). Devido ao intemperismo, desgaste natural do costão e presença de conchas e carapaças de moluscos, há a contribuição constante de material grosso advindo dessa conformação geográfica para as estações localizadas nessa região, explicando a feição sedimentar aí encontrada.

Destoando da maioria das estações, estão os pontos 2 e 5, localizados próximo à desembocadura do emissário submarino. Nesses locais a composição sedimentar foi muito particular, predominando frações silticas em toda a região (Figuras 11 a 14). De acordo com Fúlfaro & Ponçano (1976), nas porções centrais da baía ocorre o predomínio de sedimentos siltosos e argilosos, transportados pelos fluxos em suspensão provenientes do sistema estuarino, favorecendo o depósito de grande carga de sedimentos finos. Além disso, a descarga de material particulado lançada pelo emissário deve contribuir para o acúmulo de material fino nas adjacências do sistema de esgoto.

Além das contribuições pontuais de diferentes frações granulométricas observadas na Baía de Santos, ainda tem-se a movimentação natural de sedimentos que é comandada basicamente pelo deslocamento horário das correntes, resultado da interferência das águas oceânicas com as águas provenientes do estuário sendo, portanto, o mecanismo hidrodinâmico determinante na sua compartimentação sedimentar (Fúlfaro & Ponçano, 1976).

A maioria das amostras das estações provenientes da plataforma continental foi classificada por areia muito fina, segundo os parâmetros de Folk & Ward (1957). Utilizando-se a classificação de Shepard (1954), areia foi a classe predominante em grande parte das estações estudadas (Tabelas 7 e 8; Figuras 15 e 16). Em ambas as épocas do ano amostradas, a estação 2 foi a que exibiu maior variação de classes granulométricas no sedimento, uma vez que nesse ponto registrou-se a contribuição de

diferentes frações de areia, argila e silte nos três estratos avaliados, além de uma pequena parcela de grânulos (Figuras 15 e 16).

As características dos sedimentos superficiais da plataforma continental brasileira, mais particularmente da porção sudeste, têm sido estudadas desde os anos 70 (Rocha *et al.*, 1975). Segundo Furtado (1989), o fundo da plataforma paulista é coberto, predominantemente, por frações arenosas e lamosas, essencialmente de origem terrígena. Ao sul da Ilha de São Sebastião, a plataforma exibe um gradual aumento das porções silticoargilosas em direção as zonas mais profundas (Mahiques *et al.*, 2004).

Os processos sedimentares atuais da margem continental são regidos pela dinâmica das massas de água e circulação sobre a plataforma, já que os *inputs* continentais são reduzidos. Esses processos hidrodinâmicos controlam a produtividade primária e a redistribuição sedimentar na área, levando ao estabelecimento de diferentes taxas de sedimentação e fácies sedimentares inerentes à plataforma continental (Mahiques *et al.*, 2004).

A porção sul da plataforma continental brasileira, limitada pela Ilha de São Sebastião, exibe processos de deposição que são associados com a penetração sazonal de plumas de baixa salinidade e temperatura, provenientes, provavelmente, do *runoff* do Rio de La Plata, somado a interações com os meandros da Corrente do Brasil, bem como com a morfologia da plataforma, favorecendo o estabelecimento de zonas de alta produtividade, muito claramente identificada pelo afundamento de matéria orgânica (Mahiques *et al.*, 2004).

Tabela 3 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em novembro de 2004, onde: MBS - muito bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado, (*) - estrato não coletado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (φ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
1	Superfície	0,00	0,00	0,06	0,10	3,58	95,88	0,38	0,00	3,41	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,06	0,14	4,32	95,07	0,41	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,14	5,25	94,24	0,31	0,00	3,37	MBS	areia	areia muito fina
2	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	39,64	60,32	7,87	POS	argila siltica	silte muito fino
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	72,85	27,11	7,49	MOS	silte argiloso	silte muito fino
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	69,47	30,50	7,60	MOS	silte argiloso	silte muito fino
3	Superfície	0,03	0,14	0,20	0,27	2,52	76,69	5,04	15,12	4,79	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,10	0,17	0,20	0,37	2,22	80,12	3,36	13,45	4,46	POS	areia	silte grosso
	Fundo	0,03	0,27	0,48	1,16	4,22	83,55	5,14	5,14	3,55	MOS	areia	areia muito fina
4	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,03	2,74	97,05	0,17	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,07	2,95	96,67	0,31	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,03	3,03	96,80	0,14	0,00	3,39	MBS	areia	areia muito fina
5	Superfície	0,00	0,06	0,06	0,20	1,81	55,77	16,83	25,24	5,20	MPS	areia argilosa	silte médio
	Meio	0,00	0,06	0,06	0,16	1,91	48,57	26,26	22,97	5,21	MPS	areia siltica	silte médio
	Fundo	0,60	0,68	0,50	0,20	1,17	70,01	10,06	16,77	5,00	MPS	areia argilosa	silte médio
6	Superfície	0,55	0,44	0,68	0,71	5,04	65,29	8,03	19,27	4,99	MPS	areia argilosa	silte grosso
	Meio	1,08	0,49	0,68	0,79	5,59	68,53	11,42	11,42	4,67	POS	areia	silte grosso
	Fundo	1,22	0,68	0,71	0,78	4,99	81,46	3,39	6,78	3,50	POS	areia	areia muito fina
7	Superfície	1,94	1,10	0,93	1,10	11,92	74,66	3,34	5,01	3,33	POS	areia	areia muito fina
	Meio	1,06	0,50	0,36	1,02	12,36	66,46	3,31	14,91	4,00	POS	areia	silte grosso
	Fundo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71	98,08	0,21	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	97,94	0,17	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	97,59	0,24	0,00	3,39	MBS	areia	areia muito fina

Figura 11 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em novembro de 2004, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

Tabela 4 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em março de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (ϕ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
1	Superfície	0,00	0,00	0,06	0,21	5,55	93,53	0,65	0,00	3,38	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,06	0,20	5,07	94,05	0,62	0,00	3,37	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,03	0,13	5,43	93,79	0,61	0,00	3,38	MBS	areia	areia muito fina
2	Superfície	0,00	0,23	0,06	0,17	5,23	12,93	55,99	30,54	6,65	POS	silte argiloso	silte fino
	Meio	0,00	0,06	0,13	0,23	1,55	39,01	35,40	23,60	5,72	MPS	areia siltica	silte médio
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,03	0,98	71,93	15,22	11,84	4,27	POS	areia siltica	silte grosso
3	Superfície	1,37	0,86	2,06	3,16	5,36	86,93	0,27	0,00	3,37	MOS	areia	areia muito fina
	Meio	3,50	2,30	4,25	6,03	7,19	76,45	0,27	0,00	2,97	POS	areia	areia fina
	Fundo	7,29	7,74	15,33	16,47	10,24	42,57	0,38	0,00	2,02	POS	areia	areia fina
4	Superfície	0,00	0,03	0,30	0,40	3,84	76,94	5,04	13,45	4,37	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,00	0,00	0,03	0,24	3,17	89,88	3,34	3,34	3,46	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,03	0,10	1,90	82,68	5,09	10,19	3,57	MOS	areia	areia muito fina
5	Superfície	0,47	0,17	0,34	1,35	7,46	43,00	28,67	18,55	5,08	MPS	areia siltica	silte médio
	Meio	0,07	0,21	0,28	0,97	5,09	46,34	29,62	17,42	5,10	MPS	areia siltica	silte médio
	Fundo	0,27	0,03	0,13	0,51	2,45	72,81	15,29	8,49	3,88	POS	areia	areia muito fina
6	Superfície	0,57	0,88	1,04	1,14	7,32	70,61	5,03	13,42	4,60	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,17	0,40	0,97	1,21	7,36	71,39	3,36	15,13	4,69	MPS	areia	silte grosso
	Fundo	0,10	0,20	0,68	0,78	5,29	82,86	3,37	6,73	3,52	MOS	areia	areia muito fina
7	Superfície	5,01	2,37	1,71	2,16	15,29	73,46	0,00	0,00	3,10	MOS	areia	areia muito fina
	Meio	5,76	1,53	1,39	1,86	14,84	55,98	8,47	10,17	3,83	MPS	areia	areia muito fina
	Fundo	1,98	0,49	0,41	1,04	10,52	63,01	8,67	13,88	4,28	POS	areia	silte grosso
8	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,10	2,16	97,46	0,27	0,00	3,40	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,03	3,01	96,71	0,24	0,00	3,38	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,03	2,61	97,12	0,24	0,00	3,39	MBS	areia	areia muito fina

Tabela 5 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em julho de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (ϕ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
1	Superfície	0,00	0,00	0,03	0,06	3,45	72,49	10,26	13,68	4,77	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,00	0,00	0,06	0,06	3,73	84,49	3,34	8,33	3,48	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,03	0,06	3,52	89,99	1,68	5,02	3,45	MOS	areia	areia muito fina
2	Superfície	0,00	0,00	0,06	0,10	0,44	50,77	35,21	13,41	5,04	POS	areia siltica	silte médio
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,55	77,16	19,29	6,90	POS	silte	silte fino
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46	73,04	25,48	7,09	POS	silte argiloso	silte muito fino
3	Superfície	0,00	0,17	0,06	0,06	1,28	91,66	3,38	3,38	3,57	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,03	0,06	0,10	1,17	95,17	1,72	1,72	3,54	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,03	0,06	0,10	1,24	93,52	3,36	1,68	3,53	MBS	areia	areia muito fina
4	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,06	1,25	92,11	1,64	4,93	3,51	MOS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,03	1,12	95,47	1,69	1,69	3,48	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,06	1,33	93,61	1,67	3,33	3,49	MBS	areia	areia muito fina
5	Superfície	0,00	0,07	0,20	1,10	3,07	35,55	26,68	23,34	5,62	MBS	areia siltica	silte médio
	Meio	0,07	0,06	0,27	1,86	5,99	35,91	35,53	20,30	5,38	MPS	areia siltica	silte médio
	Fundo	0,1	0,26	0,77	1,48	2,89	35,75	38,60	20,14	5,47	MPS	areia siltica	silte médio
6	Superfície	0,9	0,77	0,70	1,07	3,29	66,47	15,08	11,73	4,72	POS	areia siltica	silte grosso
	Meio	3,91	2,57	2,01	2,14	5,08	57,52	13,38	13,38	4,67	MPS	areia argilosa	silte grosso
	Fundo	4,32	3,66	2,38	2,15	5,10	58,94	11,74	11,73	4,49	MPS	areia	silte grosso
7	Superfície	2,38	0,86	0,79	1,10	13,85	81,01	0,00	0,00	3,20	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	4,29	2,01	1,04	1,27	12,97	71,71	1,68	5,03	3,21	PBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,84	1,01	0,81	1,10	12,15	77,37	3,36	3,36	3,31	MOS	areia	areia muito fina
8	Superfície	0,00	0,00	0,03	0,03	1,56	94,99	1,69	1,69	3,44	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,03	0,10	0,06	0,10	1,50	89,87	3,34	5,00	3,49	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,03	1,61	91,53	3,38	3,37	3,47	BMS	areia	areia muito fina

Figura 12 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em março de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

Figura 13 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em julho de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

Tabela 6 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada no interior da Baía de Santos amostradas em novembro de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (φ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
1	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,06	3,11	96,83	0,00	0,00	3,39	MBS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,10	3,47	93,05	1,69	1,69	3,43	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,06	3,12	93,42	1,70	1,70	3,43	MBS	areia	areia muito fina
2	Superfície	0,00	0,00	0,06	0,06	0,38	59,75	31,10	8,64	4,75	POS	areia siltica	silte grosso
	Meio	0,00	0,06	0,06	0,14	1,04	69,29	12,11	17,30	5,03	MPS	areia argilosa	silte médio
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,17	0,76	57,52	16,57	24,87	5,18	MPS	areia argilosa	silte médio
3	Superfície	0,00	0,00	0,07	0,10	1,24	93,54	3,36	1,68	3,54	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,03	0,10	1,14	95,36	1,68	1,68	3,54	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,17	0,03	0,03	0,13	1,07	95,20	1,68	1,68	3,53	MBS	areia	areia muito fina
4	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	79,54	19,35	7,24	POS	silte	silte muito fino
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,24	1,40	41,51	43,48	13,38	5,75	POS	silte arenoso	silte médio
	Fundo	0,00	0,00	0,03	0,14	2,47	87,36	1,67	8,34	3,50	MOS	areia	areia muito fina
5	Superfície	0,00	0,10	0,17	0,27	1,22	44,10	30,46	23,69	5,44	MPS	areia siltica	silte médio
	Meio	0,00	0,03	0,13	0,17	0,92	54,63	23,76	20,36	5,16	MPS	areia siltica	silte médio
	Fundo	0,00	0,13	0,14	0,14	0,81	81,95	8,42	8,42	3,72	POS	areia	areia muito fina
6	Superfície	0,10	0,30	0,33	0,66	4,13	76,30	4,95	13,22	4,63	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,03	0,24	0,57	0,91	4,94	78,08	5,07	10,15	3,56	POS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,07	0,30	0,63	0,80	4,09	77,38	5,02	11,71	4,05	POS	areia	silte grosso
7	Superfície	1,57	1,04	0,87	1,10	13,85	74,88	1,67	5,02	3,23	POS	areia	areia muito fina
	Meio	2,37	0,75	0,64	1,05	14,26	74,18	1,69	5,07	3,23	POS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,65	0,38	0,51	1,12	13,73	71,74	3,40	8,49	3,36	POS	areia	areia muito fina
8	Superfície	0,00	0,00	0,03	0,10	1,73	41,64	26,59	29,91	5,92	MPS	areia siltica argilosa	silte médio
	Meio	0,00	0,00	0,06	0,13	2,35	86,05	4,89	6,52	3,50	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,10	1,91	89,68	4,95	3,30	3,47	MOS	areia	areia muito fina

Tabela 7 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada na Plataforma Continental amostradas no inverno de 2005, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (φ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
2	Superfície	9,39	3,21	1,71	1,78	16,53	58,85	3,42	5,12	2,94	POS	areia	areia fina
	Meio	5,86	2,24	1,22	1,56	16,37	54,10	5,08	13,56	4,39	MPS	areia	silte grosso
	Fundo	3,90	2,17	1,22	1,63	16,37	54,39	6,77	13,55	4,42	MPS	areia	silte grosso
6	Superfície	1,79	0,14	0,17	0,13	10,28	77,55	3,32	6,63	3,39	POS	areia	areia muito fina
	Meio	0,27	0,14	0,20	0,17	11,18	79,73	1,66	6,66	3,37	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,27	0,14	0,20	0,17	11,02	78,22	3,34	6,66	3,38	POS	areia	areia muito fina
7	Superfície	0,00	0,00	0,10	0,10	7,53	76,89	6,84	8,55	3,60	POS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,06	0,06	0,20	8,58	81,03	6,71	3,35	3,56	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,03	0,03	0,10	0,17	8,94	82,26	6,77	1,69	3,56	BMS	areia	areia muito fina
9	Superfície	0,00	0,07	0,10	0,13	7,86	85,03	3,40	3,40	3,54	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	0,03	0,03	0,13	0,38	5,62	69,97	12,07	12,06	4,59	POS	areia	silte grosso
	Fundo	0,07	0,00	0,06	0,24	4,54	61,95	20,94	12,21	4,75	POS	areia siltica	silte grosso
13	Superfície	0,00	0,00	0,06	0,06	0,33	91,18	5,01	3,34	3,68	MOS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,03	0,10	0,52	85,46	8,66	5,20	3,72	MOS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,04	0,11	0,50	85,36	8,75	5,25	3,72	MOS	areia	areia muito fina
18	Superfície	0,03	0,06	0,10	0,30	4,80	87,95	3,38	3,37	3,62	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,03	0,06	0,13	2,39	90,56	3,42	1,71	3,65	BMS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,03	0,10	1,80	91,37	3,34	3,34	3,61	BMS	areia	areia muito fina

Figura 14 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Baía de Santos analisadas em novembro de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

Tabela 8 - Porcentagens das frações granulométricas dos sedimentos para cada estação localizada na Plataforma Continental amostradas no verão de 2006, onde: MBS - muito bem selecionado, BMS - bem selecionado, POS - pobremente selecionado, MPS - muito pobremente selecionado, MOS - moderadamente selecionado.

Estações	Estrato	GRN (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	SIL (%)	ARG (%)	Diâmetro Médio (φ)	Grau de Seleção	Classe	
												Shepard, 1954	Folk&Ward, 1957
2	Superfície	1,74	2,17	1,20	1,07	12,94	69,16	1,67	10,03	3,35	POS	areia	areia muito fina
	Meio	3,09	1,63	1,37	1,37	13,25	61,40	4,89	13,02	4,41	MPS	areia	silte grosso
	Fundo	1,16	1,10	0,96	1,32	12,86	62,71	6,63	13,26	4,58	MPS	areia	silte grosso
6	Superfície	0,00	0,12	0,12	0,09	9,84	70,38	4,86	14,57	4,52	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,07	0,14	0,13	0,23	10,45	69,20	3,30	16,49	4,82	MPS	areia	silte grosso
	Fundo	0,00	0,03	0,16	0,23	9,98	65,28	4,86	19,46	4,87	MPS	areia	silte grosso
7	Superfície	0,00	0,03	0,06	0,10	9,71	83,42	3,34	3,34	3,50	BMS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,06	0,17	10,61	83,99	1,72	3,44	3,48	BMS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,10	10,94	80,49	5,04	3,36	3,49	MOS	areia	areia muito fina
9	Superfície	0,00	0,07	0,14	0,17	7,07	74,49	6,56	11,51	4,06	POS	areia	silte grosso
	Meio	0,00	0,03	0,10	0,20	8,29	69,54	5,04	8,29	5,01	MPS	areia	silte médio
	Fundo	0,00	0,00	0,10	0,24	8,32	64,93	13,20	13,21	4,81	POS	areia argilosa	silte grosso
13	Superfície	0,00	0,00	0,00	0,10	0,36	88,15	4,88	6,51	3,71	MOS	areia	areia muito fina
	Meio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	93,05	3,37	3,37	3,68	MBS	areia	areia muito fina
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,06	0,20	91,40	1,67	6,67	3,68	MOS	areia	areia muito fina
18	Superfície	0,00	0,03	0,06	0,27	3,92	63,86	10,05	21,79	5,17	MPS	areia argilosa	silte médio
	Meio	0,00	0,00	0,03	0,29	2,92	41,60	27,57	27,58	5,54	MPS	areia siltico argilosa	silte médio
	Fundo	0,00	0,00	0,06	0,13	1,69	65,87	15,27	16,96	5,15	POS	areia argilosa	silte médio

As porcentagens de matéria orgânica e água intersticial contidas no sedimento mostraram evidente associação com a composição sedimentar das estações da Baía de Santos. Em todas as campanhas em que esses parâmetros foram avaliados, observou-se maiores porcentagens de matéria orgânica e água intersticial nas estações 2 e 5 (Tabela 9 e Figura 17), onde houve maior contribuição das frações finas de sedimento (silte e argila) e composição favorável ao acúmulo de material particulado. Não foi possível detectar um padrão de distribuição vertical de tais variáveis nos estratos estudados, porém, notou-se uma tendência de porcentagens semelhantes de água nos estratos do meio e fundo nas amostras avaliadas. Também não foi possível identificar um perfil temporal característico, sendo muito variáveis as porcentagens de matéria orgânica e água intersticial nas épocas estudadas (Figura 17).

Uma análise da porcentagem de carbonato biodetrítico nas amostras da Baía de Santos indicou pequena contribuição de tal parâmetro para a maioria das estações da baía (Tabela 9 e Figura 17). Apenas a estação 3 revelou maiores porcentagens para o parâmetro, sugerindo a contribuição de material biogênico proveniente do costão rochoso situado nas imediações desse ponto, como citado anteriormente. Mais uma vez, não se constatou um padrão temporal na distribuição do carbonato biodetrítico nas estações da Baía de Santos (Figura 17).

Integrando-se os parâmetros granulométricos do sedimento com os valores das porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico pode-se afirmar, concordando com Fukumoto (2003), que a Baía de Santos é dividida em duas porções muito distintas do ponto de vista sedimentológico. A primeira porção corresponde a todo o entorno da área (margeando o continente), composta por

sedimento de maior granulometria e baixos teores de carbonato biodetrítico, silte, argila e matéria orgânica, com grande contribuição terrígena e energia alta o suficiente para dificultar a deposição de finos. A segunda porção engloba a região central e sudeste da área e tem como característica significativas porcentagens de frações finas do sedimento, como silte e argila, além de altos teores de carbonato biodetrítico e matéria orgânica.

Figura 15 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Plataforma Continental analisadas no inverno de 2005, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

Figura 16 - Distribuição das classes granulométricas para as estações localizadas na Plataforma Continental analisadas no verão de 2006, onde: AMG=areia muito grossa, AG=areia grossa, AM=areia média, AF=areia fina, AMF=areia muito fina, SIL=silte e ARG=argila.

A análise concomitante das porcentagens de matéria orgânica e água intersticial das amostras coletadas na plataforma adjacente à baía não revelou um padrão espacial na distribuição de tais parâmetros, no entanto evidenciou concentrações muito inferiores quando comparadas às da Baía de Santos (Tabela 9 e Figura 18).

De forma geral, não foi possível indicar uma estação em que houve significantes porcentagens de ambos os fatores, porém, temporalmente, foi evidente que no verão as porcentagens de matéria orgânica e água intersticial foram mais elevadas, destoando de suas contribuições no inverno (Figura 18). Verticalmente, os estratos exibiram semelhantes concentrações de ambas as variáveis, não sendo possível destacar uma estação que tenha tido maior porcentagem de matéria orgânica e água (Figura 18).

As porcentagens de carbonato biodetrítico obtidas nas estações da plataforma adjacente foram muito reduzidas, principalmente quando comparadas àquelas das estações amostradas na Baía de Santos. Apenas a estação 2 exibiu um discreto incremento de tal fator, provavelmente associado à proximidade com o continente (Tabela 9).

De forma geral, as estações da plataforma continental exibiram um menor recebimento de material terrígeno quando comparado com a região costeira. Isso pode significar que toda a contribuição continental advinda das encostas litorâneas via contribuição fluvial ou lixiviação das margens não atinge a plataforma, restando-se à linha de costa. Esse fato pode explicar as significantes discrepâncias nos teores de matéria orgânica e carbonato biodetrítico encontrados tanto na Baía de Santos quanto na plataforma continental.

Segundo Mahiques *et al.* (2004), a porção sul da plataforma continental paulista não exibe significativas modificações no relevo submarino, ficando vulnerável apenas a ação efetiva das ondas, o que favorece a deposição de sedimentos lamosos e, conseqüentemente, de matéria orgânica. Tal característica leva ao estabelecimento de um gradiente de matéria orgânica em direção à quebra da plataforma. Considerando os estudos de Mahiques *et al.* (1999, 2004), a matéria orgânica depositada na plataforma continental sudeste parece receber contribuição pelágica efetiva, favorecendo condições de alta produtividade, também influenciada pela disponibilidade de nitrato principalmente nas águas superficiais (Gaeta, 1999).

Tabela 9 - Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico contidas no sedimento dos estratos amostrados nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: (*) - amostra não coletada.

Local	Período	Estação	% Matéria Orgânica			% Água Intersticial			% CaCO ₃		
			Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	1,62	1,81	1,67	24,46	27,49	20,48	4,46	4,26	4,39
		2	18,63	15,96	16,99	72,34	74,93	73,62	20,80	22,24	15,47
		3	6,82	3,73	3,59	37,13	36,81	30,56	6,17	6,48	6,98
		4	2,06	1,67	1,79	26,65	21,20	21,48	4,19	4,09	4,15
		5	8,09	9,09	8,61	46,27	58,69	54,17	9,28	12,10	8,39
		6	4,31	3,56	2,52	35,25	29,35	25,22	7,66	6,60	5,96
		7	2,14	3,31	*	24,00	30,20	*	7,38	6,09	*
		8	3,11	7,90	1,85	23,56	20,05	20,39	4,40	4,68	4,70
	Março / 2005	1	1,35	1,55	1,40	21,83	6,75	22,58	4,49	4,73	4,49
		2	14,22	9,32	4,35	63,24	57,90	35,33	10,34	11,08	6,89
		3	1,43	2,58	4,84	21,60	20,30	34,63	10,76	17,30	41,58
		4	4,95	3,56	1,76	41,28	23,31	24,94	6,73	4,89	7,21
		5	6,80	10,94	3,56	49,26	38,46	30,44	8,71	8,45	6,97
		6	2,19	3,84	2,30	22,77	27,86	19,84	7,43	7,06	6,41
		7	2,32	2,15	1,68	22,87	19,65	22,00	10,07	10,60	5,98
		8	1,58	6,62	3,86	19,80	25,82	25,77	4,78	4,93	5,07
	Julho / 2005	1	7,86	5,91	8,01	51,81	70,66	82,14	4,40	2,70	2,65
		2	7,16	7,00	7,25	43,87	32,27	33,04	6,70	3,30	8,30
		3	6,14	5,88	5,46	71,86	74,81	73,09	2,95	3,00	2,85
		4	5,41	4,54	0,62	75,67	76,19	73,58	2,65	2,55	2,80
		5	7,36	6,66	8,84	47,20	60,57	52,78	7,45	6,15	7,35
		6	6,54	6,74	8,17	59,00	64,91	63,28	6,55	8,25	8,75
		7	4,19	5,82	5,45	80,59	76,59	69,84	3,20	4,20	3,85
		8	5,41	5,62	6,72	74,03	73,86	77,21	2,70	2,95	2,70
	Novembro / 2005	1	1,50	1,75	5,00	24,29	25,45	76,12	2,95	3,15	3,35
		2	9,29	5,57	7,00	59,82	61,51	49,05	7,35	5,95	6,65
		3	4,39	4,57	5,81	72,57	75,07	73,82	3,60	3,40	3,40
		4	7,66	8,64	1,99	29,53	43,92	23,75	4,65	2,75	3,75
		5	6,24	5,80	2,97	41,59	92,00	36,53	8,85	7,05	4,35
		6	6,66	3,99	8,80	73,71	26,69	73,45	4,60	4,70	4,70
		7	1,56	3,50	1,68	25,83	73,53	24,64	4,40	3,85	4,55
		8	7,80	5,57	6,08	54,64	71,23	72,79	8,90	3,50	3,50
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	2,16	3,65	3,58	26,52	26,37	25,67	9,90	6,70	6,30
		6	1,10	1,59	1,41	23,56	24,78	23,01	2,30	2,30	2,40
		7	2,34	1,20	8,94	32,72	23,43	20,35	3,10	2,75	2,80
		9	1,62	4,05	3,43	24,37	32,35	34,23	2,80	4,55	5,15
		13	2,20	3,34	2,29	25,83	32,57	28,16	3,00	3,50	2,90
		18	1,04	1,53	1,49	22,64	24,04	24,44	2,35	2,30	2,10
	Verão / 2006	2	5,47	8,00	15,95	75,30	72,26	65,14	4,60	7,65	6,70
		6	8,54	11,46	7,18	69,76	70,55	67,28	3,00	3,65	3,45
		7	5,29	10,83	4,91	76,15	77,50	74,12	2,20	2,10	2,15
		9	6,16	6,61	7,11	67,68	65,47	65,52	3,20	3,40	3,55
		13	4,56	10,39	21,64	76,48	75,49	77,57	2,65	2,45	2,55
		18	7,26	14,48	7,93	53,75	64,10	56,08	4,15	5,20	3,90

Figura 17 - Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biotrófico no sedimento das estações e estratos amostrados nas estações da Baía de Santos.

Figura 18 - Porcentagens de matéria orgânica, água intersticial e carbonato biodetrítico no sedimento das estações e estratos amostrados nas estações da Plataforma Continental.

A maior disponibilidade de matéria orgânica observada na campanha de verão da plataforma pode estar intrinsecamente associada ao período chuvoso típico do sudeste brasileiro, contribuindo com o aumento do fluxo de material terrígeno para as águas costeiras, como citado por Mahiques *et al.* (2004). Além disso, o incremento de matéria orgânica também pode estar vinculado à dinâmica das massas de água que atuam sobre a plataforma, principalmente a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), presente na região no período entre novembro e março. Nessa época do ano, o regime dos ventos favorece a intrusão de tal massa de água para próximo da costa que, por ser rica em nutrientes advindos de camadas profundas, influencia fortemente os processos biológicos locais e, conseqüentemente, incrementa a produção primária.

O carbonato biodetrítico é um importante componente geoquímico, constituindo aproximadamente 20% dos depósitos sedimentares. O conteúdo deste componente em sedimentos marinhos é considerado como um produto do próprio ambiente deposicional (autóctone), enquanto que as frações não carbonáticas são, normalmente, consideradas como terrígenas (alóctones) (Lima, 2000).

Um grande número de organismos bênticos utiliza o carbonato de cálcio disponível no meio marinho para a construção de suas partes duras. Com a morte desses organismos, suas carapaças ficam disponíveis para os ataques químicos e microbiológicos, sendo então degradadas, retornando ao meio marinho (Lima, 2000).

Mahiques *et al.* (1999) observaram que, segundo a distribuição de carbonato de cálcio na plataforma continental sudeste, os sedimentos podem ser classificados, de maneira geral, como litoclásticos (< 30% de CaCO_3), de acordo com a classificação de Larssonneur *et al.* (1982). A menor contribuição de carbonato biodetrítico ocorre na plataforma adjacente interna, e seus valores tendem a aumentar em direção ao mar aberto, restringindo-se às profundidades superiores a 100 m (Rodrigues *et al.*, 2001), informação que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho.

Os baixos teores de carbonato biodetrítico registrados nas estações da plataforma continental sugerem a pequena contribuição continental nessa área. Isso indica que os pontos analisados estão distantes das fontes de material biogênico, como fragmentos de conchas de moluscos, ficando retidos na região costeira, próximo aos costões rochosos. Tal observação reforça que as correntes de maré e movimentos hidrodinâmicos que ocorrem naturalmente na linha de costa não exibem competência para transportar as partículas biogênicas para a plataforma adjacente.

5.1.4. CONSTITUINTES DA MATÉRIA ORGÂNICA (C/N/S) E RAZÕES C/N E C/S

Os dados obtidos para as porcentagens dos constituintes da matéria orgânica (carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais) e as razões C/N e C/S para os sedimentos das estações amostradas na Baía de Santos e plataforma adjacente podem ser verificados na Tabela 10.

De forma geral, não foi observado um padrão temporal para tais parâmetros, porém espacialmente as maiores porcentagens para os elementos carbono orgânico e nitrogênio total foram verificadas nas estações 2 e 5 da Baía de Santos, aquelas com maiores contribuições de silte e argila, localizadas nas proximidades dos difusores do emissário submarino.

O conteúdo de matéria orgânica é comumente associado com as porcentagens de silte e argila presentes nos sedimentos. Partículas finas do sedimento têm relativamente maior área superficial quando comparadas às partículas grossas, podendo absorver colóides e matéria orgânica dissolvida, formando, então, complexos sedimentares. Uma vez depositado, esses complexos incorporam a matéria orgânica sobre o fundo.

As porcentagens de enxofre total registradas na Baía de Santos variaram de 0,01% (estação 3 – novembro/2005; estação 6 – março e julho/2005) a 0,38% (estação 2, novembro/2004), porém as estações 2 e 5 exibiram destacada contribuição (Tabela 10). Os estudos realizados por Abessa *et al.* (2005) na mesma baía registraram valores de enxofre variando de 0,01% a 1,43% em locais próximos aos difusores do emissário submarino. Segundo o autor, o enxofre, além de ser um nutriente, também pode causar efeitos tóxicos sobre a biota, tanto em sua forma inorgânica como na forma de sulfetos. Em áreas próximas ao descarte de esgotos, é comum a formação de sulfeto de hidrogênio (H_2S), proveniente da decomposição da matéria orgânica, resultando em condições anaeróbicas. No entanto, no presente trabalho, parece ter havido uma eficiente circulação e mistura de águas, dissolvendo o enxofre lançado na baía, não sendo registrados altos teores para tal componente. Além disso, esses resultados podem estar associados às correntes costeiras e de marés, ventos e outros parâmetros relevantes, sendo indicativo de ambiente oxidado, conforme apontado por Siqueira *et al.* (2004).

Nas estações da plataforma adjacente, não foi possível observar um padrão espacial nos teores dos elementos carbono orgânico e nitrogênio total, ocorrendo contribuições muito variáveis. Temporalmente, é importante salientar que o enxofre total não foi detectado nos sedimentos das estações amostradas no inverno (Tabela 10).

Tabela 10 - Porcentagens dos constituintes da matéria orgânica (C/N/S) e as razões C/N e C/S dos sedimentos da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Local	Período	Estações	C (%)	N (%)	S (%)	C/N razão	C/S razão
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	0,18	0,07	0,00	2,80	40,36
		2	3,35	0,34	0,38	9,97	8,78
		3	0,40	0,06	0,03	6,28	13,29
		4	0,20	0,03	0,00	6,60	50,42
		5	0,90	0,09	0,12	9,98	7,71
		6	0,60	0,07	0,05	8,66	12,27
		7	0,60	0,07	0,12	8,92	4,84
		8	0,13	0,02	0,00	8,36	33,58
	Março / 2005	1	0,11	0,00	0,00	25,35	0,00
		2	2,26	0,22	0,20	10,23	11,33
		3	0,16	0,01	0,00	13,96	0,00
		4	0,61	0,06	0,02	10,79	34,66
		5	1,11	0,11	0,20	10,37	5,50
		6	0,33	0,03	0,01	10,77	31,32
		7	0,15	0,00	0,00	41,63	62,36
		8	0,24	0,02	0,00	14,67	85,21
	Julho / 2005	1	1,13	0,06	0,02	18,45	46,27
		2	1,10	0,15	0,06	7,34	17,96
		3	0,22	0,03	0,00	6,72	69,67
		4	0,15	0,02	0,00	7,81	42,10
		5	1,09	0,11	0,14	10,13	7,93
		6	0,32	0,03	0,01	10,60	33,11
		7	0,17	0,01	0,00	14,20	0,00
		8	0,27	0,02	0,00	14,93	315,97
	Novembro / 2005	1	0,16	0,02	0,00	9,74	36,90
		2	1,57	0,15	0,31	10,68	5,04
		3	0,20	0,01	0,01	15,93	25,86
		4	4,81	0,45	0,37	10,61	12,91
		5	1,98	0,20	0,27	9,99	7,26
		6	0,63	0,05	0,06	11,81	10,55
		7	0,20	0,01	0,02	20,26	10,87
		8	0,71	0,06	0,05	11,83	15,36
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	0,19	0,02	0,00	10,81	278,79
		6	0,19	0,01	0,00	16,41	0,00
		7	0,30	0,02	0,00	15,96	65,25
		9	0,19	0,01	0,00	20,73	70,64
		13	0,27	0,01	0,00	21,39	71,38
		18	0,16	0,01	0,00	28,23	0,00
	Verão / 2006	2	3,10	0,24	0,21	12,80	14,42
		6	0,19	0,01	0,02	27,78	11,73
		7	0,18	0,02	0,01	11,34	14,17
		9	0,40	0,03	0,06	15,31	6,27
		13	0,18	0,01	0,01	22,90	16,56
		18	1,37	0,11	0,35	12,74	3,97

Heitor (2002), estudando a mesma área, encontrou os maiores teores de matéria orgânica (C/N/S) nos sedimentos com significantes contribuições de siltes e argilas, principalmente nas proximidades do emissário submarino.

Tais evidências corroboram com Barcellos & Furtado (1998), que afirmam que os teores de carbono orgânico e nitrogênio e enxofre totais possuem distribuição diretamente relacionada ao tipo de sedimento e à topografia do fundo, bem como a circulação e à disponibilidade de aportes de material orgânico.

As razões C/N exibiram grandes oscilações de valores, variando de 2,80 (estação 1, novembro/2004) a 41,63 (estação 7, março/2005) na Baía de Santos. Aparentemente, as estações 7 e 8, mostraram maiores valores de tal razão quando comparadas às demais estações da baía (Tabela 10). É provável que esse incremento seja dado pela proximidade com os canais estuarinos (Porto e São Vicente, respectivamente) e com a linha de costa, onde o *input* de material terrestre é maior.

Nas estações da plataforma continental a relação C/N variou de 10,81 a 28,23, ambos os extremos foram registrados na campanha de inverno. Em nenhuma das estações estudadas a razão C/N registrada foi inferior a 10 (Tabela 10).

A razão C/N tem sido amplamente utilizada como um *proxy* para identificar alterações nas proporções de matéria orgânica sedimentar de origem marinha autóctone e plantas terrestres (Stein, 1991; Lu & Zhai, 2006).

Faganelli *et al.* (1988) relata a importância de uma avaliação química em ambientes estuarinos e sistemas próximos à costa para a obtenção de dados que auxiliem na inferência da origem da matéria orgânica no local. A matéria orgânica de origem terrígena pode ser identificada nos sedimentos marinhos por altas quantidades de carbono orgânico e, correspondentemente, alta razão C/N. Razões iguais ou maiores a 12 indicam a presença de matéria orgânica de origem continental, enquanto razões iguais ou menores a 10 sugerem a presença de matéria orgânica proveniente da produção primária marinha e de componente animal (Faganelli *et al.*, 1988). O carbono orgânico e o nitrogênio também têm sido muito úteis na avaliação do conteúdo de esgotos lançados no ambiente marinho (Sherwin *et al.*, 1993).

Sendo assim, os altos valores da razão C/N detectados nas estações da Baía de Santos ($C/N \geq 10$) sugerem que a área recebe grande contribuição de matéria orgânica de origem continental, provavelmente adentrando o sistema pelos despejos do emissário submarino e aporte de material advindo das bacias de drenagem e manguezais. Porém, os resultados das razões C/N para a campanha de novembro/2004 exibiram valores inferiores a 10 (Tabela 10), indicando que, eventualmente, a baía está sujeita às contribuições oceânicas, certamente pela forte influência marinha na área, promovida pelos fluxos de maré e ações de correntes

vindas da plataforma adjacente, responsáveis pela renovação das águas no interior da Baía de Santos (Siqueira *et al.*, 2004).

Segundo Bordovskiy (1965), a variabilidade da razão C/N é comum em ambientes semi-fechados e de águas rasas, como a baía, provocando uma mistura natural de matéria orgânica.

Os padrões obtidos para as razões C/N nas amostras de sedimento da plataforma adjacente à baía corroboram os resultados apresentados por Mahiques *et al.* (2004), que estudaram a plataforma continental de Santa Catarina à Cabo Frio. Os autores verificaram altos valores da razão C/N na porção sudeste da plataforma, principalmente nas proximidades da Ilha de São Sebastião, indicando contribuições terrígenas advindas das encostas continentais.

A razão C/S exibiu valores extremamente variáveis nas estações da Baía de Santos amostradas nas campanhas realizadas, porém as estações 2 e 5 mostraram uma sutil redução nos valores da razão, o que não significa uma tendência anóxica. Tal relação oscilou entre 4,84 (estação 7, novembro/2004) e 315,97 (estação 8, março/2005) (Tabela 10).

A relação entre os teores de carbono orgânico e enxofre total é esperada, resultando em disparidades nas razões C/N e C/S. Quando a taxa de sedimentação da matéria orgânica é alta, a demanda de oxigênio também se incrementa para degradá-la, induzindo a condições redutoras nos sedimentos e de acúmulo de H_2S , principalmente em áreas em que haja predomínio de sedimentos finos (Faganelli *et al.*, 1988), como é o caso das estações 2 e 5, onde observou-se tal tendência.

Na plataforma continental, a mesma relação C/S variou de 3,97 (estação 18, verão) a 278,79 (estação 2, inverno), sendo que as estações 6 e 18 da campanha de inverno não exibiram valores para tal razão (Tabela 10).

A relação C/S é útil para distinguir um ambiente deposicional marinho oxigenado de uma área com condições anóxicas ou semi-anóxicas. Valores da razão C/S inferiores a 2,8 são indicativos de sedimentos sob condições anóxicas (Berner, 1989), porém, tal condição não foi observada em nenhuma das estações estudadas.

5.1.5. PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS

Os resultados das concentrações de clorofila-*a* ativa e feopigmento-*a* analisados nas amostras de sedimentos da Baía de Santos e plataforma adjacente podem ser vistos na Tabela 11 e Figura 19.

Tabela 11 - Concentração de clorofila-*a* ativa e feopigmento-*a* ($\mu\text{g.g}^{-1}$) em amostras de sedimento seco analisadas para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: n.d. - concentração não-detectada.

Local	Período	Estações	Clorofila- <i>a</i> ativa	Feopigmento- <i>a</i>	Clorofila- <i>a</i> Total
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	n.d.	6,27	6,27
		2	9,10	44,16	53,26
		3	0,67	2,13	2,79
		4	0,75	0,57	1,32
		5	6,05	27,36	33,41
		6	2,14	10,25	12,39
		7	0,40	5,82	6,22
		8	0,74	n.d.	0,74
	Março / 2005	1	0,74	1,84	2,58
		2	4,84	31,32	36,16
		3	n.d.	16,90	16,90
		4	5,03	28,63	33,66
		5	2,85	20,70	23,55
		6	0,72	6,85	7,57
		7	n.d.	4,79	4,79
		8	1,63	n.d.	1,63
	Julho / 2005	1	0,53	90,03	90,57
		2	n.d.	31,96	31,96
		3	2,28	43,24	45,52
		4	2,13	10,00	12,13
		5	0,61	56,97	57,58
		6	1,88	22,78	24,66
		7	0,81	11,39	12,20
		8	0,35	19,39	19,74
	Novembro / 2005	1	0,54	2,39	2,93
		2	n.d.	51,75	51,75
		3	0,67	10,06	10,72
		4	n.d.	52,24	52,24
		5	1,49	63,50	64,99
		6	n.d.	53,70	53,70
		7	n.d.	54,94	54,94
		8	1,04	46,40	47,44
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	n.d.	14,98	14,98
		6	0,33	13,41	13,74
		7	1,49	24,02	25,51
		9	1,56	19,74	21,29
		13	1,37	30,36	31,73
		18	2,01	14,36	16,38
	Verão / 2006	2	2,27	42,00	44,27
		6	7,40	39,37	46,77
		7	n.d.	71,95	71,95
		9	n.d.	124,07	124,07
		13	n.d.	67,71	67,71
		18	n.d.	52,30	52,30

As concentrações de clorofila-*a* ativa foram muito variáveis em todas as estações estudadas, também variando temporalmente. Em algumas amostras, as concentrações de tal pigmento foram tão reduzidas que não puderam ser detectadas pelo método de espectrofotometria. Os valores desse pigmento variaram de 0,35 a 9,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ nas estações da Baía de Santos, enquanto na plataforma tal variação esteve entre 0,33 e 7,40 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Observando-se os resultados obtidos para feopigmento-*a*, verificou-se concentrações mais incrementadas quando comparadas às de clorofila-*a*, mas também não foi possível identificar um padrão espaço-temporal nas amostras analisadas. Em algumas amostras, esse pigmento também não foi detectado. Na Baía de Santos, as concentrações variaram entre 0,57 e 90,03 $\mu\text{g.g}^{-1}$, já na plataforma, as concentrações desse pigmento oscilaram de 13,41 a 124,07 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (Tabela 11). Nas amostras da plataforma adjacente, as maiores concentrações de feopigmento-*a* foram observadas nos sedimentos coletados na campanha de verão.

Quando comparadas às amostras da plataforma continental, a Baía de Santos exibiu maiores concentrações de clorofila-*a* ativa, principalmente nas estações 2 e 5, situadas nas proximidades do emissário submarino. As concentrações de clorofila-*a* ativa nas amostras da plataforma foram muito baixas, principalmente durante o período de verão, onde na maioria das estações não se registrou essa variável. A análise das concentrações de feopigmento-*a* nas amostras estudadas evidenciou valores muito altos desse pigmento tanto nas estações da Baía de Santos quanto nas da plataforma. A Figura 19 destaca a grande variabilidade, espacial e temporal, no comportamento de ambos os parâmetros no sedimento.

Na literatura sobre a Baixada Santista constam valores de clorofila-*a* ativa oscilando entre 1,00 e 78,00 mg.m^{-2} e 1,00 a 31,00 mg.m^{-2} para feopigmentos (Sousa, 1979, 1985). Os valores de biomassa e produção primária encontrados por Cahoon (1999) em profundidades similares às registradas nas estações do presente trabalho (5,0 a 15,0 m) foram superiores às verificadas nesse trabalho, oscilando entre 30,00 e 510,00 mg.m^{-2} .

Na Tabela 11 também pode-se verificar as concentrações de clorofila-*a* total, que correspondem à soma da clorofila-*a* ativa ou funcional e dos feopigmentos degradados pela acidificação. Segundo Plante-Cuny (1978), a análise concomitante desses pigmentos é traduzida em um bom índice da biomassa microfitobêntica.

Através de uma breve análise das concentrações de clorofila-*a* total registradas nesse trabalho, pode-se inferir que, de toda a clorofila-*a* ativa que atinge o sedimento, a maior parte não está disponível para a produção de biomassa microfitobêntica, já que os valores registrados foram muito reduzidos.

Figura 19 - Concentração de clorofila-a ativa e feopigmento-a ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas amostras de sedimento coletadas nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Durante o afundamento através da coluna de água, ocorre a degradação desse pigmento e, quando atinge o substrato, não é mais capaz de gerar energia aproveitável pelos organismos, tornando-se feopigmento-a. Este pigmento, por sua vez, foi encontrado em altas concentrações nas amostras da Baía de Santos e plataforma adjacente. Isso significa que o feopigmento-a é degradado por atividades bioquímicas e utilizado na alça microbiana, ficando disponível no ambiente bêntico como uma fonte alimentar (F.M.P. Saldanha-Corrêa, IOUSP, 2007 – *com. pess.*).

Plante-Cuny (1978) reforça a idéia anterior, frisando que no sublitoral o teor de feopigmentos do sedimento pode ser incrementado pelo aporte de partículas de diversas origens, como fragmentos vegetais terrestres, estuarinos, de costões rochosos, das fezes de herbívoros bênticos e plantônicos. Os feopigmentos encontram-se dissolvidos na água ou associados à matéria vegetal em decomposição, podendo ser degradados antes da deposição sobre o fundo. A importância dos feopigmentos nos estudos bênticos freqüentemente está relacionada à disponibilidade de alimento para

a trama trófica aos organismos detritívoros e/ou suspensívoros (Vincx *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1995). Esse acoplamento bento-pelágico é um dos mecanismos mais importantes na exportação de biomassa (do pelagial para o bentos) sob a forma de fitoplâncton em sedimentação. Esse fitoplâncton, morto ou senescente (em decomposição), somado às diatomáceas bênticas, constitui uma importante fonte de alimento para os organismos depositívoros de fundo nos ecossistemas rasos (Morrisey, 1987; Sunbäck *et al.*, 1996), como é o caso da Baía de Santos.

De acordo com F.M.P. Saldanha-Corrêa (IOUSP, 2007 – *com. pess.*), a variação espaço-temporal da clorofila-*a* ativa e feopigmento-*a* nos sedimentos pode ser dependente da entrada de material alóctone no sistema costeiro e também da composição granulométrica de determinada área. Ambos os meios contribuem para que a deposição dos pigmentos ocorra em *patches*, ou seja, mosaicos que se formam nos substratos, com característicos acúmulos de pigmentos fotossintéticos.

Outro fator importante a ser considerado na distribuição do microfitobentos é a própria natureza ecológica dessas microalgas. Elas são classificadas em dois grupos: epipélicas e epipsâmicas. As epipélicas são de vida livre, se deslocam ativamente entre os grãos de sedimento, podendo permanecer à superfície para aproveitar a luminosidade ou, ainda, penetrar nos interstícios, buscando proteção contra o hidrodinamismo (Palmer & Round, 1965). As epipsâmicas vivem presas aos grãos de sedimento, oferecendo maior resistência ao transporte hidrodinâmico (Meadows & Anderson, 1968). Essas características das microalgas se refletem sobre a sua distribuição, nos teores de clorofila-*a* e de feopigmentos em diferentes ambientes, com altas taxas de clorofila/feopigmentos, nas regiões sob maior hidrodinamismo e menores taxas, nas regiões mais protegidas (Plante-Cuny & Bodoy, 1987).

Segundo Plante *et al.* (1986), a variação temporal das concentrações de clorofila-*a* ativa também está muito condicionada às condições meteorológicas. Em períodos de inverno, onde o fundo está mais propenso a ser remobilizado pela passagem de frentes frias, ocorre um declínio na disponibilidade de tal parâmetro. Por outro lado, durante o verão a estabilidade hidrológica induz às altas concentrações de clorofila-*a* ativa no sedimento. Além disso, os autores ainda ressaltam que no término do verão são observados valores máximos para as concentrações de clorofila-*a* ativa e feopigmento-*a*. Durante todo o verão ocorre o estoque de material detritico, quando as taxas de produção são incrementadas e há estabilidade meteorológica, providenciando altas concentrações de feopigmentos quando comparadas às registradas no início do verão.

Também ocorrem variações espaciais nas concentrações de clorofila-*a* e feopigmentos nos sedimentos. De acordo com Plante *et al.* (1986), as imperfeições e ondulações do fundo marinho (*ripple marks*) são responsáveis pelos diferentes perfis de

acumulo dos pigmentos em questão. Em pequenas elevações do fundo são registrados valores mínimos de clorofila-a e feopigmentos, fato que pode estar relacionado com o aumento da mobilidade dos grãos de areia e, ocasionalmente, remobilização pelas condições de maré baixa. Diferentemente, as maiores concentrações são registradas nas depressões que se formam nos fundos marinhos.

Moser *et al.* (2005), estudando o sistema estuarino de Santos, observaram que os valores de clorofila-a aumentaram durante a maré de quadratura, período em que há maior disponibilidade de nutrientes, incidência solar adequada e estabilidade da coluna de água. De acordo com esses autores, eventos de mistura da coluna de água geralmente favorecem o incremento da biomassa fitoplanctônica em ambientes limitados em nutrientes, enquanto a estabilidade induz o crescimento de fitoplanctônicos em ambientes com escassez de luz.

5.1.6. TEORES DE METAIS

Na Tabela 12 e Figura 20 são apresentados os resultados das análises de metais para as amostras de sedimento. Dos 6 metais que foram analisados, o mercúrio (Hg) não foi detectado em nenhuma das estações amostradas em ambos os ambientes estudados, enquanto que o Cádmio (Cd) foi registrado apenas na estação 2 da plataforma adjacente à baía.

Comparando-se as concentrações dos metais analisados, as amostras da Baía de Santos exibiram, em geral, valores significativamente mais elevados que as estações da plataforma adjacente. Dos metais analisados, as maiores concentrações foram detectadas para o Zn e Cr. O primeiro ocorreu em concentrações variáveis entre 10,80 e 56,2 mg.Kg⁻¹ na Baía de Santos e na plataforma adjacente de 8,3 a 25,5 mg.Kg⁻¹. O Cr foi detectado nas amostras da baía entre 5,0 a 28,4 mg.Kg⁻¹, enquanto que na plataforma tais valores situaram-se entre 6,45 e 15,0 mg.Kg⁻¹. Os teores de Pb variaram entre 3,2 e 27,8 mg.Kg⁻¹ nas estações da baía e 3,85 a 12,2 mg.Kg⁻¹ na plataforma. As concentrações de Cu foram inferiores a 11,5 mg.Kg⁻¹ na baía e menores que 3,95 mg.Kg⁻¹ na plataforma continental (Tabela 12).

Para a verificação do impacto causado pela presença desses metais poluentes, foram considerados dois critérios interpretativos para avaliar a qualidade dos sedimentos com relação ao material metálico. Um desses critérios foi estabelecido pela legislação canadense (Environment Canadá, 1999) e adotado pela CETESB, o qual definiu dois limites para sedimentos de águas salobras e salinas. Um deles - TEL (*Threshold Effect Level*) - que indica o nível abaixo do qual não ocorre efeito adverso à comunidade biológica e o outro - PEL (*Probable Effect Level*) - corresponde ao nível acima do qual é provável a ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica. A faixa entre o TEL e o PEL representa uma possível ocorrência de efeito adverso à

comunidade biológica. Diante disso, pode-se verificar na Tabela 12, que os teores de metais avaliados nos sedimentos amostrados na Baía de Santos e plataforma adjacente não atingiram as concentrações definidas para TEL e PEL, que poderiam causar efeitos tóxicos sobre a biota. A adoção destes valores tem um caráter meramente orientador na busca de evidências da presença de contaminantes em concentrações capazes de causar efeitos deletérios, sobretudo com relação à toxicidade para a biota.

Tabela 12- Concentrações dos metais (mg.Kg^{-1}) analisados em amostras de sedimento coletadas no inverno de 2005 na Baía de Santos e Plataforma Continental, com os respectivos valores de TEL e PEL (segundo Environment Canadá, 1999), onde: n.d. - não-detectado.

Baía de Santos						
Metal	Cádmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Zinco (Zn)	Mercúrio (Hg)
1	ND	19,10	10,80	25,90	50,90	ND
2	ND	21,20	11,50	28,40	51,30	ND
3	ND	6,30	1,80	12,30	22,20	ND
4	ND	4,60	ND	9,60	19,70	ND
5	ND	27,80	10,80	25,20	56,20	ND
6	ND	11,10	5,65	17,50	31,10	ND
7	ND	3,20	ND	5,00	10,80	ND
8	ND	5,10	ND	10,10	18,40	ND
TEL	0,70	30,20	35,70	52,30	124,00	0,13
PEL	4,21	122,00	197,00	160,00	271,00	0,70

Plataforma Continental						
Metal	Cádmio (Cd)	Chumbo (Pb)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Zinco (Zn)	Mercúrio (Hg)
2	0,60	12,20	2,45	10,10	13,40	ND
6	ND	3,85	ND	6,45	8,30	ND
7	ND	9,60	3,95	15,00	25,50	ND
9	ND	5,00	ND	9,75	15,50	ND
13	ND	6,15	1,50	12,10	19,40	ND
18	ND	7,25	ND	9,65	15,40	ND
TEL	0,70	30,20	35,70	52,30	124,00	0,13
PEL	4,21	122,00	197,00	160,00	271,00	0,70

A estação 5 da Baía de Santos exibiu os maiores valores para os metais analisados, certamente provenientes do esgoto urbano lançado pelo emissário submarino. Na plataforma adjacente à baía, os maiores valores foram detectados na estação 7, que está situada próximo ao município de Guarujá (Figura 20).

Boldrini & Navas-Pereira (1987), estudando os sedimentos da Baía de Santos, registraram concentrações de Cr entre 8,23 e 21,80 mg.Kg^{-1} e de Zn entre 24,47 e 53,12 mg.Kg^{-1} , sugerindo o despejo de metais pelas indústrias de Cubatão e emissário submarino, já que os pontos que exibiram concentrações elevadas foram amostrados

na desembocadura do Canal do Porto e nas imediações do descarte do emissário. Tais dados corroboram os resultados obtidos no presente trabalho.

As características geoquímicas dos sedimentos da Baía de Santos também foram exploradas por Abessa (2002), que verificou teores de Cd, Pb e Zn mais elevados nos canais do Porto, Bertioga e Piaçagüera, estabelecendo um gradiente de dispersão de tais elementos em direção à porção externa do Canal do Porto. O autor atribui o enriquecimento metálico do sistema estuarino ao descarte de produtos finais das atividades industriais do complexo de Cubatão, tráfego portuário e, em menor grau, ao despejo de dejetos urbanos no Lixão do Alemoa.

A entrada de metais nos ecossistemas aquáticos ocorre basicamente por duas vias. A primeira delas corresponde aos processos naturais, incluindo erosão e intemperismo de rochas, fontes atmosféricas, atividades vulcânicas e queima de florestas, que contribuem com os elementos K, Ca, Rb, Sr e Zr. A segunda via de intrusão de elementos metálicos configura os processos derivados das atividades humanas mais diversas (Clark, 2001), introduzindo Cr, Ni, Cu, Zn e Pb, embora também ocorram naturalmente no ambiente (Förstner & Wittman, 1983).

No ecossistema estudado as principais fontes antrópicas de contribuição de elementos metálicos possivelmente são as atividades industriais desenvolvidas no complexo industrial de Cubatão, o descarte de esgotos na Baía de Santos, o tráfego de embarcações no Porto de Santos e a queima de combustíveis fósseis. Como sugerido pelos resultados, os níveis de metais encontrados na baía são inferiores àqueles capazes de causar algum efeito adverso à biota, dificultando apontar uma única fonte de contribuição dos metais na baía.

O distanciamento das estações da plataforma adjacente em relação às fontes antrópicas pode explicar os reduzidos valores de metais aí encontrados, sugerindo que ocorre a depleção dos metais por processos geoquímicos ao longo da coluna de água, antes de atingirem o fundo e se depositarem, conforme sugerido por Araújo *et al.* (2002).

A poluição dos ecossistemas aquáticos por metais de origem antrópica é de enorme importância nos estudos ecológicos. Nesses ambientes, os sedimentos atuam como armadilhas para os metais, ficando parte deles disponíveis para os organismos (biodisponibilidade). Assim sendo, os organismos que têm maior contato ou interação com o substrato seriam os mais afetados quando esses elementos exercem efeitos nocivos sobre a biota (Muniz, 2003). O estudo da comunidade benthica e a correlação com os metais disponíveis no sedimento permitem avaliar a influência desses elementos na estrutura e composição dos organismos da Baía de Santos e plataforma adjacente.

Apesar de tudo o que foi exposto, caracterizar sedimentos de ambientes aquáticos em relação à entrada e/ou enriquecimento metálico de origem antrópica é difícil quando não há dados relativos às concentrações de base dos sedimentos (Prego & Cobelo-García, 2002). Numerosas aproximações e padronizações são geralmente realizadas neste tipo de estudo e os dados geralmente são apenas comparados com informações da literatura de regiões similares, como uma forma de definir ou caracterizar o efeito antrópico e/ou o nível de poluição do local em questão (Muniz, 2003).

Figura 20 - Concentrações dos metais (mg.Kg^{-1}) analisados em amostras de sedimento coletadas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o inverno de 2005.

5.1.7. SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

Os perfis de variação da suscetibilidade magnética (SM) em função da profundidade dos testemunhos são apresentados na Figura 21.

O testemunho coletado na estação 6 exibiu os maiores valores para a SM quando comparado às demais amostras. A SM apresentou valores pouco variáveis do topo até 70 mm, quando começou a decair (Figura 21). Este perfil pode estar associado à contribuição de elementos metálicos provenientes do canal do Porto, localizado nas proximidades do ponto 6. O contato de embarcações com a interface ar-água, juntamente com a liberação de óleos derivados do tráfego marítimo, podem contribuir com concentrações elevadas de elementos metálicos (Martins, 2005).

Os testemunhos obtidos nas estações 2 e 5 exibiram comportamentos muito semelhantes. Ambos apresentaram decaimento dos valores de SM do topo até a base, com maior contribuição de elementos metálicos até 100 mm (Figura 21). Essa constatação sugere a influência da ocupação humana, característica intensa nessas

estações, já que estão localizadas nas proximidades do emissário submarino, o que constitui uma fonte potencial de enriquecimento magnético dos sedimentos marinhos.

O testemunho obtido na estação 4 exibiu os menores valores de SM (Figura 21). O perfil encontrado pode estar associado à feição granulométrica verificada nesse ponto. As frações de areia aí depositadas não têm competência para reter os elementos metálicos, conferindo o caráter destoante com relação aos demais testemunhos analisados.

Figura 21 - Perfil da análise da Susceptibilidade Magnética (SM) adquirido nos testemunhos coletados na Baía de Santos.

Os valores de SM nas amostras de topo do testemunho tendem a serem maiores que aqueles registrados nos estratos próximos a base, o que indica um enriquecimento por metais magnéticos nos sedimentos recentes. Devido à relação

entre SM e metais, pode-se afirmar que os metais encontrados na Baía de Santos são oriundos de atividades antrópicas diversas.

A suscetibilidade magnética pode estar associada com a introdução de metais de origem antrópica no ambiente marinho. Os efluentes descartados por indústrias petroquímicas e siderúrgicas apresentam altas concentrações de elementos metálicos e hidrocarbonetos, assim como o chorume de lixões.

Essa técnica também tem sido empregada na verificação de diversas formas de combustão, entre elas, a queima de combustíveis fósseis, de modo que uma correlação entre os HPAs de maior peso molecular (4 – 6 anéis) e a SM pode ser obtida, já que ambos os parâmetros respondem a poluentes de origem pirolítica (Morris *et al.*, 1994).

5.1.8. CONCENTRAÇÃO DOS ESTERÓIS (OLs)

A concentração dos esteróis analisados nas estações da Baía de Santos e plataforma continental adjacente pode ser verificada na Tabela 13. Na Baía de Santos, a maior concentração de coprostanol foi registrada na estação 5 (1,55 $\mu\text{g.g}^{-1}$), seguida pelas estações 2 (0,60 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e 1 (0,50 $\mu\text{g.g}^{-1}$). As estações da plataforma adjacente à baía exibiram concentrações inferiores a 0,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Coprostanol é um esterol que tem sido largamente utilizado como indicador de matéria orgânica de origem fecal em ambientes aquáticos, uma vez que este composto ocorre em grandes quantidades em fezes humanas e, conseqüentemente, nos dejetos domésticos (Maldonado *et al.*, 2000). Writer *et al.* (1995) propôs que concentrações de coprostanol superiores a 0,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$ estão associadas com a introdução de esgoto. Gonzalez-Oreja & Saiz-Salinas (1998) sugere um limite maior (>0,50 $\mu\text{g.g}^{-1}$) como valor indicador de poluição fecal. Em geral, a presença de concentrações superiores a 1,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de coprostanol e a proximidade com uma fonte potencial são suficientes para uma avaliação preliminar sobre poluição por esgoto (Martins *et al.*, 2007).

Baseado nos limites de coprostanol, somente a amostra de sedimento coletada próximo à desembocadura do emissário submarino (estação 5) pode ser considerada como fortemente contaminada por esgoto, enquanto os pontos 2 e 1 parecem receber considerável influência do efluente de esgotos. Nenhuma estação da plataforma adjacente revelou coprostanol em níveis superiores a 0,10 $\mu\text{g.g}^{-1}$, não podendo ser consideradas contaminadas.

As concentrações de coprostanona variaram de < LDM a 0,37 $\mu\text{g.g}^{-1}$, sendo que os maiores valores foram detectados nos mesmos pontos onde ocorreram os teores máximos de coprostanol (Tabela 13). A coprostanona também está presente

em concentrações significativas nas fezes humanas e, portanto, tem sido utilizada como um indicador de introdução de material fecal no ambiente (Grimalt *et al.*, 1990)

Embora os esteróides fecais, como coprostanol e coprostanona, estejam associados exclusivamente a fontes de esgoto quando consideradas as áreas costeiras, a utilização da concentração destes compostos não deve ser considerada como parâmetro conclusivo, porém sugere uma possível introdução fecal que pode ser melhor avaliada a partir de razões específicas entre esteróis e cetonas (Martins, 2001).

Tabela 13 - Concentração ($\mu\text{g.g}^{-1}$) dos esteróis e cetonas analisadas em amostras de sedimento seco das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção.

		Baía de Santos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Esteróis	coprostanol	0,50	0,60	0,15	0,07	1,55	0,36	0,07	0,19
	epicoprostanol	0,19	0,28	0,07	0,02	0,18	0,14	0,03	0,08
	colesterol	0,81	1,19	0,45	0,11	0,93	0,70	0,21	0,38
	colestanol	0,55	0,75	0,20	0,07	0,67	0,33	0,11	0,22
	campesterol	0,62	0,67	0,28	0,08	0,35	0,31	0,09	0,22
	estigmasterol	0,52	0,70	0,10	0,05	0,32	0,21	0,06	0,15
	β -sitosterol	0,92	0,94	0,43	0,14	0,76	0,40	0,16	0,45
Cetonas	coprostanona	0,12	0,31	0,08	0,03	0,37	0,09	0,04	0,07
	colestanona	0,25	0,51	0,12	0,04	0,47	0,22	0,08	0,17

		Plataforma Continental					
		2	6	7	9	13	18
Esteróis	coprostanol	<LDM	0,01	0,09	0,04	0,06	0,02
	epicoprostanol	0,02	0,02	0,10	0,03	0,06	<LDM
	colesterol	0,31	0,38	0,66	0,47	0,64	0,12
	colestanol	0,13	0,17	0,29	0,12	0,18	0,04
	campesterol	0,21	0,26	0,56	0,27	0,56	0,06
	estigmasterol	0,08	0,08	0,19	0,09	0,24	0,03
	β -sitosterol	0,08	0,08	0,19	0,09	0,24	0,03
Cetonas	coprostanona	0,05	0,04	0,09	0,06	0,10	<LDM
	colestanona	0,06	0,05	0,19	0,04	0,12	0,02

Altas porcentagens de epicoprostanol em relação ao total de esteróis fecais indicam uma eficiência no tratamento de efluentes, pois este esterol só é formado em grandes quantidades se o tratamento realizado for eficiente (Mudge & Seguel, 1999). Dessa forma, a razão epicoprostanol/coprostanol permite estimar o grau de

tratamento do efluente descartado em uma área. Valores desta razão inferiores a 0,20 indicam sedimentos contaminados por efluentes não tratados enquanto que, valores superiores a 0,80 sugerem sedimentos que recebem descarga de esgoto com algum tipo de tratamento. O resultado dessa razão para a estação 5 da Baía de Santos (0,12) sugere que tal ponto recebe efluentes sem tratamento, ou com tratamento ineficiente.

A razão coprostanol/colesterol pode indicar se a área é afetada por esgotos ou não (Mudge & Bebbiano, 1997). Valores elevados desta razão (superiores a 1,00) podem estar associados a contribuições por esgotos (Jeng & Han, 1996). A estação 5 da Baía de Santos, apresentou valores elevados dessa razão, como pode ser verificado na Tabela 14.

Tabela 14 - Parâmetros de avaliação utilizados para os esteróis estudados nas estações da Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção e n.c. - não calculado (quando um dos termos da razão foi < L.D.M).

Parâmetros de Avaliação	Baía de Santos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Coprostanol	0,50	0,60	0,15	0,07	1,55	0,36	0,07	0,19
Coprostanol/Colesterol	0,61	0,51	0,33	0,66	1,67	0,51	0,33	0,49
%Coprostanol+Epicoprostanol/OLs totais	16,68	17,20	12,87	17,93	36,47	20,27	13,51	15,92
colestanol/colesterol	0,68	0,63	0,44	0,64	0,72	0,47	0,52	0,58
colesterol/ β -sitosterol	0,88	1,27	1,05	0,79	1,22	1,75	1,31	0,84
	Plataforma Continental							
	2	6	7	9	13	18		
Coprostanol	<LDM	0,01	0,09	0,04	0,06	0,02		
Coprostanol/Colesterol	n.c.	0,04	0,13	0,09	0,10	0,13		
%Coprostanol+Epicoprostanol/OLs totais	1,81	3,20	8,97	7,05	6,31	5,31		
colestanol/colesterol	0,42	0,45	0,44	0,26	0,28	0,33		
colesterol/ β -sitosterol	3,88	4,75	3,47	5,22	2,67	4,00		

A porcentagem de esteróis fecais (coprostanol + epicoprostanol) em relação ao total dos esteróis quantificados ($\%(\text{cop} + \text{e-cop}) / \Sigma\text{-OLs}$) permite avaliar se uma área recebe elevadas descargas de esgoto (Sherwin *et al.*, 1993). Quanto maior o valor do índice, maior será o efeito do esgoto, independente da granulometria. Valores acima de 50% indicam forte poluição por esgotos (Venkatesan & Kaplan, 1990). Das estações estudadas, tanto na baía quanto na plataforma adjacente, nenhuma exibiu porcentagem significativa para este parâmetro, indicando não haver contaminação considerável (Tabela 14).

Em adição, esse parâmetro, juntamente com a concentração de coprostanol, permite avaliar a extensão alcançada pelo esgoto descartado pelo

emissário submarino de Santos (Figura 22). A maior influência de concentração de coprostanol ocorreu na estação 5 da Baía de Santos, onde está localizado o emissário submarino, diminuindo com o afastamento do emissário (respectivamente, estações 2, 1 e 6 da baía), não tendo influência significativa nas estações da plataforma adjacente, embora seja possível notar pequenas concentrações dos esteróis nessas estações.

Figura 22 - Avaliação da extensão alcançada pelo esgoto descartado na Baía de Santos, com influência sob a Plataforma Continental, onde: b=estações da Baía de Santos e p=estações da Plataforma Continental.

Diante de todos os parâmetros que foram avaliados para a determinação de uma possível contaminação por esgotos, foi possível verificar que as estações localizadas na plataforma adjacente à Baía de Santos não apresentaram contribuição fecal, indicando que o material descartado pelo emissário não atinge essa região, ficando restrito aos pontos 5 (maior influência), 1 e 2 (menor influência) da baía.

A ausência de concentrações elevadas de esteróis fecais na porção leste (estações 3 e 6) e a ocorrência de maiores valores de concentração na porção oeste da baía, onde estão situadas as estações 4 e 2, pode ser explicada pela circulação das águas, pelo transporte de sedimentos no interior da baía e pela maior porcentagem de sedimento fino, capaz de reter maior quantidade de matéria orgânica e compostos químicos.

As estações próximas aos canais de saída do estuário (7 e 8) foram consideradas não contaminadas de acordo com os parâmetros avaliados, sugerindo

que a contribuição fecal proveniente do estuário e das atividades desenvolvidas no Porto de Santos não foram significativas.

Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram os dados do Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2004), que mostrou sensíveis alterações antrópicas no sedimento desta região, evidenciando o impacto do lançamento do emissário submarino neste compartimento. O documento aponta que o emissário submarino de Santos possui problemas no pré-condicionamento dos esgotos, uma vez que, para muitos parâmetros analisados, foram observados valores elevados no efluente, o que pode ser confirmado pelos resultados de esteróis fecais nos sedimentos próximos a saída de esgotos. Como visto, o valor da razão epicoprostanol/coprostanol na estação 5 da baía indica que o sedimento desta região recebe esgoto precariamente tratado, confirmando o estudo realizado anteriormente pela CETESB.

Com relação à plataforma adjacente, pode-se supor que apenas as estações 7, 9 e 13 são diretamente influenciadas pelos esgotos provenientes do emissário submarino José Menino, com concentrações de esteróis mais elevadas quando comparadas às das demais estações. Contudo, com base nos parâmetros analisados, essas estações não são consideradas contaminadas.

O estudo dos esteróis em sedimentos da Baía de Santos e plataforma adjacente pode fornecer informações não apenas relacionadas à poluição por esgotos, mas também evidenciar a ocorrência de possíveis transformações diagênicas no sedimento e indicar a origem da matéria orgânica no ambiente.

Os esteróis analisados neste trabalho apresentam entre 27 e 30 átomos de carbono. A diferença no número de carbonos está diretamente relacionada às fontes específicas de matéria orgânica, podendo ser terrestre ou marinha. Na composição do plâncton, observam-se os esteróis C₂₇ e C₂₈ (colesterol e colestanol) como os mais abundantes. Fezes de fito- e zooplâncton são dominadas por esteróis C₂₇, enquanto que o zooplâncton contém esteróis C₂₈, particularmente o colesterol (Volkman, 1986).

Esteróis C₂₉, como β -sitosterol e estigmasterol, são os principais constituintes de plantas superiores, sendo associados a fontes terrestres de matéria orgânica. Porém, mesmo com a ausência de fontes terrígenas, estes compostos são encontrados em sedimentos marinhos, provenientes de cianobactérias e algas (Volkman, 1986; Laureillard & Saliot, 1993). O β -sitosterol, encontrado em plantas vasculares terrestres pode ser associado com o colesterol através da razão colesterol/ β -sitosterol, onde valores próximos a zero podem indicar maior influência dos aportes terrígenos na constituição da matéria orgânica sedimentar (Mudge & Lintern, 1999).

Nas estações da Baía de Santos, os valores da razão colesterol/ β -sitosterol variaram entre 0,79 e 1,75 enquanto na plataforma adjacente, os valores estiveram

entre 2,67 e 5,22 (Tabela 14), indicando uma maior influência dos aportes terrígenos na constituição da matéria orgânica sedimentar da baía, o que também foi verificado com a análise de outros marcadores como os hidrocarbonetos alifáticos.

A razão envolvendo o esteroide colestanol pode indicar transformações diagênicas que ocorrem nos sedimentos marinhos. Os altos valores da razão colestanol/colesterol sugerem processos de hidrogenação do colesterol e transformações diagenéticas, uma vez que o colesterol é transformado em colestanol em ambientes redutores, acumulando-se devido ser termodinamicamente mais estável (Jeng & Han, 1994). Nas estações da baía, os valores desta razão variaram entre 0,44 e 0,72 enquanto na plataforma adjacente, os valores estiveram entre 0,26 e 0,45 (Tabela 14).

Os valores superiores a 1,00 indicam que ambos os ambientes apresentam características óxicas, ou seja, que não favorecem a conversão de colesterol a colestanol. Por outro lado, é possível verificar que as estações da baía apresentam os maiores valores desta razão, caracterizando um ambiente mais redutor em comparação à plataforma adjacente. O maior valor desta razão ocorreu justamente na estação 5, na saída do emissário submarino, onde o despejo de esgoto constitui um importante fator para a diminuição das condições oxidantes deste ambiente. Ainda, o intenso aporte de matéria orgânica terrígena proveniente do estuário santista e seu conseqüente retrabalhamento nos sedimentos da Baía de Santos configuram um fator relevante para a diferença no potencial redox dos ambientes estudados.

5.1.9. CONCENTRAÇÃO DOS HIDROCARBONETOS ALQUILBENZENO LINEARES (LABs)

As concentrações dos LABs totais, correspondentes à soma dos LABs individuais contendo de 10 a 14 átomos de carbono na cadeia linear, avaliados para a Baía de Santos e plataforma adjacente podem ser verificadas na Tabela 15.

A presença de LABs foi detectada em 12 das 14 estações estudadas, sendo que a maior concentração dos LABs totais foi verificada na desembocadura do emissário submarino, na estação 5 da Baía de Santos (116,5 ng.g⁻¹). Nos demais pontos onde foram detectados, os LABs totais variaram entre 3,17 ng.g⁻¹ (estação 9 da plataforma) e 62,4 ng.g⁻¹ (estação 2 da baía). Um decréscimo proporcional nas concentrações de LABs totais foi notado com o distanciamento do emissário submarino.

As concentrações de LABs totais encontradas no presente trabalho foram similares às registradas em estudos anteriormente executados no Canal de São Sebastião (12,7 – 27,8 ng.g⁻¹) (Medeiros & Bicego, 2004a), porém menores quando comparadas com avaliações pretéritas realizadas na própria Baía de Santos (25,3 – 430,6 ng.g⁻¹) (Medeiros & Bicego, 2004b). O Canal de São Sebastião também foi

estudado por Silva (2005), que encontrou concentrações de LABs totais entre 11,4 ng.g⁻¹ e 51,3 ng.g⁻¹. As maiores concentrações detectadas pelo autor foram encontradas nas proximidades da saída do emissário submarino localizado no Araçá. Seus dados foram comparados aos de Takada *et al.* (1992), os quais encontraram valores de até 2,75 µg.g⁻¹ em sedimento superficial da Baía de Tóquio, uma das regiões costeiras mais urbanizadas do mundo.

Comparando-se os dados citados com os resultados do presente trabalho, pode-se notar que as concentrações de LABs registradas na Baía de Santos e plataforma adjacente são muito inferiores, sugerindo que, ou a carga de esgotos lançada naqueles locais é mais efetiva, ou as correntes de fundo das áreas de estudo do presente trabalho exibem maior capacidade para diluição e dispersão dos compostos em questão.

Os compostos contendo 11, 12 e 13 átomos de carbono na cadeia linear foram os que mais ocorreram em todas as amostras analisadas, enquanto o C₁₀-LAB e o C₁₄-LAB não ocorreram em nenhuma das amostras estudadas.

O resultado encontrado sugere que a fonte de tais compostos são os detergentes comerciais, cuja formulação possui LABs com 11 e 12 átomos de carbono na cadeia alquil (Raymondo & Preston, 1992). Além disso, os resultados corroboram os estudos prévios desenvolvidos por Medeiros & Bicego (2004b) na Baía de Santos, no qual os autores encontraram maiores concentrações de LABs individuais com mesmo número de carbonos na cadeia.

Uma característica útil dos LABs individuais é a relação entre seus isômeros internos e externos (razão I/E):

$$\text{Razão I/E} = [6\text{-C}_{12}\text{LAB} + 5\text{-C}_{12}\text{LAB}] / [4\text{-C}_{12}\text{LAB} + 3\text{-C}_{12}\text{LAB} + 2\text{-C}_{12}\text{LAB}] \quad (\text{I})$$

O isômero é determinado pela posição em que o grupo fenil liga-se ao n-alcano. Quando o grupo fenil está ligado nas posições 2, 3 ou 4 do n-alcano é considerado um isômero externo. Estudos laboratoriais e práticos têm mostrado que os isômeros externos são degradados mais rapidamente que os isômeros internos (Eganhouse *et al.*, 1983, Takada & Ishiwatari, 1990). Assim, a relação I/E tende a aumentar em processos de biodegradação. Em detergentes ou esgotos primariamente tratados, a razão I/E é tipicamente próxima ou inferior a 1,0, enquanto relações mensuradas em experimentos laboratoriais e amostras exibem valores entre 2,0 - 6,0 (Takada & Eganhouse, 1998).

Estudos realizados por Takada & Ishiwatari (1990) mostraram que a relação I/E para os homólogos C₁₂ relacionou-se ao grau de degradação do LAB. Os resultados

do experimento mostraram uma tendência exponencial com $R^2 = 0,96$, possibilitando calcular uma equação associando a degradação de LAB e a razão I/E:

$$\text{Degradação de LAB (\%)} = 35,9 \ln (\text{razão I/E}) + 13,8 \text{ (II)}$$

Na Tabela 15 pode-se verificar que a relação I/E nos sedimentos estudados esteve entre 1,11 e 2,86. Com base na equação II, calculada com os resultados apresentados por Takada & Ishiwatari (1990), é possível distinguir os locais em dois grupos, de acordo com o grau de degradação de LABs. As estações 2, 3, 4 e 5 da baía, juntamente com a estação 6 da plataforma, exibiram baixos valores da razão I/E, entre 1,11 e 1,33 (média = $1,25 \pm 0,08$), o que corresponde a 17,5 – 24,0% da degradação de LAB. Isto indicaria uma introdução recente de esgoto não tratado na área de estudo e/ou com tratamento ineficiente do efluente urbano. As demais estações (1, 6, 7 e 8 da baía e 7 e 13 da plataforma) exibiram valores 1,82 – 2,86 (média = $2,49 \pm 0,33$) para a relação I/E, correspondendo a 35,3 – 51,5% da degradação de LABs. Tal resultado sugere um alto grau de degradação de LABs quando comparado com os valores encontrados nas estações imediatamente nas adjacências do emissário submarino.

Tabela 15 – Concentração dos hidrocarbonetos alquilbenzeno lineares ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção e n.c. - não calculado (quando um dos termos da razão foi < L.D.M).

Compostos	Baía de Santos								Plataforma Continental					
	1	2	3	4	5	6	7	8	2	6	7	9	13	18
I-C ₁₀ -LAB	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	6,53	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M
I-C ₁₁ -LAB	8,95	19,5	8,76	7,06	30,2	1,98	2,42	6,34	<L.D.M	8,22	2,65	1,03	6,48	<L.D.M
I-C ₁₂ -LAB	11,9	24,2	9,34	10,3	40,6	5,43	5,04	4,71	<L.D.M	9,84	4,64	2,14	5,35	<L.D.M
I-C ₁₃ -LAB	8,27	18,7	2,11	4,24	39,2	2,08	3,61	1,65	<L.D.M	4,47	1,92	<L.D.M	1,99	<L.D.M
I-C ₁₄ -LAB	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M	<L.D.M
Σ -LABs	29,1	62,4	20,2	21,6	116,5	9,49	11,1	12,7	<L.D.M	22,5	9,21	3,17	13,8	<L.D.M
razão I/E	1,82	1,33	1,29	1,11	1,29	2,49	2,55	2,86	n.c.	1,24	2,48	n.c.	2,72	n.c.
degradação de LAB (%)	35,3	24	22,9	17,5	22,9	46,6	47,4	51,5	n.c.	21,5	46,4	n.c.	49,7	n.c.

O estudo das concentrações de LABs mostrou que a descarga de esgoto afetou cronicamente a estação 5 da Baía de Santos, onde a concentração dos LABs totais foi bem acima daqueles valores detectados nos demais pontos. O efeito da diluição do efluente também foi verificado devido à diminuição da concentração de LABs desde a saída de esgotos.

Embora a concentração dos LABs totais tenha diminuído com o distanciamento da saída do emissário, a presença destes compostos em níveis

detectáveis nas estações a oeste da baía (1 e 4) indica que a pluma liberada pelo emissário se espalha pela Baía de Santos, provavelmente devido à circulação local.

A adsorção de contaminantes orgânicos também está intimamente relacionada com a distribuição granulométrica dos sedimentos, ou seja, quanto maior a proporção de finos (silte e argila) maior a capacidade de reter os contaminantes como os hidrocarbonetos alquilbenzeno lineares (Kubicki & Apitz, 1999; Kowalska *et al.*, 1994). Assim, as altas porcentagens de frações finas do sedimento nas proximidades de tais estações podem ter contribuído para o acúmulo dos compostos.

As concentrações dos LABs nas estações da plataforma adjacente foram muito inferiores quando comparadas às da Baía de Santos, principalmente nos pontos 2 e 18, nos quais os teores estavam abaixo do limite de detecção do método.

Evidências indicam que, como já observado para os resultados de esteróis, a estação 2 parece não receber considerável carga de esgoto, fato sugerido pelas baixas concentrações de esteróis e LABs aí registradas. As baixas concentrações verificadas na estação 18 podem ser explicadas pelo hidrodinamismo local, que não está sob a influência dos processos oceanográficos intrínsecos à baía.

As estações 6 e 13 exibiram consideráveis concentrações de LABs. O ponto 13 está imediatamente na desembocadura da Baía de Santos, recebendo toda contribuição de material orgânico que deixa a baía pelo movimento das marés, circulação de fundo e pluma estuarina, o que pode explicar as concentrações aí registradas. A estação 6 também deve estar sob a influência do material que deixa a baía e é levado em direção à norte pelas correntes que circulam pela plataforma adjacente, além de contribuições que podem ser provenientes do emissário submarino instalado no Guarujá.

5.1.10. CONCENTRAÇÃO DOS HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS

As concentrações de hidrocarbonetos alifáticos totais na Baía de Santos variaram de 0,33 a 22,70 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Valores superiores a 5,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$ foram registrados apenas nas estações 1, 2 e 5, enquanto nas demais estações registrou-se concentrações inferiores a 1,5 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Nas estações da plataforma adjacente à baía, os hidrocarbonetos alifáticos totais estiveram entre 0,68 e 1,55 $\mu\text{g.g}^{-1}$, sendo os maiores valores observados nas estações 7 (1,55 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e 9 (1,30 $\mu\text{g.g}^{-1}$) (Tabela 16).

As maiores concentrações de alifáticos totais nas estações 1, 2 e 5 devem-se à proximidade com o emissário submarino de Santos. Além disso, tais estações, principalmente a 2 e 5, exibiram maiores porcentagens de lama, assim como as estações 7 e 9 da plataforma adjacente, também compostas por significantes frações finas do sedimento.

De acordo com Kowalska *et al.* (1994) e Kubicki & Apitz (1999), a adsorção de contaminantes orgânicos está intimamente relacionada com a distribuição granulométrica dos sedimentos, ou seja, quanto maior a proporção de finos (silte e argila) maior a capacidade de reter os contaminantes como os hidrocarbonetos do petróleo.

Segundo NRC (1985) e UNEP (1991) as concentrações de alifáticos totais encontradas em sedimentos não poluídos normalmente apresentam valores médios de $5,00 \mu\text{g.g}^{-1}$, chegando a $10,00 \mu\text{g.g}^{-1}$ em sedimentos estuarinos ou valores maiores onde há contribuição significativa de plantas superiores (Volkman *et al.*, 1992; Bouloubassi & Saliot, 1993), entretanto concentrações maiores que $100,00 \mu\text{g.g}^{-1}$ estão usualmente associadas à contaminação por petróleo (Readman *et al.*, 2002). Em sedimentos com concentrações menores que $50,00 \mu\text{g.g}^{-1}$, uma análise detalhada dos hidrocarbonetos individuais é requerida para acessar a magnitude da contribuição antropogênica (Readman *et al.*, 2002). Em ambientes com introdução crônica de hidrocarbonetos do petróleo, como o Mar Negro, foram encontrados valores de até $310,00 \mu\text{g.g}^{-1}$ (Readman *et al.*, 2002), ou no Estuário de Santos com valores de $108,00 \mu\text{g.g}^{-1}$ (Medeiros & Bicego, 2004b) e na Baía de Nova York com $2.900,00 \mu\text{g.g}^{-1}$ (Farrington & Tripp, 1975).

Avaliando-se as concentrações individuais dos n-alcanos, observou-se as maiores concentrações para os compostos n-C₂₇, n-C₂₉ e n-C₃₁, indicando a predominância de introdução de material orgânico de origem biogênica e terrestre, tanto nas amostras de sedimento da baía como nas da plataforma adjacente.

Segundo Volkman *et al.* (1992), os compostos de origem terrestre estão associados, principalmente, às plantas superiores, cujas ceras cuticulares são caracterizadas por n-alcanos com peso molecular mais alto, onde predominam os de cadeias ímpares entre n-C₂₃ a n-C₃₃. Tal resultado é esperado para a Baía de Santos, pois a região é rodeada por manguezais e canais de drenagem que contribuem com a intrusão de material vegetal em decomposição, inclusive para as estações 9 e 13 da plataforma adjacente, localizadas na desembocadura da baía. Nos demais pontos da plataforma essa contribuição está associada à drenagem continental em virtude da proximidade com a zona costeira.

Tabela 16 – Concentração dos hidrocarbonetos alifáticos ($\mu\text{g.g}^{-1}$) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção e n.c. - não calculado (quando um dos termos da razão foi < L.D.M).

Compostos	Baía de Santos								Plataforma Continental					
	1	2	3	4	5	6	7	8	2	6	7	9	13	18
n-C ₁₂	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₁₃	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₁₄	0,022	0,017	< L.D.M	< L.D.M	0,023	0,018	0,013	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₁₅	0,021	0,025	< L.D.M	< L.D.M	0,026	0,018	0,011	< L.D.M	< L.D.M	0,013	0,014	< L.D.M	0,014	< L.D.M
n-C ₁₆	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₁₇	0,056	0,053	0,014	0,011	0,058	0,024	0,024	< L.D.M	0,014	< L.D.M	0,025	0,019	0,020	0,012
pristano	0,062	0,039	0,015	0,013	0,037	0,020	0,027	< L.D.M	0,019	0,018	0,017	0,018	0,017	< L.D.M
n-C ₁₈	0,019	0,018	< L.D.M	0,014	0,027	0,015	0,015	0,015	< L.D.M	< L.D.M	0,011	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
fitano	0,036	0,019	< L.D.M	< L.D.M	0,039	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₁₉	0,037	0,027	< L.D.M	< L.D.M	0,034	0,015	0,014	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,011	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₂₀	0,043	0,031	< L.D.M	< L.D.M	0,042	0,039	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₂₁	0,096	0,089	< L.D.M	< L.D.M	0,135	< L.D.M	0,022	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,022	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₂₂	0,105	0,046	< L.D.M	0,032	0,093	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,047
n-C ₂₃	0,290	0,172	< L.D.M	0,055	0,304	0,038	0,034	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,049	0,051	< L.D.M	0,052
n-C ₂₄	0,264	0,120	< L.D.M	0,051	0,250	0,031	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,038	0,065	< L.D.M	0,067
n-C ₂₅	0,534	0,438	0,044	0,054	0,496	0,082	0,072	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,095	0,070	0,071	0,060
n-C ₂₆	0,179	0,117	< L.D.M	0,033	0,149	0,041	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,035	0,062	< L.D.M	0,066
n-C ₂₇	0,877	0,649	0,068	0,035	0,664	0,136	0,102	< L.D.M	0,048	0,048	0,142	0,099	0,095	0,070
n-C ₂₈	0,274	0,230	< L.D.M	< L.D.M	0,237	0,082	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,094	0,088	< L.D.M	0,084
n-C ₂₉	1,721	1,328	0,163	0,074	1,410	0,308	0,216	0,059	0,116	0,089	0,305	0,194	0,205	0,105
n-C ₃₀	0,304	0,280	< L.D.M	< L.D.M	0,269	0,085	0,069	< L.D.M	0,060	0,092	0,091	0,101	0,068	0,076
n-C ₃₁	1,258	1,082	0,137	0,067	1,109	0,269	0,190	0,057	0,123	0,111	0,269	0,167	0,181	0,089
n-C ₃₂	0,252	0,204	< L.D.M	< L.D.M	0,180	0,047	0,043	< L.D.M	0,044	0,076	0,051	0,064	0,037	0,032
n-C ₃₃	0,675	0,573	0,079	0,051	0,580	0,144	0,100	0,051	0,067	0,089	0,154	0,108	0,110	0,062
n-C ₃₄	0,057	0,089	< L.D.M	< L.D.M	0,074	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,047	< L.D.M	0,037	< L.D.M	< L.D.M
n-C ₃₅	0,316	0,221	0,038	0,035	0,220	0,056	0,055	< L.D.M	0,046	0,043	0,075	0,060	0,053	< L.D.M
Σ n-alcenos	7,50	5,87	0,56	0,53	6,46	1,47	1,01	0,18	0,54	0,63	1,48	1,23	0,87	0,82
UCM	14,80	11,20	< L.D.M	< L.D.M	16,50	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ alifáticos	22,70	17,10	0,78	0,66	23,00	1,50	1,17	0,33	0,76	0,68	1,55	1,30	1,05	0,85
IPC	4,37	4,35	n.c.	5,93	4,31	3,48	6,07	n.c.	3,40	1,79	3,34	1,75	6,30	1,34
Pristano / fitano	1,72	2,05	n.c.	n.c.	0,95	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

Os compostos com cadeias de baixo peso molecular ($n\text{-C}_{15}$ a $n\text{-C}_{21}$) exibiram menor contribuição em ambas as áreas de estudo. As baixas concentrações de n -alcanos com número ímpar de carbono e cadeia curta sugerem haver reduzida contribuição de matéria orgânica biogênica proveniente de fitoplâncton e microalgas bêmicas na área de estudo. Ainda, esses compostos são preferencialmente degradados em ambientes com condições óxicas, como verificado através dos resultados da razão C/S e teores de oxigênio dissolvido, resultando em baixas concentrações em relação aos compostos de cadeia longa (Colombo *et al.*, 1989).

Os alcanos isoprenóides, como pristano e fitano, ocorreram em baixas concentrações nas áreas estudadas. Na Baía de Santos, o pristano variou de $0,013 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação 4) a $0,062 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação 1); enquanto na plataforma adjacente esteve entre $0,017 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estações 7 e 13) e $0,019 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação 2). Já o fitano variou de $0,019 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação 2) a $0,030 \mu\text{g.g}^{-1}$ (estação 1) na baía e não foi detectado nas estações da plataforma adjacente (Tabela 16).

A razão entre os compostos pristano e fitano pode ser utilizada como indicador de contaminação por petróleo (Volkman *et al.*, 1992). O pristano é encontrado em maiores proporções que o fitano em sedimentos marinhos não contaminados por petróleo. Os valores dessa razão superiores a 1,00 e tipicamente entre 3,00 e 5,00 indicam sedimentos não contaminados, enquanto valores inferiores ou próximos a 1,00 sugerem origem petrogênica desses compostos (Steinhauer & Boehm, 1992). A razão pristano/fitano próxima a 1,00 encontrada na estação 5 da Baía de Santos sugere uma maior contribuição de hidrocarbonetos de origem antrópica.

Os valores do Índice de Preferência de Carbono (ICP) registrados na baía foram superiores a 3,00 (3,48 – 6,06). Tal índice associa a concentração de n -alcanos de cadeia longa com número par e ímpar de carbonos (Aboul-Kassim & Simoneit, 1996), sendo o método utilizado para se diferenciar a origem desses compostos. Valores de ICP próximos a 1,00 indicam a presença de hidrocarbonetos do petróleo, e valores maiores indicam a predominância de hidrocarbonetos de origem biogênica (Mille *et al.*, 1992; Moyano *et al.*, 1993). Todos os valores de ICP nas amostras foram maiores do que 1,00, sugerindo que há introdução biogênica de hidrocarbonetos provenientes de plantas superiores na área da baía.

A presença de mistura complexa não resolvida (UCM) foi detectada nas estações 1, 2 e 5 da baía (na saída e a oeste do emissário submarino) sugerindo contaminação por petróleo (Tabela 16). Nas demais estações da baía, assim como nas da plataforma adjacente, não houve a presença de UCM. Os hidrocarbonetos alifáticos observados tiveram origem biogênica principalmente proveniente de plantas superiores, indicando uma contribuição terrígena.

Um dos indicadores mais importantes da presença de hidrocarbonetos do petróleo em sedimentos, analisados por cromatografia em fase gasosa, é a elevação na linha de base do cromatograma, à qual é atribuído o nome de 'mistura complexa não resolvida' (do inglês UCM) (Farrington *et al.*, 1977; NRC, 1985). Essa elevação é caracterizada por uma mistura de compostos ramificados e cíclicos presentes no petróleo e que não podem ser separados pela técnica cromatográfica. Normalmente, estão associados a compostos provenientes do óleo, resistentes à degradação. Enquanto os compostos com estruturas mais simples degradam-se facilmente, essa mistura tende a acumular-se nos sedimentos (NRC, 1985; Volkman *et al.*, 1992).

Comparações com trabalhos pretéritos revelaram que, mesmo as maiores concentrações de hidrocarbonetos alifáticos totais obtidos nas estações 1, 2 e 5 da Baía de Santos são consideradas baixas em relação às registradas no alto estuário santista. Bicego & Weber (1987) observaram concentrações de até 547,6 $\mu\text{g.g}^{-1}$ em sedimentos do Canal de Santos. Mais recentemente, Medeiros & Bicego (2004b), estudando o alto estuário, verificaram teores de alifáticos entre 10,4 e 107,8 $\mu\text{g.g}^{-1}$, enquanto Bicego *et al.* (2006) obtiveram valores entre 73,9 e 2.508,0 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Essas concentrações são pelo menos 4 vezes maiores que às encontradas no presente trabalho e também por Medeiros & Bicego (2004b) na Baía de Santos, onde os teores de alifáticos estiveram entre 0,17 e 9,23 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Esses autores sugerem que os hidrocarbonetos alifáticos exportados do estuário à Baía de Santos são dispersos em virtude do hidrodinamismo. Por outro lado, as pequenas profundidades, o predomínio de frações finas de sedimentos, bem como as altas taxas de sedimentação encontradas na região do alto estuário, parece contribuir para que grande parte da carga de hidrocarbonetos aí lançada fique retida nos sedimentos (Martins, 2005). Em resumo, os valores de hidrocarbonetos alifáticos encontrados no interior da baía podem ser preferencialmente associados ao efluente descartado pelo emissário submarino.

Martins (2005) também realizou um estudo detalhado no estuário de Santos e verificou que os valores da razão C/N, do ICP e o predomínio de n-alcenos de cadeia longa e número ímpar de carbonos indicam que, embora haja uma importante contribuição antrópica de alifáticos, a origem da matéria orgânica sedimentar é principalmente terrígena. As contribuições associadas aos vários rios e canais que deságuam no baixo estuário e no manguezal constituem as principais fontes de matéria orgânica de origem continental e, conseqüentemente, atingem a Baía de Santos, como foi constatado pelos resultados do presente trabalho.

5.1.11. CONCENTRAÇÃO DOS HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs)

As concentrações de HPAs totais na baía variaram de < L.D.M a 319,1 ng.g⁻¹, sendo que os maiores valores foram encontrados nas estações próximas ao emissário submarino (estação 5) e na saída do Canal do Porto (estação 7). Na plataforma adjacente, os HPAs foram detectados apenas nas estações 7 e 9, localizadas próximo a Ilha da Moela (região a norte da Baía de Santos), local onde ocorre o descarte do sedimento dragado do Canal do Porto e do estuário, e variaram entre 66,4 e 147,3 ng.g⁻¹ (Tabela 17). Nesse estudo, os HPAs totais correspondem à soma dos 16 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos mais estudados no diagnóstico de poluição por essa classe de hidrocarbonetos, considerados pela Environmental Protection Agency (EPA - EUA) como prioritários devido a alta toxicidade e propriedades carcinogênicas e mutagênicas, além de incluir os derivados alquilados do naftaleno e fenantreno.

Como já citado anteriormente no tópico de apresentação dos resultados para os metais, o grau de contaminação química do sedimento, visando à proteção da vida aquática, pode ser classificado segundo valores-guia estabelecidos por diversas agências governamentais, entre elas a Environmental Protection Agency (EPA-EUA). Esses valores são baseados na probabilidade de ocorrência de efeito deletério a biota, considerando o menor (TEL) e maior limites (PEL), no qual são esperados efeitos adversos para os organismos. De acordo com esta agência, o valores de TEL e PEL para os HPAs totais seriam 1,684 e 16,770 ng.g⁻¹, respectivamente (Buchman, 1999). Assim, pode-se verificar na Tabela 17 que as concentrações de HPAs totais nas amostras de sedimento analisadas na Baía de Santos e plataforma adjacente não atingiram as concentrações definidas para TEL e PEL, que poderiam causar efeitos tóxicos sobre a biota, mesmo considerando as concentrações dos HPAs alquilados.

Para uma avaliação mais precisa a respeito das fontes de HPAs na área de estudo, também aplicou-se uma combinação de diversos índices para determinar a origem (petrogênica ou pirolítica) desses compostos nas amostras de sedimento.

A razão entre HPAs de menor (2-3 anéis aromáticos) e maior (4, 5 e 6 anéis aromáticos) massa molecular ($\Sigma-(2-3)/\Sigma-(4-6)$) apresentou valores inferiores a 0,13, indicando um predomínio de HPAs mais pesados, o que sugere uma origem pirolítica desses compostos.

Tabela 17 – Concentração dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ng.g⁻¹) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção e n.c. - não calculado (quando um dos termos da razão foi < L.D.M).

Compostos	Baía de Santos								Plataforma Continental					
	1	2	3	4	5	6	7	8	2	6	7	9	13	18
naftaleno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	5,49	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ-metil-naftaleno	1,18	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,06	< L.D.M	12,3	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ-dimetil-naftaleno	4,21	1,30	< L.D.M	< L.D.M	2,91	< L.D.M	14,6	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ-trimetil-naftaleno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	8,89	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
bifenil	1,15	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,03	< L.D.M	1,43	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
acenaftileno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
acenafteno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,32	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,77	< L.D.M	< L.D.M
fluoreno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,31	< L.D.M	1,72	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	1,52	< L.D.M	< L.D.M
fenantreno	7,56	6,35	1,20	< L.D.M	10,3	1,71	9,48	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	2,52	9,70	< L.D.M	< L.D.M
Σ-metil-fenantreno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	11,1	< L.D.M	11,7	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
antraceno	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
fluoranteno	16,3	17,2	3,59	< L.D.M	37,0	3,14	23,7	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	6,34	21,2	< L.D.M	< L.D.M
pireno	16,4	15,6	2,96	< L.D.M	30,8	2,80	18,4	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	5,47	12,9	< L.D.M	< L.D.M
benzo(a)antraceno	8,33	9,08	< L.D.M	< L.D.M	19,2	< L.D.M	15,9	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	4,63	15,1	< L.D.M	< L.D.M
criseno	10,0	10,6	1,97	< L.D.M	20,6	2,32	14,1	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	5,01	11,6	< L.D.M	< L.D.M
benzo(b)fluoranteno	16,6	18,5	2,48	< L.D.M	35,6	3,96	16,9	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	6,96	15,1	< L.D.M	< L.D.M
benzo(k)fluoranteno	13,2	14,4	< L.D.M	< L.D.M	23,6	2,88	11,3	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	6,39	11,0	< L.D.M	< L.D.M
benzo(e)pireno	12,3	12,7	1,81	< L.D.M	21,5	2,98	10,8	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	5,50	8,96	< L.D.M	< L.D.M
benzo(a)pireno	15,3	16,4	2,11	< L.D.M	28,4	2,65	16,8	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	7,35	14,3	< L.D.M	< L.D.M
perileno	18,3	16,9	2,40	< L.D.M	18,3	3,73	5,35	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	4,55	3,85	< L.D.M	< L.D.M
indeno [1,2,3-c,d]pireno	19,6	18,3	< L.D.M	< L.D.M	30,0	3,99	13,5	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	6,49	11,0	< L.D.M	< L.D.M
dibenzo(a,h)antraceno	3,00	3,20	< L.D.M	< L.D.M	4,82	< L.D.M	3,20	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	2,11	< L.D.M	< L.D.M
benzo(g,h,i)perileno	15,0	14,11	< L.D.M	< L.D.M	21,6	3,24	10,5	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	5,18	7,34	< L.D.M	< L.D.M
Σ HPAs	178,4	174,7	18,5	< L.D.M	319,1	33,4	227,2	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	66,4	147,3	< L.D.M	< L.D.M
Σ-alquil-HPAs	5,39	1,30	< L.D.M	< L.D.M	15,1	< L.D.M	47,5	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ-HPAs (2-3)	8,71	6,35	1,20	< L.D.M	12,6	1,71	19,4	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	2,52	13,0	< L.D.M	< L.D.M
Σ-HPAs (4-6)	146,0	150,2	14,9	< L.D.M	273,1	28,0	154,9	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	59,3	130,5	< L.D.M	< L.D.M
Σ-(2-3) / Σ-(4-6)	0,06	0,04	0,08	n.c.	0,05	0,06	0,13	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	0,10	n.c.	n.c.
Fl/S-202	0,50	0,53	0,55	n.c.	0,55	0,53	0,56	n.c.	n.c.	n.c.	0,54	0,62	n.c.	n.c.
Bz(a)a/S-228	0,45	0,46	n.c.	n.c.	0,48	n.c.	0,53	n.c.	n.c.	n.c.	0,48	0,57	n.c.	n.c.
Ind/S-276	0,57	0,57	n.c.	n.c.	0,58	0,55	0,56	n.c.	n.c.	n.c.	0,56	0,60	n.c.	n.c.

Para identificar a origem dos HPAs, foram utilizadas as razões específicas entre diferentes HPAs (Yunker *et al.*, 2002):

(I) fluoranteno/(fluoranteno+pireno) - (Fl/ Σ 202)

(II) benzo(a)antraceno/benzo(a)antraceno+antraceno+criseno) - (Bz(a)A/ Σ 226)

(III) indeno(1,2,3-c,d)pireno/(indeno(1,2,3-c,d)pireno+benzo(g,h,i)perileno) -(Ind// Σ 276)

Os valores obtidos para essas razões nas amostras em que puderam ser calculadas foram superiores a 0,40 (Tabela 17), indicando origem pirolítica associada à combustão de biomassa vegetal, carvão e combustíveis fósseis

Os resultados do presente trabalho sugerem que a descarga de efluentes petrogênicos contendo HPAs é menos significativa que as emissões atmosféricas provenientes dos processos diversos de combustão. De fato, a contribuição oriunda da queima de combustíveis fósseis por veículos automotores (carros, caminhões), de navios que adentram o Porto de Santos e das indústrias do pólo industrial de Cubatão têm aumentado sistematicamente nas últimas décadas em comparação com os aportes petrogênicos na região da Baixada Santista (Martins, 2005).

Da mesma forma como já citado para os hidrocarbonetos alifáticos, as concentrações de HPAs também exibiram valores muito reduzidos na Baía de Santos quando comparados aos teores encontrados em trabalhos prévios realizados no alto estuário santista e nas proximidades do Porto de Santos. Nishigima *et al.* (2001) registraram valores entre 10.980 e 42.390 ng.g⁻¹, enquanto Medeiros & Bicego (2004b) obtiveram concentrações entre 455,2 e 15.389 ng.g⁻¹ para amostras de sedimentos. Mais recentemente, Bicego *et al.* (2006) encontraram valores de HPAs totais variando de 325 e 68.130 ng.g⁻¹. Os valores registrados no presente trabalho foram compatíveis com aqueles obtidos por Medeiros & Bicego (2004b), onde estudando sedimentos da baía obtiveram concentrações entre 79,6 e 426,4 ng.g⁻¹.

Comparando-se com estudos anteriores citados, as concentrações de hidrocarbonetos alifáticos e HPAs registradas na Baía de Santos foram de 10 a 100 vezes menores que aqueles encontrados no estuário. Na plataforma adjacente, apenas os pontos próximos ao local de descarte de material dragado apresentaram hidrocarbonetos de origem antrópica. A ocorrência de HPAs foi pontual, com valores mais elevados ocorrendo nas proximidades da desembocadura do emissário submarino, saída do Canal do Porto e adjacências da área de lançamento do material dragado proveniente do Porto. Uma possível contribuição proveniente das atividades antrópicas envolvendo a queima de combustíveis fósseis, exercidas na região da Baixada Santista, também pode constituir uma fonte significativa dos HPAs encontrados na Baía de Santos.

Diante do exposto, os resultados sugerem que grande parte dos hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos resultantes das atividades humanas realizadas no estuário fica aí retida, não atingindo de forma significativa a Baía de Santos e a plataforma adjacente. Em ambas as áreas, a presença desses compostos é ocasionada principalmente por fontes pontuais de contribuição, como o emissário submarino de Santos e o material dragado do Canal do Porto, juntamente com o aporte atmosférico.

5.1.12. CONCENTRAÇÃO DOS BIFENILOS POLICLORADOS (PCBs)

As concentrações de PCBs totais (soma dos congêneres 8, 18, 26, 28, 29, 44, 49, 50, 52, 66, 87, 101, 105, 110, 118, 128, 138, 149, 151, 153, 157, 160, 170, 173, 180, 183, 187, 194, 195, 201, 206, 209) detectadas nas amostras de sedimento da Baía de Santos variaram de < LDM a 2,99 ng.g⁻¹ e nas da plataforma adjacente se apresentaram dentro do intervalo de < LDM a 0,38 ng.g⁻¹ (Tabela 18). Os PCBs detectados nas amostras de sedimento coletadas na baía e plataforma adjacente apresentaram níveis abaixo do TEL (nível limiar de efeito à comunidade biológica) determinado por Buchman (1999), estabelecido em 21,5 ng.g⁻¹.

A maior concentração de PCBs totais nas amostras de sedimento da baía foi encontrada na estação 5 (2,99 ng.g⁻¹), próxima ao emissário submarino. Entretanto, esse valor é muito menor que o limite de 200,0 ng.g⁻¹ estabelecido por Buchman (1999) para locais contaminados. A maior concentração nas amostras da plataforma foi detectada na estação 13 (0,38 ng.g⁻¹) (Tabela 18), localizada imediatamente na desembocadura da baía, na transição com a plataforma interna, exibindo a mesma ordem de grandeza daquelas da baía, podendo sugerir influência do emissário submarino José Menino.

Em ambas as áreas estudadas, observou-se a predominância dos tetra-, penta- and hexacloro bifenilos que constituíram 58 a 100% do total de PCBs. Proporção similar foi encontrada por Rajendran *et al.* (2005) em dois portos da Baía de Bengala, na Índia. A presença desses congêneres sugere uma maior contribuição da mistura comercial Aroclor 1254.

Somente as estações 3, 5 e 6 da baía apresentaram predominância dos triclorobifenilos, o que sugere que PCBs mais leves também podem ser introduzidos na região de Santos.

Tabela 18 - Concentração dos PCBs (ng.g⁻¹) nas estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental, onde: L.D.M - limite de detecção.

Compostos	Baía de Santos								Plataforma Continental					
	1	2	3	4	5	6	7	8	2	6	7	9	13	18
PCB-8	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-18	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,15	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,20	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-26	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-28	0,39	0,18	< L.D.M	< L.D.M	0,51	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-44	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-49	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-50	0,14	0,21	< L.D.M	< L.D.M	0,26	< L.D.M	< L.D.M	0,12	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,15	< L.D.M
PCB-52	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,20	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,09	< L.D.M	0,10	< L.D.M
PCB-66	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-87	0,15	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-101	0,19	0,16	< L.D.M	< L.D.M	0,34	< L.D.M	0,09	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,10	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-105	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-110	0,17	0,16	< L.D.M	< L.D.M	0,23	< L.D.M	0,11	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-118	0,15	0,10	< L.D.M	< L.D.M	0,19	< L.D.M	0,09	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-128	0,09	0,07	< L.D.M	< L.D.M	0,11	0,04	0,03	< L.D.M	< L.D.M	0,06	0,05	0,16	< L.D.M	< L.D.M
PCB-138/160	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,30	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-149	0,14	0,15	< L.D.M	< L.D.M	0,23	0,05	0,06	0,05	0,03	0,05	0,06	0,06	< L.D.M	< L.D.M
PCB-151	0,10	0,02	< L.D.M	< L.D.M	0,04	< L.D.M	< L.D.M	0,02	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-153	0,30	0,21	< L.D.M	< L.D.M	0,45	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-157	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-169	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-170	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-173	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-180	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	0,10	0,13	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-183	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-187	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-194	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-195	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-206	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
PCB-209	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M	< L.D.M
Σ-PCBs	1,82	1,26	< L.D.M	0,25	2,99	0,09	0,38	0,19	0,03	0,31	0,30	0,22	0,38	< L.D.M

Bícego *et al.* (2006), estudando os sedimentos superficiais do estuário santista, encontraram concentrações de PCBs totais variando de < 18,1 a 254,0 ng.g⁻¹. Esses valores são pelo menos 6 vezes maiores que àqueles verificados na saída do emissário. Assim, embora haja uma contribuição de PCBs para os sedimentos do estuário, esses não atingem a baía de forma significativa, sendo o emissário submarino a principal fonte de contribuição para tais compostos.

Estudos realizados por Bidoli (2006) em testemunhos coletados na plataforma adjacente indicaram maiores concentrações de PCBs nas proximidades da desembocadura da Baía de Santos (< 0,9 – 1,38 ng.g⁻¹). De acordo com a autora, a ocorrência de PCBs nessa área pode ser devido à proximidade com a Ilha da Moela, região que recebe o material dragado do canal do Porto de Santos, fato que corrobora os resultados obtidos no presente trabalho.

Os valores de PCBs encontrados no presente estudo são comparáveis aos de regiões como o Estuário de Hugli, Índia (Guzella *et al.*, 2005) e Golfo de Lions, França (Tolosa *et al.*, 1997), que são pouco impactadas por PCBs. Entretanto, os valores são menores quando comparados a regiões com intensas atividades portuárias, como o Porto de Alexandria, Egito (Barakat *et al.*, 2002) ou áreas industrializadas, como Baía

Narragansett, EUA (Hartmann *et al.*, 2004) ou região do Ebro, na Espanha, que apresentam um histórico de contaminação por PCBs.

5.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL – ANÁLISES ESTATÍSTICAS MULTIVARIADAS (ACP, ANOSIM, SIMPER, MANOVA)

Os resultados das análises estatísticas multivariadas são apresentados em três tópicos – Baía de Santos, Plataforma Continental adjacente e Baía de Santos + Plataforma Continental adjacente - com o intuito de apresentar um panorama das características ambientais das áreas estudadas e facilitar a compreensão dos perfis de cada ambiente.

As abordagens estatísticas envolvendo as características oceanográficas da Baía de Santos e plataforma continental adjacente foram realizadas com os dados coletados durante o inverno/2005, para ambas as áreas. Esse cuidado foi tomado para que as áreas não sejam comparadas em épocas do ano distintas, evitando inferências sazonais. Assim, a época do ano em que se realizaram campanhas amostrais concomitantes, na baía e plataforma, foi durante o inverno/2005.

5.2.1. BAÍA DE SANTOS

Embora o desenho amostral tenha incluído estações amostradas nas quatro estações do ano, deve-se ressaltar que, segundo já citado por Underwood (1997), não é possível uma abordagem sazonal, já que as campanhas oceanográficas foram realizadas apenas uma única vez em cada estação do ano, caracterizando um desenho amostral tipicamente espacial. Sendo assim, os resultados das análises estatísticas realizadas são exibidos mensalmente, não importando o caráter sazonal. Entretanto, a abordagem sazonal pode ser válida e complementar quando se compara os dados do presente trabalho com levantamentos pretéritos realizados em ambas as áreas, configurando o caráter temporal na variação dos parâmetros abióticos.

Uma vez que o conjunto de dados ambientais coletados na Baía de Santos é muito extenso, foi necessário condensá-lo para minimizar a influência de fatores ambientais irrelevantes. Para tanto, foi realizada uma ACP (*Análise de Componentes Principais*) para se obter a influência de cada grupo de fatores no eixo 1 (PC1) da ACP, utilizando-se, então, os scores do eixo 1 da ACP para realizar a ANOSIM. Essa manobra matemática permite que se reduza a matriz numérica, mantendo inalterada a tendência dos dados. A partir de tais valores, pôde-se aplicar a ANOSIM, que permitiu identificar diferenças significativas entre duas áreas estudadas (Tabela 19).

Primeiramente, foi realizada uma análise de agrupamento MDS para visualizar a formação dos grupos das estações analisadas. Na Figura 23 pode-se conferir a disposição das estações no plano cartesiano. Após tal análise, foi empregada a análise de similaridade (ANOSIM).

Considerando-se $p \leq 0,05$, os resultados da ANOSIM obtidos para a Baía de Santos indicaram que há duas áreas significativamente distintas ($p \leq 0,05$) no interior da baía em termos de características oceanográficas, sendo detectado um conjunto de estações ditas 'Adjacentes' (1, 3, 4, 6, 7 e 8, dispersas no interior da baía) e duas estações chamadas de 'Emissário' (2 e 5, ambas muito próximas à área de descarte de esgoto urbano proveniente do município de Santos), exceto para o mês de novembro de 2005 (Tabela 19).

Após detectar a diferença estatística entre ambos os grupos, considerou-se oportuno aplicar outra ferramenta estatística – SIMPER – a fim de se identificar as variáveis responsáveis pela distinção dos grupos formados. Os resultados são apresentados mensalmente para se evitar qualquer inferência sazonal.

Na Tabela 20, que exhibe tendências muito semelhantes para os meses de novembro 2004/2005 e março/2005, pode-se verificar as principais variáveis ambientais responsáveis pela diferenciação entre os grupos de estações denominados 'Adjacentes' (1, 3, 4, 6, 7 e 8) e 'Emissário' (2 e 5).

O grupo 'Adjacentes' teve grande influência da concentração de nutrientes, enquanto o grupo das estações ditas 'Emissário' foi fortemente influenciado pelas concentrações de componentes da matéria orgânica, como C/N/S. A distinção entre ambos os grupos se deu pela grande diferença da concentração de nutrientes e componentes da matéria orgânica. Tal indicação parece sugerir que realmente as estações 2 e 5, localizadas muito próximas do emissário submarino, estão sob a influência direta dos compostos provenientes do despejo urbano que ocorre na área.

Em julho/2005, os resultados do SIMPER foram discretamente diferentes daqueles obtidos para os meses citados anteriormente, principalmente devido à inclusão dos dados de contaminantes obtidos na campanha amostral de inverno (Tabela 20).

O grupo 'Adjacentes' exibiu grande influência das concentrações de metais e componentes da matéria orgânica, enquanto o grupo das estações ditas 'Emissário' foi fortemente influenciado pelas concentrações de compostos químicos (HPAs), indicadores de poluição fecal (LABs e esteróis), concentração de nutrientes e granulometria. Tal característica é facilmente interpretada quando se avalia conjuntamente a composição sedimentar e a proximidade com a fonte de despejo urbano.

As estações 2 e 5 exibiram o sedimento composto por frações finas, responsáveis por 'aprisionar' grande parte do material particulado e orgânico lançados pelo emissário submarino. Sendo assim, ambas as estações exibiram grande influência de tais variáveis.

A diferenciação de ambos os grupos se deu pelas concentrações de hidrocarbonetos do petróleo e indicadores de poluição fecal, metais, componentes da matéria orgânica e nutrientes, características marcadamente distintas em ambos os grupos, fato provavelmente explicado pela influência, em diferentes intensidade e diluição, do despejo urbano na Baía de Santos, atingindo as estações estudadas com concentrações distintas.

Tabela 19 - ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Baía de Santos.

Local	Mês	Estações	Grupo	R-Global	p-value
Baía de Santos	Novembro / 2004	1	Adjacente	0,656	0,036
		2	Emissário		
		3	Adjacente		
		4	Adjacente		
		5	Emissário		
		6	Adjacente		
		7	Adjacente		
		8	Adjacente		
	Março / 2005	1	Adjacente	0,802	0,036
		2	Emissário		
		3	Adjacente		
		4	Adjacente		
		5	Emissário		
		6	Adjacente		
		7	Adjacente		
		8	Adjacente		
	Julho / 2005	1	Adjacente	0,740	0,036
		2	Emissário		
		3	Adjacente		
		4	Adjacente		
		5	Emissário		
		6	Adjacente		
		7	Adjacente		
		8	Adjacente		
	Novembro / 2005	1	Adjacente	0,188	0,250
		2	Emissário		
		3	Adjacente		
		4	Adjacente		
		5	Emissário		
		6	Adjacente		
		7	Adjacente		
		8	Adjacente

Figura 23 – MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Baía de Santos nos meses de novembro 2004/2005, março/2005 e julho/2005.

Tabela 20 - SIMPER obtido para os grupos de estações denominados 'Adjacentes' e 'Emissário' estudados na Baía de Santos.

Baía de Santos	Novembro / 2004	Grupo Adjacente
		Variáveis % Contrib
		Granulometria 0,81
		Componentes da MO 5,71
		Profundidade + O ₂ 6,28
		Nutrientes 87,2
		Grupo Emissário
		Variáveis % Contrib
		Nutrientes 0,07
		Profundidade + O ₂ 0,38
		Granulometria 4,81
		Componentes da MO 94,74
		Grupos Adjacente + Emissário
		Variáveis % Contrib
		Componentes da MO 82,46
		Nutrientes 12,37
	Março / 2005	Grupo Adjacente
		Variáveis % Contrib
		Granulometria 1,45
		Profundidade + O ₂ 6,66
		Componentes da MO 24,84
		Nutrientes 67,07
		Grupo Emissário
		Variáveis % Contrib
		Profundidade + O ₂ 2,11
		Granulometria 2,82
		Nutrientes 17,91
		Componentes da MO 77,16
		Grupos Adjacente + Emissário
		Variáveis % Contrib
		Componentes da MO 81,61
		Nutrientes 14,28
	Julho / 2005	Grupo Adjacente
		Variáveis % Contrib
		Profundidade + O ₂ 0,41
		Nutrientes 14,76
		Granulometria 14,76
		Contaminantes 15,55
		Componentes da MO 21,07
		Metais 33,45
		Grupo Emissário
		Variáveis % Contrib
		Profundidade + O ₂ 0,06
		Metais 0,27
		Componentes da MO 2,12
		Nutrientes 16,66
		Granulometria 16,66
		Contaminantes 64,23
		Grupos Adjacente + Emissário
		Variáveis % Contrib
		Contaminantes 36,69
		Metais 25,97
		Componentes da MO 25,84
		Nutrientes 5,69
	Novembro / 2005	Grupo Adjacente
		Variáveis % Contrib
		Granulometria 3,06
		Profundidade + O ₂ 5,57
		Nutrientes 26,65
		Componentes da MO 64,72
		Grupo Emissário
		Variáveis % Contrib
		Componentes da MO 0,13
		Granulometria 0,26
		Profundidade + O ₂ 0,4
		Nutrientes 99,21
		Grupos Adjacente + Emissário
		Variáveis % Contrib
		Componentes da MO 60,21
		Nutrientes 30,64

5.2.2. PLATAFORMA CONTINENTAL ADJACENTE

Uma análise de agrupamento MDS foi realizada para visualizar a formação dos grupos das estações analisadas. Na Figura 24 pode-se conferir a disposição das estações no plano cartesiano. Após tal análise, foi empregada a análise de similaridade (ANOSIM).

Na ANOSIM aplicada para as estações da plataforma continental, verificou-se que não há diferenças significativas entre as estações amostradas nessa área, tendência indicada pelos valores de $p \geq 0,05$ (Tabela 21), o que demonstra que todas as estações, aparentemente, estão sob as mesmas condições oceanográficas.

Figura 24 – MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Plataforma Continental no inverno de 2005 e verão de 2006, onde: A, B, C, D, E e F correspondem às estações 2, 6, 7, 9, 13 e 18, respectivamente.

Para realizar essa análise, os dois grupos foram determinados de acordo com a proximidade com a porção externa da Baía de Santos. As estações 9 e 13, localizadas imediatamente na desembocadura da baía foram denominadas 'Saída da Baía', uma vez que se supõe que, além de aparentemente receberem o material orgânico e contaminantes provenientes do emissário submarino e sistema estuarino, também estão sob influência do material da dragagem do Canal do Porto que é despejado nas proximidades de ambos os pontos. As demais estações oceanográficas amostradas (2, 6, 7, 18) não estariam sob tais forças, formando o grupo 'Plataforma'.

A Figura 25 mostra um mapa da área de estudo no qual se pode observar tal hipótese. A fotografia de satélite indica a influência da pluma de sedimento proveniente do sistema estuarino que adentra a plataforma continental adjacente. Tal

pluma, além de conter sedimento fino advindo da erosão das encostas continentais, também possui matéria orgânica, compostos químicos e metais lançados no estuário e baía por meio do complexo industrial adjacente e emissário submarino, respectivamente.

O resultado da ANOSIM, porém, revelou que não há diferenças estatísticas significativas ($p \geq 0,05$) entre as estações da plataforma interna. Todas elas parecem ter as mesmas características, com padrões homogêneos para os parâmetros físicos e geoquímicos (Tabela 21).

Uma vez que se constatou que não há diferenças estatísticas entre ambos os grupos de estações, não se faz necessário o emprego do SIMPER.

Tabela 21 - ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Plataforma Continental.

Local	Mês	Estações	Grupo	R-Global	p-value
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2 (A)	Controle	-0,536	1,00
		6 (B)	Controle		
		7 (C)	Controle		
		9 (D)	Contaminada		
		13 (E)	Contaminada		
		18 (F)	Controle		
	Verão / 2006	2 (A)	Controle	0,179	0,20
		6 (B)	Controle		
		7 (C)	Controle		
		9 (D)	Contaminada		
		13 (E)	Contaminada		
		18 (F)	Controle

Figura 25 – Indicação da pluma sedimentar advinda da Baía de Santos, com influência sobre a Plataforma Continental, como evidenciado pela linha tracejada amarela.

(Fonte: False colour composition using Enhanced Thematic Mapper (ETM+) Band # 1(0.450-0.515 μm), 2(0.525-0.605 μm) and 4(0.760 - 0.900 μm) at 30m spatial resolution, from the Global Land Cover Facility, GLCF Earth Science Data Interface (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>).

5.2.3. BAÍA DE SANTOS E PLATAFORMA CONTINENTAL ADJACENTE

Primeiramente, foi realizada uma análise de agrupamento MDS para visualizar a formação dos grupos das estações analisadas. Na Figura 26 pode-se conferir a disposição das estações no plano cartesiano. Após tal análise, foi empregada a análise de similaridade (ANOSIM).

Figura 26 – MDS obtido para os fatores ambientais das estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental durante o inverno de 2005, onde: A, B, C, D, E e F correspondem às estações 2, 6, 7, 9, 13 e 18 (da plataforma), respectivamente.

Uma análise de similaridade (ANOSIM) também foi aplicada para se constatar que não há diferenças significativas entre as estações do interior da Baía de Santos e as estações posicionadas na plataforma adjacente.

De acordo com os resultados da ANOSIM, a hipótese nula foi rejeitada, pois o teste exibiu que há diferença fortemente significativa entre ambos os grupos de estações, indicado pelo $p = 0,004$ (Tabela 22).

Mais uma vez, para se reconhecer os principais fatores responsáveis pela diferenciação de ambos os grupos de estações, aplicou-se o SIMPER. Tal análise indicou que as estações do interior da baía são fortemente influenciadas pelas concentrações de hidrocarbonetos do petróleo e indicadores de poluição fecal (HPAs, LABs e esteróis), enquanto as estações localizadas na plataforma adjacente foram diferenciadas em especial pela profundidade e concentração de oxigênio dissolvido na água de fundo. Ambos os grupos foram principalmente distinguidos pelas concentrações de metais, composição granulométrica, concentrações de nutrientes

e hidrocarbonetos do petróleo e indicadores de poluição fecal, além da composição da matéria orgânica (Tabela 23).

Tabela 22 - ANOSIM obtido para os fatores ambientais das estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Local	Mês	Estações	Grupo	R-Global	p-value
Baía de Santos + Plataforma Continental	Julho / 2005	1	Baía	0,483	0,004
		2	Baía		
		3	Baía		
		4	Baía		
		5	Baía		
		6	Baía		
		7	Baía		
		8	Baía		
	Inverno / 2005	2 (A)	Plataforma		
		6 (B)	Plataforma		
		7 (C)	Plataforma		
		9 (D)	Plataforma		
		13 (E)	Plataforma		
		18 (F)	Plataforma		

Embora a porcentagem de contribuição das variáveis ambientais envolvidas no SIMPER seja muito semelhante (Tabela 23), vale lembrar que tais valores indicam a similaridade dos fatores ambientais entre as estações inseridas na análise. Porém, quando se avalia ambas as áreas (baía e plataforma) simultaneamente, observa-se que a dissimilaridade entre os ambientes é muito grande, evidenciando que ambos são distintos com relação às variáveis abióticas.

Os parâmetros químicos foram muito importantes para diferenciar ambos os grupos de estações. Tal resultado era esperado e foi confirmado pela ANOSIM e SIMPER, revelando que realmente há influência do despejo orgânico na Baía de Santos, mas esse parece não atingir a plataforma continental adjacente.

Para confirmar todos os resultados das análises realizadas acima, envolvendo os dois ambientes – Baía de Santos e Plataforma Continental adjacente – também realizou-se a MANOVA, uma ferramenta estatística empregada quando a hipótese trabalhada é a de que não há diferenças entre os grupos de estações no que diz respeito aos dados multivariados, incluindo na análise diversos parâmetros ambientais. Tais análises foram realizadas no pacote estatístico MINITAB 14.

A MANOVA foi realizada com três conjuntos de dados. No primeiro deles, colocando-se apenas as variáveis físicas (profundidade) e geológicas (composição sedimentar, concentrações de clorofila-*a* e feopigmento-*a*, matéria orgânica, porcentagem de água e carbonato de cálcio no sedimento e constituintes da matéria orgânica - CNS). Nessa análise, obteve-se $p = 0,030$, indicando diferenças significativas entre ambas as áreas em relação aos parâmetros ambientais.

A segunda abordagem incluiu apenas as concentrações de metais. Nessa análise, obteve-se $p = 0,035$, o que também indica que há diferença significativa entre ambas as áreas no que diz respeito à concentração de metais no sedimento.

Tabela 23 - SIMPER obtido para os fatores ambientais dos grupos de estações 'Baía' e 'Plataforma' estudadas na Baía de Santos e Plataforma Continental.

Baía de Santos + Plataforma Continental	Grupo Baía	
	Variáveis	% Contrib
	Profundidade + O ₂	0,20
	Nutrientes	8,33
	Granulometria	8,33
	Componentes da MO	24,26
	Metais	27,77
	Contaminantes	31,12
	Grupo Plataforma	
	Variáveis	% Contrib
	Nutrientes	3,54
	Granulometria	3,54
	Contaminantes	9,39
	Componentes da MO	25,11
	Metais	28,07
	Profundidade + O ₂	30,36
	Grupo Baía + Plataforma	
	Variáveis	% Contrib
	Componentes da MO	20,38
	Contaminantes	19,81
	Nutrientes	18,61
	Granulometria	18,61
	Metais	17,6

A última hipótese estudada foi a de que não havia diferença significativa entre as áreas, levando-se em conta as concentrações de hidrocarbonetos do petróleo e indicadores de poluição fecal, incluindo as concentrações de nutrientes, coprostanol, coprostanol, Σ -LABs, Σ -PAHs, Σ -alifáticos e metais. Nessa análise, obteve-se $p=0,041$, mais uma vez indicando grande diferença entre as estações da Baía de Santos e plataforma adjacente. Tais resultados vêm comprovar e reforçar os resultados que já haviam sido obtidos na ANOSIM.

Os padrões ambientais observados neste estudo corroboraram os trabalhos anteriormente desenvolvidos na área (Bícego & Weber, 1987; Braga & Muller, 1998; Braga *et al.*, 2000; Heitor, 2002; Abessa *et al.*, 2005). O conhecimento dos padrões exibidos pelas variáveis físicas e geoquímicas da água de fundo e sedimentos é essencial para a compreensão do ambiente, pois elas exercem papel fundamental nos fenômenos oceanográficos, processos de adsorção e liberação de compostos

químicos e estruturação das comunidades bênticas da Baía de Santos e plataforma adjacente.

5.3. ESTRUTURA DAS ASSOCIAÇÕES DOS ANELÍDEOS POLYCHAETA

5.3.1. DESCRITORES POPULACIONAIS

Um total de 6.159 ind./0,09m² foram identificados nas estações da Baía de Santos. A campanha de novembro/2005 foi responsável pela maior contribuição de organismos, com 3.778 ind./0,09m², seguida por março/2005 e julho/2005, com 1.393 ind./0,09m² e 988 ind./0,09m², respectivamente.

Na plataforma continental, foram obtidos valores de densidade menores em comparação à baía, com um total de 974 ind./0,09m² em ambas as campanhas realizadas. No inverno/2005 obteve-se 438 ind./0,09m², enquanto no verão/2006 identificou-se 536 ind./0,09m².

Em ambas as áreas estudadas, foram identificadas 118 espécies, distribuídas em 33 famílias. Alguns indivíduos não puderam ser identificados em nível específico devido ao reduzido tamanho ou por tratar-se de um material muito danificado, o que permitiu a identificação em nível genérico ou apenas de morfo-espécies.

A seguir, apresenta-se uma listagem completa das espécies de anelídeos Polychaeta encontradas na Baía de Santos e plataforma continental adjacente.

FILO ANNELIDA

CLASSE POLYCHAETA

FAMÍLIA ARABELLIDAE

Drilonereis filum (Claparedè, 1868)

FAMÍLIA ARENICOLIDAE

Arenicola cf. loveni loveni

FAMÍLIA CAPITELLIDAE Grube, 1862

Mediomastus capensis

Notomastus lobatus Hartman, 1947

FAMÍLIA DORVILLEIDAE Chamberlin, 1919

Dorvillea cf. articulata Hartman, 1938

FAMÍLIA EUNICIDAE Berthold, 1827

Lysidice ninetta (Audouin & Milne-Edwards, 1833)

Marphysa sebastiana Steiner & Amaral, 2000

FAMÍLIA FLABELLIGERIDAE Saint-Joseph, 1894

Piromis robertii (Hartman, 1951)

FAMÍLIA GLYCERIDAE Grube, 1850

Glycera sp.

Glycera americana Leidy, 1855

Glycera dibranchiata Ehlers, 1868

Hemipodus sp.

Hemipodus cf. californiensis (Hartman, 1938)

FAMÍLIA GONIADIDAE Kinberg, 1866

Glycinde multident (Muller, 1858)

Goniada sp.
Goniada brunnea Treadwell, 1906
Goniada cf. *emerita* Audouin & Milne-Edwards, 1833
Goniada falklandica Pratt, 1901
Goniada littorea Hartman, 1950
Goniada maculata Örsted, 1843

FAMÍLIA LUMBRINERIDAE Schmarda, 1861

Lumbricalus januarii (Grube, 1878)
Lumbrineris sp.
Lumbrineris inflata Moore, 1911
Lumbrineris janaiensis (Augener, 1934)
Lumbrinereis tetraura (Schmarda, 1861)
Ninöe brasiliensis Kinberg, 1865

FAMÍLIA MAGELONIDAE Cunningham & Ramage, 1888

Magelona sp.
Magelona crenulata Bolívar & Lana, 1986
Magelona posterelongata Bolívar & Lana, 1986
Magelona variolamellata Bolívar & Lana, 1986

FAMÍLIA NEREIDAE Johnston, 1865

Ceratocephale oculata Banse, 1977
Gymnonereis crosslandi (Monro, 1933)
Micronereides capensis Day, 1964
Nereis broa Lana & Sovierzski, 1987
Neanthes bruaca Lana & Sovierzski, 1987

FAMÍLIA NEPHTYDAE

Nephtys sp.
Nephtys simoni Perkins, 1980
Nephtys squamosa Ehlers, 1887

FAMÍLIA ONUPHIDAE Kinberg, 1865

Diopatra sp.
Diopatra dextrognatha Paxton & Bailey-Brock, 1986
Diopatra cf. *cuprea* (Bosc, 1802)
Diopatra cf. *tridentata* Hartman, 1944
Kinbergonuphis sp.
Kinbergonuphis difficilis (Fauchald, 1982)
Kinbergonuphis fauchaldi Lana, 1991
Kinbergonuphis orensanzii (Fauchald, 1982)
Mooreonuphis sp.
Mooreonuphis intermedia (Kinberg, 1865)
Mooreonuphis lineata Lana, 1991
Nothria sp. Fauchald, 1982
Onuphis sp.
Onuphis eremita oculata Hartman, 1951

FAMÍLIA OWENIIDAE Rioja, 1917

Owenia cf. *fusiformis* Delle Chiaje, 1844
Myriochele heeri

FAMÍLIA PECTINARIIDAE Quatrefages, 1866

Pectinaria (*Pectinaria*) *laelia* Nonato, 1981

FAMÍLIA PHOLOIDIDAE Kinberg, 1858

Pholöe sp.

FAMÍLIA PHYLLODOCIDAE Örsted, 1843

Eteone sp.
Anaitides madeirensis (Langerhans, 1880)

FAMÍLIA PILARGIDAE Saint-Joseph, 1899

Parandalia americana (Hartman, 1947)
Sigambra grubii Muller, 1858
Cabira cf. *incerta* Webster, 1879

FAMÍLIA POECILOCHAETIDAE Hannerz, 1956
Poecilochaetus sp.

FAMÍLIA POLYNOIDAE Malmgren, 1867
Eunöe sp. Malmgren, 1865
Eunöe papilosa Amaral & Nonato, 1982
Eunöe serrata Amaral & Nonato, 1982

FAMÍLIA SIGALIONIDAE Malmgren, 1867
Fimbriosthenelais mariani (Lana, 1984)
Sthenelanella sp. (Pettibone, 1969)

FAMÍLIA AMPHARETIDAE Malmgren, 1866
Ampharete sp.
Amphicteis sp.
Amphicteis gunneri
Isolda puelcha Muller, 1858

FAMÍLIA CHAETOPTERIDAE Audouin & Milne-Edwards, 1833
Spiochaetopterus sp.
Spiochaetopterus nonato Bhaud & Petti, 2001

FAMÍLIA CIRRATULIDAE Carus, 1863
Caulleriella sp.
Cirriformia sp.
Tharyx sp.

FAMÍLIA MALDANIDAE Malmgren, 1867
Axiothela sp.
Axiothela brasiliensis
Clymenella sp.
Petaloproctus sp.

FAMÍLIA OPHELIIDAE Malmgren, 1867
Armandia sp.
Ophelina sp.

FAMÍLIA ORBINIDAE Hartman, 1942
Nainereis setosa
Leitoscoloplos sp.
Orbinia sp.
Scoloplos sp.
Scoloplos (Leodamas) cf. rubra (Webster, 1879)

FAMÍLIA PARAONIDAE Cerruti, 1909
Aricidea sp.
Aricidea (A.) cf. *albatrossae*
Aricidea (A.) cf. *catharinae*
Aricidea (A.) cf. *curviseta* Day, 1963
Aricidea (A.) cf. *fragilis*
Aricidea (A.) cf. *simplex*
Aricidea (A.) cf. *taylori*
Cirrophorus americanus Strelzov, 1973
Cirrophorus branchiatus Ehlers, 1908

FAMÍLIA SABELLIDAE Malmgren, 1867
Hypsicomus sp.
Pseudobranchiomma sp.

FAMÍLIA SYLLIDAE
Exogone sp.
Syllis sp.

FAMÍLIA SPIONIDAE Grube, 1850
Laonice branchiata Nonato, Bolívar & Lana, 1986
Laonice cirrata

Minuspio cirrifera
Paraprionospio sp.
Paraprionospio pinnata (Ehlers, 1901)
Polydora sp.
Prionospio sp.
Prionospio dayi Foster, 1969
Prionospio steentrupi
Scolecopsis squamata
Spiophanes sp.
Spiophanes bombyx
Spiophanes missionensis Hartman, 1941

FAMÍLIA TEREBELLIDAE Malmgren, 1867

Pista sp.
Streblosoma sp.
Thelepus sp.

FAMÍLIA TRICHOBRANCHIDAE

Terebellides anguicomus

Para a estimativa dos descritores populacionais número total de indivíduos, número de espécies, diversidade, equitatividade, índice de Margalef, frequência de ocorrência e dominância de espécies, utilizou-se somente aqueles organismos que foram identificados até o nível de espécie ou de morfotipo, sabendo-se que se tratava sempre de uma única espécie. É importante ressaltar que os cálculos dos descritores populacionais, frequência de ocorrência e dominância foram realizados com as médias das densidades dos indivíduos identificados em cada local de coleta, já que havia um número maior de estações amostradas na baía em relação à plataforma.

Avaliando-se espacialmente os descritores populacionais, observou-se que todos variaram de forma heterogênea nas estações estudadas, tanto na baía quanto na plataforma (Tabela 24).

De forma geral, as estações 6 e 7, localizadas ao norte da baía, exibiram os maiores valores para todos os descritores populacionais avaliados, quando comparadas às demais estações. Os altos valores de riqueza específica e diversidade podem ser explicados pelo maior número de espécies presentes em ambas as estações, sem a dominância marcada de alguma delas em particular.

Nos meses de março e julho/2005, a estação 5 exibiu os menores valores para número total de indivíduos, sendo registrados 122 e 25 indivíduos, respectivamente. Contudo, em novembro/2005, tal estação apresentou o maior valor para o mesmo descritor (1.834 indivíduos). Neste local foi observado, em geral, o menor número de espécies e riqueza específica, com conseqüente baixa diversidade, variando de 0,53 (março/2005) a 1,68 (julho/2005). A equitatividade acompanhou tal tendência, estando entre 0,23 (março/05) e 0,84 (julho/2005), o que indica a dominância de algumas poucas espécies em determinadas épocas (março/2005).

É importante ressaltar que a estação 4 também teve destaque na campanha de novembro/2005, onde foram registrados apenas 2 indivíduos, o que implicou em

ausência de diversidade, equitatividade e riqueza específica.

A frequência de ocorrência da maioria das espécies encontradas na Baía de Santos variou de 16,7 a 33,3%; portanto, de acordo com Guille (1970), foram classificadas como espécies comuns. *Mediomastus capensis*, *Ninõe brasiliensis*, *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, *Magelona posterelongata*, *Goniada littorea*, *Glycinde multidentis*, *Parandalia americana* e *Tharyx* sp. foram classificadas como constantes e recorrentes nos meses amostrados, com frequência de ocorrência entre 50 e 100% (Tabela 25). Outras espécies classificadas como comuns, pertencentes às famílias Ampharetidae, Cirratulidae, Glyceridae, Lumbrineridae, Maldanidae, Onuphidae, Opheliidae, Oweniidae, Paraonidae, Pilargidae, Poecilochaetidae, Spionidae e Trichobranchidae, também exibiram frequências de ocorrência importantes, porém não foram reincidentes em todos os meses amostrados.

Na Baía de Santos, *Aricidea* (A.) cf. *catharinae* e *Mediomastus capensis* foram dominantes nas 3 campanhas realizadas. O paraonídeo exibiu dominância variando de 31,0 a 22,6%, enquanto o capitélídeo representou de 20,7 a 46,9%. Algumas outras espécies exibiram dominância total acima de 5%, sendo elas: *Aricidea* (A.) cf. *curviseta* (8,2%), *Magelona posterelongata* (7,3%), *Ninõe brasiliensis* (6,6%), *Tharyx* sp. (6,0%) e *Cirriformia* sp. (5,0%). As demais espécies exibiram contribuição inferior a 4,5% (Tabela 26).

Uma análise de variância (ANOVA) foi aplicada sobre os dados dos descritores populacionais para se evidenciar as possíveis diferenças espaciais e temporais (Tabela 27). A análise revelou diferença não significativa ($p > 0,05$) no comportamento dos descritores na abordagem sazonal. Porém, o número de espécies, riqueza e diversidade confirmaram diferenças significativas entre as estações estudadas ($p \leq 0,05$). O teste Tukey *pos hoc* indicou que as estações 4, 5, 6 e 7 foram significativamente diferentes das demais em relação aos parâmetros citados, para $p \leq 0,05$.

Comparativamente, as estações da plataforma continental adjacente exibiram maior número de indivíduos em ambos os períodos amostrados. Os maiores valores foram registrados na estação 9 do inverno (1.124 indivíduos) e 18 do verão (1.183 indivíduos). Nos demais locais, tal parâmetro variou de 162 (estação 2) a 748 indivíduos (estação 13), ambas as estações amostradas no inverno. A estação 18 exibiu os menores valores para número de espécies e riqueza de Margalef em ambas as campanhas oceanográficas; porém, nesse ponto, a equitatividade não acompanhou essa tendência observada (Tabela 24).

Tabela 24 - Descritores populacionais número de indivíduos (n), número de espécies (S), diversidade (H'), equitatividade (J') e riqueza específica (d) avaliados para as estações amostradas na Baía de Santos e Plataforma Continental.

Local	Campanha	Estações	Número de Indivíduos (n)	Riqueza de Espécies (S)	Diversidade (H')	Equitatividade (J')	Índice de Margalef (d)
Baía de Santos	Março / 2005	2	509	12	2,02	0,56	1,77
		4	324	6	1,50	0,58	0,86
		5	122	5	0,53	0,23	0,83
		6	162	16	3,04	0,76	2,95
		7	126	23	4,09	0,90	4,55
		8	151	8	1,72	0,57	1,40
	Julho / 2005	2	432	11	1,77	0,51	1,65
		5	25	4	1,68	0,84	0,93
		6	333	26	3,89	0,83	4,30
		7	198	19	3,15	0,74	3,40
	Novembro / 2005	2	495	19	2,46	0,58	2,90
		4	2	1	0,00	****	****
		5	1834	13	1,58	0,43	1,60
		6	533	27	3,54	0,74	4,14
		7	720	21	2,77	0,63	3,04
		8	194	9	2,08	0,65	1,52
Plataforma Continental	Inverno / 2005	2	162	34	4,08	0,80	6,49
		6	325	36	2,75	0,53	6,05
		7	532	30	2,57	0,52	4,62
		9	1124	39	2,49	0,47	5,41
		13	748	28	2,52	0,52	4,08
		18	637	22	2,91	0,65	3,25
	Verão / 2006	2	351	43	4,49	0,83	7,17
		6	462	41	3,96	0,74	6,52
		7	285	39	3,94	0,75	6,72
		9	388	36	4,35	0,84	5,87
		13	466	38	3,99	0,76	6,02
		18	1183	34	2,46	0,48	4,66

Tabela 25 - Frequência de ocorrência (%) e classificação das espécies de Polychaeta identificadas na Baía de Santos (espécies em negrito indicam constância nas épocas amostradas).

Março / 2005	Frequência de Ocorrência (%)	Classif.
Mediomastus capensis	83,3	Constantes
Ninõe brasiliensis	83,3	
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	83,3	
Tharyx sp.	83,3	
Aricidea (A.) cf. catharinae	66,7	
Magelona posterelongata	66,7	
<i>Aricidea (A.) cf. curviseta</i>	50,0	
Glycinde multidentis	50,0	
Goniada littorea	50,0	
Parandalia americana	50,0	
<i>Prionospio sp.</i>	50,0	Comuns
<i>Cabira incerta</i>	33,3	
<i>Clymenella sp.</i>	33,3	
<i>Lumbrineris sp.</i>	33,3	
<i>Axiiothela brasiliensis</i>	16,7	
<i>Diopatra sp.</i>	16,7	
<i>Dipatra cf. cuprea</i>	16,7	
<i>Drilonereis filum</i>	16,7	
<i>Eunõe sp.</i>	16,7	
<i>Exogone sp.</i>	16,7	
<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	16,7	
<i>Goniada cf. emerita</i>	16,7	
<i>Hypsicomus sp.</i>	16,7	
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	16,7	
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	16,7	
<i>Magelona pappilicornis</i>	16,7	
<i>Magelona variolamellata</i>	16,7	
<i>Marphisa sebastiana</i>	16,7	
<i>Nephtys sp.</i>	16,7	
<i>Owenia fusiformis</i>	16,7	
<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	16,7	
<i>Sigambra grubii</i>	16,7	
<i>Terebellides anguicomus</i>	16,7	
<i>Thelepus sp.</i>	16,7	

Julho / 2005	Frequência de Ocorrência (%)	Classif.
Mediomastus capensis	100,0	Constantes
Aricidea (A.) cf. catharinae	75,0	
<i>Cirriiformia sp.</i>	75,0	
Magelona posterelongata	75,0	
Ninõe brasiliensis	75,0	
Parandalia americana	75,0	
<i>Paraprionospio pinnata</i>	75,0	
<i>Armandia sp.</i>	50,0	
<i>Axiiothela brasiliensis</i>	50,0	
Glycinde multidentis	50,0	
Goniada littorea	50,0	Comuns
<i>Hemipodus sp.</i>	50,0	
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	50,0	
<i>Lumbrineris sp.</i>	50,0	
<i>Poecilochaetus sp.</i>	50,0	
<i>Prionospio sp.</i>	50,0	
<i>Terebellides anguicomus</i>	50,0	
Tharyx sp.	50,0	
<i>Amphicteis gunneri</i>	25,0	
<i>Arenicola cf. loveni loveni</i>	25,0	
<i>Aricidea (A.) cf. fragilis</i>	25,0	
<i>Ceratocephale oculata</i>	25,0	
<i>Clymenella sp.</i>	25,0	
<i>Drilonereis filum</i>	25,0	
<i>Eunõe papillosa</i>	25,0	
<i>Goniada sp.</i>	25,0	
<i>Goniada cf. emerita</i>	25,0	
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	25,0	
<i>Marphisa sebastiana</i>	25,0	
<i>Mooreonuphis sp.</i>	25,0	
<i>Owenia fusiformis</i>	25,0	
<i>Pectinaria (Pectinaria) laelia</i>	25,0	
<i>Sigambra grubii</i>	25,0	
<i>Spiophanes sp.</i>	25,0	
<i>Spiophanes missionensis</i>	25,0	
<i>Thelepus sp.</i>	25,0	

Novembro / 2005	Frequência de Ocorrência (%)	Classif.
Aricidea (A.) cf. catharinae	100,0	Constantes
Mediomastus capensis	83,3	
<i>Amphicteis gunneri</i>	66,7	
Goniada littorea	66,7	
Magelona posterelongata	66,7	
Ninõe brasiliensis	66,7	
<i>Owenia fusiformis</i>	66,7	
Tharyx sp.	66,7	
<i>Armandia sp.</i>	50,0	
Glycinde multidentis	50,0	Comuns
<i>Kinbergonuphis oreansanji</i>	50,0	
Parandalia americana	50,0	
<i>Sigambra grubii</i>	50,0	
<i>Isolda puelcha</i>	33,3	
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	33,3	
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	33,3	
<i>Magelona variolamellata</i>	33,3	
<i>Marphisa sebastiana</i>	33,3	
<i>Paraprionospio pinnata</i>	33,3	
<i>Prionospio sp.</i>	33,3	
<i>Poecilochaetus sp.</i>	33,3	
<i>Arenicola cf. loveni loveni</i>	16,7	
<i>Aricidea (A.) cf. curviseta</i>	16,7	
<i>Axiiothela brasiliensis</i>	16,7	
<i>Cirriiformia sp.</i>	16,7	
<i>Clymenella sp.</i>	16,7	
<i>Drilonereis filum</i>	16,7	
<i>Exogone sp.</i>	16,7	
<i>Glycera americana</i>	16,7	
<i>Glycera dibranchiata</i>	16,7	
<i>Goniada maculata</i>	16,7	
<i>Lumbrineris sp.</i>	16,7	
<i>Mooreonuphis sp.</i>	16,7	
<i>Myriochele heeri</i>	16,7	
<i>Nainereis setosa</i>	16,7	
<i>Nephtys squamosa</i>	16,7	
<i>Piromis cf. robertii</i>	16,7	
<i>Scoloplos sp.</i>	16,7	
<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	16,7	
<i>Spiophanes sp.</i>	16,7	
<i>Sthenelanelia sp.</i>	16,7	
<i>Streblosoma sp.</i>	16,7	
<i>Terebellides anguicomus</i>	16,7	
<i>Thelepus sp.</i>	16,7	

Tabela 26 - Dominância (%) das espécies de Polychaeta identificadas na Baía de Santos (espécies em negrito indicam os maiores valores para dominância nos meses amostrados).

Março / 2005	Dominância (%)	Julho / 2005	Dominância (%)	Novembro / 2005	Dominância (%)
Aricidea (A.) cf. catharinae	31,0	Aricidea (A.) cf. catharinae	30,5	Mediomastus capensis	46,9
Mediomastus capensis	25,7	Mediomastus capensis	20,7	Aricidea (A.) cf. catharinae	22,6
<i>Aricidea (A.) cf. curviseta</i>	8,2	<i>Magelona posterelongata</i>	7,3	<i>Tharyx</i> sp.	6,0
<i>Ninõe brasiliensis</i>	6,6	<i>Cirriformia</i> sp.	5,0	<i>Ninõe brasiliensis</i>	3,8
<i>Magelona posterelongata</i>	4,5	<i>Armandia</i> sp.	4,8	<i>Goniada littorea</i>	3,8
<i>Prionospio</i> sp.	3,9	<i>Prionospio</i> sp.	4,6	<i>Armandia</i> sp.	3,3
<i>Tharyx</i> sp.	3,2	<i>Ninõe brasiliensis</i>	3,4	<i>Magelona posterelongata</i>	2,3
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	2,9	<i>Tharyx</i> sp.	3,4	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	1,8
<i>Goniada littorea</i>	2,4	<i>Goniada littorea</i>	3,0	<i>Kinbergonuphis orensanzii</i>	1,7
<i>Owenia fusiformis</i>	1,8	<i>Paraprionospio pinnata</i>	2,5	<i>Prionospio</i> sp.	1,3
<i>Glycinde multident</i>	1,6	<i>Parandalia americana</i>	1,8	<i>Owenia fusiformis</i>	1,1
<i>Parandalia americana</i>	1,0	<i>Owenia fusiformis</i>	1,6	<i>Amphicteis gunneri</i>	1,1
<i>Kinbergonuphis</i> sp.	0,8	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	1,4	<i>Glycinde multident</i>	0,5
<i>Goniada</i> cf. <i>emerita</i>	0,6	<i>Spiophanes missionensis</i>	1,1	<i>Parandalia americana</i>	0,5
<i>Clymenella</i> sp.	0,6	<i>Axiothela brasiliensis</i>	0,9	<i>Arenicola</i> cf. <i>loveni loveni</i>	0,4
<i>Exogone</i> sp.	0,5	<i>Glycinde multident</i>	0,9	<i>Kinbergonuphis</i> sp.	0,3
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0,5	<i>Terebellides anguicomus</i>	0,9	<i>Isolda puelcha</i>	0,3
<i>Drilonereis filum</i>	0,5	<i>Lumbrineris</i> sp.	0,9	<i>Mooreonuphis</i> sp.	0,2
<i>Sigambra grubii</i>	0,5	<i>Hemipodus</i> sp.	0,7	<i>Sigambra grubii</i>	0,2
<i>Magelona variolamellata</i>	0,3	<i>Ceratocephale oculata</i>	0,5	<i>Goniada maculata</i>	0,2
<i>Lumbrineris</i> sp.	0,3	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,5	<i>Paraprionospio pinnata</i>	0,2
<i>Cabira incerta</i>	0,3	<i>Goniada</i> cf. <i>emerita</i>	0,5	<i>Marphysa sebastiana</i>	0,2
<i>Nephtys</i> sp.	0,2	<i>Mooreonuphis</i> sp.	0,2	<i>Streblosoma</i> sp.	0,1
<i>Axiothela brasiliensis</i>	0,2	<i>Kinbergonuphis</i> sp.	0,2	<i>Terebellides anguicomus</i>	0,1
<i>Hypsicomus</i> sp.	0,2	<i>Clymenella</i> sp.	0,2	<i>Drilonereis filum</i>	0,1
<i>Terebellides anguicomus</i>	0,2	<i>Goniada</i> sp.	0,2	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,1
<i>Thelepus</i> sp.	0,2	<i>Marphysa sebastiana</i>	0,2	<i>Magelona variolamellata</i>	0,1
<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	0,2	<i>Amphicteis gunneri</i>	0,2	<i>Axiothela brasiliensis</i>	0,1
<i>Eunõe</i> sp.	0,2	<i>Thelepus</i> sp.	0,2	<i>Clymenella</i> sp.	0,1
<i>Magelona pappilicornis</i>	0,2	<i>Eunõe papillosa</i>	0,2	<i>Glycera americana</i>	0,1
<i>Leitoscoloplos</i> sp.	0,2	<i>Aricidea (A.) cf. fragilis</i>	0,2	<i>Glycera dibranchiata</i>	0,1
<i>Diopatra</i> sp.	0,2	<i>Spiophanes</i> sp.	0,2	<i>Thelepus</i> sp.	0,1
<i>Dipatra</i> cf. <i>cuprea</i>	0,2	<i>Drilonereis filum</i>	0,2	<i>Piromis</i> cf. <i>robertii</i>	0,1
<i>Marphysa sebastiana</i>	0,2	<i>Arenicola</i> cf. <i>loveni loveni</i>	0,2	<i>Sthenelanelia</i> sp.	0,1
<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	0,2	<i>Sigambra grubii</i>	0,2	<i>Exogone</i> sp.	0,1
		<i>Pectinaria (Pectinaria) laelia</i>	0,2	<i>Nainereis setosa</i>	0,1
				<i>Nephtys squamosa</i>	0,1
				<i>Myriochele heeri</i>	0,1
				<i>Scoloplos</i> sp.	0,1
				<i>Spiophanes</i> sp.	0,1
				<i>Lumbrineris</i> sp.	0,1
				<i>Aricidea (A.) cf. curviseta</i>	0,1
				<i>Cirriformia</i> sp.	0,1
				<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	0,1

Tabela 27 - Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Baía de Santos.

Parâmetros	Graus de Liberdade	Número de Indivíduos	Número de Espécies	Diversidade	Equitatividade	Índice de Margalef
Estações	5	0,708	0,003	0,009	0,254	0,003
Meses	2	0,230	0,330	0,938	0,478	0,887

Teste Tukey (pos hoc)					
Parâmetros	Número de Indivíduos	Número de Espécies	Diversidade	Equitatividade	Índice de Margalef
Estações	$p > 0,05$	$p \leq 0,05$ (# 4, 5, 6 e 7)	$p \leq 0,05$ (# 4, 5, 6 e 7)	$p > 0,05$	$p \leq 0,05$ (# 4, 5, 6 e 7)
Meses	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Os maiores valores de diversidade, equitatividade e riqueza de espécies foram registrados na estação 2, tanto no inverno quanto no verão. O comportamento dos descritores sugere que não houve dominância de nenhuma espécie.

Considerando-se a frequência de ocorrência nos dois períodos amostrados, *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, *Mediomastus capensis*, *Cirrophorus americanus*, *Magelona posterelongata*, *Neanthes bruaca*, *Parandalia americana*, *Prionospio dayi* e *Sigambra grubii* exibiram 100% de frequência de ocorrência; *Ninöe brasiliensis* e *Spiophanes bombyx* contribuíram com 83%, e *Amphicteis gunneri*, *Eunöe serrata*, *Notomastus lobatus* e *Syllis* sp. com 50% (Tabela 28). Todas as espécies citadas podem ser classificadas como constantes, pois sua frequência de ocorrência esteve acima de 50%.

A maioria das espécies das famílias Phyllodocidae, Paraonidae, Maldanidae, Pilargidae, Cirratulidae, Arabellidae, Polynoidea, Glyceridae, Opheliidae, Lumbrineridae, Goniadidae, Onuphidae, Magelonidae, Nephtyidae, Oweniidae, Spionidae, Ampharetidae, Nereididae, Pholoididae, Chaetopteridae, Eunicidae, Trichobranchidae, Syllidae e Terebellidae tiveram frequência de ocorrência entre 16,7 a 33,3 %, sendo assim classificadas como comuns. Espécies raras, ou seja, com frequência inferior a 10%, não foram registradas.

Na plataforma continental, *Prionospio dayi* e *Mediomastus capensis* foram dominantes nas duas campanhas realizadas. Ambas exibiram dominância marcante no inverno em relação ao verão, sendo que o espionídeo representou de 31,3 e 40,8% e o capitelídeo de 10,2 a 18,0% da dominância total. Algumas outras espécies exibiram dominância acima de 5%, sendo elas: *Magelona posterelongata*, com 7,4% (inverno) e 9,1% (verão), *Prionospio* sp., com 6,0% (inverno) e *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, com 5,5% (verão). As demais espécies exibiram contribuição inferior a 4,7 % na dominância total e podem ser conferidas na Tabela 29.

A análise de variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados nas estações da plataforma indicou que os parâmetros número de espécies ($p = 0,025$), riqueza ($p = 0,012$) e diversidade ($p = 0,037$) exibiram diferenças significativas quando se considerou a sazonalidade. A riqueza específica foi o único descritor que exibiu $p \leq 0,05$ na avaliação espacial. O teste Tukey *pos hoc* revelou que a estação 6 exibiu comportamento significativamente diferente para a riqueza específica quando comparada aos demais pontos, com $p = 0,016$ (Tabela 30).

Embora verificado na Tabela 24 que os descritores populacionais apresentaram valores incrementados para as estações da plataforma continental adjacente, é importante aplicar uma análise de variância (ANOVA) para constatar se as diferenças numéricas são estatisticamente relevantes. Na Tabela 31 pode-se conferir que os parâmetros número de espécies ($p = 0,000$), riqueza de espécies ($p = 0,000$) e diversidade específica ($p = 0,007$) foram significativamente diferentes entre as duas áreas estudadas, sugerindo que os ambientes possuem características ambientais distintas, que podem estar influenciando a população dos anelídeos Polychaeta, principalmente com relação à ocorrência de espécies nos locais.

Tabela 28 - Frequência de ocorrência (%) e classificação das espécies de Polychaeta identificadas na Plataforma Continental (espécies em negrito indicam recorrências nos meses amostrados).

Inverno / 2005	Frequência de Ocorrência (%)	Classif.	Verão / 2006	Frequência de Ocorrência (%)	Classif.
<i>Aricidae (A.) cf. catharinae</i>	100,0	Constantes	<i>Aricidae (A.) cf. catharinae</i>	100,0	Constantes
<i>Armandia sp.</i>	100,0		<i>Ceratocephale oculata</i>	100,0	
<i>Cirrophorus americanus</i>	100,0		<i>Cirrophorus americanus</i>	100,0	
<i>Magelona posterelongata</i>	100,0		<i>Magelona posterelongata</i>	100,0	
<i>Mediomastus capensis</i>	100,0		<i>Mediomastus capensis</i>	100,0	
<i>Neanthes bruaca</i>	100,0		<i>Neanthes bruaca</i>	100,0	
<i>Parandalia americana</i>	100,0		<i>Parandalia americana</i>	100,0	
<i>Paraprionospio pinnata</i>	100,0		<i>Poecilochaetus sp.</i>	100,0	
<i>Prionospio dayi</i>	100,0		<i>Prionospio dayi</i>	100,0	
<i>Sigambra grubii</i>	100,0		<i>Scoloplos sp.</i>	100,0	
<i>Tharyx sp.</i>	100,0		<i>Sigambra grubii</i>	100,0	
<i>Aricidae sp.</i>	83,3		<i>Clymenella sp.</i>	83,3	
<i>Lumbricalus januarii</i>	83,3		<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	83,3	
<i>Magelona variolamellata</i>	83,3		<i>Goniada littorea</i>	83,3	
<i>Ninõe brasiliensis</i>	83,3		<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	83,3	
<i>Poecilochaetus sp.</i>	83,3		<i>Ninõe brasiliensis</i>	83,3	
<i>Spiophanes bombyx</i>	83,3		<i>Nothria sp.</i>	83,3	
<i>Aricidae (A.) cf. albatrossae</i>	66,7		<i>Spiophanes bombyx</i>	83,3	
<i>Aricidae (A.) cf. taylori</i>	66,7		<i>Tharyx sp.</i>	83,3	
<i>Amphicteis gunneri</i>	50,0		<i>Aricidae (A.) cf. curviseta</i>	66,7	
<i>Clymenella sp.</i>	50,0		<i>Axiiothela cf. brasiliensis</i>	66,7	
<i>Eunõe serrata</i>	50,0		<i>Glycera americana</i>	66,7	
<i>Glycera americana</i>	50,0		<i>Goniada maculata</i>	66,7	
<i>Goniada littorea</i>	50,0		<i>Lumbricalus januarii</i>	66,7	
<i>Gymnonereis crosslandi</i>	50,0		<i>Paraprionospio pinnata</i>	66,7	
<i>Lumbrineris tetraura</i>	50,0		<i>Amphicteis gunneri</i>	50,0	
<i>Notomastus lobatus</i>	50,0		<i>Anaitides madeirensis</i>	50,0	
<i>Syllis sp.</i>	50,0		<i>Aricidae sp.</i>	50,0	
<i>Anaitides madeirensis</i>	33,3	Comuns	<i>Aricidae (A.) cf. taylori</i>	50,0	
<i>Aricidae (A.) cf. curviseta</i>	33,3		<i>Armandia sp.</i>	50,0	
<i>Aricidae (A.) cf. fragilis</i>	33,3		<i>Dorvillea cf. articulata</i>	50,0	
<i>Axiiothela cf. brasiliensis</i>	33,3		<i>Drilonereis filum</i>	50,0	
<i>Cabira incerta</i>	33,3		<i>Eunõe sp.</i>	50,0	
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	33,3		<i>Eunõe serrata</i>	50,0	
<i>Drilonereis filum</i>	33,3		<i>Glycinde multidentis</i>	50,0	
<i>Eunõe papillosa</i>	33,3		<i>Goniada brunnea</i>	50,0	
<i>Glycera dibranchiata</i>	33,3		<i>Kinbergonuphis orensanzii</i>	50,0	
<i>Glycinde multidentis</i>	33,3		<i>Laonice branchiata</i>	50,0	
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	33,3		<i>Magelona crenulata</i>	50,0	
<i>Magelona crenulata</i>	33,3		<i>Mooreonuphis intermedia</i>	50,0	
<i>Nephtys simoni</i>	33,3		<i>Notomastus lobatus</i>	50,0	
<i>Nothria sp.</i>	33,3		<i>Orbinia sp.</i>	50,0	
<i>Owenia fusiformis</i>	33,3		<i>Syllis sp.</i>	50,0	
<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	33,3		<i>Diopatra dextrognatha</i>	33,3	Comuns
<i>Terebellides anguicomus</i>	33,3		<i>Eunõe papillosa</i>	33,3	
<i>Ampharete sp.</i>	16,7		<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	33,3	
<i>Aricidae (A.) cf. simplex</i>	16,7		<i>Lumbrineris sp.</i>	33,3	
<i>Ceratocephale oculata</i>	16,7		<i>Nephtys simoni</i>	33,3	
<i>Diopatra dextrognatha</i>	16,7		<i>Nephtys squamosa</i>	33,3	
<i>Diopatra tridentata</i>	16,7		<i>Onuphis eremita oculata</i>	33,3	
<i>Eunõe sp.</i>	16,7		<i>Paraprionospio sp.</i>	33,3	
<i>Exogone sp.</i>	16,7		<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	33,3	
<i>Goniada maculata</i>	16,7		<i>Amphicteis sp.</i>	16,7	
<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	16,7		<i>Aricidae (A.) cf. albatrossae</i>	16,7	
<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	16,7		<i>Aricidae (A.) cf. fragilis</i>	16,7	
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	16,7		<i>Cirrophorus branchiatus</i>	16,7	
<i>Lysidice ninetta</i>	16,7		<i>Goniada falklandica</i>	16,7	
<i>Mooreonuphis intermedia</i>	16,7		<i>Gymnonereis crosslandi</i>	16,7	
<i>Nephtys squamosa</i>	16,7		<i>Laonice cirrata</i>	16,7	
<i>Pholoe sp.</i>	16,7		<i>Leitoscoloplos sp.</i>	16,7	
<i>Prionospio sp.</i>	16,7		<i>Lumbrineris inflata</i>	16,7	
<i>Scoelepis squamata</i>	16,7		<i>Lumbrineris janaiensis</i>	16,7	
<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	16,7		<i>Lumbrineris tetraura</i>	16,7	
<i>Sthenelasma sp.</i>	16,7		<i>Lysidice ninetta</i>	16,7	
<i>Streblosoma sp.</i>	16,7		<i>Magelona sp.</i>	16,7	
<i>Thelepus sp.</i>	16,7		<i>Magelona variolamellata</i>	16,7	
			<i>Micronereides capensis</i>	16,7	
			<i>Minuspia cirrifera</i>	16,7	
			<i>Mooreonuphis lineata</i>	16,7	
			<i>Nephtys sp.</i>	16,7	
			<i>Ophelina sp.</i>	16,7	
			<i>Petaloproctus sp.</i>	16,7	
			<i>Pista sp.</i>	16,7	
			<i>Polydora sp.</i>	16,7	
			<i>Prionospio steentrupi</i>	16,7	
			<i>Spiochaetopterus sp.</i>	16,7	
			<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	16,7	
			<i>Spiophanes sp.</i>	16,7	
			<i>Spiophanes missionensis</i>	16,7	
			<i>Terebellides anguicomus</i>	16,7	
			<i>Thelepus sp.</i>	16,7	

Tabela 29 - Dominância (%) das espécies de Polychaeta identificadas na Plataforma Continental (espécies em negrito indicam os maiores valores para dominância nos meses amostrados).

Inverno / 2005	Dominância (%)	Verão / 2006	Dominância (%)
Prionospio dayi	40,8	Prionospio dayi	31,3
Mediomastus capensis	18,0	Mediomastus capensis	10,2
<i>Magelona posterelongata</i>	7,4	<i>Magelona posterelongata</i>	9,1
<i>Prionospio</i> sp.	6,0	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	5,5
<i>Parandalia americana</i>	3,1	<i>Spiophanes bombyx</i>	4,7
<i>Armandia</i> sp.	2,9	<i>Cirrophorus americanus</i>	3,3
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	2,3	<i>Notomastus lobatus</i>	3,3
<i>Sigambra grubii</i>	1,7	<i>Tharyx</i> sp.	3,0
<i>Spiophanes bombyx</i>	1,6	<i>Armandia</i> sp.	2,5
<i>Cirrophorus americanus</i>	1,3	<i>Parandalia americana</i>	2,2
<i>Neanthes bruaca</i>	1,3	<i>Magelona variolamellata</i>	1,7
<i>Tharyx</i> sp.	1,1	<i>Ninõe brasiliensis</i>	1,6
<i>Paraprionospio pinnata</i>	1,1	<i>Scoloplos</i> sp.	1,5
<i>Ninõe brasiliensis</i>	1,0	<i>Axiothela</i> cf. <i>brasiliensis</i>	1,1
<i>Nothria</i> sp.	0,5	<i>Ceratocephale oculata</i>	1,0
<i>Notomastus lobatus</i>	0,7	<i>Goniada littorea</i>	1,0
<i>Magelona variolamellata</i>	0,7	<i>Neanthes bruaca</i>	0,9
<i>Aricidae</i> sp.	0,7	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,9
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	0,6	<i>Eunõe</i> sp.	0,9
<i>Lumbricalus januarii</i>	0,5	<i>Paraprionospio pinnata</i>	0,9
<i>Goniada littorea</i>	0,4	<i>Lumbricalus januarii</i>	0,8
<i>Ceratocephale oculata</i>	0,3	<i>Clymenella</i> sp.	0,8
<i>Gymnonereis crosslandi</i>	0,3	<i>Sigambra grubii</i>	0,8
<i>Clymenella</i> sp.	0,3	<i>Nothria</i> sp.	0,8
<i>Ampharete</i> sp.	0,3	<i>Magelona crenulata</i>	0,6
<i>Scoloplos</i> (Leodamas) cf. <i>rubra</i>	0,3	<i>Goniada maculata</i>	0,6
<i>Eunõe papillosa</i>	0,3	<i>Laonice branchiata</i>	0,6
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>albatrossae</i>	0,3	<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	0,7
<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,3	<i>Scoloplos</i> (Leodamas) cf. <i>rubra</i>	0,5
<i>Eunõe serrata</i>	0,2	<i>Aricidae</i> sp.	0,5
<i>Syllis</i> sp.	0,2	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	0,5
<i>Magelona crenulata</i>	0,2	<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	0,5
<i>Glycera americana</i>	0,2	<i>Mooreonuphis intermedia</i>	0,4
<i>Amphicteis gunneri</i>	0,2	<i>Kinbergonuphis orensanzii</i>	0,3
<i>Goniada maculata</i>	0,2	<i>Diopatra dextrognatha</i>	0,3
<i>Nephtys simoni</i>	0,2	<i>Onuphis eremita oculata</i>	0,3
<i>Eunõe</i> sp.	0,2	<i>Syllis</i> sp.	0,3
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>fragilis</i>	0,2	<i>Lumbrineris inflata</i>	0,3
<i>Laonice branchiata</i>	0,2	<i>Orbinia</i> sp.	0,3
<i>Lumbrineris tetraura</i>	0,2	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>curviseta</i>	0,3
<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0,1	<i>Dorvillea</i> cf. <i>articulata</i>	0,2
<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	0,1	<i>Lumbrineris tetraura</i>	0,2
<i>Mooreonuphis intermedia</i>	0,1	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0,2
<i>Cabira incerta</i>	0,1	<i>Microneireides capensis</i>	0,2
<i>Anaitides madeirensis</i>	0,1	<i>Mooreonuphis lineata</i>	0,2
<i>Pholoe</i> sp.	0,1	<i>Anaitides madeirensis</i>	0,2
<i>Axiothela</i> cf. <i>brasiliensis</i>	0,1	<i>Glycera americana</i>	0,2
<i>Glycera dibranchiata</i>	0,1	<i>Goniada brunnea</i>	0,2
<i>Glycinde multidentis</i>	0,1	<i>Nephtys simoni</i>	0,2
<i>Owenia fusiformis</i>	0,1	<i>Laonice cirrata</i>	0,2
<i>Terebellides anguicomus</i>	0,1	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>albatrossae</i>	0,2
<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	0,1	<i>Cirrophorus branchiatus</i>	0,2
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	0,1	<i>Glycinde multidentis</i>	0,1
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>curviseta</i>	0,1	<i>Nephtys squamosa</i>	0,1
<i>Drilonereis filum</i>	0,1	<i>Amphicteis</i> sp.	0,1
<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	0,1	<i>Amphicteis gunneri</i>	0,1
<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>simplex</i>	0,0	<i>Thelepus</i> sp.	0,1
<i>Diopatra dextrognatha</i>	0,0	<i>Eunõe papillosa</i>	0,1
<i>Diopatra tridentata</i>	0,0	<i>Eunõe serrata</i>	0,1
<i>Lysidice ninetta</i>	0,0	<i>Leitoscoloplos</i> sp.	0,1
<i>Nephtys squamosa</i>	0,0	<i>Paraprionospio</i> sp.	0,1
<i>Streblosoma</i> sp.	0,0	<i>Drilonereis filum</i>	0,1
<i>Thelepus</i> sp.	0,0	<i>Polydora</i> sp.	0,1
<i>Sthenelanelia</i> sp.	0,0	<i>Lumbrineris</i> sp.	0,1
<i>Exogone</i> sp.	0,0	<i>Magelona</i> sp.	0,0
<i>Leitoscoloplos</i> sp.	0,0	<i>Lysidice ninetta</i>	0,0
<i>Scolecopsis squamata</i>	0,0	<i>Goniada falklandica</i>	0,0
		<i>Gymnonereis crosslandi</i>	0,0
		<i>Ophelina</i> sp.	0,0
		<i>Petaloproctus</i> sp.	0,0
		<i>Nephtys</i> sp.	0,0
		<i>Pista</i> sp.	0,0
		<i>Terebellides anguicomus</i>	0,0
		<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>fragilis</i>	0,0
		<i>Prionospio steentrupi</i>	0,0
		<i>Spiophanes</i> sp.	0,0
		<i>Spiochaetopterus</i> sp.	0,0
		<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	0,0
		<i>Lumbrineris janirensis</i>	0,0
		<i>Spiophanes missionensis</i>	0,0
		<i>Minuspilio cirrifera</i>	0,0

Tabela 30 - Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Plataforma Continental.

Parâmetros	Graus de Liberdade	Número de Indivíduos	Número de Espécies	Diversidade	Equitatividade	Índice de Margalef
Estações	5	0,419	0,191	0,337	0,621	0,025
Meses	1	0,736	0,025	0,037	0,114	0,012

Teste Tukey (pos hoc)					
Parâmetros	Número de Indivíduos	Número de Espécies	Diversidade	Equitatividade	Índice de Margalef
Estações	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p > 0,05	p ≤ 0,05 (# 6)
Meses	p > 0,05	p ≤ 0,05 (inverno/verão)	p ≤ 0,05 (inverno/verão)	p > 0,05	p ≤ 0,05 (inverno/verão)

Tabela 31 - Resultado da Análise de Variância (ANOVA) realizada com os descritores populacionais avaliados na Baía de Santos e Plataforma Continental.

Parâmetros	Graus de Liberdade	Número de Indivíduos	Número de Espécies	Diversidade	Equitatividade	Índice de Margalef
Baía Plataforma	1	0,265	0,000	0,007	0,435	0,000

A análise de regressão múltipla 'passo-a-passo' foi realizada para cada um dos descritores populacionais - número total de indivíduos (n), riqueza (S), diversidade (H'), equitatividade (J') e riqueza de Margalef (d) - visando determinar quais das variáveis ambientais consideradas explicaram melhor a variação dos parâmetros biológicos nas estações de coleta.

Na Tabelas 32 a 36 pode-se verificar os resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' realizada para os descritores populacionais considerados para as estações da Baía de Santos e plataforma continental. Diversos fatores abióticos exibiram coeficiente de regressão parcial significativo ($p < 0,05$), sendo primeiramente apresentados os resultados para a Baía de Santos e em seguida para a plataforma continental adjacente.

Tabela 32 - Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre número total de indivíduos (n) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Março / 2005

Variável dependente: **Número de Indivíduos (n)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Número de Indivíduos (n)		
Variável	b	p
% Carbono (C)	1,60	0,005
% Enxofre (S)	-1,12	0,006
Clorofila-a Total	0,28	0,017

Julho / 2005

Variável dependente: **Número de Indivíduos (n)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Número de Indivíduos (n)		
Variável	b	p
Σ HPAs	-0,84	0,016
% AM	-0,68	0,020

Novembro / 2005

Variável dependente: **Número de Indivíduos (n)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Número de Indivíduos (n)		
Variável	b	p
[NO ₂ ⁻]	0,75	0,008
[Si(OH) ₄]	0,62	0,016
% Nitrogênio (N)	0,27	0,039

Plataforma Inverno / 2005

Variável dependente: **Número de Indivíduos (n)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Número de Indivíduos (n)		
Variável	b	p
% Silte	0,62	0,001
% Nitrogênio (N)	-0,64	0,000
Coprostanol	0,34	0,002

Plataforma Verão / 2006

Variável dependente: **Número de Indivíduos (n)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,98

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Número de Indivíduos (n)		
Variável	b	p
% Silte	0,93	0,039

Tabela 33 - Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre número de espécies (S) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Março / 2005

Variável dependente: **Número de Espécies (S)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Número de Espécies (S)		
Variável	b	p
% AMG	3,66	0,021
% AF	-1,95	0,031

Julho / 2005

Variável dependente: **Número de Espécies (S)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Número de Espécies (S)		
Variável	b	p
Σ LABs	-1,89	0,025
Clorofila-a Total	0,99	0,047

Novembro / 2005

Variável dependente: **Número de Espécies (S)**

Coef. de correlação múltipla R: 1,00

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Número de Espécies (S)		
Variável	b	p
% AG	1,07	0,000
% H ₂ O	-0,83	0,000
[NO ₃ ⁻]	0,24	0,004
[Si(OH) ₄]	-0,42	0,001
Clorofila-a Total	0,08	0,001
[PO ₄ ⁻]	0,02	0,044

Plataforma Inverno / 2005

Variável dependente: **Número de Espécies (S)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Número de Espécies (S)		
Variável	b	p
% Argila	1,07	0,006
[NO ₃ ⁻]	-0,77	0,006
Σ LABs	0,21	0,011
% AMF	-0,37	0,022

Plataforma Verão / 2006

Variável dependente: **Número de Espécies (S)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Número de Espécies (S)		
Variável	b	p
[Si(OH) ₄]	-1,25	0,000
[O ₂]	-0,68	0,001
[NO ₂ ⁻]	0,24	0,001
% AF	-0,25	0,002

Tabela 34 - Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre diversidade específica (H') e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Março / 2005

Variável dependente: **Diversidade Específica (H')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Diversidade Específica (H')		
Variável	b	p
% AMG	3,48	0,003
% AF	-3,28	0,003
% AG	0,76	0,005
% CaCO ₃	-0,17	0,009

Julho / 2005

Variável dependente: **Diversidade Específica (H')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Diversidade Específica (H')		
Variável	b	p
% AMG	0,72	0,004
Σ Alifáticos	-0,30	0,009

Novembro / 2005

Variável dependente: **Diversidade Específica (H')**

Coef. de correlação múltipla R: 1,00

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Diversidade Específica (H')		
Variável	b	p
% AG	1,25	0,017
% Argila	0,97	0,008
% Nitrogênio (N)	-0,59	0,012
[NO ₂]	-0,23	0,027
% AMG	-1,15	0,037

Plataforma Inverno / 2005

Variável dependente: **Diversidade Específica (H')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Diversidade Específica (H')		
Variável	b	p
[O ₂]	0,21	0,001
% AMF	0,27	0,001

Plataforma Verão / 2006

Variável dependente: **Diversidade Específica (H')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,98

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Diversidade Específica (H')		
Variável	b	p
% Silte	-0,87	0,017
[PO ₄]	0,51	0,026

Tabela 35 - Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre equitatividade de Pielou (J') e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Março / 2005

Variável dependente: **Equitatividade de Pielou (J')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Equitatividade de Pielou (J')		
Variável	b	p
% AMG	5,97	0,017
% AF	-6,69	0,021
% Mat. Org.	-0,67	0,017
% AM	1,13	0,043

Julho / 2005

Variável dependente: **Equitatividade de Pielou (J')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Equitatividade de Pielou (J')		
Variável	b	p
% AM	1,01	0,015

Novembro / 2005

Variável dependente: **Equitatividade de Pielou (J')**

Coef. de correlação múltipla R: 1,00

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Equitatividade de Pielou (J')		
Variável	b	p
[PO ₄]	-0,45	0,043
% AG	0,63	0,014
% H ₂ O	-0,58	0,014
[NO ₃]	1,06	0,018

Plataforma Inverno / 2005

Variável dependente: **Equitatividade de Pielou (J')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Equitatividade de Pielou (J')		
Variável	b	p
Cádmio	1,23	0,002
% Argila	-0,47	0,006
5β-coprostanol	-0,30	0,006
% AF	-0,08	0,038

Plataforma Verão / 2006

Variável dependente: **Equitatividade de Pielou (J')**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,98

Coef. de regressão significativo: ($p < 0,05$): b

Equitatividade de Pielou (J')		
Variável	b	p
% Silte	-0,85	0,039
[PO ₄]	0,70	0,036

Tabela 36 - Resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' entre riqueza de Margalef (d) e as variáveis ambientais para as estações da Baía de Santos e Plataforma Continental.

Março / 2005

Variável dependente: **Riqueza de Margalef (d)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,98

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Riqueza de Margalef (d)		
Variável	b	p
% AMG	2,26	0,106
[O ₂]	0,16	0,335
% AF	-1,62	0,167
% AG	0,42	0,272

Julho / 2005

Variável dependente: **Riqueza de Margalef (d)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Riqueza de Margalef (d)		
Variável	b	p
% GRN	1,14	0,000
[NO ₃]	-0,28	0,001

Novembro / 2005

Variável dependente: **Riqueza de Margalef (d)**

Coef. de correlação múltipla R: 1,00

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Riqueza de Margalef (d)		
Variável	b	p
% AG	1,15	0,001
% H ₂ O	-1,01	0,001
[NO ₃]	0,34	0,001
[Si(OH) ₄]	-0,62	0,001
% GRN	0,12	0,010
% AF	-0,04	0,035

Plataforma Inverno / 2005

Variável dependente: **Riqueza de Margalef (d)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,99

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Riqueza de Margalef (d)		
Variável	b	p
Coprostanol	0,61	0,005
Zinco	-0,43	0,007

Plataforma Verão / 2006

Variável dependente: **Riqueza de Margalef (d)**

Coef. de correlação múltipla R: 0,99

Coef. de determinação múltipla R²: 0,98

Coef. de regressão significativo: (p < 0,05): b

Riqueza de Margalef (d)		
Variável	b	p
% Silte	-0,83	0,005
[NO ₃]	-1,01	0,025
% AF	0,67	0,013
% AG	0,94	0,019

As variáveis que melhor explicaram a variação no número total de indivíduos (n) nas estações da Baía de Santos estiveram associadas a parâmetros do sedimento, cujos resultados indicaram a existência de um coeficiente de regressão parcial significativo ($p < 0,05$). As porcentagens de carbono ($b = 1,60$), teores de enxofre ($b = -1,12$) e nitrogênio ($b = 0,27$) orgânicos, porcentagem de areia média (AM) ($b = -0,68$) e clorofila-a total ($b = 0,28$) foram importantes na variação de tal descritor populacional nos meses amostrados. Em julho/05, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais (Σ HPAs) ($b = -0,84$) influenciaram no número de indivíduos, enquanto em novembro/05 os íons nitrito ($[\text{NO}_2^-]$) ($b = 0,75$) e silicato ($[\text{SiOH}_4^-]$) ($b = 0,62$) tiveram participação na determinação do descritor. Em todos os meses amostrados, o coeficiente de correlação múltipla (R) foi 0,99 e o coeficiente de determinação múltiplo (R^2) foi 0,99, exibindo 99% de explicação do modelo da variância do número total de indivíduos (Tabela 32).

Os resultados da análise de regressão indicaram a existência de um coeficiente de regressão parcial significativo ($p < 0,05$) entre a riqueza de espécies (S) e as porcentagens das frações arenosas do sedimento, como areia muito grossa (AMG) ($b = 3,66$), areia grossa (AG) ($b = 1,07$) e areia fina (AF) ($b = -1,95$). As concentrações de clorofila-a total também foram importantes nos meses de julho e novembro/05 ($b = 0,99$ e $b = 0,08$, respectivamente). Os hidrocarbonetos alquilbenzeno lineares totais (Σ LABs) exibiram coeficiente de regressão parcial significativo ($b = -1,89$) em julho/05, enquanto em novembro/05 os nutrientes nitrato ($[\text{NO}_3^-]$) ($b = 0,24$), silicato ($[\text{SiOH}_4^-]$) ($b = -0,42$) e fosfato ($[\text{PO}_4^-]$) ($b = 0,02$) perfizeram os fatores que influenciaram na riqueza de espécies. Neste caso, o coeficiente de correlação múltipla (R) foi igual a 0,99 (exceto para novembro/05, cujo $R^2 = 1,00$) e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 e, portanto o modelo explicou 99% da variação da riqueza de espécies (Tabela 33).

A variação da diversidade específica (H') foi melhor explicada por parâmetros associados ao sedimento. As porcentagens da fração arenosa foram importantes nos três meses estudados na Baía de Santos. As porcentagens de areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG) e areia fina (AF) foram os principais fatores envolvidos na variância da diversidade, com $p < 0,05$. Coeficientes significativos de regressão parcial entre a diversidade e as porcentagens de argila ($b = 0,97$), CaCO_3 ($b = -0,17$) e o teor nitrogênio orgânico ($b = -0,59$) também foram registrados. Em julho/05, os hidrocarbonetos alifáticos totais (Σ -alifáticos) também exibiram influência sobre os padrões de diversidade ($b = -0,30$). O coeficiente de correlação múltipla (R) foi igual a 0,99 (exceto para novembro/05, cujo $R^2 = 1,00$) e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 e, portanto, o modelo explicou 99% da variação da diversidade específica (Tabela 34).

A equitatividade de Pielou (J') também foi explicada principalmente por parâmetros associados ao substrato. As frações arenosas foram de grande importância

para a variância da equitatividade, em especial as porcentagens de areia muito grossa (AMG), areia média (AM) e areia fina (AF), além da porcentagem de matéria orgânica e água intersticial. Os íons fosfato ($[PO_4]$) ($b = -0,45$) e nitrato ($[NO_3]$) ($b = 1,06$) foram significantes na campanha de novembro/05. Para esse descritor, o coeficiente de correlação múltipla (R) foi de 0,99 (exceto para novembro/05, cujo $R^2 = 1,00$) e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99, o que indica que o modelo explicou 99% da variância da equitatividade de Pielou (Tabela 35).

Finalmente, os parâmetros sedimentares foram novamente importantes na explicação da variação da riqueza de Margalef. Os resultados da análise de regressão mostraram a existência de coeficiente de regressão parcial significativo ($p < 0,05$) entre a riqueza específica e as porcentagens de frações arenosas e água intersticial, como pode ser conferido na Tabela 36. As concentrações dos nutrientes silicato ($[SiOH_4]$) ($b = -0,62$) e nitrato ($[NO_3]$) ($b = 0,34$) se destacaram na campanha de julho e novembro/05, enquanto a concentração de oxigênio ($b = 0,16$) foi significativa no padrão da riqueza de Margalef apenas em março/05. O coeficiente de correlação múltipla (R) foi igual a 0,99 (exceto para novembro/05, cujo $R = 1,00$) e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi 0,99 (exceto para março/05, onde $R^2 = 0,98$), o que indica que o modelo explicou 99% da variabilidade da riqueza de Margalef.

Segundo Reish (1986), os fatores que determinam a estrutura das comunidades bênticas, principalmente de ambientes costeiros, incluem variáveis abióticas (características dos sedimentos, salinidade, profundidade, concentração de nutrientes), fatores biológicos (disponibilidade de alimento, relações intra e interespecíficas) e fatores antrópicos (derivados das atividades urbanas e industriais), sendo todos inter-relacionados e com efeitos sinérgicos.

Os resultados das análises de regressão 'passo-a-passo' indicaram que a granulometria e os parâmetros a ela associados (clorofila- a , $CaCO_3$ e matéria orgânica) exibiram influência direta na caracterização da comunidade de fundo. De acordo com Bacescu (1972), a infauna depende do arranjo dos grãos e dos espaços intersticiais para se instalar e também realizar os processos alimentares.

O efeito da variabilidade sedimentar foi observado diretamente nos descritores populacionais. Nas estações 6 e 7, próximas à Ponta da Manduba, área sob a influência do costão rochoso que contribui com grande quantidade de carbonato de cálcio e frações arenosas, verificou-se maiores valores de diversidade e riqueza de espécies. Esse fato corrobora os resultados obtidos por Fresi *et al.* (1983), que afirmaram que a diversidade é maior em sedimentos mais heterogêneos devido à complexidade de micro-habitats formados pelas próprias características do substrato, que permite a instalação de um maior número de organismos (Robert, 1979). Por outro lado, a maior homogeneidade sedimentar observada nos demais pontos,

principalmente na porção central da baía com maior contribuição de frações finas do sedimento, incluindo as estações 2 e 5, poderia explicar a menor diversidade e riqueza específica observadas. Contudo, Snelgrove & Butman (1994) sugerem que o tamanho do grão não é o único parâmetro determinante na distribuição da infauna bêntica. O hidrodinamismo próximo ao fundo pode ser um outro fator de relevância.

Heitor (2002), estudando a Baía de Santos, notou que a entrada de frentes frias na região é responsável pela introdução de águas costeiras provenientes da plataforma, o que altera o equilíbrio natural e dinâmico das águas, com modificação da salinidade e quebra da estratificação térmica. Além disso, devido a pouca profundidade, ocorre o revolvimento do fundo provocado pelas ondas e efeitos da maré, comprometendo o padrão granulométrico. A ressuspensão de material fino, advindo tanto do sistema estuarino quanto do despejo do emissário submarino, somado à deposição do sedimento dragado do Canal do Porto na região de entrada da baía e ao movimento ininterrupto das embarcações, causam instabilidades nos sedimentos daquela região. Tais fatores configuram forçantes negativas para a instalação da macrofauna bêntica, podendo ter seus descritores de população alterados continuamente.

Além desses estressores, deve-se ressaltar que, ao longo de muitos anos, a Baía de Santos tem recebido efluentes com contaminantes urbanos, industriais e portuários, muitos dos quais ficam aprisionados nos sedimentos, com efeito direto sobre a fauna de fundo. Na região próxima à saída do emissário submarino, a densidade, a diversidade e a riqueza de espécies exibiram valores muito baixos, indicando fortemente uma provável influência da disposição de material orgânico e compostos químicos por ele introduzidos sobre a comunidade bêntica.

O emissário submarino também contribui para a eutrofização da Baía de Santos, com incrementos sazonais de nutrientes, associados à pluviosidade e aumento da população na Baixada Santista em períodos de veraneio (Braga *et al.*, 2000). A intrusão de compostos fosfatados e nitrogenados parece influir na estruturação da comunidade, o que foi confirmado pelos resultados da análise de regressão múltipla apresentados. Isto pode ser explicado por um discreto enriquecimento orgânico na área estudada, decorrido do despejo desses nutrientes nas adjacências da desembocadura do emissário submarino, causando a eutrofização do ambiente, principalmente nas imediações dos difusores (estação 5). De acordo com Mora *et al.* (1989), a disponibilidade de nutrientes no sedimento ou coluna de água pode levar à diminuição da densidade, diversidade e da riqueza específica, enquanto a equitatividade aumenta devido à má repartição dos recursos ou seu aproveitamento pelas espécies oportunistas.

As correlações positivas e negativas obtidas entre os descritores populacionais e as concentrações de nutrientes sugerem que os íons podem ter diferentes influências sobre a comunidade macrobêntica, tanto benéficas quanto maléficas. Este fato parece corroborar a afirmação de Pearson & Rosenberg (1978) e Méndez *et al.* (1998), segundo a qual num primeiro momento do enriquecimento orgânico ocorre um rápido aumento da diversidade e, posteriormente, um progressivo declínio desse descritor. De acordo com os autores, esse enriquecimento inicialmente funcionaria como uma fonte de matéria orgânica e nutrientes para a biota, favorecendo o aumento imediato da densidade, biomassa e da diversidade das associações bênticas.

Entretanto, como já dito anteriormente, há 30 anos a Baía de Santos tem recebido os produtos da disposição urbana em sua porção central por meio do emissário submarino, caracterizando um processo crônico de intrusão de nutrientes, matéria orgânica particulada e compostos químicos. Segundo Mora *et al.* (1989), num estágio severo ou intermitente de perturbação ambiental, os descritores da comunidade decrescem, permitindo a instalação de espécies oportunistas, perfeitamente adaptadas a baixas concentrações de oxigênio, o que lhes permite suportar prolongadas exposições às condições anaeróbicas, funcionando como indicadores da qualidade ambiental (Van Es *et al.*, 1980).

Em adição, Anger (1975) reforça que os baixos valores desses descritores podem ocorrer não apenas pelo enriquecimento orgânico, mas também pelos efeitos adversos causados pelas altas concentrações de substâncias químicas que são lançadas juntamente com a porção orgânica do efluente urbano. Compostos orgânicos e inorgânicos presentes no esgoto podem bioacumular nos tecidos dos organismos bênticos e alterar seus descritores populacionais (Reish *et al.*, 1987).

Os resultados da análise de regressão múltipla indicaram que houve correlação negativa entre as concentrações de hidrocarbonetos (n-alcanos, HPAs e LABs) e os baixos valores dos descritores populacionais. Venturini & Tommasi (2004), estudando a população de Polychaeta dos sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia, área sob a influência de uma refinaria de óleo, obtiveram resultados muito semelhantes, com significativa redução da abundância total, riqueza de espécies e diversidade.

Numerosos estudos têm demonstrado que a introdução de compostos orgânicos no ambiente marinho, como derivados do petróleo, pode estimular o aumento da abundância de algumas espécies tolerantes ou resultar na extinção de espécies mais sensíveis, devido à toxicidade de alguns compostos (Daan *et al.*, 1992; Peterson *et al.*, 1996; Jewett *et al.*, 1999). O fato de as estações 2 e 5, próximas à desembocadura do emissário submarino, exibirem baixas densidades de organismos e dominância do grupo Polychaeta, poderia ser consequência das relativas altas

concentrações de hidrocarbonetos encontradas em ambos os pontos. Os HPAs e LABs possuem determinadas características que os configuram como substâncias potencialmente prejudiciais por exibirem alta solubilidade em lipídeos, alta toxicidade quando estão em solução ou dispersos e são muito persistentes em sedimentos argilo-lamosos, onde podem permanecer adsorvidos às partículas argilosas e atingir maiores concentrações (Readman *et al.*, 1987; Knutzen, 1995; Witt, 1995).

Os resultados da Análise de Regressão Múltipla 'passo a passo' realizada para os descritores populacionais avaliados nas estações da plataforma continental adjacente à baía também exibiram diversas variáveis ambientais com coeficiente de regressão parcial significativos ($p < 0,05$), principalmente para as frações finas do sedimento, como silte e argila, variáveis mais significativas na determinação dos parâmetros biológicos (Tabelas 32 a 36).

As variáveis que melhor explicaram a variação no número total de indivíduos (n) estiveram intrinsecamente relacionadas ao sedimento, como porcentagem de silte ($b = 0,62$ – inverno; $b = 0,93$ – verão), teor de nitrogênio orgânico ($b = -0,64$) e concentração de coprostanol ($b = 0,34$). O coeficiente de correlação múltipla (R) foi 0,99 e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 (no inverno) e 0,98 (no verão), o que indica que o modelo explicou 98% e 99% da variância do número total de indivíduos (Tabela 32).

A análise mostrou a existência de coeficientes de regressão parcial significativos entre a riqueza de espécies (S) e as porcentagens de argila ($b = 1,07$), areia muito fina (AMF) ($b = -0,37$), concentração de nitrato ($[\text{NO}_3^-]$) ($b = -0,77$) e hidrocarbonetos alquil-benzeno lineares totais (Σ LABs) ($b = 0,21$) durante o inverno/05. No verão/06, as porcentagens de areia fina (AF) ($b = -0,25$), concentrações dos íons ($[\text{NO}_2^-]$) ($b = 0,24$) e ($[\text{SiOH}_4]$) ($b = -1,25$), concentração de oxigênio ($b = -0,68$) foram os principais fatores na variância da riqueza de espécies (Tabela 33).

A variação da diversidade (H') foi explicada pela granulometria, principalmente porcentagens de areia muito fina (AMF) ($b = 0,27$) e silte ($b = -0,87$). As concentrações de fosfato ($[\text{PO}_4^-]$) ($b = 0,51$) e oxigênio dissolvido ($b = 0,21$) também estiveram entre os fatores que influenciaram a diversidade. Neste caso, o coeficiente de correlação múltipla (R) foi de 0,99 e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 (no inverno) e 0,98 (no verão), o que indica que o modelo explicou 98% e 99% da variância da diversidade específica (Tabela 34).

A análise de regressão múltipla para a equitatividade (J') indicou que as variáveis que melhor explicaram a variação desse descritor durante o inverno/05 foram as porcentagens de argila ($b = -0,47$), areia fina (AF) ($b = -0,08$), concentração de coprostanol ($b = -0,30$) e o teor de Cádmio ($b = 1,23$). No verão/06, as porcentagens de silte ($b = -0,85$) e concentração de fosfato ($[\text{PO}_4^-]$) ($b = 0,70$) foram os principais fatores

na variância da equitatividade de Pielou. Para esse descritor, o coeficiente de correlação múltipla (R) foi de 0,99 e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 (no inverno) e 0,98 (no verão), o que indica que o modelo explicou 98% e 99% da variância da equitatividade (Tabela 35).

Os coeficientes de regressão parcial significativos ($p < 0,05$) entre a riqueza de Margalef e coprostanol ($b = 0,61$) e teor de zinco ($b = -0,43$) também foram obtidos para a campanha realizada no inverno/05. No verão/06, as frações sedimentares foram os fatores mais significativos na variação do descritor. A porcentagem de silte ($b = -0,83$), areia fina ($b = 0,67$) e areia grossa ($b = 0,94$), juntamente com a concentração de nitrato ($[\text{NO}_3^-]$) ($b = -1,01$) explicaram a variância da riqueza específica. O coeficiente de correlação múltipla (R) foi igual a 0,99 e o coeficiente de determinação múltipla (R^2) foi de 0,99 (no inverno) e 0,98 (no verão), o que indica que o modelo explicou, respectivamente, 98% e 99% da variância da riqueza de Margalef (Tabela 36).

Assim como observado para a Baía de Santos, os resultados da análise de regressão múltipla 'passo-a-passo' obtidos a partir da correlação dos fatores ambientais e os descritores populacionais da plataforma continental adjacente também indicaram que o padrão de distribuição das associações de Polychaeta para essa região está diretamente associado à variável granulometria.

Diversos estudos realizados na Plataforma Continental da região sudeste brasileira confirmaram o incremento dos descritores populacionais em sedimentos arenosos na plataforma interna (Sumida & Pires-Vanin, 1997; De Léo & Pires-Vanin, 2006; Gomes, 2006).

Segundo Mahiques *et al.* (2004), a plataforma continental ao largo de Santos é caracterizada por mosaicos de areia fina e silte, variabilidade sedimentar que contribui como um fator estruturador para as comunidades de fundo (Pires, 1992). Segundo a autora, a presença de manchas sedimentares, estabelece uma heterogeneidade propícia à formação de microambientes onde se instalam diversos organismos, favorecendo o aumento da diversidade.

Adicionalmente, os estudos realizados por Sumida & Pires-Vanin (1997) evidenciaram que a profundidade age como um 'super-parâmetro' na estruturação dos organismos bênticos, uma vez que, além de ser uma variável com implicações físicas, também influencia diretamente na composição granulométrica. Os autores constataram que as alterações mais conspícuas na composição faunística ocorreram entre 320 e 500m de profundidade, faixa de transição onde ocorre a maior variabilidade sedimentar. No presente trabalho, a profundidade não exibiu influência sobre a macrofauna, pois todas as estações amostradas localizaram-se na isóbata de aproximadamente 25 m, justamente para excluir tal efeito. Complementarmente, Gage & Tyler (1992) acrescentam que em ambientes de plataforma interna as

alterações faunísticas podem estar associadas ao conceito da 'linha de lama', faixa de transição granulométrica onde o sedimento passa de arenoso (advindo da região costeira) a lamoso. Assim, a zonation faunística também altera conforme a batimetria, variando de organismos com adaptações para o ambiente raso a indivíduos tipicamente de mar profundo.

No entanto, a característica granulométrica do fundo da plataforma não é o único condicionante na estruturação das comunidades benthicas. Hecker (1990) enfatiza que a zonation da fauna no sublitoral de fundos inconsolidados está provavelmente relacionada a um complexo conjunto de fatores físicos e biológicos, variando em intensidade conforme as características da plataforma continental.

Além da influencia da composição sedimentar, a estrutura da macrofauna benthica na região da plataforma adjacente à Baía de Santos também pode estar relacionada à instabilidade física gerada por fenômenos sazonais. A passagem de frentes frias pode remobilizar o fundo, ressuspender e disponibilizar para a fauna a matéria orgânica depositada sobre o sedimento, enquanto a circulação de massas de água pode contribuir com a introdução de nutrientes e favorecer o incremento da produção primária local (Pires-Vanin, 1993; Pires-Vanin *et al.*, 1995).

Estudos realizados por Braga & Muller (1998) na plataforma continental da região sudeste brasileira, evidenciaram que a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) é uma massa de água rica em nutrientes formada em profundidades próximas a 300 m e, sazonalmente, na primavera/verão, aflora e invade a plataforma, avançando profundidades inferiores a 35 m, chegando bem próximo à zona costeira.

O fato da riqueza de espécies, diversidade e equitatividade exibir correlação significativa com os íons nitrato e fosfato pode ser uma evidente influência da ACAS sobre a estrutura da comunidade benthica, já que tais descritores exibiram valores incrementados nas estações amostradas no verão/2006, período em que a ACAS esteve atuando sobre a plataforma. Durante o verão, a ACAS intrude do talude e se desloca por aproximadamente 100 km até atingir a plataforma interna. Ao longo desse trajeto, fica exposta à processos de assimilação e regeneração de nutrientes na zona fótica devido ao contato com o fundo, aumentando as concentrações de nitrato e fosfato contidos na coluna de água. Esses nutrientes são responsáveis por aumentar a produção primária fitoplantônica, que passa então a contribuir com o incremento de matéria orgânica para o fundo, ficando disponível como alimento para os organismos benthicos, o que favorece o aumento da densidade, biomassa, diversidade e riqueza das espécies.

Os descritores populacionais como número de indivíduos, riqueza, equitatividade e riqueza de Margalef indicaram correlação significativa com parâmetros químicos avaliados nas amostras de sedimento, incluindo metais (Zn e Cd),

esteróis e LABs. A discreta redução dos valores dos descritores populacionais nas estações localizadas frente à desembocadura da Baía de Santos pode estar relacionada à influência de compostos químicos provenientes do interior do sistema estuarino e baía.

Atualmente os efeitos desses parâmetros químicos nas comunidades de fundos de plataforma continental são muito pouco estudados, principalmente no Brasil. Além disso, as concentrações registradas para todos os compostos no ambiente de plataforma foram muito baixas e, em muitos casos, não detectadas pelos métodos analíticos.

Rakocinski *et al.* (2000) sugerem que o acúmulo de altos teores de metais nos sedimentos contribui para a diminuição da abundância, riqueza e biomassa, sendo que poucas espécies toleram altas concentrações de metais no sedimento. No entanto, sob acúmulos moderados, favorecem picos de abundância de espécies presumivelmente resistentes, as quais podem simplificar a estrutura trófica e ecológica das comunidades. Mucha *et al.* (2002) observaram a diminuição da diversidade e o aumento da dominância de algumas poucas espécies de poliquetas expostas ao incremento das concentrações dos metais Zn, Cu, Pb e Cr quando os teores não ultrapassarem níveis tóxicos para a biota.

Os esteróis são compostos utilizados como indicadores de introdução de material fecal nos ambientes aquáticos (Martins *et al.*, 2007) e, portanto, não agem como contaminantes e nem possuem propriedades químicas que poderiam alterar a estrutura das comunidades de fundo. Os resultados dessa variável indicaram que não há a introdução de esgotos domésticos na plataforma continental adjacente à Baía de Santos e, portanto, não haveria aí contaminação antrópica e sua conseqüente influência sobre a distribuição faunística. Em relação aos hidrocarbonetos, embora sejam considerados contaminantes no ambiente marinho, as concentrações encontradas na plataforma continental adjacente não foram suficientes para promover alterações estruturais nas associações de Polychaeta.

5.3.2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ANELÍDEOS POLYCHAETA

Nesta seção são apresentados os resultados da distribuição espacial da população de anelídeos Polychaeta na Baía de Santos e plataforma continental adjacente. Para tanto, duas rotinas estatísticas foram aplicadas sobre as espécies identificadas – ANOSIM e SIMPER – a fim de se identificar a estrutura das associações de Polychaeta em ambas as áreas estudadas.

A análise de similaridade (ANOSIM) foi realizada sob a hipótese de não haver diferenças significativas entre as associações de Polychaeta de dois grupos de

estações previamente determinados pelas distintas características ambientais e faunísticas observadas nos dois locais. Embora tenha sido constatado que não houve diferenças estatísticas significativas entre o ambiente das estações da plataforma continental adjacente, considerou-se as diferenças faunísticas observadas nos resultados dos descritores populacionais para estabelecer dois grupos distintos de estações nessa área.

A rotina SIMPER é utilizada para revelar quais espécies foram mais importantes em grupos de estações previamente determinados para permitir comparações entre ambos.

Na Baía de Santos, o primeiro grupo de espécies de Polychaeta, denominado 'Emissário', envolveu as estações 2 e 5, localizadas imediatamente na desembocadura do emissário submarino, sob a influência direta de efluentes domésticos. O outro grupo, nomeado como 'Adjacentes', incluiu as espécies identificadas nas estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8, dispersas no interior da baía. Essa análise indica a porcentagem de contribuição de cada espécie nos pontos amostrados. A rotina SIMPER ainda realiza análise envolvendo os dois grupos com o intuito de se evidenciar as espécies que ocorreram simultaneamente em ambos (Tabela 37).

Na plataforma continental adjacente, também determinou-se 2 grupos de espécies de Polychaeta. O primeiro, chamado de 'Saída da Baía', continha as espécies das estações 9 e 13, localizadas nas imediações da desembocadura da Baía de Santos, zona de transição com a plataforma adjacente. O segundo grupo, denominado 'Plataforma', englobou as espécies das estações 2, 6, 7 e 18, pontos localizados na plataforma exterior à baía. Os grupos foram comparados pela análise SIMPER para revelar as espécies que ocorreram em ambos concomitantemente (Tabela 38).

Os resultados da ANOSIM para as associações de espécies obtidas em março/05 na Baía de Santos indicaram que não houve diferenças significativas ($R = 0,393$, $p > 0,05$) entre os grupos 'Emissário' e 'Adjacentes' quanto à composição faunística; porém, os resultados do SIMPER indicam que as porcentagens de contribuição das espécies identificadas em ambos os grupos foram distintas (Tabela 37). No grupo 'Emissário' *Parandalia americana*, *Kinbergonuphis difficilis*, *Paraprionospio pinnata* e *Prionospio sp.* exibiram 25% de contribuição, enquanto no grupo 'Adjacentes', *Mediomastus capensis* (38,5%), *Ninöe brasiliensis* (13,4%), *Magelona posterelongata* (11,7%), *Aricidea (A.) cf. catharinae* (11,0%), *Goniada littorea* (8,7%), *Tharyx sp.* (6,0%) e *Kinbergonuphis difficilis* (3,9%), ocorreram com distintas porcentagens de contribuição. As espécies que apareceram em ambos os grupos foram *Aricidea (A.) cf. catharinae* (29,0%), *Aricidea (A.) cf. curviseta* (21,4%), *Mediomastus capensis* (17,8%) e *Ninöe brasiliensis* (5,0%). As demais exibiram

porcentagens de contribuição inferiores a 5,0% e esses dados podem ser conferidos na Tabela 37.

A ANOSIM realizada para as espécies identificadas nas amostras de julho/05 também revelou não haver diferenças significativas ($R = 0,250$, $p > 0,05$) entre os grupos 'Emissário' e 'Adjacentes' quanto à associação das espécies de Polychaeta. No entanto, da mesma forma como observado na análise SIMPER para março/05, as contribuições das espécies foram diferentes. *Paraprionospio pinnata* (40,0%) co-dominou com *Mediomastus capensis* (50%) no grupo do 'Emissário', enquanto que no outro grupo a dominância desta segunda espécie foi marcante sobre as demais (Tabela 37). As espécies que ocorreram em ambos os grupos foram *Aricidea* (A.) cf. *catharinae* (26,7%), *Mediomastus capensis* (13,8%), *Armandia* sp. (7,4%), *Magelona posterelongata* e *Cirriformia* sp. (6,5%); as demais exibiram porcentagens de contribuição inferiores a 5,0% (Tabela 37).

Os resultados da ANOSIM para as associações de espécies obtidas em novembro/05 na Baía de Santos indicaram que não houve diferenças significativas ($R = 0,036$, $p > 0,05$) entre os grupos 'Emissário' e 'Adjacentes' quanto à composição faunística; porém, os resultados do SIMPER novamente indicaram que as porcentagens de contribuição das espécies identificadas em ambos os grupos foram distintas (Tabela 37). No grupo 'Emissário', *Mediomastus capensis* (43,9%) co-dominou com *Aricidea* (A.) cf. *catharinae* (36,4%), enquanto no grupo 'Adjacente' *Mediomastus capensis* (57,0%) exibiu destacada dominância em relação às demais espécies (Tabela 37). Tais resultados refletem os diferentes padrões de equitatividade para as estações de ambos os grupos, como pode ser verificado na Tabela 24. As estações 2 e 5, próximas ao emissário, exibiram um pequeno número de espécies e conseqüente dominância de *M. capensis* e *A. catharinae*, indicando baixa equitatividade em relação às estações que perfazem o grupo 'Adjacente'.

Os ecossistemas costeiros têm sido caracterizados por vários autores, dentre eles Nybakken (2001), como sistemas muito dinâmicos, onde a variabilidade espaço-temporal e a heterogeneidade ambiental são muito importantes e contribuem com variações bruscas nas características físico-químicas da água, distribuição dos sedimentos e topografia do fundo. Os efeitos dessa instabilidade ambiental sobre as associações de espécies bênticas, somado às influências antrópicas, tornam complexa qualquer avaliação do comportamento dos organismos bênticos. Normalmente as alterações da estrutura das comunidades de fundo têm sido atribuídas principalmente a eventos climáticos que causam a remobilização do sedimento (Turner *et al.*, 1995).

Uma heterogeneidade faunística foi observada nos resultados do SIMPER para cada estação de coleta, nas diferentes épocas do ano, refletida nas distintas

associações de organismos observadas na Baía de Santos. Contudo, não foi clara a diferenciação biológica entre os grupos de estações em função das espécies presentes, os quais foram formados, na maioria das vezes, por diferenças nas densidades de determinadas espécies, e não pela composição específica. De maneira geral, as espécies dominantes nos diferentes grupos de estações foram as mesmas, sendo algumas espécies muito abundantes em relação as demais.

Os resultados indicaram que *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, *Magelona posterelongata*, *Mediomastus capensis*, *Ninõe brasiliensis*, *Armandia* sp. e *Cirriformia* sp. apresentaram ampla distribuição na baía, pois elas ocorreram tanto nas estações do grupo 'Emissário', próximas ao emissário submarino, quanto nas demais estações incluídas no grupo 'Adjacentes'. *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, *Kinbergonuphis difficilis*, *Mediomastus capensis*, *Ninõe brasiliensis*, *Parandalia americana*, *Paraprionospio pinnata* e *Prionospio* sp. ocorreram freqüentemente no grupo 'Emissário', o que sugere estarem bem adaptadas às severas condições de enriquecimento orgânico e maiores concentrações de hidrocarbonetos (alifáticos e HPAs), indicadores de contaminação fecal (esteróis e LABs) e teores de metais. Dessas espécies, *Paraprionospio pinnata*, *Ninõe brasiliensis*, *Parandalia americana* e *Magelona posterelongata* apresentaram maiores densidades nessas condições ambientais.

As espécies de poliquetas de *Mediomastus*, *Ninõe*, *Parandalia*, *Prionospio* e *Paraprionospio* encontradas no presente estudo são apontadas por Pearson & Rosenberg (1978) como dominantes por suas altas densidades em áreas poluídas. A ocorrência de espécies desses gêneros está associada tanto a áreas organicamente enriquecidas, quanto a áreas submetidas a perturbações ambientais maiores, que tenham resultado na eliminação ou significativa redução da fauna local (Amaral *et al.*, 1998). Na região próxima ao emissário submarino a diversidade específica e riqueza de espécies foram pequenas, indicando claramente uma possível influência da disposição de material orgânico e contaminantes introduzidos por esse emissário sobre a estrutura faunística dos poliquetas. Segundo Gray (1981), distúrbios dessa ordem trazem ao sistema intersticial material fino e particulado, rico em material orgânico com atividade bacteriana. Quando a quantidade é relativamente alta, como ocorre em regiões costeiras, muitas das espécies são asfixiadas pelas próprias partículas e desaparecem da área.

Paraprionospio pinnata é uma espécie depositívora de superfície (Paiva, 1990) e, segundo Heitor (2002), sua densidade é claramente favorecida pelo enriquecimento orgânico, sendo tal fato comprovado pela autora quando do rompimento, em 1997, de um emissário submarino no Guarujá, incrementando rapidamente as densidades da espécie, em detrimento de outras. *Ninõe brasiliensis* também é depositívora de superfície e ocorre em ambientes com teores relativamente altos de matéria orgânica

(Paiva, 1990). Conforme o autor, essa espécie possui dependência de uma contribuição razoável de pelitos, independente da profundidade onde está instalada. Muniz & Pires-Vanin (2000) também verificaram uma associação formada pelas espécies *Paraprionospio pinnata*, *Ninõa brasiliensis*, *Parandalia americana* e *Magelona postereelongata* no Canal de São Sebastião, relacionadas a frações de areia fina. *Prionospio* sp. foi muito abundante em toda a Baía de Santos, porém, as maiores densidades ocorreram nas estações próximas ao emissário submarino. Heitor (2002) encontrou *Prionospio dayi* ocorrendo quase que exclusivamente na porção central da baía, região que recebe diretamente todo o despejo do emissário submarino. Como já mencionado anteriormente, tal área apresenta altos teores de silte, argila e matéria orgânica e, assim como *P. pinnata*, é depositívora de superfície.

Venturini & Tommasi (2004), estudando a Baía de Todos os Santos, Bahia, também observaram a dominância de poliquetas depositívoros de superfície em áreas severamente impactadas por esgoto proveniente de uma refinaria de petróleo. Diversos autores têm indicado organismos com tal hábito alimentar como sendo indicadores de áreas com enriquecimento orgânico (Pearson & Rosenberg, 1978; Frouin, 2000). Essa abordagem funcional deve ser avaliada com cautela, pois as espécies de poliquetas são normalmente oportunistas e capazes de alterar seus grupos tróficos em resposta à variabilidade de partículas alimentares e condições ambientais (Roth & Wilson, 1998).

De um modo geral, a Baía de Santos é caracterizada por espécies que apresentam ampla distribuição, o que torna difícil o reconhecimento de um grupo de espécies como sendo uma associação característica, já que diferentes espécies ocorreram simultaneamente nos grupos 'Emissário' e 'Adjacentes'.

A disposição oceânica de esgotos urbanos constitui um importante delimitador das populações bênticas que apresentam, sob sua influência, redução dos descritores populacionais e, por vezes, altas densidades de espécies oportunistas. Muitos estudos são baseados em comparações de estruturas das comunidades e, freqüentemente, a dificuldade está em saber se as diferenças verificadas na comunidade em cada ponto de coleta são devido aos distúrbios antrópicos (Schlosser, 1990) ou alterações naturais (Spelleberg, 1991; Elliot, 1994), o que dificulta a dissociação dos fatores perturbadores na avaliação de seus efeitos sobre as comunidades bênticas (Warwick, 1986).

Como verificado anteriormente, os teores dos metais e compostos químicos que adentram a Baía de Santos, adsorvidos ao material particulado proveniente do efluente urbano, estiveram abaixo dos valores de TEL (*Threshold Effect Level*) e PEL (*Possible Effect Level*), confirmando que as concentrações aparentemente não são capazes de causar efeitos deletérios para a biota, sobretudo com relação à

toxicidade. Isso sugere que fatores de pequena escala e interações biológicas sejam responsáveis pela formação de pequenos agrupamentos de espécies que apresentam adaptações adequadas às condições ambientais as quais as estações amostradas estão sujeitas.

A distribuição espacial dos anelídeos Polychaeta da Baía de Santos parece ser determinada, principalmente, pelas condições oceanográficas regidas pelo regime de marés, hidrodinamismo junto ao fundo, pelos diferentes tipos sedimentares e oscilação de salinidade, fatores que se refletem na densidade, diversidade específica e na riqueza de espécies dessa fauna. Além disso, características biológicas das espécies, como reprodução e recrutamento, também exibem variações sazonais, e provavelmente também estão refletidas nas associações das espécies evidenciadas através das análises multivariadas aplicadas.

Os resultados da ANOSIM para as associações de espécies obtidos no inverno/05 e verão/2006 da plataforma continental adjacente indicaram que não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os grupos 'Saía da Baía' e 'Plataforma' quanto à composição faunística ($R = 0,214$ e $R = 0,393$, respectivamente). Porém, resultados do SIMPER indicam que as porcentagens de contribuição das espécies identificadas em ambos as épocas do ano e grupos foram distintas (Tabela 38).

Como já observado nas estações da Baía de Santos, também houve grande heterogeneidade faunística na plataforma continental, revelada pelos resultados da ANOSIM e SIMPER para cada grupo de estações, tanto no inverno/2005 quanto no verão/2006 (Tabela 38). Tal fato foi refletido nas distintas associações de organismos observadas na plataforma, não havendo diferenças claras entre os grupos faunísticos em função das espécies presentes, os quais foram formados, na maioria das vezes, por diferenças nas densidades de determinadas espécies, e não pela composição específica. De forma geral, as espécies dominantes em ambos os grupos foram as mesmas, indicando que as espécies exibem ampla distribuição na isóbata de aproximadamente 25 m.

As influências antrópicas a que as estações do grupo 'Saída da Baía' supostamente estão expostas, parecem não ser suficientes para influenciar as associações dos anelídeos Polychaeta instaladas sobre a plataforma adjacente, já que os teores de metais e as concentrações de hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos e alquilbenzeno lineares encontradas nas amostras de sedimento foram muito reduzidas. Vale lembrar que as estações 9 e 13 incluídas nesse grupo estão localizadas imediatamente na desembocadura da baía e aparentemente recebem todo o material orgânico e compostos químicos provenientes do emissário submarino. Além disso, recebem o material da dragagem do Canal do Porto que é despejado nas proximidades de ambos os pontos.

Tabela 37 - Resultados do SIMPER para os grupos de estações 'Emissário' (estações 2 e 5) e 'Adjacentes' (estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8) estudadas na Baía de Santos quanto à ocorrência das espécies dos anelídeos Polychaeta.

Março / 2005		
Baía de Santos (estações 2 e 5)	Grupo Emissário	
	Espécies	% Contrib
	Parandalia americana	25,0
	Kinbergonuphis difficilis	25,0
	Paraprionospio pinnata	25,0
Prionospio sp.	25,0	
Baía de Santos (estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8)	Grupo Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	38,5
	Ninöe brasiliensis	13,4
	Magelona posterelongata	11,7
	Aricidea (A.) cf. catharinae	11,0
	Goniada littorea	8,7
	Tharyx sp.	6,0
	Kinbergonuphis difficilis	3,9
Baía de Santos (emissário + adjacentes)	Grupo Emissário + Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Aricidea (A.) cf. catharinae	29,0
	Aricidea (A.) cf. curviseta	21,4
	Mediomastus capensis	17,8
	Ninöe brasiliensis	5,0
	Magelona posterelongata	4,1
	Prionospio sp.	3,4
	Tharyx sp.	2,5
	Goniada littorea	2,5
	Kinbergonuphis difficilis	2,1
	Owenia fusiformis	2,0
	Glycinde multidentis	1,3

Julho / 2005		
Baía de Santos (# 2 e 5)	Grupo Emissário	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	50,0
Paraprionospio pinnata	40,0	
Baía de Santos (estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8)	Grupo Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	44,4
	Armandia sp.	15,9
	Magelona posterelongata	14,3
	Goniada littorea	4,8
	Prionospio sp.	4,8
	Lumbrineris sp.	3,2
	Tharyx sp.	3,2
Baía de Santos (emissário + adjacentes)	Grupo Emissário + Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Aricidea (A.) cf. catharinae	26,7
	Mediomastus capensis	13,8
	Armandia sp.	7,4
	Magelona posterelongata	6,5
	Cirriformia sp.	6,5
	Tharyx sp.	6,1
	Prionospio sp.	4,2
	Goniada littorea	4,2
	Ninöe brasiliensis	2,9
	Paraprionospio pinnata	2,8
	Owenia fusiformis	2,0
	Kinbergonuphis difficilis	1,9
	Terebellides anguicomus	1,6
	Spiophanes missionensis	1,4
	Lumbrineris sp.	1,4
	Parandalia americana	1,3

Novembro / 2005		
Baía de Santos (estações 2 e 5)	Grupo Emissário	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	43,9
	Aricidea (A.) cf. catharinae	36,4
	Kinbergonuphis difficilis	5,6
Ninöe brasiliensis	5,6	
Baía de Santos (estações 1, 3, 4, 6, 7 e 8)	Grupo Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	57,0
	Tharyx sp.	10,5
	Goniada littorea	10,3
	Aricidea (A.) cf. catharinae	6,6
	Armandia sp.	4,7
Magelona posterelongata	2,7	
Baía de Santos (emissário + adjacentes)	Grupo Emissário + Adjacentes	
	Espécies	% Contrib
	Mediomastus capensis	37,9
	Aricidea (A.) cf. catharinae	33,4
	Tharyx sp.	4,9
	Kinbergonuphis difficilis	4,6
	Ninöe brasiliensis	3,0
	Armandia sp.	2,7
	Kinbergonuphis orensanzi	2,0
Goniada littorea	1,9	

Embora a Figura 25 indique que existe intrusão da pluma de sedimento proveniente do sistema estuarino para a plataforma continental interna, o incremento de matéria orgânica, contaminantes e metais lançados no estuário e baía por meio do complexo industrial adjacente e emissário submarino, parece não ter competência para atuar sobre a comunidade de Polychaeta instalada na plataforma em frente à desembocadura da baía, uma vez que as concentrações e teores dos compostos químicos foram muito baixos. Como citado anteriormente, as concentrações dos metais e compostos químicos avaliados estiveram abaixo dos valores de TEL (*Threshold Effect Level*) e PEL (*Possible Effect Level*), confirmando que os teores encontrados não são capazes de causar efeitos deletérios para a biota, sobretudo com relação à toxicidade (Abessa *et al.*, 2005).

A macrofauna da plataforma continental do sudeste brasileiro é pouco conhecida tanto em termos da composição faunística, quanto ao seu papel na estrutura trófica e de transferência energética para outros compartimentos biológicos do ecossistema (De Léo, 2003). Esse autor ainda afirma que a distribuição da macrofauna bêntica instalada na porção rasa da plataforma continental está diretamente relacionada a agentes hidrodinâmicos, como a movimentação sazonal de massas de água sobre a plataforma, especialmente a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e eventos de desestabilização dos fundos inconsolidados devido à passagem de sistemas frontais durante os meses de inverno (Pires-Vanin, 1993; Pires-Vanin *et al.*, 1995).

Os estudos realizados por De Léo (2003) na plataforma continental da região de Cabo Frio, indicaram que houve maior abundância de espécies de poliquetas Spionidae, Paraonidae e Capitellidae, fato que corrobora os resultados do presente trabalho. A maioria das espécies dessas famílias pertence ao grupo trófico dos depositívoros de superfície e, segundo o autor, essa categoria foi especialmente abundante ao redor dos 30 m de profundidade. Além disso, a composição granulométrica da plataforma continental também contribuiu para a instalação de organismos depositívoros com menor mobilidade, uma vez que a plataforma é recoberta por frações arenosas e lamosas, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica adsorvida às partículas finas.

A dominância dessas famílias dentre os depositívoros de superfície se deve à sua reconhecida alta mobilidade no sedimento, conferindo habilidade na colonização de fundos inconsolidados (Maurer & Leathem, 1980 *apud* Paiva, 1993), característica que favorece as maiores densidades de tais organismos na região rasa da plataforma, onde os distúrbios físicos derivados da passagem de ondas são mais intensos. A diferenciada mobilidade das espécies destas famílias é responsável pela rápida reestruturação das comunidades bênticas, já que possuem estratégias

reprodutivas adaptadas, como ciclo de vida curto, rápida colonização em ambientes perturbados e plasticidade alimentar (Faulchald & Jumars, 1979). A colonização de fundos submersos por organismos depositívoros de superfície é comum em ambientes estuarinos e de plataforma (Rhoads *et al.*, 1978; Probert, 1984).

Embora até hoje não se tenha chegado a um consenso acerca de todos os processos responsáveis pela manutenção das comunidades de fundos inconsolidados, muitas hipóteses foram formuladas e acredita-se que a biodiversidade seja regida por uma complexidade de fenômenos em escalas temporais distintas. Tais eventos configuram processos de curto prazo, envolvendo interações biológicas, e processos de longo prazo que incluem produção primária planctônica e atividades microbianas que acontecem na coluna de água e atingem o fundo.

Somado a isso, a heterogeneidade sedimentar favorece a colonização do ambiente bêntico por uma grande diversidade de espécies que ocupam os espaços intersticiais (Levinton, 1995), principalmente quando há grande disponibilidade de matéria orgânica, especialmente após eventos de ressurgência, como os que acontecem durante o verão na plataforma continental do sudeste brasileiro. Esse quadro foi evidenciado pelas concentrações de matéria orgânica e nutrientes avaliadas em tópico anterior e, vale ressaltar, influenciaram fortemente o aumento da diversidade e riqueza de espécies nas estações de plataforma amostradas no presente trabalho.

Aparentemente, a composição granulométrica do fundo, a disponibilidade de matéria orgânica e a dinâmica das massas de água e passagens de sistemas frontais parecem ser responsáveis pela estrutura das populações dos anelídeos Polychaeta da plataforma continental adjacente à Baía de Santos. Porém, não se deve desconsiderar a influencia significativa que as interações intra- e/ou interespecíficas provocam nas associações faunísticas, vinculados principalmente à dinâmica alimentar.

Tabela 38 - SIMPER para os grupos de estações 'Saída da Baía' (estações 9 e 13) e 'Plataforma' (estações 2, 6, 7 e 18) estudadas na plataforma continental quanto à ocorrência das espécies dos anelídeos Polychaeta.

Inverno / 2005		
Plataforma Continental (estações 9 e 13)	Grupo "Saída da Baía"	
	Espécies	% Contrib
	<i>Prionospio dayi</i>	48,9
	<i>Mediomastus capensis</i>	22,8
	<i>Magelona posterelongata</i>	9,7
	<i>Tharyx</i> sp.	2,6
	<i>Parandalia americana</i>	2,3
	<i>Spiophanes bombyx</i>	1,9
	<i>Ninõe brasiliensis</i>	1,9
	Grupo Plataforma	
Plataforma Continental (estações 2, 6, 7 e 18)	Espécies	% Contrib
	<i>Prionospio dayi</i>	62,5
	<i>Mediomastus capensis</i>	7,8
	<i>Magelona posterelongata</i>	3,6
	<i>Cirrophorus americanus</i>	3,6
	<i>Armandia</i> sp.	3,1
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	2,8
	<i>Sigambra grubii</i>	2,2
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	2,1
	<i>Parandalia americana</i>	1,9
Plataforma Continental (todas as estações)	Grupo "Saída da Baía" + Plataforma	
	Espécies	% Contrib
	<i>Mediomastus capensis</i>	26,1
	<i>Prionospio dayi</i>	20,4
	<i>Magelona posterelongata</i>	8,1
	<i>Prionospio</i> sp.	7,8
	<i>Parandalia americana</i>	3,3
	<i>Armandia</i> sp.	3,2
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	1,9
	<i>Tharyx</i> sp.	1,9
	<i>Ninõe brasiliensis</i>	1,7
	<i>Spiophanes bombyx</i>	1,5
	<i>Cirrophorus americanus</i>	1,5
	<i>Neanthes bruaca</i>	1,5
	<i>Notomastus lobatus</i>	1,2
	<i>Nothria</i> sp.	1,1
	<i>Sigambra grubii</i>	1,1
	<i>Goniada littorea</i>	1,0
	<i>Lumbricalus januarii</i>	0,8
	<i>Ceratocephale oculata</i>	0,8
	<i>Ampharete</i> sp.	0,8
	<i>Aricidae</i> sp.	0,7
	<i>Clymenella</i> sp.	0,7
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	0,7
	<i>Gymnonereis crosslandi</i>	0,6
	<i>Magelona variolamellata</i>	0,6
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	0,6
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,5

Verão / 2006		
Plataforma Continental (estações 9 e 13)	Grupo "Saída da Baía"	
	Espécies	% Contrib
	<i>Mediomastus capensis</i>	28,2
	<i>Prionospio dayi</i>	17,5
	<i>Magelona posterelongata</i>	7,9
	<i>Tharyx</i> sp.	7,1
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	6,4
	<i>Spiophanes bombyx</i>	3,6
	<i>Magelona variolamellata</i>	3,2
	<i>Lumbricalus januarii</i>	3,2
Plataforma Continental (estações 2, 6, 7 e 18)	Grupo Plataforma	
	Espécies	% Contrib
	<i>Prionospio dayi</i>	28,0
	<i>Mediomastus capensis</i>	8,5
	<i>Cirrophorus americanus</i>	8,4
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	7,4
	<i>Spiophanes bombyx</i>	6,7
	<i>Magelona posterelongata</i>	6,4
	<i>Notomastus lobatus</i>	4,8
	<i>Parandalia americana</i>	3,0
Plataforma Continental (todas as estações)	Grupo "Saída da Baía" + Plataforma	
	Espécies	% Contrib
	<i>Prionospio dayi</i>	22,6
	<i>Mediomastus capensis</i>	10,2
	<i>Magelona posterelongata</i>	7,5
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	5,8
	<i>Spiophanes bombyx</i>	5,3
	<i>Notomastus lobatus</i>	3,6
	<i>Tharyx</i> sp.	3,3
	<i>Armandia</i> sp.	3,1
	<i>Ninõe brasiliensis</i>	2,9
	<i>Scoloplos</i> sp.	2,4
	<i>Cirrophorus americanus</i>	2,4
	<i>Goniada littorea</i>	1,9
	<i>Magelona variolamellata</i>	1,4
	<i>Eunõe</i> sp.	1,4
	<i>Parandalia americana</i>	1,4
	<i>Lumbricalus januarii</i>	1,4
	<i>Neanthes bruaca</i>	1,3
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	1,2
	<i>Goniada maculata</i>	1,2
	<i>Axiiothela</i> cf. <i>brasiliensis</i>	1,1
	<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	1,0
	<i>Laonice branchiata</i>	1,0
	<i>Nothria</i> sp.	0,9
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	0,8
	<i>Ceratocephale oculata</i>	0,8
	<i>Diopatra dextrognatha</i>	0,7
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0,7
	<i>Aricidae</i> sp.	0,7
	<i>Clymenella</i> sp.	0,7
	<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	0,7
	<i>Scoloplos</i> (<i>Leodamas</i>) cf. <i>rubra</i>	0,7

5.4. DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DOS ANELÍDEOS POLYCHAETA

Para a avaliação da distribuição vertical dos anelídeos Polychaeta na coluna sedimentar, optou-se por considerar apenas aquelas famílias cujo número de indivíduos tenha sido acima de 10 indivíduos. Essa estratégia foi adotada a fim de evidenciar, graficamente, apenas as principais famílias que ocorreram nos estratos avaliados. Primeiramente são apresentados os resultados para a Baía de Santos e, em seguida, os dados obtidos na plataforma adjacente.

Durante as campanhas oceanográficas realizadas na Baía de Santos, não foi possível coletar amostras nas estações 1 e 3 devido ao tipo de fundo que impossibilitou a utilização do *box-corer*. Pela mesma razão, em julho/2005, também não se pode amostrar as estações 4 e 8. A distribuição vertical das famílias de Polychaeta nos estratos sedimentares encontra-se nas Figuras 27, 28 e 29.

De forma geral, não ocorreu um padrão espaço-temporal homogêneo na distribuição dos organismos entre os estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos; porém, notou-se uma discreta tendência para os indivíduos se concentrarem nos primeiros 5,0 cm do pacote sedimentar, nos estratos denominados superfície e meio (Figuras 27, 28 e 29).

Nas estações 2 e 5 houve maior concentração das famílias Capitellidae, Paraonidae e Spionidae nos estratos superior e mediano (até 5,0 cm), enquanto poucas famílias ocorreram no estrato inferior (5,0 a 10,0 cm). As estações 6 e 7 exibiram diversas famílias de Polychaeta, indicando provavelmente haver diferentes condições ambientais que, possivelmente, propiciaram tal distinção (Figuras 27, 28 e 29).

Segundo a classificação de Folk & Ward (1957), a maioria das estações da Baía de Santos foram compostas por areia muito fina. De acordo com Ewing & Dauer (1982) e Tourtellote & Dauer (1983), a fauna associada a sedimentos de textura arenosa sofre influência de grandes flutuações dos parâmetros físicos e químicos da coluna de água, já que a fauna está diretamente ligada às oscilações naturais que ocorrem na interface água-sedimento, mais intensas que aquelas que ocorrem nos interstícios sedimentares. As irregularidades nas porções de areia e silte verificadas nos estratos sedimentares, principalmente nos seus primeiros 5,0 centímetros, certamente contribuíram com distintas quantidades de matéria orgânica e microfitobentos, importantes para o suprimento alimentar dos organismos, fato refletido na distribuição da fauna de poliquetas no sedimento.

Em ambientes costeiros há o predomínio de sedimento arenoso tanto na superfície quanto na camada inferior, o que favorece a oxigenação e percolação de nutrientes até as camadas mais profundas, permitindo que a fauna alcance profundidades maiores, de até, por exemplo, 10,0 centímetros.

Figura 27 – Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em março/2005, onde: SUP = superfície e INF = inferior.

Grande parte dos anelídeos poliquetas concentra-se nas camadas superiores dos sedimentos. Flach & Heip (1996) inferiram que cerca de 50 a 80% das espécies encontradas na zona costeira e plataforma continental distribuem-se nos dois primeiros centímetros de coluna sedimentar. A distribuição encontrada no presente trabalho pode estar relacionada ao fato de que a maioria das espécies identificadas nos estratos estudados tem hábito depositívoro, quer de superfície ou de subsuperfície, que, conseqüentemente, tende a habitar os horizontes entre 3,0 e 5,0 cm abaixo da superfície.

Figura 28 – Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em julho/2005 (atentar para escala diferenciada na estação 5), onde: SUP = superfície e INF = inferior.

Aller & Yingst (1985) sugeriram três hipóteses para explicar o decréscimo da fauna na coluna sedimentar: (1) diminuição vertical da concentração de oxigênio; (2) diminuição vertical da água intersticial devido à compactação dos sedimentos e (3) decréscimo vertical da matéria orgânica metabolizável.

Os itens (1) e (2) sugeridos pelos autores podem explicar a escassez de poliquetas na porção inferior dos estratos avaliados nas estações 2 e 5. Ambas estão próximas à desembocadura do emissário submarino, que contribui com o lançamento de significativa carga orgânica para a Baía de Santos e que se deposita nas imediações dos difusores. A atividade bacteriana consome oxigênio da água intersticial no processo de degradação do material orgânico, o que causa depleção de tal recurso. Além disso, as porções de silte existentes em ambas as estações contribuem para a compactação do sedimento e redução das concentrações de oxigênio disponível, instalando-se uma camada anóxica muito próxima à superfície. O fato de nessas estações haver predomínio de famílias com hábitos depositívoros também dificulta a renovação de matéria orgânica e oxigênio nas camadas mais

profundas da coluna sedimentar, já que tais organismos concentram-se nos primeiros centímetros.

Figura 29 – Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Baía de Santos em novembro/2005 (atentar para escala diferenciada na estação 5), onde: SUP = superfície e INF = inferior.

A maioria das espécies macrobênticas não suporta viver em condições de anóxia, comum após os primeiros centímetros abaixo da interface água-sedimento. Porém, algumas espécies cavadoras de poliquetas, como *Goniada littorea* e *Ninõa brasiliensis*, podem ser responsáveis por aumentar a percolação de oxigênio em estratos profundos da coluna sedimentar devido aos movimentos de ventilação que provocam dentro das galerias construídas, favorecendo a percolação da água e

permitindo a colonização desses estratos por espécies sensíveis à falta de oxigênio, conforme apontado por Aller & Yingst (1985).

As famílias Goniadidae, Onuphidae, Opheliidae e Cirratulidae foram mais comuns nas estações 6 e 7, compostas por frações de areia fina e, conseqüentemente, menor conteúdo de matéria orgânica (quando comparadas às demais estações). Segundo Dauer *et al.* (1987) as espécies dessas famílias têm hábitos carnívoros e possuem adaptações para migrar ao longo da coluna sedimentar, tendo já sido registradas aos 25,0 cm de profundidade, o que as caracteriza como cavadores ativos. A constituição arenosa do fundo contribuiu para uma menor compactação do pacote sedimentar, com adequada percolação e renovação da água intersticial, suprimindo a fauna com oxigenação suficiente e matéria orgânica metabolizável, o que explica a ocorrência de espécies dessas famílias em camadas sedimentares profundas.

Blake (1994), estudando a distribuição vertical de poliquetas do Cabo Lookout, na Carolina do Norte, correlacionou a posição dos organismos na coluna sedimentar basicamente à morfologia do aparato cefálico e, portanto, ao comportamento alimentar das espécies. Organismos suspensívoros e depositívoros de superfície ocorreram nos 2,0 cm superiores do sedimento, enquanto depositívoros de subsuperfície foram encontrados preferencialmente em camadas inferiores. Onívoros e carnívoros apresentaram uma distribuição menos restrita, ocorrendo em todas as profundidades do pacote sedimentar devido, principalmente, a plasticidade alimentar que lhes permite habitar ambientes com qualquer condição alimentar (Gaston, 1987).

É evidente que a disponibilidade de matéria orgânica e suprimento de oxigênio são elementos essenciais e condicionadores da distribuição vertical dos anelídeos poliquetas na coluna sedimentar. No entanto, deve-se somar a esses fatores os distúrbios físicos a que as comunidades bênticas de regiões costeiras estão continuamente expostas. Segundo Dernie *et al.* (2003), fenômenos periódicos, como a passagem de frentes frias e o revolvimento do fundo, perturbam a estrutura sedimentar e podem causar a migração da biota residente ou, em episódios mais intensos, a total defaunação. Os autores ainda afirmam que as heterogeneidades no regime dos distúrbios físicos podem resultar em distribuição dos organismos em forma de mosaico no sedimento, com partes da comunidade em diferentes estágios de colonização.

Simultaneamente aos eventos hidrodinâmicos, ocorrem fatores biológicos intrínsecos à comunidade que também são responsáveis pela distribuição dos organismos ao longo da coluna sedimentar, como forrageio por predadores, bioturbação e outras interações bióticas que provocam alterações nas propriedades do habitat e na estabilidade e permeabilidade do sedimento, conforme sugerido por Dernie *et al.* (2003).

Em resumo, comunidades instaladas em fundos arenosos, regularmente sujeitos à ação de ondas e correntes de maré, tendem a se reestruturar com maior rapidez após um evento intenso. Essas associações são dominadas por espécies móveis e adaptadas à um ambiente altamente dinâmico (Gorzelay & Nelson, 1987), exibindo grande capacidade de se enterrar no substrato, sendo pouco influenciadas pelos efeitos negativos dos distúrbios físicos. Por outro lado, comunidades que habitam sedimentos lamosos e, portanto, não estão constantemente expostas às perturbações físicas, são mais sensíveis aos efeitos adversos de um intenso hidrodinamismo e sofrem muito mais com o acúmulo de matéria orgânica e, conseqüente, com a depleção da quantidade de oxigênio, atuando negativamente na estruturação da comunidade (Moore, 1991 *apud* Dernie *et al.*, 2003).

Figura 30 – Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Plataforma Continental no inverno/2005 (atentar para escala diferenciada na estação 2), onde: SUP = superfície e INF = inferior.

O padrão da distribuição vertical dos anelídeos Polychaeta nos estratos sedimentares coletados na plataforma adjacente foi marcadamente diferente quando comparado ao da Baía de Santos. Foi possível notar uma redução gradual na ocorrência das famílias de poliquetas em direção ao estrato inferior (Figura 30 e 31), sendo evidente a concentração dos organismos nos primeiros 5,0 cm da coluna sedimentar (estratos superior e mediano).

Nas amostras do inverno/2005 foi possível observar uma maior ocorrência das famílias Capitellidae, Paraonidae e Spionidae na camada superior. Nos estratos mediano e inferior, além de haver tais famílias, pode-se notar também a presença de espécies de Magelonidae e Pilargidae (Figura 30).

Figura 31 – Distribuição vertical das famílias de anelídeos Polychaeta nos estratos da coluna sedimentar estudados na Plataforma Continental no verão/2006 (atentar para escala diferenciada na estação 18), onde: SUP = superfície e INF = inferior.

Durante o verão/2006, observou-se o decréscimo de organismos ao longo da coluna sedimentar, sendo que nas camadas superior e mediana concentraram-se a maioria dos indivíduos. Comparativamente com o inverno/2005, também notou-se um número maior de famílias de poliquetas ocorrendo principalmente na superfície (Figura 31).

Os padrões de distribuição observados nas amostras de inverno e verão encontrados na plataforma podem evidenciar claramente o comportamento da população de poliquetas frente a condições oceanográficas distintas a que estão sujeitas ao longo do ano.

Durante o inverno, os fundos inconsolidados da plataforma continental estão sob a influência de passagens de frentes frias que remobilizam o fundo, desestruturam a coluna sedimentar (Ruta, 1999) e perturbam as comunidades bênticas. Como dito anteriormente, a recolonização do fundo se dá principalmente por espécies das famílias Capitellidae, Paraonidae e Spionidae devido sua reconhecida habilidade na colonização de fundos com instabilidade sedimentar (Maurer & Leathem, 1980 *apud* Paiva, 1993). Esta é a principal característica que favorece a ocorrência de tais famílias na região rasa da plataforma, onde os distúrbios físicos derivados da passagem de ondas são mais intensos. Os resultados encontrados no inverno/2005 corroboram com os autores citados.

Apesar de a plataforma interna ser mais susceptível à defaunação devido a ação de ondas e eventos sazonais, como passagem de frentes frias (Ruta, 1999), durante o verão esses eventos são raros e a estabilidade ambiental, aliada à intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) sobre a plataforma interna, favorece o estabelecimento e crescimento das comunidades bênticas (De Léo & Pires-Vanin, 2006). Esse processo ocorre devido ao grande aporte de matéria orgânica oriundo do incremento da produção primária ocasionada pelo enriquecimento de nutrientes na coluna de água (Ventura *et al.*, 1997), favorecendo, inclusive, o aumento da diversidade bêntica, como pode ser verificado pela ocorrência de diversas famílias de Polychaeta nos estratos superiores do pacote sedimentar.

Os estudos da distribuição vertical da fauna bêntica se intensificaram devido ao interesse na atividade de bioturbação causada por ela. A infauna bêntica, especialmente os anelídeos Polychaeta, desempenha, direta ou indiretamente, um importante papel na movimentação de material orgânico que atinge a interface água-sedimento. A fauna transporta ativamente partículas sedimentares e modifica substancialmente as propriedades físicas, químicas e biológicas do sedimento (Smith *et al.*, 1993, 1997). Por isso, o conhecimento dos mecanismos e taxas desses movimentos de partículas é fundamental para a compreensão de uma gama de processos ligados ao fundo marinho, tais como o destino do carbono e outros nutrientes oriundos da

produção pelágica que atinge o fundo, sua remineralização e até mesmo a estruturação e evolução das comunidades bênticas (Smith *et al.*, 1997).

Assim, à semelhança de outros estudos de distribuição vertical da macrofauna, o presente trabalho parece apontar para uma interação de vários fatores físicos e bióticos agindo na determinação dos padrões de distribuição dos organismos na coluna sedimentar. Forçantes ambientais, como oxigenação, características granulométricas, disponibilidade de alimento, taxas de bioturbação e relações interespecíficas, como predação e competição, parecem atuar conjuntamente e determinar o modo como as comunidades da infauna se distribuem verticalmente na coluna sedimentar.

6. CONCLUSÕES

Baía de Santos

- A Baía de Santos não é considerada como um ambiente organicamente enriquecido pelas baixas concentrações de nutrientes dissolvidos na água de fundo. Entretanto, sazonalmente, dependendo da carga orgânica eliminada pelo emissário submarino no interior da área, esses teores podem ser incrementados e tornar o ambiente localmente eutrofizado.
- A porção central da Baía de Santos é composta por significativas porcentagens de frações finas do sedimento, como silte e argila, além de altos teores de matéria orgânica; enquanto o entorno da baía (margeando o continente) pôde ser caracterizado por frações arenosas e baixos teores de carbonato biodetrítico, silte, argila e matéria orgânica, com significativa contribuição terrígena.
- Os efluentes urbanos lançados pelo emissário submarino influenciam a área adjacente ao despejo, introduzindo significativas porcentagens de sedimentos finos e altos teores dos constituintes da matéria orgânica (C/N/S). Esse fato sugere que o material sólido presente no esgoto deposita-se na área ao redor dos difusores.
- A matéria orgânica que adentra a Baía de Santos é essencialmente terrígena, proveniente das contribuições continentais advindas do aporte de material das bacias de drenagem, manguezais e emissário submarino, como constatado através das razões C/N. Além disso, as amostras de sedimento analisadas podem ser consideradas bem oxigenadas de acordo com os resultados das razões C/S.
- A distribuição e diversidade da fauna de poliquetas parece não ser influenciada pelas concentrações de metais lançados através do sistema de disposição de efluentes industriais e urbanos que atingem a área, uma vez que os teores registrados estiveram abaixo dos valores limites para PEL e TEL.
- A estação 5, localizada próximo à saída do emissário, foi a única que pôde ser considerada contaminada por esgotos, como indicado pelas maiores concentrações de esteróis fecais registradas. As estações adjacentes ao emissário (estação 2 e 4) também apresentaram contribuição de material fecal, porém inferior em relação a estação 5. As estações próximas aos canais de saída do estuário (estações 7 e 8) mostraram-se não contaminadas, sugerindo que a contribuição fecal proveniente do estuário e das atividades desenvolvidas no Porto de Santos não foram significativas. O

padrão horário do fluxo de circulação das águas do interior da baía, que influi diretamente sobre o transporte e deposição dos sedimentos no interior do local, pode explicar as baixas concentrações de esteróis fecais na porção leste (estações 3 e 6) e maiores valores na porção oeste da baía, onde estão situadas as estações 4 e 2, mais susceptíveis à retenção de matéria orgânica e de compostos químicos.

- Na área próxima à desembocadura do emissário submarino a predominância de material orgânico de origem biogênica e terrestre foi constatada pelas elevadas concentrações de hidrocarbonetos alifáticos, com maior contribuição dos compostos n-C₂₇, n-C₂₉ e n-C₃₁.

- Nas estações 1, 2 e 5 da baía (à oeste e na saída do emissário submarino) a contaminação por petróleo parece advir das atividades industrial, portuária e urbana, como indicado pela presença de mistura complexa não resolvida (UCM) nas amostras de sedimento estudadas. Nas demais estações a ausência de UCM indicou que os hidrocarbonetos alifáticos observados parecem ter origem biogênica e principalmente proveniente de plantas superiores, evidenciando assim a efetiva contribuição do estuário.

- As maiores concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas estações próximas da desembocadura do emissário submarino, saída do Canal do Porto e adjacências da área de lançamento do material dragado proveniente do Porto sugerem uma ocorrência pontual, possivelmente de origem industrial e atividades portuárias.

- Os hidrocarbonetos alquilbenzeno lineares (LABs) encontrados na Baía de Santos parecem estar associados aos despejos de esgoto municipal e ao incremento populacional em áreas não servidas por tratamento sanitário, já que as maiores concentrações foram registradas nas proximidades do emissário submarino.

- Os baixos valores observados para a densidade, riqueza e diversidade, com elevada dominância de espécies das famílias Capitellidae, Spionidae e Paraonidae, e a ocorrência de espécies oportunistas na Baía de Santos sugerem que a comunidade de poliquetas é influenciada por agentes antrópicos. Entretanto, os resultados indicaram que os fatores naturais foram preponderantes.

- As condições crônicas de enriquecimento orgânico e introdução de hidrocarbonetos (n-alcanos e HPAs) e esgotos (esteróis fecais e LABs) na região próxima ao emissário submarino parecem ser determinantes para a abundância das espécies *Aricidea* (A.) cf. *catharinae*, *Kinbergonuphis difficilis*, *Mediomastus capensis*, *Ninõe brasiliensis*, *Parandalia americana*, *Paraprionospio pinnata* e *Prionospio* sp. na porção central da baía, caracterizando-as como resistentes e oportunistas.
- As espécies de *Mediomastus*, *Ninõe*, *Parandalia*, *Prionospio* e *Paraprionospio* encontradas no presente estudo, comumente referidas na literatura por sua alta abundância em áreas sujeitas à atividades antrópicas, indicam que a Baía de Santos está sob a influência dos despejos urbanos e de compostos provenientes do pólo industrial adjacente.
- A heterogeneidade da fauna de poliquetas observada na Baía de Santos foi determinada, na maioria das vezes, por diferenças nas densidades das espécies, e não pela composição específica, o que não permitiu identificar associações definidas nas diversas porções da baía, já que as espécies dominantes foram as mesmas, sendo algumas muito abundantes em relação as demais.
- A marcada ocorrência de Capitellidae, Paraonidae e Spionidae pode estar relacionada ao fato da maioria das espécies identificadas nos estratos sedimentares estudados ter hábito alimentar depositívoro de superfície ou de subsuperfície, o que as leva preferencialmente a ocorrer em horizontes até ao redor dos 5,0 cm abaixo da superfície.
- Foi constatado que a disponibilidade de matéria orgânica e suprimento de oxigênio foram essenciais para a ampla distribuição vertical dos anelídeos poliquetas na coluna sedimentar.

Plataforma Continental Adjacente

- As águas da plataforma continental podem ser consideradas oligotróficas, como verificado pelos teores de nutrientes, tipicamente oceânicos, devido ao distanciamento da zona costeira e a menor influência continental.
- O fundo da plataforma adjacente à Baía de Santos apresentou uma composição essencialmente de origem terrígena, recoberto principalmente por frações arenosas e lamosas, porém com porcentagens de matéria orgânica muito inferiores comparativamente às da Baía de Santos.
- A matéria orgânica depositada sobre as estações avaliadas possuiu contribuição terrígena, como indicado pelas razões C/N, proveniente das encostas continentais e, possivelmente, adentra a plataforma em suspensão na coluna de água. Os sedimentos da plataforma continental são oxigenados, conforme as razões C/S.
- Os elementos metálicos que são lançados na Baía de Santos parecem não atingir a plataforma adjacente, ficando adsorvidos às frações finas dos sedimentos da baía, o que explica os reduzidos teores de metais encontrados nas amostras de sedimento da plataforma.
- As estações localizadas na plataforma continental adjacente à Baía de Santos não apresentaram esteróis fecais em níveis detectáveis, indicando que o material fecal descartado pelo emissário não atinge a plataforma, ficando restrito ao interior da baía.
- A região de transição entre a desembocadura da Baía de Santos e a plataforma adjacente (estações 9 e 13) parece ser influenciada pelos hidrocarbonetos alifáticos, policíclicos aromáticos (HPAs) e alquilbenzeno lineares (LABs), possivelmente provenientes do interior da baía ou, ainda, contidos no material dragado do Canal do Porto que é despejado nas proximidades da Ilha da Moela. As demais estações da plataforma parecem não receber tal contribuição, uma vez que as concentrações desses compostos químicos estiveram abaixo do limite de detecção do método analítico.
- A composição granulométrica, a disponibilidade de matéria orgânica e a concentração dos compostos químicos foram fatores determinantes na diferenciação das associações de poliquetas da Baía de Santos e plataforma adjacente. A relativa estabilidade ambiental da plataforma continental parece ter sido o principal fator para

a ocorrência de valores mais elevados dos descritores biológicos nesse local quando comparados àqueles da baía.

- A dominância das espécies *Prionospio dayi* e *Mediomastus capensis* deve-se provavelmente à sua capacidade de colonização de fundos com alta mobilidade de sedimento, conforme apontado na literatura.
- Os fenômenos físicos sazonais, tais como passagem de frentes frias e conseqüente remobilização sedimentar, parecem explicar a maior concentração de poliquetas nos estratos superficiais, bem como a maior ocorrência das espécies das famílias Capitellidae, Paraonidae e Spionidae no topo sedimentar e das famílias Magelonidae e Pilargidae nas porções mais profundas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram atingir o principal objetivo proposto no presente trabalho, que foi verificar a composição e distribuição espacial e vertical das associações de anelídeos Polychaeta da Baía de Santos e plataforma adjacente, integrando os aspectos quali- e quantitativos de seus descritores com as variáveis físico-químicas e sedimentológicas.

O reconhecimento da intensidade dos fatores que causam variabilidades naturais nas populações e parâmetros da comunidade é essencial para o estabelecimento de uma base de dados que possa ser utilizada na compreensão e quantificação de futuras alterações resultantes de diferentes tipos de impactos ambientais. Além disso, é importante que os estudos oceanográficos tenham caráter multidisciplinar integrando os aspectos físicos, químicos, geológicos e biológicos, para que se possa identificar variações espaço-temporais existentes e aumentar a possibilidade para distinção das forçantes naturais daquelas induzidas por fatores antrópicos.

Os resultados do presente trabalho evidenciaram a influência do aporte de compostos químicos, esgotos domésticos e teores de metais na estrutura espacial e vertical de organismos associados ao sedimento, e poderão fornecer subsídios para futuros programas de monitoramento ambiental no local e em outras áreas rasas subtropicais. Tais resultados são importantes contribuições na avaliação dos efeitos das atividades antrópicas sobre os ecossistemas próximos a grandes centros urbanos uma vez que estão embasados na análise de grande quantidade de dados multidisciplinares que se somam e se complementam, providenciando um panorama real sobre a qualidade ambiental.

É conveniente ressaltar que para se monitorar as alterações sofridas por um ambiente é necessário que haja um conhecimento prévio do local afetado. Assim, somente é possível relacionar causa e efeito de uma intervenção em um ecossistema se for possível comparar informações de um ambiente não-perturbado com as de ambientes perturbados. A ausência de registros sobre um padrão pré-perturbação torna muito difícil quantificar corretamente seus efeitos (Tommasi, 1994).

O conhecimento prévio da estrutura das comunidades bênticas e da sua variabilidade em condições naturais é uma das maiores carências que impedem a viabilização de estudos de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos (Underwood, 2000). Atualmente, estudos do tipo *Beyond BACI* (*before-after/control-impact*) são considerados ideais e podem ser desenvolvidos em áreas em que se tem levantamentos anteriores e posteriores à um impacto (Underwood, 1992).

Sendo assim, o presente trabalho visou fornecer informações para futuras avaliações da qualidade ambiental de todo um complexo estuarino sujeito a alterações naturais e influências antrópicas, além de ser um documento útil em avaliações da balneabilidade e exploração dos recursos vivos e de interesse econômico que a área de estudo fornece.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESSA, D.M.S. 2002. Avaliação da Qualidade de Sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, S.P., Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, S.P., 260p.
- ABESSA, D.M. S. & SOUSA, E.C.P.M. 2001. Preliminary studies on the acute toxicity of marine sediments collectes close to the sewage outfalls from Baixada Santista, SP, Brazil. **In:** Anais do 1º Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais. 03/09/2001, Santos, SP. CD-Rom, 59-61.
- ABESSA, D.M.S.; R.S. CARR; B.R.F. RACHID; E.C.P.M. SOUSA; M.A. HORTELANI & J.E. SARKIS. 2005. Influence of a Brazilian sewage outfall on the toxicity and contamination of adjacent sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 50: 875-885.
- ABOUL-KASSIM, T.A.T. & B.R.T. SIMONEIT. 1996. Lipid geochemistry of surficial sediments from the coastal environment of Egypt – I. Aliphatic hydrocarbons – characterization and sources. *Marine Chemistry*, 54: 135-158.
- ALLER, R.C. & J.Y. YINGST. 1985. Effects of the marine deposit feeders *Heteromastus filiformis* (Polychaeta), *Macoma balthica* (Bivalvia) and *Tellina texana* (Bivalvia) on averaged sedimentary solute transport, reaction rates and microbial distributions. *J. Mar. Res.*, 43: 615-645.
- AMARAL, A.C.Z.; E.H. MORGADO & L.B. SALVADOR. 1998. Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas. *Revta. Bras. Biol.*, 58(2): 307-316.
- AMMINOT, A. & M. CHAUSSEPIED. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Brest: CNEXO. 395p.
- ANGER, K. 1975. On the influence of sewage pollution on inshore benthic communities in the south of Kiel Bay. Part I. Qualitative studies on indicator species and communities. *Merentutkimuslait. Julk.*, 239: 116-122.
- ARAÚJO, M.F.; J.M. JOUANNEAU; P. VALÉRIO; T. BARBOSA; A. GOUVEIA; O. WEBER; A. OLIVEIRA; A. RODRIGUES & J.M.A. DIAS. 2002. Geochemical tracers of northern Portuguese estuarine sediments on the shelf. *Progress in Oceanography*, 52: 277-297.
- ATTOLINI, F.S. 2002. Padrões de distribuição de poliquetas macrobentônicos na região da plataforma externa e talude superior entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC), costa sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 115 p.
- ATTRILL, M.J. 2002. Community level indicators of stress in aquatic ecosystems. **In:** Adams, S.M. (ed.). *Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress*. American Fisheries Society, pp. 473-508.
- AZEVEDO, A. (Ed.). 1965. A Baixada Santista: aspectos geográficos. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 4 vols.
- BACESCU, M.C. 1972. Substratum. **In:** KINNE, O. (ed.). *Marine Ecology: A comprehensive integrated a treatise on life in oceans and coastal waters*. New York, Wiley Interscience, v.3, p. 1300-1322.
- BARAKAT, A.O.; M. KIM; Y. QIAN & T.L. WADE. 2002. Organochlorine pesticides and PCB residues in sediments of Alexandria Harbour, Egypt. *Mar. Pollut. Bull.*, 44(12): 1426-1434.
- BARCELLOS, R.L. & V.V. FURTADO. 1998. Distribuição, características e comportamento da matéria orgânica sedimentar (C,N,S) do Canal de São Sebastião (SP) e plataforma continental interna adjacente. *Semana Nacional de Oceanografia*, 11, Pelotas. Ed. Universitária. P. 454-456.

- BERNER, R.A. 1989. Biogeochemical cycles of carbon and sulphur and their effect on atmospheric oxygen over Phanerozoic time. *Paleogeography, Paleoclimatology and Paleoecology*, 75: 97-122.
- BÍCEGO, M.C. 1988. Contribuição ao estudo de hidrocarbonetos biogênicos e do petróleo no ambiente marinho. Dissertação de Mestrado. Editora Resenha Tributária. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- BÍCEGO, M.C. 1996. Alguns aspectos sobre a degradação fotoquímica e a determinação de hidrocarbonetos do petróleo no ambiente marinho. Tese de Doutorado. Instituto de Química, Universidade de São Paulo.
- BÍCEGO, M.C. & R.R. WEBER. 1987. Oil degradation in tropical marine environments: wethering effects on a Brazilian crude in São Sebastião Channel, São Paulo, Brasil. **In:** II RIO CONFERENCE ON THE CHEMISTRY OF TROPICAL MARINE SYSTEMS, Rio de Janeiro. Caderno de Resumos, v. 1. p. 32-32.
- BÍCEGO, M. C.; S. TANIGUCHI; G.T. YOGUI; R.C. MONTONE; D.A.M. SILVA; R.A. LOURENÇO; C.C. MARTINS; S.T. SASAKI; V.H. PELLIZARI & R.R. WEBER. 2006 Assessment of contamination by polychlorinated biphenyls and aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of the Santos and São Vicente Estuary System, São Paulo – Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 1804-1815.
- BIDOLI, B. F. 2006. Determinação de PCBs e pesticidas organoclorados em testemunhos de sedimento da Plataforma Continental Adjacente à Baía de Santos, SP. Monografia apresentada ao Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 38 p.
- BLAKE, J.A. 1994. Vertical distribution of benthic infauna in continental slope sediments off Cape Lookout, North Carolina. *Deep Sea Res.* II, 41 (4-6): 919-927.
- BOLDRINI, C.V. & D. NAVAS-PEREIRA. 1987. Metais pesados na Baía de Santos e estuários de Santos e São Vicente – Bioacumulação. *Ambiente*, vol.1, nº3: 118-127.
- BONETTI, C. 2000. Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos-São Vicente (SP, Brasil). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 229 p. + anexo.
- BONETTI FILHO, J. 1996. Sensoriamento remoto aplicado à análise de ambientes costeiros impactados – avaliação metodológica: Baixada Santista. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia FFLCH, 260 p. + anexo.
- BORDOVSKIY, O.K. 1965. Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Marine Geology*, 3: 33-82.
- BOULOUBASSI, I. & A. SALIOT. 1993. Investigations of anthropogenic and natural organic inputs in estuarine sediments using hydrocarbons markers (NAH, LAB, PAH). *Oceanologica Acta*, 16(2): 145-161.
- BRAGA, E.S.; J. BONETTI FILHO & C.V.D.H. BONETTI. 1997. Eutrophication signals due to industrial wastes at Baixada Santista Estuarine System. **In:** VI COLACMAR – Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar, 22-26 de setembro. Santos, São Paulo, Brasil. Livro de Resumos, pp. 106-107.
- BRAGA, E.S. & T.J. MÜLLER. 1998. Observation of regeneration of nitrate, phosphate and silicate during upwelling off Ubatuba, Brazil, 23°S. *Continental Shelf Research*, 18(8): 915-922.
- BRAGA, E.S.; C.V.D.H. BONETTI; L. BURONE & J. BONETTI FILHO. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista estuarine system – Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 40(2): 165-173.

- BUCHMAN, N. F. 1999. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA HAZMAT 99-1, Seattle, WA. Coastal Protection and Restoration Division. National Oceanic and Atmospheric Administration. 12 p.
- BYERS, S.C.; E.L. MILLS & P.L. STEWART. 1978. A comparison of methods to determining organic carbon in marine sediments, with suggestion for a standard method. *Hydrobiologia*, 58: 43-57.
- CAHOON, L.B. 1999. The role of benthic microalgae in neritic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 37: 47-86.
- CASPERS, H. 1987. Changes in the benthos at a sewage dumpsite in the Elbe Estuary. In: Capuzzo, J. & D. Kester (eds.). *Oceanic Processes in Marine Pollution*. Robert E Krieger Publishing Company, Malabar, Florida 1. 201-230.
- CASTRO FILHO, B.M.; L.B. MIRANDA & S.Y. MIYAO. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais em média escala. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, 35(2): 135-151.
- CETESB. 1985. Baixada Santista – Memorial Descritivo. Carta do Meio Ambiente e de sua Dinâmica. Relatório Técnico CETESB. São Paulo, SP. 33 p.
- CETESB. 1987. Balneabilidade das praias paulistas. 105 p.
- CETESB. 1999. Relatório da Balneabilidade das Praias Paulistas – 1998. CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. 181 p.
- CETESB. 2001. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB. 178p.
- CETESB. 2004. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo: Balneabilidade das Praias. Relatório Técnico CETESB. São Paulo. 331 p.
- CHAN, L.S.; A.M. DAVIS; W.W.S. YIN & C.H. YEUNG. 2001. Magnetic properties and heavy-metal contents of contaminated seabed sediments of Penny's Bay, Honk Kong. *Mar. Pollut. Bull.*, 42: 569-583.
- CLARK, R.B. 2001. *Marine Pollution*. 5th edition. Oxford University Press, Oxford. 172p.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- COHEN, J.E., C. SMALL; A. MELLINGER; J. GALLUP & J.D. SACHS. 1997. Estimates of coastal populations. *Science (Wash.)*, 278: 1211 (extraído do site http://na.unep.net/OnePlanetManyPeople/AtlasDownload/UNEP_Atlas/Atlas_3-2-Coastal_Screen.pdf).
- COLOMBO, J.C.; E. PELLETIER; C. BROCHU; M. KHALIL & J.A. CATOGGIO. 1989. Determination of hydrocarbon sources using n-alkane and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case study: Rio de la Plata Estuary, Argentina. *Environ. Sci. Technol.*, 23: 888-894.
- CORBISIER, T.N.; L.S.H SOARES; M.A.V. PETTI; E.Y. MUTO; M.H.C. SILVA; J. MCCLELLAND & I. VALIELA. 2006. Use of isotopic signatures to assess the food web in a tropical shallow marine ecosystem of Southeastern Brazil. *Aquatic Ecology*, 40: 381-390.
- CRIPPS, G.C. 1989. Problems in the identification of anthropogenic hydrocarbons against natural background levels in Antarctic. *Antarc. Sci.*, 1: 307-312.
- CRIPPS, G.C. & J. PRIDDLE. 1991. Review: hydrocarbons in the Antarctic marine environmental. *Antarc. Sci.*, 3: 233-250.
- DAAN, R.; H. VAN HET GROENEWOUD; S.A. de JONG & M. MULDER. 1992. Physico-chemical and biological features of a drilling site in the North Sea, 1 year after discharges of oil-contaminated drill cuttings. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 91: 37-45.

- DAUER, D.M.; R.M. EWING & A.J. RODI Jr. 1987. Macrobenthic distribution within the sediment long a estuarine salinity gradient. *Int. Revue ges Hydrobiol.*, 72(5): 529-538.
- DE LÉO, F.C. 2003. Estrutura e dinâmica da fauna bêntica em regiões da plataforma e talude superior do Atlântico sudoeste. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 152 p + anexos.
- DE LÉO, F.C. & A.M.S. PIRES-VANIN. 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60: 268-284.
- DE WIT, C.A. 2002. An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere*, 46(5): 583-624.
- DERNIE, K.M.; M.J. KAISER; E.A. RICHARDSON & R.M. WARWICK. 2003. Recovery of soft sediment communities and habitats following physical disturbance. *J. exp. Mar. Bio. Ecol.*, 285-286: 415-434.
- DIAZ, R.J. & R. ROSENBERG. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 33: 245-303.
- EGANHOUSE, R. P.; D.L. BLUMFIELD & I.R. KAPLAN. 1983. Long-chain alkyl benzenes as molecular tracers of domestic waters in the marine environment. *Environ. Sci. Technol.*, 17: 523-530.
- ELLIOT, M. 1994. The analysis of macrobenthic community data. *Mar. Pollut. Bull.*, 28: 62-64.
- ENVIRONMENTAL CANADA. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. Summary tables. <http://www.ec.gc.ca>.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1996. <http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/3050b.pdf>, <http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/6010b.pdf> e <http://www.epa.gov/sw-846/pdfs/7471b.pdf>
- EWING, R.M. & D.M. DAUER. 1982. Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay I. Old planation Creek, Kings Creek, Cherrystone inlet and the adjacent offshore are. Benthic studies of the Lower Chesapeake Bay 4. *Int. Revue ges Hydrobiol.*, 67(6): 777-791.
- FAGANELLI, J.; A. MALEJ; A. PEZDIC & V. MALACIC. 1988. C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *Oceanol. Acta*, 11(4): 377-382.
- FARRINGTON, J.W. & B.W. TRIPP. 1975. A comparison of analysis methods for hydrocarbons in surface sediments. ACS Symposium Series nº 18, Church T.M. (ed.). American Chemical Society, Washington, D.C., 267-284.
- FARRINGTON, J.W.; N.M. FREW; P.M. GESHWEND & R.W. TRIPP. 1977. Hydrocarbons in cores of northwestern Atlantic coastal and continental margin sediments. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 5: 793-808.
- FAULCHALD, K. & P.A. JUMARS. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feedings guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ. 2000. Lama não volta para o litoral. <http://www.fiepr.com.br>
- FERREIRA, J.A. 2004. Composição e distribuição da macrofauna bêntica num gradiente de salinidade e contaminação orgânica na Enseada de Ubatuba, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 120 p.

- FIGUEIREDO, L.H.M. 1999. Investigação das contribuições orgânicas antrópicas e naturais em sedimentos costeiros utilizando-se hidrocarbonetos marcadores. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Química. 149 p.
- FLACH, E. & C. HEIP. 1996. Vertical distribution of macrozoobenthos within the sediment on the continental slope of the Cogan Spur are (NE Atlantic). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 141: 55-66.
- FLINT, R.W. & J.A. YOUNK. 1983. Estuarine benthos: long-term community structure variations, Corpus Chisti Bay, Texas. *Estuaries*, 6 (2): 126-141.
- FOLK, R.L. & W.C. WARD. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. sedim. Petrol.*, 27: 3-26.
- FÖRSTNER, U. & G.T.W. WITTMAN. 1983. Metal pollution in the aquatic environment (2nd ed). Berlin: Springer-Verlag.
- FRANCO, M.A.; L. VIÑAS; J.A. SORIANO; D. de ARMAS; J.J. GONZÁLEZ; R. BEIRAS; N. SALAS; J.M. BAYONA & J. ALBAIGÉS. 2006. Spatial distribution and ecotoxicity of petroleum hydrocarbons in sediments from the Galicia continental shelf (NW Spain) after the Prestige oil spill. *Mar. Pollut. Bull.*, 53(5-7): 260-271.
- FRESI, E.; M.C. GAMBI; S. FOCARDIS; R. BARGAGLI; F. BALDI & L. FALLIACI. 1983. Benthic community and sediment types: a structural analysis. *Publ. Staz. Zool. Napoli I. Mar. Ecol.*, 4(2): 101-121.
- FROUIN, P. 2000. Effects of anthropogenic disturbances of tropical soft-bottom benthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 194: 39-53.
- FUKUMOTO, M.M. 2003. Caracterização da sedimentação atual e reconstituição da história deposicional recente na Baía de Santos, a partir das características composicionais e isotópicas da matéria orgânica. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 109 p.
- FÚLFARO, V.J. & W.L. PONÇANO. 1976. Sedimentação atual do estuário e Baía de Santos: um modelo geológico aplicado a projetos de expansão da zona portuária. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo. Anais. I Companhia Metropolitana. 67-90 p.
- FURTADO, V.V. 1989. Aspectos da distribuição de sedimentos na plataforma continental norte do Estado de São Paulo. In: Simpósio sobre Oceanografia, 1, São Paulo, 1989. Resumos. São Paulo, Instituto Oceanográfico da USP, 1989, p.56.
- GAETA, S.A. 1999. Produção primária na região oeste do Atlântico Sul. Associate Professor Thesis, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, unpublished.
- GAGE, J. D. & TYLER, P. A. 1991 Deep-sea Biology: a Natural History of Organisms at the Deep-sea Floor. Cambridge University Press, Cambridge, 504 pp.
- GASTON, G.R. 1987. Benthic Polychaeta of middle Atlantic bight: feeding and distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 36: 251-262.
- GOMES, M.F. 2006. Variações espaciais e sazonais na composição e estrutura da comunidade macrobêntica na Plataforma Continental e Talude Superior da Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 89 p + anexos.
- GONZALEZ-OREJA, J.A. & J.I. SAIZ-SALINAS. 1998. Short-term spatio-temporal changes in urban pollution by means of faecal sterols analysis. *Mar. Pollut. Bull.*, 36: 868-875.
- GONZALEZ-SILVERA, A.; E. SANTAMARIA-DEL-ANGEL; V.M. T. GARCIA; C.A.E.CARLOS; A.E. GARCIA, R. MILLÁN-NUÑEZ & F. MULLER-KARGER. 2004. Biogeographical regions of the tropical and subtropical Atlantic Ocean off South America: classification based on pigment (CZCS) and chlorophyll-a (SeaWiFS) variability. *Continental Shelf Research*, 24(9): 983-1000.

- GORZELANI, J.F. & W.G. NELSON. 1987. The effects of beach replenishment on the benthos of a subtropical Florida beach. *Mar. Environ. Res.*, 21: 75-94.
- GRASSHOFF, K. 1983. Determination of oxygen. In: Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.; Kremling, K.V. (Eds.), *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim.
- GRAY, J.S. 1974. Animal-sediment relationship. *Oceanogr. Mar. Biol. a. Rev.*, 12: 223-261.
- GRAY, J.S. 1981. *The ecology of marine sediments*. Cambridge, Cambridge University Press. 185 p.
- GRAY, J.S.; R.S. WU & Y.Y. OR. 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environmental. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 238: 249-279.
- GREEN, G.; J.H. SKERRAT; R. LEEMING & P.D. NICHOLDS. 1992. Hydrocarbons and coprostanol levels in seawater, sea-ice algae and sediments near Davis Station in Eastern Antarctica: a region survey and preliminary results for a field fuel spill experiment. *Mar. Pollut. Bull.*, 25: 293-302.
- GRIMALT, J.O.; P. FERNANDEZ; J.M. BAYONA & J. ALBAIGES. 1990. Assessment of fecal sterols and ketones as indicator of urban sewage inputs to coastal waters. *Environ. Sci. Technol.*, 24: 357-363.
- GUILLE, A. 1970. Benthic bionomy of continental shelf of the French Catalane coast. II. Benthic communities of the macrofauna. *Vie Milieu*, 21(8): 149-280.
- GUZZELLA, L.; C. ROSCOLI; L.VIGANÒ; M. SAHA & S.K. SAKAR. 2005. Evaluation of the concentration of HCH, DDT, HCB, PCB and PAH in the sediments along the lower stretch of Hugli estuary, West Bengal, northeast India. *Environmental International*, 31: 523-534.
- HARTMANN, P.C.; J.G. QUINN; R.W. CAIRNS & J.W. KING. 2004. Polychlorinated biphenyls in Narragansett Bay surface sediments. *Chemosphere*, 57(1): 9-20.
- HEITOR, S.R. 2002. Composição e distribuição da macrofauna bentônica em áreas sob a influência da disposição oceânica de esgotos municipais na Baixada Santista e no Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 245 p.
- HECKER, B. 1990 Variation in megafaunal assemblages on the continental margin south of New England. *Deep-Sea Research*, 37: 37-57.
- HORTELLANI, M.A.; J.E.S. SARKIS; J. BONETTI & C. BONETTI. 2005. Evaluation of Mercury Contamination in Sediments from Santos - São Vicente Estuarine System, São Paulo State, Brazil. *J. Braz. Chem. Soc.*, 16(6A): 1140-1149.
- JACKSON, D.A. 1993. Multivariate analysis of benthic invertebrate communities: the implication of choosing particular data standardizations, measures of associations, and ordination methods. *Hydrobiologia*, 268: 9-26.
- JENG W. L. & B.C. HAN. 1994. Sedimentary coprostanol in Kaohsiung Harbour and Tan-Shui Estuary, Taiwan. *Mar. Pollut. Bull.*, 28: 494-499.
- JENG, W.L. & B.C. HAN. 1996. Coprostanol in a Sediment Core from the Anoxic Tan-Shui Estuary, Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 727-735.
- JEWETT, S.C.; T.A. DEAN; R.O. SMITH & A. BLANCHARD. 1999. "Exxon Valdez" oil spill: impacts and recovery in the soft-bottom benthic community in and adjacent to eelgrass beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 185: 59-83.
- JONES, N. & V. WOLFF. 1981. *Feeding and survival strategies of estuarine organisms*. Plenum Press. 304 p.

- KANTIN & M.G.Z. BAUMGARTEN. 1982. Observações hidrográficas no estuário da Lagoa dos Patos: distribuição e flutuações dos sais nutrientes. *Atlântica*, Rio Grande, 5: 76-92.
- KAWAKAMI, S.K. & R.C. MONTONE. 2002. An efficient ethanol-based analytical protocol to quantify faecal steroids in marine sediments. *J. Braz. Chem Soc.*, 13(2): 226-232.
- KNUTZEN, J. 1995. Effects on marine organisms from polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and other constituents of waste water from aluminium smelters with examples from Norway. *Sci. Total Environ.*, 163: 107-122.
- KONAT, J. & G. KOWALEWSKA. 2001. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediments of the southern Baltic Sea – trends and fate. *In: The Science of the Total Environment*, 280: 1-15.
- KOWALSKA, M.; H. GÜLER & D.L. COCKE. 1994. Interactions of clay minerals with organic pollutants. *The science of the total environmental*, 141: 223-240.
- KRÖNCKE, I.; G.C.A. UINNEVELD; S. RAAK; E. RACHOR & R. DAAN. 1992. Effects of a former discharge of drill cuttings on the macrofauna community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 91: 277-287.
- KUBICKI, J.D. & S.E. APITZ. 1999. Models of natural organic matter and interactions with organic contaminants. *Organic Geochemistry*, 30: 911-927.
- LAMPARELLI, M.L.; M.P. COSTA; V.A. PRÓSPERI; J.E. BEVILÁQUA; R.P.A. ARAÚJO; G.G.L. EYSINK & S. POMPEIA. 2001. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB. São Paulo. 178 p.
- LANA, P.C.; M.G. CAMARGO; R.A. BROGIM & V.J. ISAAC. 1996. O Bentos da Costa Brasileira – Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1858-1996). Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva- Revizee. 431 p.
- LARSONNEUR, C.; P. BOUYASSE, J.P. AUFFRET. 1982. The superficial sediments of the English Channel and its western approaches. *Sedimentology*, 29: 851-864.
- LAUREILLARD, J. & SALIOT, A. 1993. Biomarkers in organic matter produced in estuaries: a case study of the Krka estuary (Adriatic Sea) using the sterol marker series. *Marine Chemistry*, 43: 247– 261.
- LAW, R.J. & J.L. BISCAYA. 1994. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) – problems and progress in sampling, analysis and interpretation. *Mar. Pollut. Bull.*, 29: 235-241.
- LEBLANC, L.A.; J.S. LATIMER; J.T. ELLIS & J.G. QUINN. 1992. The geochemistry of coprostanol in waters and surface sediments from Narraganset Bay. *Estuar. Coas. Shelf Sci.*, 34: 439-458.
- LEONEL, J. 2007. Ocorrência de poluentes orgânicos persistentes em *Pontoporia blainvillei*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 86 p.
- LEVINTON, J.S. 1995. *Marine Biology – function, biodiversity, ecology*. Oxford, University Press. 420 p.
- LIMA, M.R.B.L.M.A. 2000. Natureza e origem da matéria orgânica depositada nos sedimentos superficiais ao longo da Plataforma Continental entre as cidades do Rio de Janeiro (RJ) e São Francisco do Sul (SC). Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 115 p.
- LORENZEN, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.
- LOURENÇO, S.O. & A.N. MARQUES JÚNIOR. 2002. O Ambiente Marinho. *In: Biologia Marinha*. PEREIRA R.C. & A. SOARES-GOMES. Biologia Marinha. Editora Interciência. 1-33 p.
- LU, X. & S. ZHAI. 2006. Distributions and sources of organic biomarkers in surface sediments from the Changjiang (Yangtze River) Estuary, China. *Continental Shelf Research* 26, 1–14.

- MAHIQUES, M.M.; Y. MISHIMA & M. RODRIGUES. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, southeastern Brazilian margin. *Continental Shelf Research*, 19: 775-798.
- MAHIQUES, M.M.; M.G. TESSLER; A.M. CIOTTI; I.C.A. SILVEIRA; S.H.M. SOUZA; R.C.L. FIGUEIRA; C.C.G. TASSINARI; V.V. FURTADO & R.F. PASSOS. 2004. Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. *Continental Shelf Research*, 24: 1685-1697.
- MALDONADO, C., M.I. VENKATESAN, C.R. PHILLIPS & J.M. BAYONA. 2000. Distribution of trialkylamines and coprostanol in San Pedro shelf sediments adjacent to a sewage outfall. *Mar. Pollut. Bull.*, 40: 680-687.
- MARGALEF, R. 1958. *Perspectives in ecological theory*. University Chicago Press, Chicago, Illinois.
- MARTINS, C.C. 2001. Avaliação da introdução de esteróis fecais e hidrocarbonetos marcadores geoquímicos em sedimentos da Baía do Almirantado, Península Antártica. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, SP. 116 p.
- MARTINS, C.C. 2005. Marcadores Orgânicos Geoquímicos em testemunhos de sedimento do Sistema Estuarino de Santos e São Vicente, SP: um registro histórico da introdução de hidrocarbonetos no ambiente marinho. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, SP. 215 p.
- MARTINS, C.C.; G. FILLMANN & R.C. MONTONE. 2007. Natural and anthropogenic sterols inputs to surface sediments of Patos Lagoon, Brazil. *J. Brazil. Chem. Soc.*, 18: 106-115.
- MARTINS, C.C.; M.M. MAHIQUES; M.C. BÍCEGO; M.M. FUKUMOTO & R.C. MONTONE. 2007. Comparison between anthropogenic hydrocarbons and magnetic susceptibility in sediment cores from the Santos Estuary, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 54: 226-246.
- MARTINS, C.C.; J.A. FERREIRA; S. TANIGUCHI; M.M. MAHIQUES; M.C. BÍCEGO & R.C. MONTONE. **No prelo**. Spatial distribution of sedimentary linear alkylbenzenes and faecal steroids of Santos Bay and adjoining continental shelf, SE Atlantic, Brazil: origin and fate of sewage contamination in the shallow coastal environment. *Mar. Pollut. Bull.*
- MARTINS, M.T. & P.S. SANCHEZ. 1975. Estudos da correlação entre organismos indicadores de poluição de origem fecal de patogênicos. In: VII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro. CETESB.
- MEADOWS, P.S. & J.G. ANDERSON. 1968. Micro-organisms attached to marine sand grains. *J. mar. biol. Ass. UK.*, 48: 161-175.
- MEDEIROS, P. M. 2000. Avaliação de origem de hidrocarbonetos em sedimentos marinhos de Santos e São Sebastião, utilizando-se hidrocarbonetos marcadores geoquímicos. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 102 p.
- MEDEIROS, P.M. & M.C. BÍCEGO. 2004(a). Investigation of natural and anthropogenic hydrocarbon inputs in sediments using geochemical markers. I. São Sebastião, SP-Brasil. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 761-769.
- MEDEIROS, P.M. & M.C. BÍCEGO. 2004(b). Investigation of natural and anthropogenic hydrocarbon inputs in sediments using geochemical markers. I. Santos, SP – Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 761-769.
- MÉNDEZ, N.; J. FLOS & J. ROMERO. 1998. Littoral soft-bottom polychaeta communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bull. mar. Sci.*, 63(1): 167-178.

- METZLER, P.M.; P.M. GLIBERT; S.A. GAETA & J.M. LUDLAM. 1997. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 44(3): 363-384.
- MIHNEA, P.E. 1985. Phytoplankton diversity indices as eutrophication indicators of the Romanian inshore waters. *Cercetari marine, I.R.C.M.* 18: 139-155.
- MIL-HOMENS, M.; R.L. STEVENS; F. ABRANTES & I. CATO. 2006. Heavy metal assessment for surface sediments from three areas of the Portuguese continental shelf. *Continental Shelf Research*, 26(10): 1184-1205.
- MILLE, G.; L. RIVET; A.L. JAWWAD & J.C. BERTRAND. 1992. Hydrocarbon distributions in low polluted surface sediments from Kuwait, Bahrain and Oman Coastal Zones (Before the Gulf War). *Mar. Pollut. Bull.*, 24: 622-626.
- MIRANDA, L. B.; B. M. CASTRO & B. KJERFVE. 2002. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo, SP. EDUSP. 414 p.
- MORA, J.; M. PLANAS & R. SILVA. 1989. Impacto de la contaminación orgánica em la Ensenada de Lourizán (Proyecto Escorp). I - El medio físico y la macrofauna bentónica. *Cah. Biol. mar.*, 30: 181-199.
- MORRIS, W.A.; J.K. VERSTEEG, C.H. MARVIN, B.E. McCARRY & N.A. RUKAVINA, 1994. Preliminary comparisons between magnetic susceptibility and polycyclic aromatic hydrocarbons content in sediments from Hamilton Harbour, western Lake Ontario. *Sci. Total Environ.*, 152: 153-160.
- MORRISEY, D.J. 1987. Effect of population density and presence of a potential competitor on the growth rate of the mud snail *Hydrobia ulvae* (Pennant). *J. exp. Mar. Bio. Ecol.*, 108: 275-295.
- MOSER, G.A.O.; S.M.F. GIANESSELLA-GALVÃO; M.C.O. CATTENA; C.J. DAVID; J.J. BARRERA-ALBA; F.M.P. SALDANHA-CORRÊA & E.S. BRAGA. 2000. Influência das marés sobre o fitoplâncton no sistema estuarino de São Vicente e Santos. *Anais do II Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais*. 2-4 de julho, Santos, SP. Ed. Em CD-Rom.
- MOSER, G.A.O.; S.M.F. GIANESSELLA; J.J.B. ALBA; A.L. BÉRGAMO; F.M.P. SALDANHA-CORRÊA; L.B. MIRANDA & J. HARARI. 2005. Instantaneous transport of salt, nutrients, suspended matter and chlorophyll-a in the tropical estuarine system of Santos. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53(3/4): 115-127.
- MOYANO, M.; H. MORESTO; J. BLANCO; M. RASADELLA & A. CABALLERO. 1993. Baseline studies of coastal pollution by heavy metals, oil and PAH in Montevideo. *Mar. Pollut. Bull.*, 26:461-464.
- MUCHA, A.P.; M.T.S.D. VASCONCELOS & A.A. BORDALO. 2002. Macrobenthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediments characteristics. *Environm. Poll.*, 121: 169-180.
- MUDGE, S.M. & BEBIANNO, M.J. 1997. Sewage contamination following an accidental spillage in the Ria Formosa, Portugal. *Mar. Pollut. Bull.*, 34: 163-170.
- MUDGE, S.M. & D.G. LINTERN. 1999. Comparison of Sterol Biomarkers for Sewage with other Measures in Victoria Harbour, B.C., Canada. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48(1): 27-38.
- MUDGE, S.M. & C.E. NORRIS. 1997. Lipid biomarkers in the Conwy Estuary (North Wales, U.K.): a comparison between fatty alcohols and sterols. *Mar. Chem.*, 57: 61-84.
- MUDGE, S.M. & C.G. SEQUEL. 1999. Organic Contamination of San Vicente Bay, Chile. *Mar. Pollut. Bull.*, 38: 1011-1021.

- MUNIZ, P. 2003. Comunidades macrobênticas como indicadores da qualidade ambiental de ecossistemas costeiros rasos: Estudo de caso - Enseada de Ubatuba (SP, Brasil). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 224 p.
- MUNIZ, P.; A.M.S. PIRES-VANIN; L. BURONE & J.P. SILVA. 1996. Density and distribution of Polychaetes in the infralittoral of Mar Virado Bight (Ubatuba, SP) Southeastern Brazilian Coast. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 68(3): 453-463.
- MUNIZ, P.; & A.M.S. PIRES-VANIN. 2000. Polychaetes associations in a subtropical environment (the São Sebastião Channel, SP, Brazil): a structural analysis. *Mar. Ecol.*, 21(2): 145-160.
- NIBAKKEN, J.W. 2001. *Marine Biology: an ecological approach*. 5^oEd. 516 p.
- NISHIGIMA, F.N.; R.R.WEBER & M.C. BÍCEGO. 2001. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of Santos and Cananéia, SP, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 42(11): 1064-1072.
- NRC (National Research Council). 1985. *Oil in the sea, inputs, fates and effects*. Washington. D.C., National Academy Press. 602 p.
- OUG, E.; K. NAES & B. RYGG. 1998. Relationship between soft bottom macrofauna and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) from smaller discharge in Norwegian fjords and coastal waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 173: 39-52.
- OVERTON, E.B.; B.M. ASHTON & M.S. MILES. 2004. Historical polycyclic aromatic and petrogenic hydrocarbon loading in Northern Central Gulf of Mexico shelf sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 49(7-8): 557-563
- PAIVA, P.C. 1990. Padrões de distribuição e estrutura trófica dos anelídeos poliquetas da plataforma continental do litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 146 p.
- PAIVA, P.C. 1993. Trophic structure of a shelf polychaeta taxocenosis in southern Brazil. *Cah. Biol. Mar.*, 35: 39-55.
- PALMER, J.D. & F.E. ROUND. 1965. Persistent vertical migration rhythms in benthic microflora. *J. mar. biol. Ass. UK.*, 45: 567-582.
- PAMATMAT, M.M.; G. GRAF; W. BENGTSSON & C.S. NOVAK. 1981. Heat production, ATP concentration and electron transport activity of marine sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 4: 135-143.
- PEARSON, T.H. & R. ROSENBERG. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
- PEREIRA, A.F.; A.L. BELÉM; B.M. CASTRO & R. GEREMIAS. 2005. Tide-topography interaction along the eastern Brazilian shelf. *Continental Shelf Research*, 25 (12-13): 1521-1539.
- PETERSON, C.H.; M.C. KENNICUTT; R.H. GREEN; P. MONTAGNA; D.E. HARPER; E.N. POWELL & P.F. ROSCIGNO. 1996. Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: a perspective on long-term exposures in the Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 2637-2654.
- PETTI, M.A.V. 1997. Macrofauna bentônica de fundos inconsolidados das Enseadas de Picinguaba e Ubatumirim e plataforma interna adjacente, Ubatuba, São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 79 p.
- PIELOU, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. New York, John Wiley, 165 p.
- PIRES, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86(1): 63-76.

- PIRES-VANIN, A.M.S. 1989. Estrutura e dinâmica da megafauna bêntica na plataforma continental da região norte do Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 172 p.
- PIRES-VANIN, A.M.S. 1993. A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Publicação esp. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, (10): 137-158.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; J.P.S. JORGE & S. SARTOR. 1995. Variação diária e sazonal da fauna bêntica de plataforma continental no litoral norte do estado de São Paulo. *Publicação. Esp. Inst. oceanogr. S Paulo*, 11: 107-114.
- PLANTE, R.; M.R. PLANTE-CUNY & J.P. REYS. 1986. Photosynthetic pigments of sandy sediments on the north Mediterranean coast: their spatial distribution and its effect on sampling strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 34: 133-141.
- PLANTE-CUNY, M.R. 1978. Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (Nosy-Bé, Madagascar). *Trav. Doc. ORSTOM*, 96: 1-359.
- PLANTE-CUNY, M.R. & A. BODOY. 1987. Biomasse et production primaire du phytoplancton et du microphyte benthos de deux biotopes sableux (Golfe de Fos., France). *Oceanologica Acta*, 10(2): 233-237.
- PREGO, R. & A. COBELO-GARCÍA. 2002. Twentieth century overview of heavy metals in the Galician Rias (NW Iberian Peninsula). *Environ. Poll.*, 121(3): 425-452.
- PROBERT, P.K. 1984. Disturbance, sediment stability and trophic structure of soft-bottom communities. *J. mar. Res.*, 42: 893-921.
- RACHID, B.R.F. 1996. Ecotoxicidade de efluentes sanitários urbanos lançados ao mar através de emissários submarinos. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Brasil. 106 p.
- RADAKOVITCH, O.; V. ROUSSEZ; P. OLLIVIER; W. LUDWIG; C. GRENZ & J. PROBST. 2008. Input of particulate heavy metals from rivers and associated sedimentary deposits on the Gulf of Lion continental shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(2): 285-295.
- RAJENDRAN, R.B.; T. IMAGAWA; H. TAO & R. RAMESH. 2005. Distribution of PCBs, HCHs and DDTs, and their ecotoxicological implications in Bay of Bengal, India. *Environment International*, 31(4): 503-512.
- RAKOCINSKI, C.F.; S.S. BROWN; G.R. GASTON; R.W. HEARD & W.W. WALKER. 2000. Species-abundance-biomass responses by estuarine macrobenthos to sediment chemical contamination. *J. Aquat. Ecos. Stress Recov.*, 7: 201-214.
- RAMADE, F. 1987. *Ecotoxicology*. New York, Wiley & Sons, 262 p.
- RAYMONDO, C.C. & M.R. PRESTON. 1992. The distribution of linear alkylbenzenes in coastal and estuarine sediments of western North Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 24: 138-146.
- READMAN, J.W.; R.F.C. MANTOURA & M.M. RHEAD. 1987. A record of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) pollution obtained from accreting sediments of the Tamar Estuary, UK: evidence for non-equilibrium behaviour of PAH. *Sci. Total Environ.*, 66: 73-94.
- READMAN, J.W.; G. FILLMANN; I. TOLOSA; J. BARTOCCI; J.P. VILLENEUVE; C. CATINNI & L.D. MEE. 2002. Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 48-62.
- REISH, D.J. 1986. Benthic invertebrates as indicators of marine pollution: 35 years of study. **In:** López Gappa, J.J.; A. Tablado & N.H. Magaldi. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezi*. *Mar. Ecol. – Prog. Ser.*, 63: 163-175.
- REISH, D.J.; P.S. OSHIDA; A.J. MEARNES & T.C. GINN. 1987. Effects on saltwater organisms. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 59: 572-586.

- RHOADS, D.C.; P.L. McCALL & J.Y. YINGST. 1978. Disturbance and production on the estuarine sea floor. *Am. Scient.*, 66(4): 577-588.
- ROBERT, G. 1979. Benthic molluscan fauna of the St. Lawrence estuary and its ecology as assessed by numerical methods. *Nat. Can.*, 106: 211-227.
- ROCHA, J.; J.D. MILLIMAN; C.I. SANTANA & M.A. VICALVI. 1975. Continental margin sedimentation of Brazil. Part 5 – Southern Brazil. *Contributions to Sedimentology*, 4: 117-150.
- RODRIGUES, R.R. & J.A. LOREZZETTI. 2001. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling. *Continental Shelf Research*, 21(4): 371-394.
- RODRIGUES, M.; V.V. FURTADO; M.G. TESSLER & M.M. MAHIQUES. 2001. *Atlas Sedimentológico – Plataforma Continental do Estado de São Paulo*. 34p.
- ROTH, S. & J.G. WILSON. 1998. Functional analysis by trophic guilds of macrobenthic community structure in Dublin Bay, Ireland. *Journal of Experimental Biology and Ecology*, 222: 195-217.
- RUTA, C. 1999. Padrões de distribuição espaço-temporal dos anelídeos poliquetas da plataforma continental ao largo da restinga da Massambaba, RJ. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 109 p.
- SALIOT, A.; J. LAUREILAND; P. SCRIBE & M.A. SICRE. 1991. Evolutionary trends in the lipid biomarker approach for investigating the biogeochemistry of organic matter in the marine environment. *Mar. Chem.*, 36: 233-248.
- SANTOS, P.J.P.; J. CASTEL & L.P. SOUZA-SANTOS. 1995. Microphytobenthic patches and their influence on meiofaunal distribution. *Cah. Biol. Mar.*, 36: 133-139.
- SANTOS, M.F.L. 1998. Estrutura e dinâmica da macrofauna benthica da Enseada de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo - Brasil. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 155 p.
- SCHLOSSER, I.J. 1990. Environmental variation, life history attributes and community structure in stream fishes: implications for environmental management and assessment. *Environ. Mgmt.*, 14: 621-628.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 2002. Seminário sobre sedimentos contaminados em portos aponta caminhos para a ação dos órgãos ambientais. <http://www.ambiente.sp.gov.br>
- SECRIERU, D. & A. SECRIERU. 2002. Heavy metal enrichment of man-made origin of superficial sediment on the continental shelf of the North-western Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54(3): 513-526.
- SEDES. 2003. O saneamento em Santos. http://www.sedes.com.br/cecap/apostilas/materias_ma/arquivos/saneamentosantos.htm. Acessado em 31/01/03.
- SHANNON, C.E. & W.W. WEAVER. 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana. University of Illinois Press, 177 p.
- SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. sedimen. Petrol.*, 24(3): 151-158.
- SHERWIN, M.R.; E.S. VAN VLEET; V.U. FOSSATO & F. DOLCH. 1993. Coprostanol (5 β -cholestan-3 β -ol) in lagoonal sediments and mussel of Venice, Italy. *Mar. Pollut. Bull.*, 26: 501-507.
- SHORT, J.W.; J.J. KOLAK; J.R. PAYNE & G.K. VAN KOOTEN. 2007. An evaluation of petrogenic hydrocarbons in northern Gulf of Alaska continental shelf sediments – The role of coastal oil seep inputs. *Organic Geochemistry*, 38(4): 643-670.

- SILVA, D.A.M. 2005. Avaliação da Contaminação por Petróleo no Canal de São Sebastião, São Paulo: Marcadores Geoquímicos e Metabólitos de Compostos Aromáticos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 154 p.
- SIQUEIRA, W.G.; W.N. de LIMA; A.S. MENDES; F.M. APRILE; E.S. BRAGA & M.M. MAHIQUES. 2004. Evolução do impacto ambiental causado por matéria orgânica, mercúrio e arsênio nos sedimentos de fundo do sistema estuarino de Santos. *Geochim. Brasil.*, 18(1): 054-063.
- SMITH, C.R.; R.H. POPE; D.J. DEMASTER & L. MAGAARD. 1993. Age-dependent mixing of deep-sea sediments. *Geoch. Cosmoc. Acta.*, 57: 1473-1488.
- SMITH, C.R.; W. BERELSON; D.J. DEMASTER; F.C. DOOBS; D. HAMMOND; D.J. HOOVER; R.H. POPE & M. STEPHENS. 1997. Latitudinal variations in benthic process in the abyssal equatorial Pacific: control by biogenic particle flux. *Deep Sea Res. II.*, 44(9-10): 2295-2317.
- SNELGROVE, P.V.R. & C.A. BUTMAN. 1994. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 32: 111-177.
- SOARES, L.S.H. 2003. Food consumption of fish in a sub-tropical western Atlantic ecosystem off Brazil: comparison of four Sciaenid species. *Oceanologica Acta*, 26: 503-509.
- SOARES-GOMES, A. & A.G. FIGUEIREDO, 2002. O Ambiente Marinho. **In:** *Biologia Marinha*. PEREIRA R.C. & A. SOARES-GOMES. *Biologia Marinha*. Editora Interciência. 1-33p.
- SOUSA, E.C.P.M. 1979. Produção primária bentônica da zona entre marés em praias da Baixada Santista. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 168 p.
- SOUSA, E.C.P.M. 1985. Estudos sobre a variação da produção primária bentônica da região entre marés de praias da Baixada Santista. São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 179 p.
- SOUZA, R.B. & I.S. ROBINSON. 2004. Lagrangian and satellite observations of the Brazilian Coastal Current. *Continental Shelf Research*, 24(2): 241-262.
- SPELLEBERG, I.F. 1991. Monitoring ecological changes. Cambridge, Cambridge Univ. Press. 334 p.
- STATSOFT Inc. 1995. STATISTICA for the Windows Operating System. Release 5. Statsoft, Inc., Tulsa OK, USA.
- STEIN, R. 1991. Accumulation of organic carbon in marine sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project/Ocean drilling Programme. Lecture Notes in Earth Sciences. 34, Springer-Verlag, Berlin. 217.
- STEINHAUER, M.S. & P.D. BOEHM. 1992. The composition and distribution of saturated and aromatic hydrocarbons in nearshore sediments, river sediments, and coastal peat of Alaska Beaufort Sea: implications for detecting anthropogenic hydrocarbons input. *Mar. Environ. Res.*, 33: 223-253.
- SUGUIO, T. 1973. Introdução a sedimentologia. São Paulo, Edgard Blucher, EDUSP, 317 p.
- SUMIDA, P.Y.G.; A.M.S. PIRES; J.C.C. MILANELLI; G. GALLERANI & S.R. HEITOR. 1993. Macroinfauna da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. Publ. ACIESP, III Simpósio da Ecossistemas da Costa Brasileira, 300-314.
- SUMIDA, P.Y.G. & A.M.S. PIRES-VANIN. 1997. Benthic associations of the shelfbreak and upper slope off Ubatuba-SP, South-Eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44: 779-784.
- SUMIDA, P.Y.G.; M.Y. YOSHINAGA; A.M. CIOTTI & S.A. GAETA. **No prelo.** Benthic response to upwelling events off the SE Brazilian coast. *Marine Ecology Progress Series*.

- SUNBÄCK, K. 1983. Microphytobenthos on sand in shallow brackish water, Öresund Sweeden. Primary production, chlorophyll a content and species composition (diatoms) in relation to some ecological factors. Ph.D. thesis. Department of Systematic Botany, University of Lund, Sweeden. LUNDS/(NBBS-1006). p. 209.
- SUNBÄCK, K.; P. NILSSON; C. NILSSON & B. JÖNSSON. 1996. Balance between autotrophic and heterotrophic components and processes in microphytobenthic communities of sandy sediments: a field study. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 43: 689-706.
- TAKADA, H. & R. ISHIWATARI. 1990. Biodegradation Experiments of Linear Alkylbenzenes (LABs): Isomeric Composition of C₁₂ LABs as an Indicator of the Degree of LAB Degradation in the Aquatic Environment. *Environ. Sci. Technol.*, 24: 86-91.
- TAKADA, H.; R. ISHIWATARI & N. OGURA. 1992. Distribution of linear alkylbenzenes (LABs) and linear alkylbenzenesulphonates (LAS) in Tokyo Bay sediments. *Estuar. coast. Shelf Sci.*, 35: 141-156.
- TAKADA, H. & R.P. EGANHOUSE. 1998. Molecular markers of anthropogenic waste. In R. A. Meyers, *Encyclopedia of environmental analysis and remediation*. New York: John Wiley, 2883-2940.
- TOLOSA, I.; J.W. READMAN; S.W. FOWLER; J.P. VILLENEUVE; J. DACHS; J.M. BAYONA & J. ALBAIGES. 1997. PCBs in the western Mediterranean. Temporal trends and mass balance assessment. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 44(3-4): 907-928
- TOMMASI, L.R. 1967. Observações preliminares sobre a fauna bêntica de sedimentos moles da Baía de Santos e regiões vizinhas. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 16(1): 43-65.
- TOMMASI, L.R. 1979. Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP). Tese de livre-docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 466 p.
- TOMMASI, L.R. 1994. Estudo de impacto ambiental. CETESB/TERRAGRAPH, São Paulo, 335 p.
- TOURTELLOTTE, G.H. & D.M. DAUER. 1983. Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay II. Lynnhaven Roads, Lynnhaven Bay, Broad Bay and Linkhorn Bay. *Int. Revue ges Hydrobiol.*, 68(1): 59-72.
- TURNER, S.J.; S.F. THRUSH; R.D. PRIDMORE; J.E. HEWITT; V.J. CUMMINGS & M. MASKERY. 1995. Are soft-sediment communities stable? An example from a windy harbour. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 120: 219-230.
- UMBUZEIRO, G.A.; F. KUMMROW; D.A. ROUBICEK & M.Y. TOMINAGA. 2006. Evaluation of the water genotoxicity from Santos Estuary (Brazil) in relation to the sediment contamination and effluent discharges. *Environment International*, 32: 359 – 364.
- UNDERWOOD, A.J. 1992. Beyond BACI: The detection on environmental impact on populations in the real, but variable, world. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 161: 145-178.
- UNDERWOOD, A.J. 1997. *Experiments in Ecology – their logical design and interpretation using analysis of variance*. Ed. Cambridge. 504p.
- UNDERWOOD, A.J. 2000. Trying to detect impacts in marine habitats: Comparisons with suitable reference areas. In: T. SPARKS (Ed.), 2000. *Statistics in Ecotoxicology*. Ed. Wiley. 279-308.
- UNEP. 1991. Determinations of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference methods for marine pollution studies nº 20, 97 pp.
- VALENTIN, J.L. 2000. *Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência. 117 p.
- VAN DOLAH, R.F.; J.L. HYLAND; A.F. HOLLAND; J.F. ROSE & T.R. SNOOTS. 1999. A benthic index of biological integrity for assessing habitat quality in estuaries of the Southern USA. *Mar. Environ. Res.*, 48: 269-283.

- VAN ES, F.B.; M.A. VAN ARKEL; L.A. BOUWMAN & H.G.J. SCHRÖDER. 1980. Influence of organic pollution on bacterial, macrobenthic and meiobenthic populations in intertidal flats of the Dollard. *Neth. J. Sea Res.*, 14(3/4): 228-304.
- VENKATESAN, M.I. & I.R. KAPLAN. 1990. Sedimentary coprostanol as an index of sewage addition in Santa Monica Basin, southern California. *Envir. Sci. Techn.*, 24: 208-214.
- VENTURA, C.R.R.; A.P.C. FALCÃO; J.C. SANTOS & C.S. FIORI. 1997. Reproductive cycle and feeding periodicity in the starfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio Upwelling ecosystem (Brazil). *Invertebrate Reproduction and Development*, 31(1-3): 135-141.
- VENTURINI, N. & L.R. TOMMASI. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons and changes in the trophic structure of polychaete assemblages in sediments of Todos os Santos Bay, Northeastern, Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 48: 97-107.
- VENTURINI, N.; L.R.TOMMASI; M.C. BÍCEGO & C.C. MARTINS. 2004. Characterization of the benthic environment of a coastal area adjacent to an oil refinery, Todos os Santos Bay (NE-Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(2): 123-134.
- VIANA, A.R.; J.C. FAUGERES; R.O. KOWSMANN; J.A.M. LIMA; L.F.G. CADDAH & J.G. RIZZO. 1998. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. *Sedimentary Geology*, 115(1-4): 133-157.
- VINCX, M.; B.J. BETT; A. DINET; T. FERRERO; A.J. GOODAY; P.J.D. LAMBSHEAD; O. PFANNKUCHE; T. SOLTWEDEL & A. VARNEUSEL. 1994. Meiobenthos of the deep Northeast Atlantic. *Advances in Marine Biology*, 30: 1-88.
- VOLKMAN, J.K.; R.B. JOHNS; F.T. GILLAN & G.J. PERRY. 1980. Microbial lipids of an intertidal sediment - I. Fatty acids and hydrocarbons. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44: 1133-1143.
- VOLKMAN, J.K. 1986. Review of sterol markers for marine and terrigenous matter. *Org. Geoch.*, 9(2): 83-99.
- VOLKMAN, J.K.; G.D. HOLDSWORTH; G.P. NEILL & H.J.Jr BAVOR. 1992. Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in Aquatic Sediments. *Sci. Total Environment*, 112: 203-219.
- WARWICK, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- WEBER, R.R. 1981. Hidrocarbonetos no ambiente marinho – aspectos analíticos e ambientais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 178 p.
- WEISBERG, S.B.; J.A. RANASINGHE; D.M. DAUER; L.C. SCHAFFNER; R.J. DIAZ & J.B. FRITHSEN. 1997. An estuarine benthic index biotic integrity (BIBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries*, 20(1): 149-158.
- WESTON, D.P. 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 61: 233-244.
- WILLEY, J.D. 1978. Release and uptake of dissolved silica in seawater by marine sediments. *Mar. Chem.*, 7: 53-65.
- WITT, G. 1995. Polycyclic aromatic hydrocarbons in water and sediment of the Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 31: 237-248.
- WRITER, J.H.; J.A. LEENHEER; L.B. BARBER; G.L. AMY & S.C. CHAPRA. 1995. Sewage contamination in the upper Mississippi river as measured by the fecal sterols, coprostanol. *Wat. Res.*, 29:1427-1436.

- YASSUDA, E.A. 1991. Modelo numérico do transporte de sedimentos no canal principal do estuário de Santos. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 121 p.
- YOGUI, G. T., 2002. Ocorrência de compostos organoclorados (pesticidas e PCBs) em mamíferos marinhos da costa de São Paulo (Brasil) e da Ilha Rei George (Antártica). 139 p. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- YOSHINAGA, M.Y.; C.O. QUINTANA & P.Y.G. SUMIDA. **No prelo**. Sedimentary chlorophyll-a and microbial biomass as indicators of benthic processes in coastal and shelf areas of the SE Brazilian coast. *Journal of Coastal Research*.
- YOSHINAGA, M.Y.; P.Y.G. SUMIDA & M.M. MAHIQUES. **Submetido**. Assessing the nutritional quality of the organic matter in surface sediments of the SE Brazilian continental margin. *Journal of Sea Research*.
- YUNKER, M.B.; R.W. MACDONALD; R. VINGARZAN; R.H. MITCHELL; D. GOYETTE; S. SYLVESTRE. 2002. PAHs in Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org. Geochem.*, 33: 489–515.
- ZAVIALOV, P.; O. MÖLLER & E. CAMPOS. 2002. First direct measurements of currents on the continental shelf of Southern Brazil. *Continental Shelf Research*, 22(14): 1975-1986.

ANEXOS

Anexo I - Densidade (ind./0,18m²) das espécies de Polychaeta obtidas com box-corer e identificadas nas estações da Baía de Santos durante o período de estudo.

	Espécies / Estações	2 4 5 6 7 8					
		2	4	5	6	7	8
Março / 2005	<i>Cabira incerta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Parandalia americana</i>	2	0	0	0	0	0
	<i>Sigambra grubii</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Magelona pappilicornis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Magelona posterelongata</i>	1	0	0	5	4	0
	<i>Magelona variolamellata</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Diopatra sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Dipatra cf. cuprea</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Kinbergonuphis sp.</i>	0	0	0	0	2	0
	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	4	0	0	0	2	1
	<i>Axiiothela brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Clymenella sp.</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Glycinde multident</i>	1	0	0	0	0	2
	<i>Goniada cf. emerita</i>	2	0	0	0	0	0
	<i>Goniada littorea</i>	0	0	0	3	2	1
	<i>Marphisa sebastiana</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Mediomastus capensis</i>	6	34	0	3	0	16
	<i>Nephtys sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Owenia fusiformis</i>	4	0	0	0	0	0
	<i>Hypsicomus sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Terebellides anguicomus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Thelepus sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Fimbristhenelais mariani</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Eunoe sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Exogone sp.</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Leitoscoloplos sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Scoloplos (Leodamas) cf. rubra</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Aricidea (A.) cf. catharinae</i>	55	12	0	1	0	4
	<i>Aricidea (A.) cf. curviseta</i>	0	0	19	0	0	0
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Prionospio sp.</i>	6	0	0	2	1	0
	<i>Lumbrineris sp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Ninöe brasiliensis</i>	2	2	0	9	2	0
	<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Tharyx sp.</i>	0	6	0	0	1	0

	Espécies / Estações	2 5 6 7			
		2	5	6	7
Julho / 2005	<i>Parandalia americana</i>	3	1	0	1
	<i>Sigambra grubii</i>	1	0	0	0
	<i>Magelona posterelongata</i>	5	0	8	5
	<i>Armandia sp.</i>	0	0	6	6
	<i>Ceratocephale oculata</i>	0	0	1	0
	<i>Kinbergonuphis sp.</i>	0	0	1	0
	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0	0	3	1
	<i>Mooreonuphis sp.</i>	0	0	1	0
	<i>Pectinaria (Pectinaria) laelia</i>	0	0	1	0
	<i>Axiiothela brasiliensis</i>	0	0	2	1
	<i>Clymenella sp.</i>	0	0	1	0
	<i>Hemipodus sp.</i>	0	0	0	2
	<i>Glycinde multident</i>	1	0	1	0
	<i>Goniada sp.</i>	0	0	1	0
	<i>Goniada cf. emerita</i>	1	0	0	0
	<i>Goniada littorea</i>	0	0	6	2
	<i>Marphisa sebastiana</i>	0	0	1	0
	<i>Mediomastus capensis</i>	15	3	16	18
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	4	0
	<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0	1
	<i>Terebellides anguicomus</i>	0	0	1	2
	<i>Thelepus sp.</i>	0	0	0	1
	<i>Eunoe papillosa</i>	0	0	0	1
	<i>Aricidea (A.) cf. catharinae</i>	73	0	2	0
	<i>Aricidea (A.) cf. fragilis</i>	1	0	0	0
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	3	2	0	1
	<i>Prionospio sp.</i>	3	0	7	2
	<i>Spiophanes sp.</i>	0	0	1	0
	<i>Spiophanes missionensis</i>	0	0	3	0
	<i>Lumbrineris sp.</i>	0	0	1	1
	<i>Ninöe brasiliensis</i>	3	0	5	1
	<i>Drilonereis filum</i>	0	0	1	0
	<i>Cirriiformia sp.</i>	0	0	12	1
	<i>Tharyx sp.</i>	0	0	1	7
	<i>Poecilochaetus sp.</i>	0	0	1	1
	<i>Arenicola cf. loveni loveni</i>	0	1	0	0

Anexo I - Continuação.

	Espécies / Estações						
		2	4	5	6	7	8
Novembro / 2005	<i>Parandalia americana</i>	0	0	0	2	0	1
	<i>Sigambra grubii</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Magelona posterelongata</i>	2	0	0	4	8	0
	<i>Magelona variolamellata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Armandia</i> sp.	0	0	0	7	14	0
	<i>Kinbergonuphis</i> sp.	0	0	0	1	0	1
	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	7	0	4	0	0	0
	<i>Kinbergonuphis orensanzi</i>	0	0	10	0	0	0
	<i>Mooreonuphis</i> sp.	0	0	0	0	2	0
	<i>Axiothela brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Clymenella</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycera americana</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycera dibranchiata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycinde multidentis</i>	0	0	1	0	0	2
	<i>Goniada littorea</i>	3	0	3	8	6	3
	<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Marphysa sebastiana</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Mediomastus capensis</i>	33	0	168	27	49	20
	<i>Nephtys squamosa</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Myriochele heeri</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Owenia fusiformis</i>	2	0	2	3	1	0
	<i>Amphicteis gunneri</i>	1	0	0	3	3	0
	<i>Isolda puelcha</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Terebellides anguicomus</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Streblosoma</i> sp.	0	0	0	1	0	0
	<i>Thelepus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Piromis</i> cf. <i>robertii</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Sthenelanelia</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Exogone</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Nainereis setosa</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> cf. <i>rubra</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Aricidea</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	27	0	108	4	2	2
	<i>Aricidea</i> (A.) cf. <i>curviseta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	6	2	0
	<i>Spiophanes</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Ninöe brasiliensis</i>	4	0	8	9	3	0
	<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Cirriiformia</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Tharyx</i> sp.	0	0	0	9	26	2
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Arenicola</i> cf. <i>loveni loveni</i>	0	0	0	0	0	2

Anexo II - Densidade (ind./0,18m²) das espécies de Polychaeta obtidas com box-corer e identificadas nas estações da Plataforma Continental durante o período de estudo.

	Espécies / Estações						
		2	6	7	9	13	18
Inverno / 2005	<i>Cabira incerta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Parandalia americana</i>	0	1	3	1	4	5
	<i>Sigambra grubii</i>	1	1	2	2	1	2
	<i>Magelona crenulata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Magelona posterolongata</i>	0	1	12	5	6	8
	<i>Magelona variolamellata</i>	0	0	0	0	1	1
	<i>Armandia</i> sp.	0	3	2	5	1	2
	<i>Ceratocephale oculata</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Gymnonereis crosslandi</i>	1	1	0	0	0	0
	<i>Neanthes bruaca</i>	0	0	1	2	1	2
	<i>Diopatra dextrognatha</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Diopatra tridentata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Mooreonuphis intermedia</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Nothria</i> sp.	2	0	0	0	0	0
	<i>Anaitides madeirensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Pholoe</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Axiethela</i> cf. <i>brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Clymenella</i> sp.	1	0	0	0	0	0
	<i>Glycera americana</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Glycera dibranchiata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycinde multidentis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Goniada littorea</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	0	0	1
	<i>Lysidice ninetta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Mediomastus capensis</i>	0	2	15	34	12	15
	<i>Notomastus lobatus</i>	2	1	0	1	0	0
	<i>Nephtys simoni</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Nephtys squamosa</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Ampharete</i> sp.	0	0	0	1	0	0
	<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Terebellides anguicomus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Streblosoma</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Thelepus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Fimbristhenelais mariani</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Sthenelasma</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Eunoe</i> sp.	1	0	0	0	0	0
	<i>Eunoe papillosa</i>	1	0	0	1	0	0
	<i>Eunoe serrata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Exogone</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Syllis</i> sp.	0	1	0	0	0	0
	<i>Leitoscoloplos</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Scoloplos</i> (Leodamas) cf. <i>rubra</i>	0	0	0	0	0	1
	<i>Aricidae</i> sp.	0	1	0	1	0	1
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>albatrossae</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	2	1	1	1	3	3
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>curviseta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>fragilis</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>simplex</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	1	0	1	1	0	0
	<i>Cirrophorus americanus</i>	1	1	2	1	0	2
	<i>Cirrophorus branchiatus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Laonice branchiata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	1	1	0	0	1	1
	<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	0	26
	<i>Prionospio dayi</i>	9	33	45	30	25	35
	<i>Scolecopsis squamata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Spiophanes bombyx</i>	0	3	1	1	1	1
	<i>Lumbricalus januarii</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Lumbrineris tetraura</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Ninöe brasiliensis</i>	1	0	0	1	2	0
	<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Tharyx</i> sp.	0	1	1	2	1	0
	<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	0	0	0	0	1	0
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0	1	0	0	0	0

Anexo II - Continuação.

Verão / 2006	Espécies / Estações						
		2	6	7	9	13	18
	<i>Parandalia americana</i>	1	2	1	2	1	5
	<i>Sigambra grubii</i>	0	1	1	0	1	2
	<i>Magelona</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Magelona crenulata</i>	0	0	1	0	1	1
	<i>Magelona posterelongata</i>	0	1	10	3	9	24
	<i>Magelona variolamellata</i>	0	0	2	2	1	3
	<i>Armandia</i> sp.	0	7	2	0	4	0
	<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Ceratocephale oculata</i>	0	2	1	0	2	1
	<i>Gymnonereis crosslandi</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Micronereides capensis</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Neanthes bruaca</i>	0	0	0	2	1	2
	<i>Diopatra dextrognatha</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Kinbergonuphis difficilis</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Kinbergonuphis fauchaldi</i>	0	0	0	1	1	0
	<i>Kinbergonuphis orensanzii</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Mooreonuphis intermedia</i>	2	0	0	0	0	0
	<i>Mooreonuphis lineata</i>	0	1	0	0	0	0
	<i>Nothria</i> sp.	2	1	0	1	0	0
	<i>Onuphis eremita oculata</i>	0	0	0	0	1	1
	<i>Anaitides madeirensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Axiothela</i> cf. <i>brasiliensis</i>	0	0	0	0	2	3
	<i>Clymenella</i> sp.	0	2	1	1	1	0
	<i>Petaloproctus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycera americana</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Glycinde multidentis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Goniada brunnea</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Goniada falklandica</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Goniada littorea</i>	0	0	1	1	3	0
	<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	1	2	0
	<i>Lysidice ninetta</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Mediomastus capensis</i>	0	4	5	12	13	19
	<i>Notomastus lobatus</i>	7	6	0	5	0	0
	<i>Nephtys</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Nephtys simoni</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Nephtys squamosa</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Amphicteis</i> sp.	0	0	0	0	0	1
	<i>Amphicteis gunneri</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Terebellides anguicomus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Pista</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Thelepus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Fimbriosthenelais mariani</i>	2	1	0	1	0	0
	<i>Eunöe</i> sp.	4	1	0	0	0	0
	<i>Eunöe papillosa</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Eunöe serrata</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Syllis</i> sp.	0	0	0	0	1	0
	<i>Leitoscoloplos</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Orbinia</i> sp.	0	1	1	1	0	0
	<i>Scoloplos</i> sp.	1	2	1	4	0	1
	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> cf. <i>rubra</i>	1	0	0	0	0	2
	<i>Aricidae</i> sp.	2	0	0	1	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>albatrossae</i>	0	0	0	1	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>catharinae</i>	8	3	1	3	12	3
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>curviseta</i>	1	0	0	1	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>fragilis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Aricidae</i> (A.) cf. <i>taylori</i>	1	1	1	0	0	0
	<i>Cirrophorus americanus</i>	3	2	3	2	1	8
	<i>Cirrophorus branchiatus</i>	1	0	0	0	0	0
	<i>Laonice branchiata</i>	0	2	0	1	0	0
	<i>Laonice cirrata</i>	0	1	0	0	0	0
	<i>Minuspio cirrifera</i>	0	0	0	0	0	0

Anexo II - Continuação.

Verão / 2006	Espécies / Estações	2	6	7	9	13	18
	<i>Paraprionospio</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	2	2	0	0	0	1
	<i>Polydora</i> sp.	1	0	0	0	0	0
	<i>Prionospio dayi</i>	2	19	11	7	10	114
	<i>Prionospio steentrupi</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Spiophanes</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Spiophanes bombyx</i>	6	13	0	2	2	2
	<i>Spiophanes missionensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Lumbricalus januarii</i>	0	0	1	2	1	0
	<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Lumbrineris inflata</i>	0	2	0	0	0	0
	<i>Lumbrineris janaiensis</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Lumbrineris tetraura</i>	0	0	1	0	0	0
	<i>Ninöe brasiliensis</i>	1	0	1	1	5	0
	<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Tharyx</i> sp.	6	0	1	5	3	2
	<i>Spiochaetopterus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
	<i>Spiochaetopterus nonatoi</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Dorvillea cf. articulata</i>	0	0	0	0	0	1
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0	0	0	1	1	2

Anexo III - Densidade (ind./0,18m²) das famílias de Polychaeta obtidas com box-corer e identificadas nas estações da Baía de Santos durante o período de estudo (números em negrito indicam as famílias utilizadas na análise da distribuição vertical dos anelídeos).

	Estações / Estratos	2			4			5			6			7			8			TOTAL
		SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	
Março / 2005	PILARGIDAE	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	MAGELONIDAE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	2	0	0	0	12
	ONUPHIDAE	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	10
	MALDANIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
	GONIADIDAE	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	1	0	2	1	12
	CAPITELLIDAE	5	0	2	11	23	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	11	2	60
	OWENIIDAE	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	TRICHOBRANCHIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	SYLLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
	PARAONIDAE	40	15	0	3	9	0	20	1	5	1	0	0	0	0	0	1	3	0	99
	SPIONIDAE	0	5	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	12
	LUMBRINERIDAE	0	1	2	0	2	0	0	0	0	2	3	5	0	2	0	0	0	0	16
	ARABELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	CIRRATULIDAE	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
	HESIONIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	TOTAL	54	22	9	15	39	0	21	1	5	9	9	12	7	8	7	6	17	3	243

	Estações / Estratos	2			5			6			7			TOTAL
		SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	
Julho / 2005	PILARGIDAE	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
	MAGELONIDAE	0	0	5	0	0	0	2	3	4	1	3	1	18
	OPHELIDAE	0	0	0	0	0	0	2	4	0	2	1	3	12
	NEREIDIDAE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	ONUPHIDAE	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	5
	PECTINARIIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	MALDANIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3
	GLYCERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	GONIADIDAE	0	0	2	0	0	0	3	3	2	1	0	1	11
	EUNICIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	CAPITELLIDAE	2	10	2	3	0	0	1	11	5	11	6	1	51
	OWENIIDAE	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4
	AMPHARETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	TEREBELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	3
	POLYNOIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	PARAONIDAE	33	32	9	0	0	0	1	1	1	0	0	0	76
	SPIONIDAE	2	2	3	3	0	0	5	3	2	2	0	1	22
	LUMBRINERIDAE	0	2	1	0	0	0	2	3	2	1	1	1	11
	ARABELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	CIRRATULIDAE	0	0	0	0	0	0	5	6	2	6	1	1	21
	POECILOCHAETIDAE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	ARENICOLIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	TOTAL	37	46	25	6	1	0	25	37	21	28	14	9	248

Anexo III - Continuação.

	Estações / Estratos	2			4			5			6			7			8			TOTAL
		SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	
Novembro / 2005	PILARGIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	MAGELONIDAE	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	4	0	0	0	15
	OPHELIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	8	3	3	0	0	0	21
	NEREIDIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0	5
	ONUPHIDAE	6	1	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	25
	MALDANIDAE	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	GLYCERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	GONIADIDAE	1	1	1	0	0	0	3	1	0	2	3	3	2	1	5	3	1	1	28
	EUNICIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	CAPITELLIDAE	16	9	8	0	0	0	132	35	2	6	10	11	19	8	23	8	8	4	296
	NEPHTYIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OWENIIDAE	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	7
	AMPHARETIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	7
	TRICHOBRANCHIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	TEREBELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
	FLABELLIGERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SIGALIONIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SYLLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ORBINIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	PARAONIDAE	23	3	2	0	0	0	96	12	0	1	3	0	0	1	0	1	1	0	143
	SPIONIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	0	1	0	0	0	10
	LUMBRINERIDAE	2	2	1	0	0	0	5	3	0	2	2	6	1	1	2	0	0	0	24
	ARABELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	CIRRATULIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	11	5	11	0	1	1	38
	DORVILLEIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	POECILOCHAETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ARENICOLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	TOTAL	53	15	14	0	0	0	257	50	2	29	29	35	47	21	54	12	13	8	640

Anexo IV - Densidade (ind./0,18m²) das famílias de Polychaeta obtidas com box-corer e identificadas nas estações da Plataforma Continental durante o período de estudo (números em negrito indicam as famílias utilizadas na análise da distribuição vertical dos anelídeos).

	Estação / Estratos	2			6			7			9			13			18			TOTAL
		SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	
Inverno / 2005	PILARGIDAE	0	1	0	0	0	1	3	1	1	2	1	1	2	1	1	3	4	1	21
	MAGELONIDAE	0	0	0	0	0	1	2	5	6	1	2	3	1	2	5	1	2	6	36
	OPHELIIDAE	0	0	0	3	1	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	2	0	0	13
	NEREIDIDAE	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	0	0	0	1	0	1	9
	ONUPHIDAE	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	PHYLLODOCIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	MALDANIDAE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	GLYCERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	GONIADIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
	CAPITELLIDAE	0	1	1	1	1	2	4	10	2	18	12	5	5	6	2	6	4	5	81
	NEPHTYIDAE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	AMPHARETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	TEREBELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	SIGALIONIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	POLYNOIDAE	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	SYLLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ORBINIIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	PARAONIDAE	2	3	1	1	1	1	4	1	0	2	1	0	3	1	0	3	2	1	26
	SPIONIDAE	8	2	0	24	10	4	43	4	1	30	2	0	25	2	0	46	14	3	218
	LUMBRINERIDAE	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	7
	ARABELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	CIRRATULIDAE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5
	CHAETOPTERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	POECILOCHAETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	TOTAL	14	10	5	30	16	11	58	22	10	62	20	12	38	13	12	62	27	18	438

Anexo IV - Densidade (ind./0,09m²) das famílias de Polychaeta obtidas com box-corer e identificadas nas estações da Plataforma Continental durante o período de estudo (números em negrito indicam as famílias utilizadas na análise da distribuição vertical dos anelídeos).

	Estação / Estratos	2			6			7			9			13			18			TOTAL
		SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	SUP	MEIO	INF	
Verão / 2006	PILARGIDAE	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	3	2	3	16	
	MAGELONIDAE	0	0	0	1	1	0	2	7	4	3	1	2	2	3	7	5	18	6	59
	OPHELIIDAE	0	0	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	13
	NEREIDIDAE	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	11
	ONUPHIDAE	4	1	0	2	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0	0	1	0	0	15
	PHYLLODOCIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	MALDANIDAE	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	1	1	1	1	10
	GLYCERIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	GONIADIDAE	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	10
	CAPITELLIDAE	2	2	4	2	4	4	2	3	1	7	6	4	8	3	2	3	15	2	70
	NEPHTYIDAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	AMPHARETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	TRICHOBRANCHIDAE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	TEREBELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	SIGALIONIDAE	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	POLYNOIDAE	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	SYLLIDAE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	ORBINIIDAE	2	0	0	1	1	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	1	1	0	14
	PARAONIDAE	8	2	2	7	1	0	4	1	1	5	1	0	11	1	0	6	5	1	57
	SPIONIDAE	11	1	1	36	3	0	11	0	0	10	0	0	11	1	0	111	7	0	203
	LUMBRINERIDAE	1	1	0	2	0	0	2	0	0	2	1	1	5	1	0	0	0	0	16
	ARABELLIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	CIRRATULIDAE	3	2	2	0	0	0	1	0	0	5	0	0	2	1	0	1	0	0	16
	DORVILLEIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	POECILOCHAETIDAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
	TOTAL		38	10	11	66	12	7	29	13	8	46	12	8	50	15	14	137	50	13