

2.8.2.3. COMUNIDADE BENTÔNICA DE SUBSTRATO CONSOLIDADO

2.8.2.3.1. Introdução

Materiais consolidados imersos no ambiente marinho estão diretamente em contato com as comunidades planctônicas e, por consequência, expostos à colonização dos mais diversos organismos dependentes de uma estrutura consolidada para desenvolver suas fases adultas. Este processo de incrustação depende da habilidade de cada organismo de adquirir seu espaço, sendo este o principal recurso pelo qual os indivíduos e diferentes populações competem, em especial nas primeiras fases da sucessão (GIORDANO, 2001; FLYNN & VALÉRIO-BERARDO, 2012).

O Subprograma de monitoramento das comunidades de substrato consolidado é parte integrante do Programa de Monitoramento de Fauna Aquática, apresentado como medida mitigadora no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de instalação do terminal portuário da BTP. O presente relatório tem por objetivo apresentar os dados das campanhas de monitoramento das comunidades associadas aos substratos consolidados nas estruturas dos cais referentes ao último ciclo (entre agosto/2015 e dezembro/2016) e uma consolidação das campanhas realizadas desde o início do monitoramento, atendendo as considerações elencadas no PAR. 02001.003191/2016-52 COPAH/IBAMA.

Esse Subprograma foi iniciado em março/2012, abrangendo as fases de implantação e três anos de operação do Terminal Portuário da BTP, totalizando 55 campanhas até dezembro/2016. Cabe destacar que a partir de setembro/2016 o presente programa foi alterado em sua frequência de mensal para trimestral respaldado pelo PAR. 02001.003191/2016-52 COPAH/IBAMA, de 16/08/2016.

A implantação das estruturas de sustentação do cais da BTP criou um novo hábitat e foi classificada como um impacto positivo no EIA da BTP (BTP & MKR, 2008), sendo o objetivo geral desse programa acompanhar o incremento de diversidade e recrutamento de espécies associadas aos substratos consolidados. Considerando que o terminal portuário da BTP já está implantado e operando à pelo menos três anos e considerando o cronograma de execução apresentado no PBA e aprovado pelo IBAMA - “4.11.9 Cronograma de execução: As ações de monitoramento deverão ser implementadas antes do início das atividades de implantação, principalmente com relação às atividades de dragagem, e deverão ser mantidas ao longo de toda a etapa de implantação, assim como nos primeiros dois anos de operação do empreendimento, podendo este período ser estendido a partir da avaliação dos resultados obtidos no monitoramento do empreendimento. As atividades relacionadas ao monitoramento da fauna incrustante e associadas aos substratos consolidados dependem do cronograma executivo de obras, sendo iniciadas assim que as estruturas submersas estiverem instaladas.”- entende-se que o presente Subprograma pode ser encerrado, uma vez que o impacto positivo de incremento na diversidade já foi detectado ao longo do desenvolvimento do monitoramento conforme discutido no presente relatório.

2.8.2.3.2. Objetivo

O objetivo do presente subprograma é monitorar os efeitos da implantação e/ou operação do Terminal sobre a comunidade bentônica de substrato consolidado, no que se refere à ampliação ou eliminação de habitats, afugentamento, composição específica, riqueza, abundância e demais índices ecológicos.

2.8.2.3.3. Meta

Cumprir 100% das atividades previstas no cronograma do subprograma, levando em consideração as especificações contidas no PBA, a legislação ambiental e as condicionantes das licenças ambientais, ou justificar caso haja alteração decorrente do processo de licenciamento do Terminal.

2.8.2.3.4. Indicador

O indicador do presente subprograma corresponde ao número de atividades previstas realizadas.

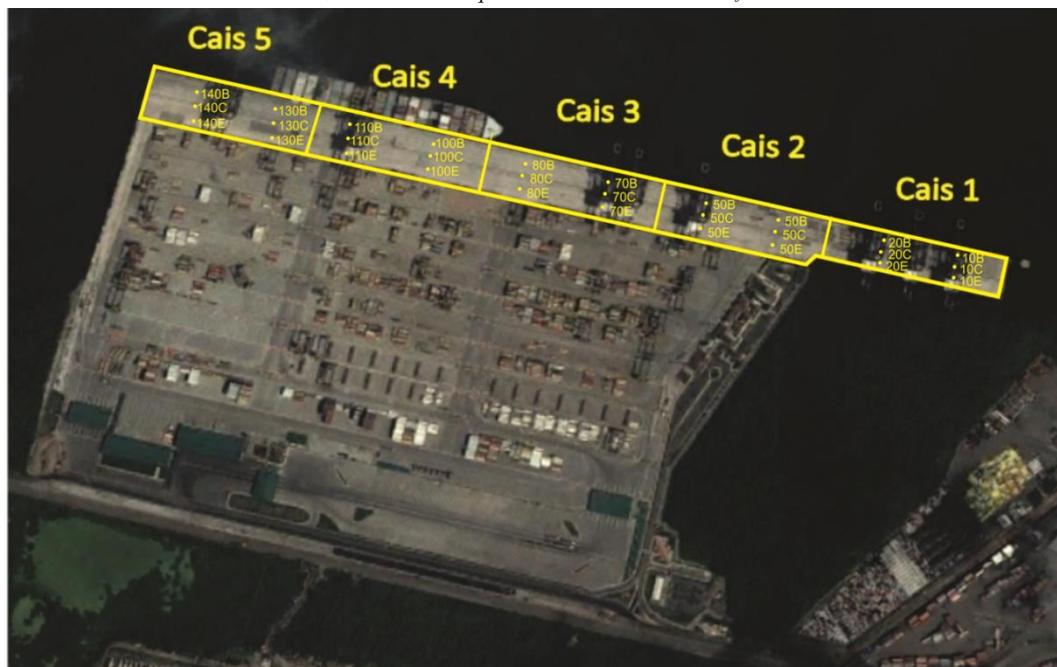
2.8.2.3.5. Metodologia

Área de estudo e delineamento amostral

A cidade de Santos está localizada no litoral do estado de São Paulo, sob o trópico de capricórnio, a 23°56'27" de latitude sul e 45°19'48" de longitude (PEREIRA, 2010). A área monitorada está localizada no estuário de Santos, em um local popularmente conhecido como "Lixão da Alemoa - Porto" em momento pretérito. A estrutura do cais da Brasil Terminal Portuária (BTP) foi construída sobre pilares e lajes e a superfície exposta dessas estruturas representam um aumento na oferta de substrato consolidado para a incrustação/colonização das espécies bentônicas.

A rede de amostragem para avaliação da comunidade foi distribuída ao longo de trinta pilares pré-selecionados, buscando abranger diferentes variações dos parâmetros ambientais do novo hábitat criado, por exemplo, a exposição aos gradientes de iluminação e a profundidade. Em cada uma das etapas construtivas do cais foram monitorados seis estacas. Por questões de segurança, as campanhas de monitoramento foram iniciadas de acordo com a conclusão das etapas de construção do cais que compõem toda a estrutura sob estacas (Figura 2.8.2.3.5-1). Na campanha de julho/2012, foram monitoradas 15 estacas, nas campanhas de agosto, setembro e outubro/2012, foram monitoradas 18 estacas, nas campanhas de novembro/2012 a outubro/2013 foram monitoradas 24 estacas e a partir da campanha de novembro/2013 as 30 estacas foram monitoradas do Cais 1 ao Cais 5. As estacas monitoradas estão ilustradas na Figura 2.8.2.3.5-1. As estacas selecionadas para amostragens, além de terem numeração própria conforme croqui entregue pela empresa responsável pela construção, foram marcadas com tinta *spray* na cor laranja fluorescente (Figuras 2.8.2.3.5-2) para uma melhor visualização.

Figura 2.8.2.3.5-1 – Estrutura do cais e esquema de sua subdivisão, na área de influência da BTP. C1 = Cais 1. C2 = Cais 2. C3 = Cais 3. C4 = Cais 4. C5 = Cais 5; e desenho esquemático com a localização e nomenclatura das estacas



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.5-2 – Esquema de marcação com tinta *spray* na cor laranja, para melhor visualização das estacas, nas área de influência da BTP.



Fonte: CPEA (2017)

A localização das estacas foi definida de acordo com sua posição nos eixos frontais e das linhas longitudinais. Os números de cada estaca monitorada seguem na Tabela 2.8.2.3.5-1.

Tabela 2.8.2.3.5-1 – Coordenadas geográficas das estacas escolhidas para o monitoramento das comunidades associadas ao substrato consolidado, nas áreas de influência da BTP (Sistema de coordenadas UTM, Datum SAD69).

Nome	Nº da estaca no projeto	Coordenadas Geográficas UTM	
		Norte	Leste
10B	65 (cais 01)	7.353.803	363.007
10C	75 (cais 01)	7.353.817	362.927
10E	93 (cais 01)	7.353.797	363.006
20B	103 (cais 01)	7.353.811	362.926
20C	177 (cais 01)	7.353.785	363.004
20E	187 (cais 01)	7.353.799	362.924
40B	373 (cais 02)	7.353.844	362.772
40C	383 (cais 02)	7.353.858	362.692
40E	401 (cais 02)	7.353.838	362.771
50B	411 (cais 02)	7.353.852	362.691
50C	485 (cais 02)	7.353.826	362.769
50E	495 (cais 02)	7.353.840	362.689
70B	625 (cais 03)	7.353.886	362.538
70C	653 (cais 03)	7.353.880	362.537
70E	737 (cais 03)	7.353.868	362.535
80B	635 (cais 03)	7.353.900	362.456
80C	663 (cais 03)	7.353.894	362.457
80E	747 (cais 03)	7.353.882	362.455
100B	877 (cais 04)	7.353.927	362.304
100C	905 (cais 04)	7.353.921	362.303
100E	989 (cais 04)	7.353.909	362.301
110B	887 (cais 04)	7.353.941	362.224
110C	915 (cais 04)	7.353.935	362.223
110E	999 (cais 04)	7.353.923	362.221
122B	1122 (cais 05)	7.353.957	362.134
122C	1151 (cais 05)	7.353.951	362.133
122E	1235 (cais 05)	7.353.939	362.131
132B	1132 (cais 05)	7.353.971	362.054

Nome	Nº da estaca no projeto	Coordenadas Geográficas UTM	
		Norte	Leste
132C	1161 (cais 05)	7.353.965	362.053
132E	1245 (cais 05)	7.353.953	362.051

Fonte: CPEA (2017)

Procedimento para obtenção das fotografias

O monitoramento das comunidades de macroinvertebrados que colonizaram as estruturas submersas está sendo realizado por meio de fotos subaquáticas, obtidas durante mergulhos realizados com equipamento de mergulho autônomo (SCUBA).

Para a realização dos mergulhos vem sendo utilizada uma embarcação de alumínio, equipada com motor de popa, sendo os procedimentos de mergulho realizados por dois técnicos que contam com o apoio de um piloto para condução da embarcação, deslocamento e apoio de superfície.

O equipamento fotográfico utilizado nas amostragens é uma câmera digital da marca Nikon, modelo D7000, de 16 megapixels, equipada com uma lente grande angular (11-16 mm). A câmera encontra-se encapsulada em uma caixa estanque da marca Aquática, própria para este modelo de câmera. Devido às condições de baixa luminosidade, o equipamento ainda necessita de dois flashes subaquáticos da marca INON, modelo Z240. A escolha de lente grande angular se deve ao fato da água do estuário ter normalmente condições ruins de visibilidade, e essa lente possibilita uma grande aproximação.

Para padronização das imagens obtidas, foi instalado no equipamento fotográfico uma armação de PVC de área de 20 x 20 cm na ponta, que permite a delimitação de uma área conhecida (400 cm²) (Figura 2.8.2.3.5-3), conectado à caixa estanque pela parte de baixo (Figura 2.8.2.3.5-4), com uma haste de 30 cm até o quadrado delimitador, padronizando então a distância entre a câmera e a área a ser fotografada.

Figura 2.8.2.3.5-3: Armação de PVC para padronização de distância e área.



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.5-4: Caixa estanque com a armação de PVC acoplada.



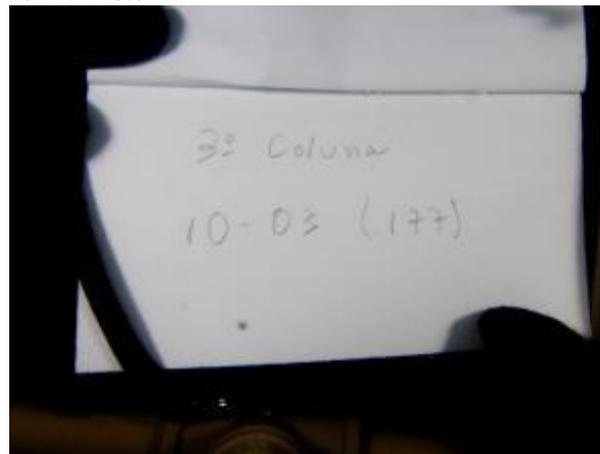
Em cada estaca, é realizado um mergulho e duas fotos são obtidas, uma a 1 m e outra a 5 m de profundidade (Figura 2.8.2.3.5-5). A partir da quinta campanha foram instalados vergalhões nas estacas, o que permitiu o ancoramento das imagens, possibilitando que as imagens sejam feitas sempre no mesmo local. Para a identificação de cada estaca fotografada, é usada uma prancheta de PVC e um lápis, antes de cada foto, uma foto da prancheta identificadora é batida para que posteriormente os arquivos de imagem obtidos possam ser referidos com cada estaca (Figura 2.8.2.3.5-6).

Figura 2.8.2.3.5-5: Mergulhador fotografando coluna.



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.5-6: Prancheta identificadora para cada coluna e foto.



Além das fotos dos quadrados de “PVC” são também realizadas fotos aleatórias e filmagem em alta definição para ajudar na identificação dos organismos e permitir uma amostragem qualitativa.

Todas as fotos são posteriormente baixadas em um computador, e três cópias dos arquivos de imagem obtidos são geradas em CDs, para evitar perda de informações.

Análise dos Dados

Cada imagem obtida é analisada quanto ao percentual de cobertura dos diferentes *taxa* incrustados nas estacas. Esta análise é feita visualmente ponto a ponto (Figuras 2.8.2.3.5-7), utilizando o software CPC V4.1 (*Coral Point Count with Excel Extensions*), onde é gerado um *grid* com 49 pontos (Figuras 2.8.2.3.5-8) sistematizados de intersecção (KOHLER&GILL, 2006) dentro da área delimitada pela estrutura de PVC. Em cada ponto de intersecção do *grid* é feita a contagem do organismo presente logo abaixo, possibilitando o cálculo do percentual de cobertura. Cabe mencionar que esse software foi desenvolvido e é utilizado para monitoramentos de recifes de corais (KOHLER&GILL, 2006), sendo adaptado para este projeto em ambiente similar, porém sem a presença de espécies de coral.

Para possibilitar a comparação entre o percentual de cobertura das espécies de cada local amostrado ao longo do tempo é aplicada a análise de variância (ANOVA – *Analysis of Variance*) não-paramétrica de uma via (*Kruskal-Wallis*) utilizando o software PAST (*Paleontological Statistical*). Para esta análise são considerados os dados de abundância de cada táxon registrado (*i.e.* ponto onde a espécie foi registrada) por campanha, e as réplicas ao longo do tempo. O teste irá avaliar se a variação nos dados entre os diferentes períodos de amostragem é superior à variação intrínseca de cada amostra (ZAR, 2010; SOKAL & ROLPH, 2012). Optou-se pelo teste não-paramétrico pois, devido à utilização de dados ranqueados e não baseado em parâmetros estatísticos, não é necessário cumprir as premissas exigidas pelos testes paramétricos, como por exemplo a homogeneidade de variância e a distribuição normal, características difíceis de serem encontradas em dados biológicos (MAGNUSSON & MOURÃO, 2003; GOTELLI, 2009).

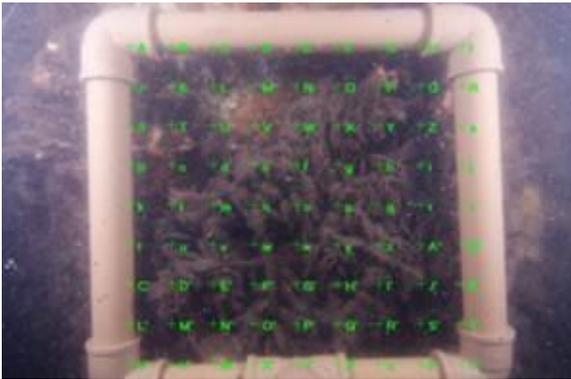
Foi calculado para cada campanha o índice de diversidade de *Shannon-Wiener*, sendo o mesmo apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou sub-comunidade de interesse (WILHM, 1968). Esse índice é estimado pela seguinte equação:

$$H' = - \sum p_i \text{Log } p_i$$

Onde: p_i é a proporção da espécie em relação ao número total de espécimes encontrados nos levantamentos.

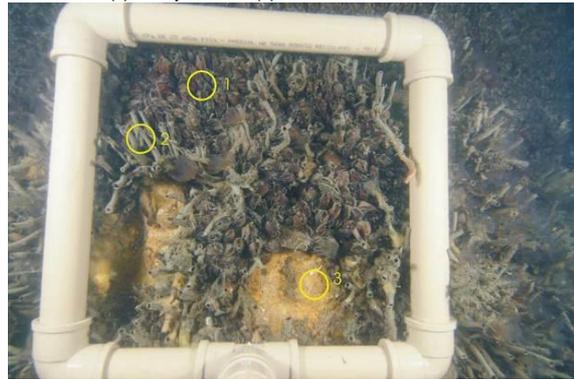
Para o cálculo dos índices biológicos de diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade (J) e similaridade, é utilizado o software PAST (Paleontological Stastical).

Figura 2.8.2.3.5-7 – Imagem do *grid* com 49 pontos.



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.5-8 – Exemplos de alguns *taxa* encontrados nas campanhas de monitoramento das comunidades de substrato consolidado da área de influência da BTP: *Perna perna* (1), Sabellidae (2) e Mycalidae (3).



Fauna demersal associado à estrutura do cais

A amostragem dos organismos nectônicos na região sob a laje através da utilização de tarrafas não se mostrou viável pelo fato do espaço existente entre o teto estabelecido pela laje e a superfície da água ser muito pequeno para o lançamento do aparelho de pesca (Figuras 2.8.2.3.5-9 e 2.8.2.3.5-10).

Diante da impossibilidade de captura de peixes sob o cais foi feita uma avaliação qualitativa da presença de peixes e outros organismos da megafauna bentônica e pelágica durante os mergulhos para obtenção das fotografias sub-aquáticas. Os resultados obtidos no âmbito do subprograma de monitoramento de ictiofauna e fauna acompanhante, o qual possui pontos de amostragem próximos ao cais (pontos P1 e P2), também indicam a presença de organismos nectônicos próximos aos cais.

Figura 2.8.2.3.5-9 – Pouca altura entre o cais e o nível da água.



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.5-10 – Pouca altura entre o cais e o nível da água.



Frequência do monitoramento

O presente Subprograma ocorreu com frequência mensal desde sua data de início (março/2012) até agosto/2016, passando para frequência trimestral a partir de então, sendo realizada a primeira campanha trimestral em dezembro/2016. A solicitação de alteração da periodicidade de mensal para trimestral foi feita no âmbito do 5º Relatório Anual protocolado no IBAMA via Carta CEO-MA-576/15 (Protocolo IBAMA nº 02027.011493/2015-25, de 01/10/2015), sendo a solicitação aceita pela equipe do IBAMA conforme PAR. 02001.003191/2016-52 COPAH/IBAMA, de 16/08/2016.

2.8.2.3.6. Resultados

Todas as campanhas previstas no cronograma desse Subprograma foram cumpridas, sendo realizadas 55 campanhas de campo até dezembro/16 abrangendo as fases de implantação e de operação do terminal da BTP. Na Tabela 2.8.2.3.6-1 são mostradas as datas das campanhas realizadas ao longo do período do monitoramento das comunidades associadas ao substrato consolidado, sendo também apresentados os dados referentes às condições meteorológicas observadas durante as campanhas realizadas.

Tabela 2.8.2.3.6-1 – Horário de início e término dos mergulhos e condições meteorológicas durante as campanhas de monitoramento de comunidades associadas ao substrato consolidado no estuário de Santos, BTP, considerando a totalidade das 55 campanhas realizadas.

Campanha	Data da amostragem	Estacas monitoradas	Início mergulhos	Término mergulhos	Temp. Ar (°C)	Temp. Água(°C)	Visibilid. (m)
Campanha 1	14/03/2012	cais 1 e 2	9 h 00 min	12 h 00 min.	30	19/21	2
Campanha 2	12/04/2012	cais 1 e 2	9 h 00 min	13 h 00 min.	30	17/20	2
Campanha 3	11/05/2012	cais 1 e 2	10 h 00 min	14 h 00 min.	19	16/18	2
Campanha 4	15/06/2012	cais 1 e 2	11 h 00 min	14 h 00 min.	23	16/20	2
Campanha 5	11 e 12/07/2012	cais 1, 2 e 3	-	-	20/16	17/15	0,5
Campanha 6	09/08/2012	cais 1, 2 e 3	10 h 00 min.	13 h 00 min.	19	18	0,3
Campanha 7	11/09/2012	cais 1, 2 e 3	10 h 00 min.	15 h 00 min.	23	19	0,5
Campanha 8	08/10/2012	cais 1, 2 e 3	11 h 00 min.	15 h 00 min.	20	-	-
Campanha 9	06/11/2012	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 00 min.	15 h 00 min.	25	21	1,0
Campanha 10	12/12/2012	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 00 min.	14 h 30 min.	28	22	0,5
Campanha 11	09/01/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 00 min	14 h 30 min	21	24	1,5
Campanha 12	20/02/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 00 min	14 h 30 min	28	22	1
Campanha 13	15/03/2013	cais 1, 2, 3 e 4	9 h 30 min	13 h 30 min	23	21	1,5
Campanha 14	15/04/2013	cais 1, 2, 3 e 4	9 h 30 min	13 h 30 min	25	20	0,5
Campanha 15	15/05/2013	cais 1, 2, 3 e 4	9 h 30 min	13 h 30 min	22	19	1
Campanha 16	14/06/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 00 min	13 h 30 min	20	20	1
Campanha 17	17/07/2013	cais 1, 2, 3 e 4	9 h 30 min	13 h 30 min	18	19	0,5
Campanha 18	16/08/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 30 min.	14 h 30 min.	15	17	1
Campanha 19	25/09/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 30 min.	15 h 30 min.	14	17	0,4
Campanha 20	07/10/2013	cais 1, 2, 3 e 4	10 h 30 min.	12 h 30 min.	17	17	0,4
Campanha 21	19/11/2013	cais 1, 2, 3,4 e 5	10 h 00 min	15 h 00 min	27	21	0,4
Campanha 22	16/12/2013	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min	12 h 00 min	28	22	0,5
Campanha 23	16/01/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min	12 h 00 min	32	23	0,5
Campanha 24	08/01/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	12 h 00 min	14 h 00 min	32	22	0,4
Campanha 25	06/03/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min	13 h 00 min	29	22	1

Campanha	Data da amostragem	Estacas monitoradas	Início mergulhos	Término mergulhos	Temp. Ar (°C)	Temp. Água(°C)	Visibilid. (m)
Campanha 26	23/04/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	9 h 00 min	12 h 00 min.	23	21	1
Campanha 27	14/05/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	9 h 00 min	12 h 00 min.	21	19	0,5
Campanha 28	16/06/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min	13 h 00 min.	24	19	1
Campanha 29	15/07/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min	13 h 00 min.	22	19	1
Campanha 30	18/08/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min.	13 h 00 min.	29	19	0,8
Campanha 31	10/09/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	29	19	0,6
Campanha 32	09/10/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	29	20	0,6
Campanha 33	07/11/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	31	21	1
Campanha 34	22/12/2014	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min.	13 h 00 min.	29	22	0,8
Campanha 35	09/01/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min.	13 h 00 min.	34	22	1
Campanha 36	06/03/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	26	22	0,8
Campanha 37	23/03/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	24	21	0,8
Campanha 38	23/04/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	22	20	1
Campanha 39	20/05/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	24	20	0,6
Campanha 40	03/06/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	22	20	0,8
Campanha 41	03/07/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 30 min.	13 h 30 min.	17	18	0,4
Campanha 42	28/08/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	29	20	0,6
Campanha 43	01/09/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	28	21	1
Campanha 44	15/10/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min.	13 h 00 min.	29	22	0,8
Campanha 45	24/11/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 00 min.	13 h 00 min.	34	22	1
Campanha 46	16/12/2015	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	31	22	0,8
Campanha 47	12/01/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 00 min.	12 h 00 min.	32	21	0,8
Campanha 48	11/02/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	29	20	1
Campanha 49	09/03/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	27	20	0,6
Campanha 50	06/04/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	28	20	0,8
Campanha 51	09/05/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 30 min.	13 h 30 min.	23	18	0,4
Campanha 52	09/06/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	18	20	0,8
Campanha 53	07/07/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	11 h 30 min.	13 h 30 min.	17	18	0,4
Campanha 54	19/08/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	10 h 30 min.	12 h 30 min.	19	19	0,7
Campanha 55	14/12/2016	cais 1, 2, 3, 4 e 5	9 h 00 min.	11 h 00 min.	24	21	0,6

Fonte: CPEA (2017)

Na totalidade das 55 campanhas realizadas até o momento foi identificada uma riqueza de 22 táxons, sendo 09 identificados através das fotografias subaquáticas e 13 táxons identificados somente através da coleta por raspagem realizada em julho/2014 (Tabela 2.8.2.3.6-2). Apesar da coleta de espécimes da comunidade incrustante possibilitar a identificação de um maior número de táxons, sendo mais eficiente para avaliar a riqueza e diversidade da comunidade, a metodologia aplicada de identificação por fotografia subaquática se mostrou eficiente para atender aos objetivos de verificação de disponibilização de hábitat e aumento da diversidade nos pilares implantados, se constituindo em uma técnica não destrutiva e que permite o acompanhamento da incrustação das áreas monitoradas.

Foram registradas duas espécies exóticas, *Branchiomma luctuosum* classificada como “Estabelecida” segundo “Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil” (LOPES, *et al.*, 2009) e *Styela plicata*, classificada como “Invasora” pelo mesmo informe.

Nenhuma das espécies identificadas encontra-se nas listagens de espécies ameaçadas nacional e estadual (BRASIL, 2014; SÃO PAULO, 2015), A listagem de táxons é mostrada na Tabela 2.8.2.3.6-2.

Tabela 2.8.2.3.6-2 – Lista de táxons identificados ao longo do monitoramento por fotografia subaquática e por coleta e raspagem (destacados com asterisco).

Filo	Classe	Ordem	Família	Espécie	Classificação	Status de ameaça
Porifera	Demospongia	Haplosclerida	Chalinidae	<i>Haliclona oculata</i>	-	-
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	<i>Bunodosoma sp</i>	-	-
	Hydrozoa	Leptothecatae	Campanulariidae	<i>Obelia dichotoma</i>	Nativa	-
	Scyphozoa	Coronatae	não identificada*	-	-	-
Annelida	Polychaeta	Sabellida	Sabellariidae	<i>Branchiomma luctuosum</i>	Exótica/Estabelecida	-
		Phyllodocida	Nereididae	<i>Alitta succinea*</i>	-	-
		Phyllodocida	Nereididae	não identificada sp 1*	-	-
		Phyllodocida	Nereididae	não identificada sp 2*	-	-
Mollusca	Bivalvia	Ostreoida	Ostraea	<i>Crassostrea brasiliiana</i>	Nativa	-
		Mytiloida	Mytilidae	<i>Mytella charruana</i>	Nativa	-
		Myoidea	Myidae	<i>Sphenia sp*</i>	-	-
	Gastropoda	Nudibranchia	Dorididae	<i>Doris aff. Ilo*</i>	-	-
			Glaucidae	<i>Dondice occidentalis*</i>	-	-
Arthropoda - Crustacea	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Caprella sp*</i>	-	-
			não identificada*	-	-	-
		Decapoda	Porcellanidae*	não identificada*	-	-
		Tanaidacea	não identificada*	-	-	-
		Euphausiacea	não identificada	sp1*	-	-
	não identificada		sp2*	-	-	
Maxillopoda	Sessilia	Balanoidea	<i>Fistulobalanus albicostatus</i>	-	-	
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Bugulidae	<i>Bugula neritina</i>	-	-
Chordata	Ascidiacea	Stolidobranchia	Styelidae	<i>Styela plicata</i>	Exótica/Invasora	-

Legenda: (*)= espécies ou táxons identificados somente na coleta (raspagem) de julho/2014

Fonte: CPEA (2017)

A seguir são apresentados os dados consolidados obtidos ao longo do monitoramento para os quais foram desconsideradas as cinco primeiras campanhas pelo fato de terem sido amostrados uma menor quantidade de pilares em relação às demais campanhas (somente 12 pilares dos cais 1 e 2 nessas quatro primeiras campanhas), influenciando na análise temporal.

Considerando as 51 campanhas realizadas a partir julho/2012 até dezembro/2016, foi identificada a ocorrência de uma riqueza de nove táxons de organismos incrustantes nos pilares monitorados por fotografia subaquática, sendo consideradas 10 categorias de contagem, a saber: Categoria 1 - *táxon* de Polychaeta da família Sabelariidae (identificação: *Branchiomma luctuosum*); Categoria 2 - *táxon* de Porifera da classe Dermospongia (identificação: *Haliclona oculata*); Categoria 3 - *táxon* de Chordata da classe Ascidiacea (identificação: *Styela plicata*); Categoria 4 - *táxon* de Cnidaria da classe Anthozoa (identificação: *Bunodosoma* sp.); Categoria 5 - *táxon* de Cnidaria da classe Hydrozoa (identificação: *Obelia dichotoma*); Categoria 6 - *táxon* Molusca da família Mytilidae (identificação: *Mytella charruana*); Categoria 7 - *táxon* de Molusca da família Ostreae (identificação: *Crassostrea brasiliiana*); Categoria 8 - *táxon* de Bryozoa da classe Gymnolaemata (identificação: *Bugula neritina*); Categoria 9 - *táxon* de Arthropoda Crustacea da família Balanoidea (identificação: *Fistulobalanus albicostatus*); Categoria 10 - espaços vazios.

Na totalidade de campanhas realizadas foram gerados 3.060 dados de porcentagem de recobrimento dos pilares pelas comunidades incrustantes, sendo esses apresentados em gráficos de riqueza (número de táxons) e porcentagem de recobrimento (abundância) por pilar nas profundidades de 1m e 5m. Pela grande quantidade de dados gerada, os gráficos com a variação da riqueza ao longo das campanhas em cada ponto de amostragem e profundidade são mostrados no Anexo A. A análise dos gráficos permite inferir que houve um aumento na riqueza de táxons ao longo do período do monitoramento, principalmente a partir da campanha 30 (C30) realizada em agosto/2014, um ano após início da operação do terminal portuário BTP.

A análise espacial da riqueza permite inferir que de maneira geral, as maiores riquezas de táxons ocorrem na profundidade de 1m em relação à profundidade de 5m e, em geral, nos pilares localizados na área mais externa (linha B), que estão sujeitos a maior luminosidade conforme apresentado no Anexo A.

Com relação às abundâncias relativas ou porcentagem de recobrimento das categorias de comunidade incrustante, incluindo os espaços vazios como uma categoria, os gráficos gerados são mostrados no Anexo B.

No intuito de facilitar a visualização dos resultados foi obtida a proporção média dos grupos taxonômicos na profundidade de 1 metro e também para 5 metros, em cada região da componente vertical (B - mais exposto; C - intermediário; E - mais abrigado), os resultados gráficos são mostrados na Figura 2.8.2.3.6-1.

Na profundidade de monitoramento de 1 metro todas as nove categorias referentes a um grupo taxonômico foram registradas ao longo do monitoramento, sendo os Bivalvia da família Mytilidae o grupo mais abundante nessa altura da coluna de água, seguido do Cnidaria da classe Hydrozoa e do Porifera da classe Dermospongia. Na profundidade de monitoramento de 5 metros foram registradas 8 das 9 categorias taxonômicas discriminadas (não foi registrada a ocorrência de Mytilidae nessa profundidade ao longo do monitoramento), sendo o grupo de Cnidaria da classe Hydrozoa o *táxon* mais abundante ao longo do período de monitoramento, seguido do *táxon* de Porifera da classe Dermospongia e do Bryozoa da classe Gymnolaemata.

As amostras obtidas em cada campanha apresentam grande semelhança entre si tanto na região de superfície quanto na região de profundidade, mas em cada uma dessas áreas os táxons dominantes ao longo do monitoramento mostraram-se diferentes. Tomando a vista superior da imagem da área em componentes horizontal e vertical, tem-se na componente horizontal a variação da numeração dos pilares (10, 20, 40, 50, 70, 80, 100, 110, 122 e 132) e na componente vertical o grau de exposição (B - mais exposto; C - intermediário; E - mais abrigado).

Na profundidade de 5 metros parece haver maior homogeneidade na composição geral de organismos ao longo de toda a componente espacial do cais, havendo menor variação da

proporção entre os grupos taxonômicos ao longo das campanhas e entre as áreas de amostragem em ambas componentes espaciais consideradas do que a dinâmica observada na profundidade de 1 metro (Anexo B). Nessa altura observa-se o predomínio de organismos da classe Hydrozoa e a presença constante de organismos da classe Dermospongiae, sendo possível observar um marcado aumento na proporção de ocupação do espaço pelos Bryozoa em todas as áreas de amostragem (pilares) por volta da Campanha 30 (agosto/2014) (Anexo B).

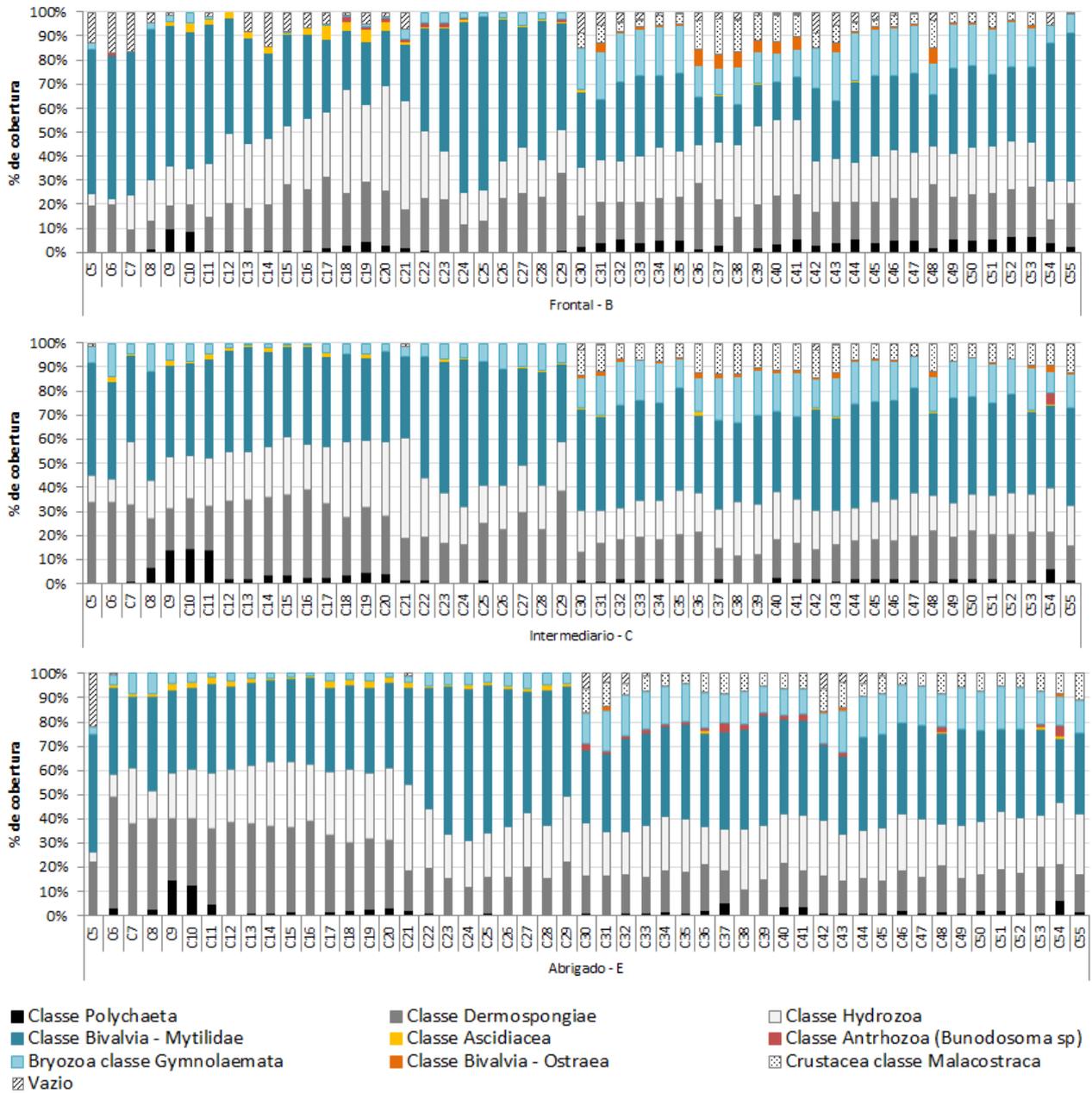
Na profundidade de 1 m, os grupos taxonômicos Bivalvia/Mytilidae, Dermospongiae e Hydrozoa foram os grupos dominantes ao longo de todo o monitoramento. As proporções entre esses grupos, no entanto, variam fortemente ao longo da componente longitudinal do Cais, havendo maior similaridade aparente no comportamento das proporções de ocupação do espaço dos táxons na componente espacial de exposição, especialmente durante o início e meio do período monitorado (Anexo B). Por volta da Campanha 30, no entanto, observou-se um aumento na riqueza de táxons registrados, passando-se a registrar com maior constância de proporção de ocupação do espaço os bivalves (*Ostrea*), crustáceos (Malacostraca) e tendo sido verificado um aumento na proporção de cobertura dos Bryozoa (Anexo B). Os dados brutos são mostrados no Anexo C (apresentado apenas em formato digital).

Giordano (2001) analisando a sucessão numa comunidade de animais sésseis marinhos, colonizando placas de cerâmica na área estuarina de Santos evidenciou em seus resultados a existência de amplas e bruscas flutuações nas abundâncias da grande maioria das espécies e, em decorrência disso, também da estrutura geral da comunidade. Essas variações são, pelo menos em parte, relacionadas com o ritmo acelerado com que se completa o ciclo de vida de diversas espécies da comunidade (GIORDANO, 2001). Vale ressaltar que as espécies registradas e suas abundâncias relativas estão de acordo com os resultados apresentados por Giordano (2001) em seus 52 meses de monitoramento do processo de sucessão ecológica. Observando os dados gerais, é possível notar variações no recobrimento total dos diferentes *taxa*. Essa variação não necessariamente reflete variações no processo sucessional, ou troca de espécies ao longo do tempo.

O aumento de riqueza de táxons observado de maneira geral a partir da 30ª campanha (Vide Anexo A) refletiu nos índices de diversidade, sendo possível observar um aumento nos valores registrados nas três regiões (frontal – B; intermediária – C; abrigada – E) na profundidade de 1 metro à partir da Campanha 30 e um discreto aumento nos valores médios de diversidade nessas regiões a 5 metros de profundidade à partir da Campanha 25 (Figura 2.8.2.3.6-3). Observa-se que o comportamento de variação dos valores dos índices ao longo das campanhas é mais variável na profundidade de um metro do que na de cinco metros, mas que ambas profundidades exibem variações similares nos valores registrados. Também, a variação dos valores a cada campanha entre as três regiões é bastante similar, especialmente na profundidade de 5 metros, onde existe uma estabilidade maior aparentemente.

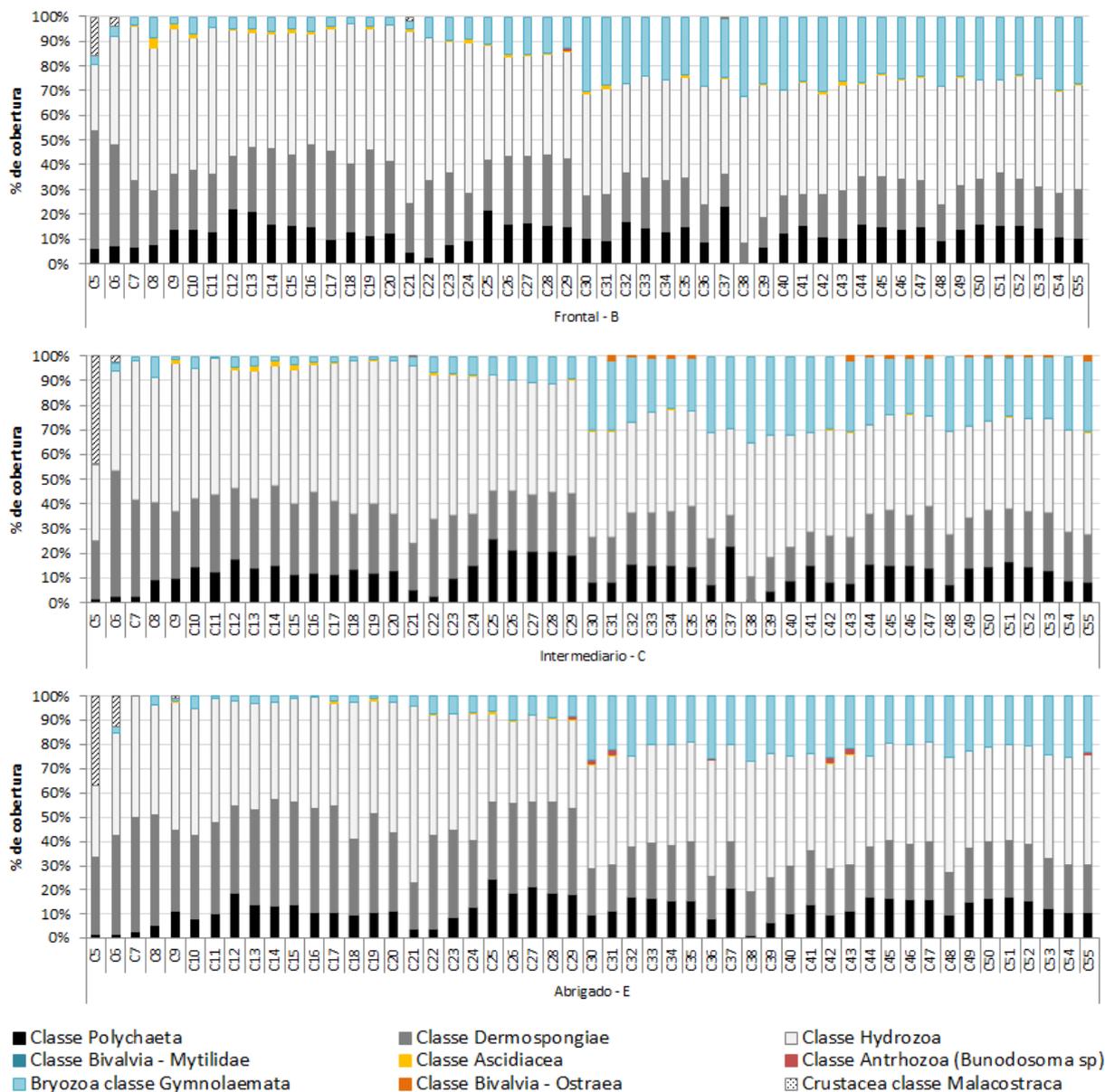
Observa-se que na região mais superficial (a um metro) a diversidade exibe maior variabilidade entre as campanhas e entre as três regiões consideradas (frontal – B; intermediária – C; abrigada – E), sendo a região frontal, diretamente exposta às influências do Canal de navegação, aquela que apresenta a maior variação desse parâmetro, sendo observado um aumento na diversidade de Shannon na Campanha 54 na área mais abrigada, seguida de uma diminuição na Campanha 55. Ainda na profundidade de 1 metro foi observada uma redução no índice de diversidade de Shannon nas duas últimas campanhas (C54-agosto/16 e C55-dezembro/16) na área mais exposta, refletindo as maiores variações ambientais nessa área como variação de maré, salinidade e luminosidade. Em profundidade existe menor variação entre o gradiente de exposição e elevada similaridade no comportamento da diversidade entre as áreas (Figura 2.8.2.3.6-3).

Figura 2.8.2.3.6-1 – Proporção média dos grupos taxonômicos na profundidade de 1 metro, em cada região da componente vertical (B – área mais exposta; C – área intermediária; E – área mais abrigada) ao longo do período de monitoramento. Dados da 5ª campanha (C5, realizada em julho/12) a 55ª campanha (C55, realizada em dezembro/16).



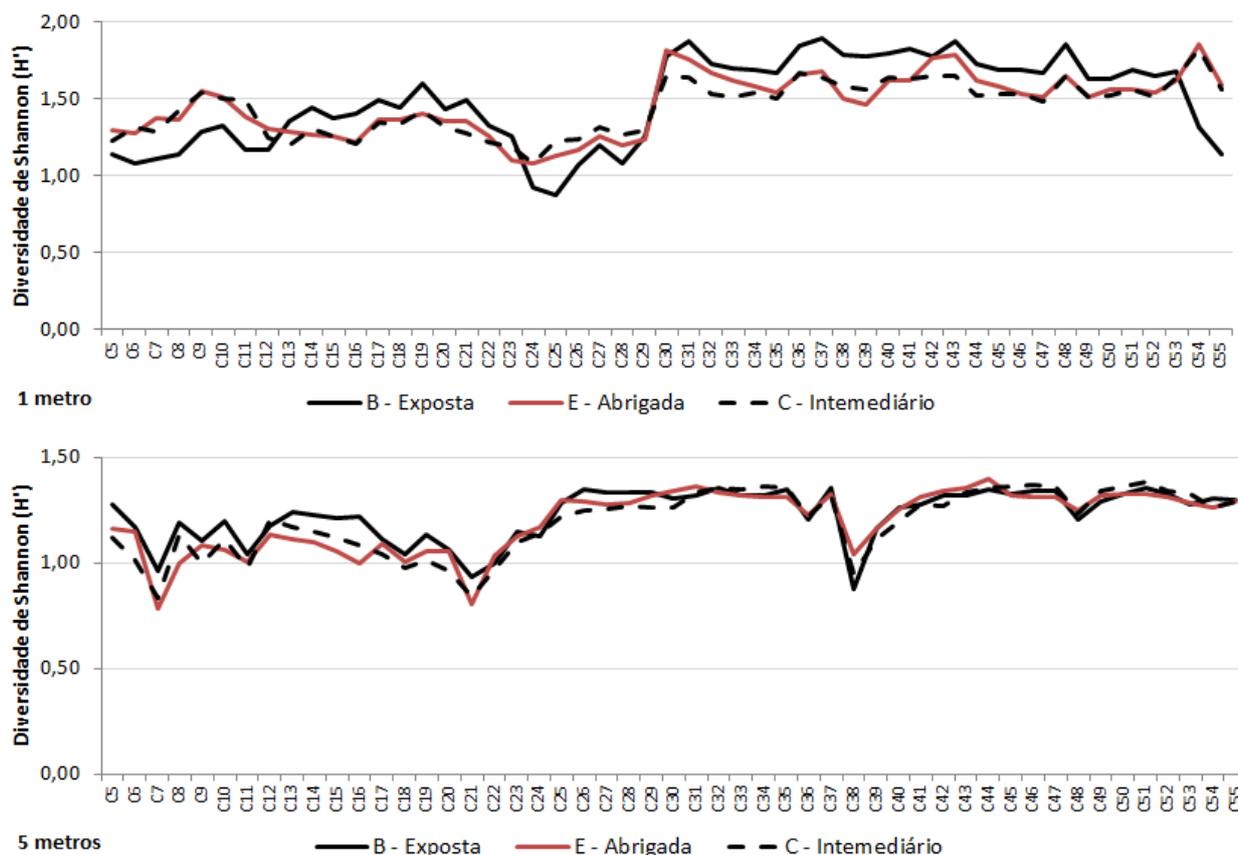
Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.6-2 – Proporção média dos grupos taxonômicos em cada região da componente vertical (B – área mais exposta; C – área intermediária; E – área mais abrigada) ao longo do período de monitoramento. Dados da 5ª campanha (C5, realizada em julho/12) a 55ª campanha (C55, realizada em dezembro/16).



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.6-3 – Variação dos índices de Diversidade de Shannon (H') ao longo das campanhas de monitoramento na profundidade de 1 metro e de 5 metros, sendo considerado o agrupamento de dados dos pilares e a discriminação das diferenças entre os pilares mais expostos (frontal – B), intermediários (C) e abrigados (E). Dados da 5ª campanha (C5, realizada em julho/12) a 55ª campanha (C55, realizada em dezembro/16).



Fonte: CPEA (2017)

Os valores de riqueza e diversidade neste programa de monitoramento permanecem estáveis ao longo das 12 últimas campanhas realizadas, demonstrando uma certa estabilidade da comunidade de substratos consolidados. Esses valores, porém, são baixos quando comparados a outros trabalhos, como os de Pereira (2007) e Giordano (2001), em relação ao número de *taxa* encontrados, o que provavelmente decorre das diferenças entre as áreas monitoradas, dos métodos de amostragem e de identificação e a resolução taxonômica de identificação dos organismos adotada entre os trabalhos citados e o presente monitoramento.

Foi realizada uma análise da variância das amostras para a identificação de existência de diferenças estatisticamente significativas entre as mesmas. Após a avaliação dos dados de todas as campanhas realizadas até o presente (entre julho/2012 e dezembro/2016) é possível verificar que não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre as amostras das áreas (não paramétrica – *Kruskal Wallis*), seja considerando os últimos 12 meses ou todo o período monitorado. Os valores resultantes do teste estatístico são apresentados na tabela a seguir (Tabela 2.8.2.3.6-3, onde se verifica que nenhum dos valores de P calculados foi inferior a 0,05).

Tabela 2.8.2.3.6-3 – Análise de variância (ANOVA) não paramétrica (Kruskal Wallis), observados nas campanhas de monitoramento de julho/2012 a dezembro/2016 (total) e janeiro/2016 a dezembro/2016 (último ano), na área de Influência da BTP.

Estacas	P (total)	P (último ano)
10B1	0,999	0,987
10B5	0,986	1
10C1	0,995	0,999
10C5	0,999	0,988

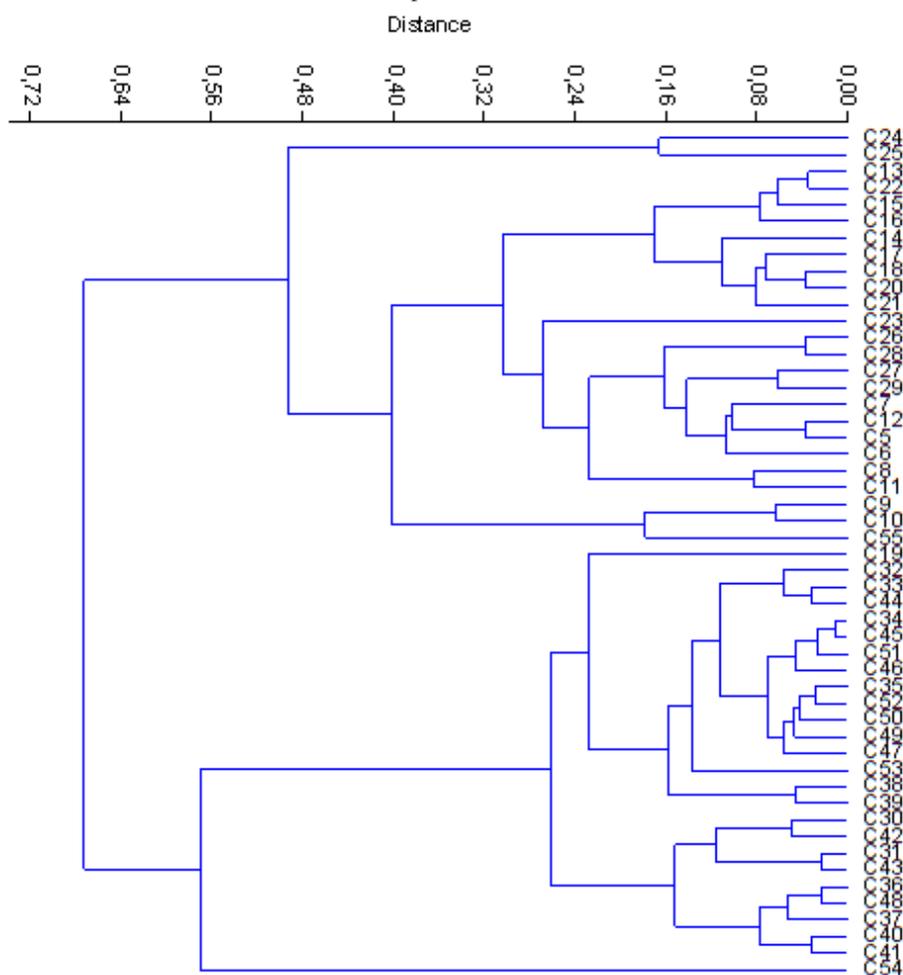
Estacas	P (total)	P (último ano)
10E1	0,998	0,999
10E5	0,968	0,999
20B1	0,999	0,998
20B5	0,954	1
20C1	0,996	0,994
20C5	0,965	0,999
20E1	0,999	0,987
20E5	0,999	1
40B1	0,997	0,998
40B5	0,989	0,997
40C1	0,989	0,999
40C5	1	1
40E1	1	0,998
40E5	0,996	0,999
50B1	0,881	0,989
50B5	0,781	1
50C1	0,999	0,999
50C5	0,999	1
50E1	0,999	1
50E5	0,989	0,999
70B1	1	1
70B5	0,888	0,998
70C1	0,999	1
70C5	0,989	0,999
70E1	0,987	1
70E5	1	0,983
80B1	0,672	0,674
80B5	0,987	1
80C1	0,999	0,969
80C5	0,987	1
80E1	1	1
80E5	0,989	0,893
100B1	0,999	0,960
100B5	1	1
100C1	0,961	1
100C5	1	0,988
100E1	0,999	1
100E5	1	0,998
110B1	0,989	0,983
110B5	1	0,998
110C1	0,989	0,989
110C5	1	0,987
110E1	0,989	1
110E5	1	0,998
122B1	0,988	0,786
122B5	0,986	0,985
122C1	1	0,989
122C5	0,967	0,983
122E1	0,999	1
122E5	0,760	0,987
132B1	0,992	1
132B5	0,998	0,989
132C1	0,943	0,998
132C5	1	0,986
132E1	0,796	1
132E5	0,876	0,984

Fonte: CPEA (2017)

Foi feita uma análise de similaridade baseada na distância euclidiana entre as médias dos valores de índice de diversidade obtidas em cada campanha realizada, sendo os resultados mostrados na Figura abaixo (Figura 2.8.2.3.6-4). Observa-se a formação de dois grandes grupos com maiores similaridades, um formado pelo conjunto das campanhas realizadas no início do monitoramento (até a campanha 29) e outro formado pelo conjunto das campanhas mais atuais, realizadas após finalização da implantação e início da operação da BTP, indicando a influência das maiores riqueza obtidas nessa última fase do monitoramento.

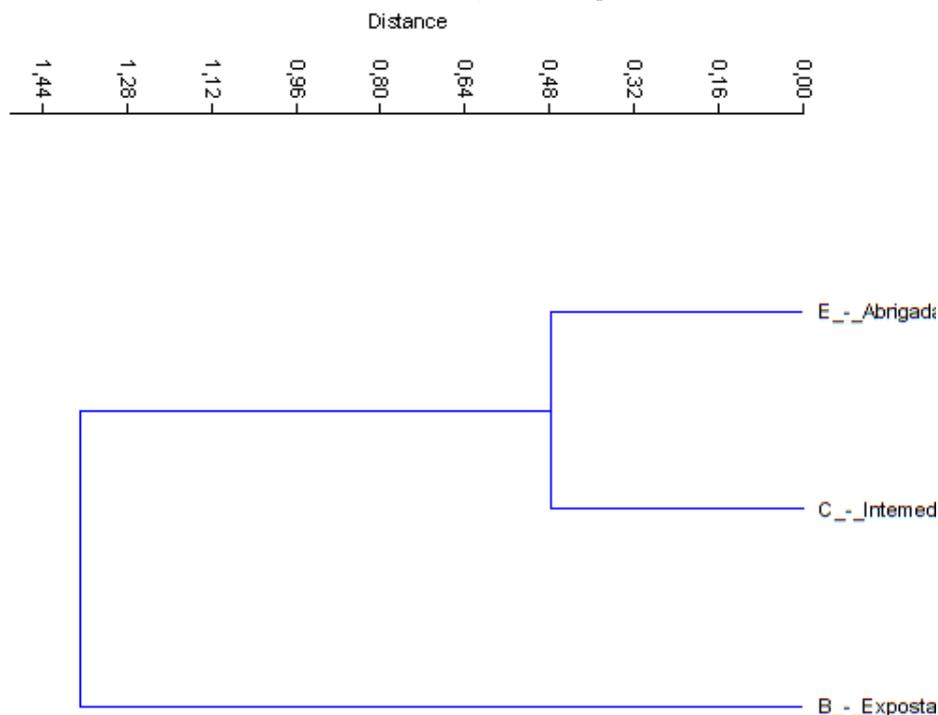
Um cluster feito com a mesma base de dados para verificar a semelhança entre as áreas monitoradas (B - mais exposta; C – intermediário; E – mais abrigada), sendo mostrado na Figura 2.8.2.3.6-5, e permite identificar maior semelhança entre as áreas mais abrigadas e intermediárias entre si e um maior distanciamento da área mais exposta.

Figura 2.8.2.3.6-4 – Cluster com similaridade (Distância Euclidiana) entre as médias dos valores de índice de diversidade obtidos em cada uma das 51 campanhas consideradas.



Fonte: CPEA (2017)

Figura 2.8.2.3.6-5 – Cluster com similaridade (Distância Euclidiana) entre as médias dos valores de índice de diversidade obtidos em cada uma área monitorada (B - mais exposta; C – intermediário; E – mais abrigada).



Fonte: CPEA (2017)

Segundo Giordano (2001), existe hoje um grande interesse na ecologia pelos fenômenos de flutuação periódica (dias e noites, estações do ano, marés, etc.), normalmente regida pelos fenômenos cíclicos geofísicos. No entanto, pouco se tem feito no sentido de se investigar os fenômenos de flutuação irregular – qualificados como oscilações lineares, já que são independentes de todos os controles geofísicos – que constituem igualmente uma característica dos sistemas biológicos.

O efeito de aumento de diversidade e disponibilidade de habitats para a fauna demersal bentônica pôde ser observado ao longo do monitoramento pela presença das categorias taxonômicas identificadas de organismos colonizadores de substrato consolidado e pela avaliação dos parâmetros monitorados. Os detalhes do processo inicial da sucessão/colonização e a troca de espécies no início da colonização não puderam ser registrados e/ou avaliados uma vez que, por questões de segurança, o monitoramento da comunidade de organismos incrustantes se iniciou após a completa implantação das estruturas portuárias, já tendo transcorrido um tempo desde o primeiro contato com o ambiente e o substrato exposto.

Observa-se ao longo do monitoramento variações nas proporções de ocupação do espaço pelos grandes grupos considerados nas análises realizadas pelo presente monitoramento. A variação mais marcante foi o aumento de Bryozoa e da diversidade de organismos por volta da Campanha 30 (agosto/14, quase um ano após início da operação das Fases 1 e 2, julho e outubro/2013, respectivamente). Não existe, porém, um evento/marco nesse período ou em períodos próximos anteriores que possam estar relacionados a essa mudança nas características da comunidade, podendo se tratar, portanto, de um processo natural da mesma relacionado às dinâmicas da comunidade. Os briozoários são amplamente distribuídos e crescem em substratos consolidados diversos, naturais e artificiais, têm ciclos de vida curtos e alto potencial reprodutivo (WINSTON, 1977 *apud*: HEYSE, 2012).

O processo sucessional é caracteristicamente unidirecional e, segundo Odum (1969), é contínuo até que se atinja a estabilidade da comunidade. O processo sucessão ecológica prevê a substituição ou alteração da abundância relativa das populações de uma comunidade ao longo do

tempo, constituído em uma sequencia unidirecional de alteração da composição da comunidade onde os grupos precedentes alteram o meio de forma que outros grupos os substituem por se tornarem mais competitivos na nova situação estabelecida (REYNOLDS, 2006).

Em águas costeiras, a sequência de mudanças nas abundâncias das populações não é necessariamente sucessional, podendo se tratar mais de sequencias temporais de efeitos sob controle de variáveis físicas ou de eventos sucessionais originados em outros ambientes (SMAYDA, 1980 apud REYNOLDS, 2006). Outros autores (SUTHERLAND, 1974; OSMAN 1977; SUTHERLAND&KARLSON, 1977) acreditam que algumas comunidades são imprevisíveis e sugerem que os recrus que chegam primeiro inibem o desenvolvimento futuro.

As variações registradas nas proporções entre os táxons registrados se referem à uma dinâmica contínua de balanço nas proporções de cobertura pelos mesmos grupos biológicos desde o início do monitoramento. Isso pode estar relacionado aos efeitos cíclicos regulados pela variação sazonal de parâmetros ambientais físico-químicos (temperatura, pH, salinidade, etc.) e biológicos (disponibilidade de larvas, produtividade primária, etc) sobre a comunidade instalada. Além desses fatores, como comentado, fatores bióticos como a competição por espaço em comunidade de organismos incrustantes é uma força determinante das características que essa comunidade irá assumir. A competição ocorre tanto em nível intra quanto interespecífico, o que costuma determinar o processo de zonação tendo em vista a maior eficiência de aproveitamento de recursos em diferentes condições ambientais. Isso é bastante nítido tendo em vista a ocorrência de Mytilidae abundantemente na região de monitoramento de 1 metro e sua ausência na profundidade de monitoramento de 5 metros.

Apesar das variações observadas, nos últimos períodos de monitoramento não foi constatada a entrada de novos grupos de organismos no sistema considerado, sendo observada considerável estabilidade nas características das comunidades e nas proporções de ocupação dos grupos existentes nas áreas monitoradas. Observou-se a variação da dominância de organismos já existentes, relacionadas possivelmente aos fatores naturais como sazonalidade e interações intra e interespecíficas conforme já discutido.

Foram identificadas duas espécies exóticas ao longo do monitoramento, o poliqueto *Branchiomma luctuosum* e a Ascidea *Styela Plicata*. O Polychaeta Sabellidae *Branchiomma luctuosum* é originário do Mar Vermelho e foi primeiramente registrado em São Paulo (coletada em 2002) por Nogueira *et al.* (2006) na Baía de Santos somente, apesar de quase toda a costa do estado de São Paulo ter sido amostrada. Isto pode estar relacionado ao fato do Porto de Santos, o maior porto da América Latina, se encontrar inserido nesta baía (LOPES *et al.*, 2009). Posteriormente, esta espécie foi registrada no estado do Rio de Janeiro (COSTA-PAIVA, 2006). Esta espécie está, geralmente, associada a substratos artificiais, sendo um importante componente da bioincrustação. Encontrada em locais abrigados, próxima a recifes de corais, portos ou locais com ampla atividade antropogênica (HADDAD *et al.*, 2007). A alta densidade e dominância de *B. luctuosum* tornam-na uma potencial competidora com espécies nativas brasileiras, como, por exemplo, *Branchiomma patriota*, recentemente descrita no litoral de São Paulo. *B. patriota* é considerada não apenas uma espécie nativa, mas uma espécie endêmica da costa brasileira, onde vive em simpatria e no mesmo habitat que *B. luctuosum* (COSTA-PAIVA, 2006). No entanto, é classificada como já estabelecida no Informe de espécies invasoras (LOPES *et al.*, 2009).

A segunda espécie exótica registrada foi a Ascidea *Styela Plicata*, introduzida há muito tempo (séc. XIX) e até hoje não é muito encontrada em substratos naturais, entretanto, é bastante comum em regiões portuárias, sobre estruturas artificiais, em cultivos de mexilhões e ostras podendo atingir altas densidades, competindo com os moluscos e aumentando os gastos com limpeza (LOPES *et al.*, 2009). Sua origem é desconhecida, mas talvez possa ter surgido no Hemisfério Norte (Lambert 2005). Amplamente distribuída nos mares tropicais (RODRIGUES *et al.*, 1998) e registrada em águas temperadas do Oceano Atlântico e do Mediterrâneo, considerada introduzida nas Bermudas, Austrália, no sul da Califórnia e no Brasil (LOPES *et al.*, 2009). Ascídias simples encontradas em áreas muito rasas até 30 m de profundidade sobre rochas.

Nas localidades onde é registrada no Brasil é muito abundante sobre substratos artificiais como redes, cordas, boias de sinalização, pilares e paredes de concreto, em ambiente marinho costeiro, estuarino, substratos consolidados naturais e artificiais, principalmente regiões portuárias, sendo registrada na Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina (LOPES *et al.*, 2009).

No Anexo D é apresentada a documentação fotográfica do presente subprograma.

Fauna demersal associada à estrutura do cais

Além dos organismos incrustados registrados nas imagens subaquáticas, os mergulhadores responsáveis pelo monitoramento têm realizado avaliações qualitativas da comunidade (Figura 2.8.2.3.6-6 e 2.8.2.3.6-7), observando a presença de outras espécies, inclusive de vertebrados (Figura 2.8.2.3.6-8 e 2.8.2.3.6-9). Foi verificada a presença de espécies de peixes da família Gobiidae, que vivem associados a substratos consolidados em comunidades já em estágios avançados de sucessão, onde há disponibilidade de recursos e hábitat favorável à sua proteção e estabilidade. Além desta e outras espécies de peixes observadas, foi verificada a presença de crustáceos da família Portunidae, como o siri-azul (*Callinectes danae*), espécie muito abundante no estuário, e representantes da família Porcellanidae.

Figura 2.8.2.3.6-6 – Anêmona do gênero *Bunodosoma* em detalhe.



Figura 2.8.2.3.6-7 – Indivíduo de Poliqueta tubiculada *Branchiomma luctuosum*.



Figura 2.8.2.3.6-8 – Indivíduo de siri-azul (*Callinectes danae*) em meio a mexilhões (*Mytella charruana*).



Figura 2.8.2.3.6-9 – Indivíduo da família Gobiidae em detalhe.



Fonte: CPEA (2017)

2.8.2.3.7. Considerações finais

Foram realizadas até o presente momento 55 Campanhas de amostragem para acompanhamento do processo de colonização dos substratos consolidados. Ao longo do período de monitoramento vem sendo observada a completa incrustação da parte submersa das estacas de sustentação, tendo sido verificada a formação de uma espessa camada de organismos incrustantes e a presença constante de crustáceos e peixes nas áreas, constatando-se o impacto

positivo de incremento na diversidade e recrutamento de espécies provocado pela implantação das estruturas consolidadas de sustentação do píer da BTP.

Foi também constatado ao longo dos dois últimos ciclos de monitoramento, uma baixa variabilidade da comunidade. Essa menor variabilidade foi estabelecida principalmente à partir de Campanha 30 (agosto/2014), cerca de um ano após início da operação do terminal BTP, onde a comunidade assumiu uma estrutura levemente diferente do padrão que vinha sendo observado em campanhas anteriores, com maior participação de Bryozoa e redução nas proporções de ocupação espacial dos demais grupos dominantes em momentos pretéritos, que na zona de 1 metro se configuravam como Mytilidae, Dermospongiae e Hydrozoa e na zona de cinco metros como de Hydrozoa e Dermospongiae. Além disso, são monitoradas 30 pilares que em grande parte se configuram como réplicas em decorrência da similaridade de composição nas proporções de dominância de espaço e na variação dessa composição ao longo do tempo.

Foram identificadas duas espécies exóticas, uma delas já estabelecida e outra considerada invasora, porém sem indicação de ação de controle segundo informe de espécies exóticas invasoras (LOPES *et. al*, 2009).

As atividades previstas para execução do presente programa incluíram a realização de amostragem através de registro fotográfico por meio de mergulhos subaquáticos da comunidade incrustante e fauna associada, bem como a amostragem de peixes com tarrafas para acompanhamento da comunidade nectônica associada às estruturas do cais, além de uma coleta de espécimes da comunidade incrustante para identificação taxonômica mais apurada. Cabe destacar que somente as amostragens de peixes com tarrafa sob o píer que não puderam ser executadas como já informado em relatórios anteriores, em decorrência de dificuldades operacionais do método de amostragem, no entanto a comunidade nectônica está sendo amostrada em áreas próximas ao píer no âmbito do Subprograma de monitoramento da ictiofauna, além da obtenção de imagens feitas pelos mergulhadores conforme já descrito em item específico, e tanto as imagens quanto os resultados do monitoramento de ictiofauna evidenciaram um incremento na riqueza e abundância da ictiofauna e da fauna associada às estruturas consolidadas durante o período de operação do terminal da BTP em relação à fase de implantação.

A atividade de raspagem foi realizada de forma a prover um refinamento à identificação taxonômica, permitindo a identificação em nível específico de grupos exóticos e uma riqueza maior de táxons. Feitas as considerações apresentadas, entende-se que houve o cumprimento de 100% das atividades previstas, sendo que o objetivo do subprograma foi atingido.

Após a avaliação dos resultados observados e das considerações apresentadas, ainda considerando o cronograma de execução apresentado no PBA e aprovado pelo IBAMA, o qual indica a possibilidade de continuidade ou não do presente Subprograma após três anos de operação, sugere-se o encerramento desse monitoramento, uma vez que o impacto positivo de incremento na diversidade já foi detectado ao longo do desenvolvimento do monitoramento conforme discutido no presente relatório.

2.8.2.3.8. Referências Bibliográficas

FLYNN, M. N; VALÈRIO-BERARDO, M. T. Avaliação da toxicidade in situ através do recrutamento de comunidade incrustante em painéis artificiais em terminal da Petrobrás, Canal de São Sebastião, São Paulo. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 5, n. 1, p. 103-114, fev. 2012.

GIORDANO, F. Colonização de placas de fouling no estuário de Santos (Santos-SP): análises transicional e de sensibilidade complementando a abordagem baseada em recobrimentos

específicos e diversidade. 2001. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. 2001, 141p.

GOTELLI, N. J. Ecologia. 4ª edição. Londrina: Planta, 2009, 287p.

LOPES, R.M. et al. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil / Ministério do Meio Ambiente. Rubens M. Lopes/IO-USP... [et al.], Editor. – Brasília: MMA/SBF, 2009. 440 p. ; il. color. (Série Biodiversidade, 33)

KOHLER, K.E.; GILL, S. M. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. Computers and Geosciences. v. 32, n. 9, p.1259-1269, 2006.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. de M. Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise. Londrina: Planta, 2003. 126 p.

BTP; MKR. Terminal Portuário. Estudo de Impacto Ambiental - EIA. Brasil Terminal Portuário – BTP, 2008.

ODUM, E. P. The Strategy of Ecosystem Development. Science, New Series, Vol. 164, No. 3877.(Apr. 18, 1969), p. 262-270, 1969.

OSMAN, R.W.; WHITLATCH, R.B. Patterns of species diversity: fact or artifact? Paleobiology, v. 4, p.41-54, 1978.

PEREIRA, A. P. V. Avaliação do método de levantamento fisionômico na análise de povoamentos na comunidade marinha bentônica de substrato consolidado do infralitoral no costão oeste da enseada das palmas, Ilha Anchieta, Ubatuba – SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 2007, 335p.

PEREIRA, E. da R. M. Relação entre foraminíferos e matéria orgânica como indicadores de poluição. 2010. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 2010, 210p.

REYNOLDS, C.S. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 2006, 535p.

SOKAL, R. R. & ROLPH F. J. Biometry: The Principles and Practices of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman; 3rd edition. 2012, 880p.

SUTHERLAND, J. P. Multiple stable points in natural communities. Am. Nat. v. 108, n. 964, p. 859-873, 1974

SUTHERLAND J.P. & KARLSON, R. H. Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. Ecol. Monogr. v. 41, p. 351-389, 1977.

WILHM, J. L. Use of biomass emits in Shannon's formula. Ecology. v.49, n.1, p.153-156, 1968.

WINSTON, J.E. Distribution and ecology of estuarine ectoprocts: a critical review. Est. Res. Fed. V. 18, p. 34-57, 1977. Apud: HEYSE, H. L. Briozoários como bioindicadores de qualidade

ambiental na Baía da Babitonga, Santa Catarina. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação - Universidade Federal do Paraná).2012.

ZAR, J. H. Biostatistical Analysis.5th Edition.Pearson Prentice-hall, Upper Saddle River, NJ., 2010, 944p.

ANEXOS

Anexo A – Gráficos com Variação da Riqueza de Espécies.

Anexo B – Gráficos com Variação da Abundancia de Espécies.

Anexo C – Dados Brutos (Somente em meio digital).

Anexo D – Documentação fotográfica.