

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

O presente relatório apresenta as atividades entre fevereiro e setembro de 2012, em atendimento ao Gerenciamento e Implantação dos Planos Básicos Ambientais (PBA) da Dragagem de Aprofundamento do Canal do Porto de Santos.

Em relação ao Programa de Gestão Ambiental e Controle da Dragagem (PBA 4), a dragagem de aprofundamento do Canal do Porto de Santos teve início no Trecho 1 (Barra/Entrepasto de Pesca), entre 21 de fevereiro de 2010 e 21 de fevereiro de 2011, sendo dispostos 5.636.786 m<sup>3</sup> de sedimento nas quadrículas Q1, Q2, Q3 e Q5. A dragagem do Trecho 2 (Entrepasto de Pesca/Concais) ocorreu entre 12 de julho e 25 de outubro de 2010, com volume total de sedimento de 2.345.622,3 m<sup>3</sup>. Do Trecho 3 (Concais/Armazém 6), foram dragados 1.880.637,2 m<sup>3</sup>, entre 05 de outubro e 30 de dezembro de 2010. Para ambos os trechos, as disposições ocorreram nas quadrículas Q2 e Q5.

A dragagem do Trecho 4 (Armazém 6/Alemaoa), subdividido em 4 seções (A a D) de acordo com a qualidade do material, foi iniciada em 28 de janeiro de 2011, nas seções A e C, com último registro de despejo em 17 de agosto de 2011.

A dragagem no Trecho 4 seção B (sedimento de pior qualidade) foi realizada entre março e maio de 2011, com descartes nas quadrículas Q9 e Q10. Na seção D, também com sedimento de pior qualidade, as atividades de dragagem iniciaram em abril de 2011; no entanto, em 21 de junho de 2011, as atividades foram paralisadas pela SEP, devido a quantificação de mercúrio em concentrações acima do Nível 1 da Resolução Conama 344/2004, em amostras de sedimento coletadas no setor de uso restrito (quadrículas Q9 e Q10) pela equipe do Programa de Monitoramento Intensivo. O volume dragado no Trecho 4 (seções A, B e C) até 17 de agosto de 2011 foi de 5.836.248,5 m<sup>3</sup>.

Entre setembro e novembro de 2011 foram realizadas as atividades da primeira etapa da dragagem de manutenção do Trecho 1, com disposição do

sedimento em Q9 e Q10. Até o momento não foi informado qual o volume de sedimento dragado neste trecho.

Em março de 2012 as atividades de dragagem de aprofundamento do canal de navegação no Trecho 4, seção D, foram retomadas e ocorreram disposições no PDO até 08 de agosto de 2012 (segundo sistema de rastreamento), com descartes nas quadrículas Q9 e Q10. Até o momento não foi informado qual o volume de sedimento dragado nesta seção.

Em março de 2012 também foram retomadas as atividades de dragagem de manutenção. Entre 08 de março e 28 de maio de 2012, ocorreu dragagem no Trecho 2, com descartes em Q9 e Q10.

A dragagem de manutenção do Trecho 1 (retomada em 16 de abril de 2012) e do Trecho 3 (iniciada em 06 de abril de 2012) encontra-se em andamento, sendo o material dragado descartado nas quadrículas Q2, Q3, Q9 e Q10.

Durante esse período, no âmbito do Programa de Gerenciamento do Descarte e do Polígono de Disposição Oceânica (PBA 2 e 3), foram realizadas sete campanhas amostrais para o monitoramento de sedimentos dispostos no PDO (vigésima terceira a vigésima nona), sendo verificado, através dos resultados dos ensaios químicos e ecotoxicológicos realizados, que as obras de dragagem que utilizaram o PDO (Codesp, BTP e Emraport) não causaram impactos significativos ao meio ambiente marinho.

Com relação ao ponto a ser controlado (PS-C1) não houve ocorrência de nenhum parâmetro em concentração acima de Nível 1 da Resolução Conama 344/2004, bem como não houve toxicidade acima de 50%, indicando que o descarte de material no PDO não gerou alterações na área de amortecimento do Parque Marinho da Laje de Santos.

Com base nos resultados obtidos no Programa de Monitoramento da Área de Disposição Oceânica (PBA 17), observa-se que não há necessidade de rodízio entre quadrículas utilizadas (Q3, Q4 e Q7), localizadas no SUC – Setor de Uso Controlado, nem de redução do volume disposto ou revisão do plano de disposição. Para as quadrículas localizadas no SUR- Setor de Uso Restrito (Q9 e Q10), em função de terem sido utilizadas para disposição de material da

dragagem do Trecho 4 (seção D), cuja caracterização química realizada para o EIA/RIMA (FRF, 2008) apontou concentrações de mercúrio acima de Nível 1 da Resolução Conama 344/04, as medidas de ação adotadas são apresentadas e discutidas no Programa de Monitoramento Intensivo do PDO.

No âmbito do Programa de Qualidade dos Organismos Bioindicadores, valores de concentração de zinco próximos ao limite estabelecido para consumo humano pelo Decreto nº 55.871/1965 foram identificados em diversas amostras de tecido muscular de parati e siri-azul, inclusive em amostras da área 5, Largo do Candinho – Canal de Bertioga, considerada como uma área controle. Entretanto, é importante considerar que a legislação brasileira não possui um valor específico de zinco para os organismos aquáticos destinados ao consumo humano. A referência adotada, de 50 mg/kg, é a mesma considerada pela CETESB (2001), presente na categoria “outros alimentos” do Decreto nº 55.871/1965, a qual enquadra a matriz analisada. Este valor foi utilizado como base de comparação de eventuais efeitos biológicos adversos.

Além disso, o zinco é considerado micronutriente e encontrado naturalmente no ambiente em constante mobilização e transporte, oriundo de processos naturais como erosão, lixiviação do solo, incêndios florestais, erupções vulcânicas, atividade biológica, aporte de esgoto doméstico, entre outros. Sua biodisponibilidade depende de fatores diversos como propriedades químicas e físicas do meio ambiente, processos biológicos, temperatura, pH, dureza da água, idade e tamanho dos organismos, entre outros (Lacerda *et al.*, 1989).

O semimetal arsênio foi quantificado em concentrações acima do limite estabelecido para consumo humano (conforme Portaria nº 685/1998) em amostras de parati e siri-azul.

No entanto, uma vez que a maior parte dos componentes de arsênio em organismos marinhos é o arsênio orgânico, e que este apresenta baixa toxicidade e é rapidamente excretado pela urina, as concentrações de arsênio nas amostras analisadas devem ser avaliadas com cautela, visto que as diferentes formas de arsênio não foram analisadas. Além disso, a legislação brasileira deve ser interpretada com cuidado, pois não distingue as frações do elemento durante a

análise, não verificando, assim, o possível potencial tóxico desse composto nos organismos (Kuniyoshi *et al.*, 2011).

Cabe ressaltar que, anteriormente ao início das obras de dragagem, a análise do sedimento ao longo do canal de navegação do Porto de Santos (FRF, 2008) indicou a presença de arsênio ao longo de todo o canal de navegação, em alguns casos acima do Nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 344/2004 (de 8,2 mg/kg). A análise de bioacumulação da macrofauna bentônica para o estudo de alternativas de novas áreas de disposição de material dragado, realizada em 2007 para o EIA/RIMA da dragagem de aprofundamento do canal do Porto de Santos, observou concentrações de arsênio em camarão branco, porquinho e raia entre 1 a 3,56 mg/kg (FRF, 2008). Estes resultados podem indicar presença natural deste semimetal nos organismos do canal e no sistema estuarino da Baixada Santista.

Nas Campanhas II e III (julho e outubro de 2010), foram quantificados em amostras de tecidos musculares de paratis pelo menos um dos sete congêneres de PCB analisados, entretanto, as concentrações de PCB totais quantificadas nessas amostras estiveram abaixo do limite estabelecido para consumo humano pela USEPA (2010).

Ainda, apesar de congêneres de PCB terem sido quantificados em paratis, não há como estabelecer uma relação com a dragagem, uma vez que diversas fontes podem estar contribuindo para sua ocorrência no estuário e pelo fato de não ter sido quantificado nenhum PCB nas amostras de siris.

A maioria dos parâmetros analisados nos tecidos dos organismos avaliados (peixe parati e siri-azul) ocorreu em concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos pertinentes. Entre os parâmetros quantificados, observou-se sua ocorrência tanto em amostras coletadas ao longo do Canal de Santos quanto no Canal de Bertioga, área sem influência das atividades de dragagem e utilizada neste monitoramento como área controle.

Conclui-se que não há como estabelecer relação direta entre os parâmetros quantificados nas amostras de siris e paratis com a atividade de dragagem, visto

que os parâmetros quantificados podem ocorrer naturalmente no ambiente ou ser oriundos de fontes difusas.

Ainda, ressalta-se que todos os compostos semivoláteis (SVOC), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e pesticidas organoclorados (POC) analisados nas amostras de tecidos musculares de paratis (*Mugil curema*) e siris (*Callinectes danae*) ocorreram em concentrações inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado em todas as campanhas avaliadas no presente monitoramento (Campanha Prévia e Campanhas I a VII).

Em relação ao Monitoramento da Macrofauna Bentônica, entre as espécies encontradas durante a Campanha de maio de 2012 não foi identificada nenhuma espécie com *status* ameaçado, com base na lista de espécies ameaçadas em âmbito estadual e federal.

A análise temporal da densidade e composição taxonômica da macrofauna bentônica nas áreas de aprofundamento do Canal do Porto de Santos indicou que há uma flutuação na densidade faunal possivelmente de caráter regional, no entanto, não necessariamente relacionados à atividade de dragagem.

Pontos de coleta localizados no Canal de Bertioga (P23 a P34) e no Rio Casqueiro (P35 a P40), que representam ambientes diferentes e de influência muito remota da atividade de dragagem, também apresentaram uma flutuação da macrofauna.

Pontos localizados na calha de aprofundamento do canal de navegação sofreram uma visível redução no número de indivíduos e na presença de grupos menos representativos da macrofauna em relação à campanha de janeiro de 2011. Entretanto, os dados indicam tratar-se de um fenômeno generalizado, ocorrendo em praticamente todos os pontos amostrados. Conclui-se que essas variações também estão relacionadas a fenômenos ambientais comuns da área, como sazonalidade, efeitos relacionados à maré, i.e. salinidade e temperatura, impactos antrópicos recorrentes (trata-se de uma área extremamente urbanizada), granulometria, entre outros aspectos da biogeografia local.

Desta forma, é possível afirmar que existe a influência direta da dragagem de material do sedimento de fundo sobre a fauna, por remoção dos organismos e

de seu hábitat. Contudo, uma vez cessado o impacto, esta fauna pode recuperar-se plenamente quanto aos seus números.

A continuidade do monitoramento pode ser importante para estabelecer se as flutuações temporais da macrofauna bentônica estão relacionadas a fatores extrínsecos à atividade do aprofundamento do canal do Porto de Santos ou se são realmente resultantes dos impactos diretos da atividade de dragagem.

O Programa de Monitoramento da Comunidade Fitoplanctônica e Zooplanctônica observou que, assim como na campanha de primavera (novembro de 2011), a comunidade fitoplanctônica foi composta principalmente, por espécies características de águas marinhas costeiras e estuarinas. As espécies de água doce ficaram restritas aos pontos de coleta localizados no Largo do Canéu, com salinidades inferiores a 20.

A distribuição espacial das espécies dentro do sistema estuarino foi determinada pela interação entre a salinidade, circulação e profundidade local. Da Baía de Santos até os pontos de coleta do Canal de Santos, a salinidade variou pouco, sugerindo uma mesma massa de água. As maiores variações foram observadas na porção interna e a salinidade novamente aumentou em áreas do Canal de Bertioga e São Vicente. Outro fator que contribuiu como indicador do aporte de águas marinhas nessas áreas foi a variação na contribuição de cocolitoforídeos, que foi maior na Baía de Santos e decaiu até o interior do sistema estuarino, voltando novamente a aumentar pouco no canais de Bertioga e São Vicente.

Na campanha de maio de 2012, a alternância na dominância de diatomáceas e dinoflagelados pode estar associada às distintas taxas de crescimento e desenvolvimento destes organismos e com a estratificação halina. De maneira geral, houve um aumento da contribuição relativa dos dinoflagelados em condições de forte estratificação halina, entretanto, outros grupos com formas alongadas, como euglenófitas, cianobactérias e diatomáceas penadas foram igualmente importantes no sistema, caracterizando, assim, as denominadas comunidades de espécies ruderais (Reynolds e Smayda, 1998). A contribuição das diatomáceas penadas com rafe e a presença de gêneros de dinoflagelados bentônicos (algumas espécies da ordem Prorocentrales) e cistos de

dinoflagelados, em vários pontos do sistema estuarino, podem estar associadas à ressuspensão por dragagem ou passagem de embarcações, assim como o transporte entre as áreas sob maior e menor influência destas ações.

Os índices de diversidade e equitatividade foram semelhantes aos observados para a região por outros autores (Frazão, 2001; Ancona, 2007), entretanto, estes foram inferiores aos observados para outras regiões costeiras com menores índices de eutrofização (Ubatuba e Praia Grande, Frazão, 2001).

Embora eventos de florescimento sejam comuns em estuários, vale ressaltar que na campanha de maio de 2012 não ocorreram florações algais. Entretanto, a presença de diatomáceas do complexo *Pseudo-Nitzschia seriata* (espécies potencialmente produtoras de toxinas ASP) e espécies de dinoflagelados da ordem Prorocentrales (potencialmente produtoras de toxinas DSP) e da ordem Gymnodiniales (possui espécies potencialmente produtoras de brevetoxinas, entre outras) é preocupante e merece monitoramento.

Densidades de espécies de diatomáceas do complexo *Pseudo-Nitzschia seriata* entre 103 a 104 cel/L são elevadas e, caso houvesse produção de toxinas, as densidades de organismos observadas seriam suficientes para acumular toxinas em moluscos (Mafra-Junior *et al.*, 2006). Florações de *Pseudo-Nitzschia* spp. foram observadas no estudo de Masuda *et al.* (2011) e Moser *et al.* (2012) na Baía de Santos e Canal estuarino de Santos.

Assim, os resultados obtidos nesta Campanha de maio de 2012 (outono) diferiram daqueles apresentados para a campanha de novembro de 2011 (primavera). Como observado nas campanhas de verão e inverno de 2010, as amostras coletadas na Baía e no Canal de Santos foram significativamente distintas daquelas coletadas no interior do sistema estuarino, ao contrário da campanha da primavera de 2011, mostraram similaridades. Como justificado no 4ª Relatório Consolidado, esta similaridade provavelmente deve-se à maior influência das águas mais salinas desde o Canal de Santos até os pontos de coleta mais internos, o que parece não ter ocorrido nesta campanha. Entretanto, os resultados apontam maiores salinidades para os pontos de coleta do interior do Canal não influenciados diretamente pela desembocadura dos tributários (individualização do grupo localizado no Largo do Canéu, com maior influência de

água doce) e semelhanças na comunidade fitoplanctônica quando comparadas aos pontos de coleta que apresentaram maiores valores de salinidade no Canal de São Vicente, o que pode ter sido influenciado pela maré no momento de coleta e influência de correntes através do canal de comunicação (Rio Casqueiro) entre a porção interna do sistema e o Canal de São Vicente.

A semelhança entre as comunidades fitoplanctônicas dos pontos de coleta da Baía de Santos e do Canal de Santos, mesmo os mais internos, pode ser consequência do aumento da profundidade pela dragagem do Canal de Santos, como apontado na campanha de primavera realizada em 2011, quando esta influência foi observada até os pontos de coleta mais internos.

Em relação à comunidade zooplânctônica, a campanha de maio de 2012 no sistema estuarino de Santos-Bertioga confirmou as observações reportadas em campanhas anteriores. O zooplâncton deste ambiente é dominado por uma comunidade típica de ambientes estuarinos, dominada por espécies de copépodes marinho-eurihalinas e, secundariamente, por espécies oligohalinas. Estas últimas tiveram importância para a composição e a densidade do zooplâncton somente durante os períodos de verão, de maior pluviosidade, ou seja, quando o aporte de água continental no estuário é mais intenso. Várias espécies de copépodes e de cladóceros oligohalinas e de água doce foram detectadas pela primeira vez neste complexo estuarino, com maiores abundâncias na fase de pré-dragagem. As larvas meroplanctônicas, representadas principalmente por náuplios de cirripédios e zoeas de braquiúros, foram mais abundantes no inverno, com valores menos relevantes no verão, primavera e outono, como no caso da campanha aqui reportada.

Os dados obtidos na campanha de maio de 2012 foram comparáveis com os resultados do EIA-RIMA (FRF, 2008) em relação à abundância total do zooplâncton e à dominância de Copepoda, seguidos por Larvacea. Ressaltamos que, ao contrário do afirmado no EIA-RIMA, não existe uma base científica para a utilização de larvas de anelídeos poliquetas como organismos indicadores de poluição e de indivíduos do subfilo Urochordata (ou seja, Larvacea) como bioindicador de boa qualidade ambiental. Este tipo de avaliação deve ser baseado na análise conjunta dos parâmetros da comunidade zooplânctônica e não pela

presença e abundância de certos grupos taxonômicos isolados. Na realidade, as maiores abundâncias de meroplâncton em estuários estão normalmente associadas aos aportes continentais (fluxo estuário – mar), enquanto as maiores abundâncias de Larvacea e de outros grupos marinhos-eurihalinos ou marinho-estenohalinos (como Thaliacea) estão mais associados aos aportes marinhos (fluxo mar – estuário). Desta forma, a ocorrência alternada de dominância desses grupos reflete muito mais o movimento das marés e a influência do aporte continental do que a ocorrência de impactos antropogênicos.

A amostragem espacial e temporal dessa comunidade biológica, conforme executada nesse Programa, foi útil para a aquisição de dados de base para a caracterização da composição, da diversidade e da abundância dos diferentes grupos taxonômicos em amplos setores do sistema estuarino de Santos-Bertioga.

Este é um aspecto muito relevante do monitoramento porque, apesar da importância socioeconômica da Baixada Santista para o país, ainda pouco se conhecia sobre a estrutura da comunidade zooplanctônica na região. No entanto, a dinâmica zooplanctônica estuarina é governada por várias outras escalas de variabilidade além da sazonal (ciclo de marés, mudanças nictemerais, migração vertical ativa, passagem de frentes frias, entre outras) associadas às escalas de variação das correntes estuarinas. Deste modo, a avaliação do efeito do transporte de sedimentos mobilizados pela atividade de dragagem sobre a diversidade e a abundância do zooplâncton deverá ser complementada, em monitoramentos futuros, por abordagens amostrais acopladas com as escalas de variabilidade citadas.

Conforme apontado, os estudos sobre plâncton no sistema estuarino de Santos proporcionaram um levantamento detalhado da composição específica e da variabilidade espacial das comunidades fito- e zooplanctônicas em dois períodos sazonais, geralmente verão e inverno. Apesar da relevância dos dados adquiridos, as escalas espaciais e temporais abordadas ao longo do monitoramento foram insuficientes para o fornecimento de respostas concretas acerca dos eventuais efeitos da atividade de dragagem sobre estas comunidades.

Em relação ao Monitoramento de Quelônios, os resultados indicam a presença de tartarugas no Sistema Estuarino de Santos, o que já havia sido

demonstrado em estudos anteriores (Abessa *et al.*, 2005; 2007; Santos, 2007), e também no diagnóstico do EIA-RIMA.

As observações realizadas até o momento permitiram identificar a presença de duas espécies de quelônios na região: *Chelonia mydas* (tartaruga verde) e *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente), sendo a primeira mais frequente, concordando com os dados de Abessa *et al.* (2005; 2007) e Luchetta (2010), e estando de acordo com o esperado para o litoral de São Paulo. Deve ser acrescentado aos dados o registro de uma *Dermochelys coriacea* (tartaruga de couro, no dia 17 de março de 2011), indicando sua presença, ainda que rara, na região. Vale lembrar que, de acordo com as listas internacionais e nacionais (IUCN, 2004), as três espécies encontradas são consideradas ameaçadas de extinção.

As tartarugas marinhas parecem ocorrer na região em densidades relativamente baixas, haja visto que na maioria das saídas em que animais foram registrados, sua presença se deu apenas em um ponto de observação. Somente em eventos esporádicos foram avistados animais em 2 ou mais pontos. Por outro lado, em muitas campanhas contemplando os 19 pontos de observação, nenhum animal foi registrado. Em mais de 50% dos pontos de observação (11 pontos) nenhum organismo foi observado. Destaca-se que em 2011 nenhuma tartaruga foi registrada no monitoramento.

A ocorrência dos animais parece ter se distribuído em dois períodos. No primeiro (de janeiro a outubro de 2010), houve maior ocorrência de animais, principalmente em TA-11, e presença esporádica em alguns outros pontos, todos localizados no Canal de Santos. Já no segundo período (de novembro de 2010 a setembro de 2012), praticamente não houve ocorrência de quelônios marinhos, porém alguns registros foram feitos após julho de 2012, o que pode indicar um possível retorno dos animais. Os registros de quelônios concentram-se na área mediana do Canal de Santos, em especial no ponto TA-11, onde houve registro da presença de macroalgas (possível área de alimentação) na fase inicial do monitoramento.

Com relação ao ponto TA-11, além de apresentar a maior frequência de observações de tartarugas, este local também registrou a ocorrência do maior

grupo de quelônios. No entanto, após outubro de 2010, os animais passaram a não ocorrer nesse local, tendo sido observados somente após julho de 2012, em episódios isolados. Mais recentemente, aproveitando marés excepcionalmente baixas, foi possível confirmar a ausência de macroalgas, evidenciando que o local já não possuía os mesmos atrativos para as tartarugas. Ao mesmo tempo, a dragagem do Trecho 3 se deu no mesmo período em que houve queda na presença de animais, o que sugere que essa atividade causou perturbações que afetaram as macroalgas, levando ao seu declínio e ao abandono, ao menos temporário, da área pelas tartarugas.

Ao longo de todo o monitoramento, em relação aos pontos, TA-01, TA-02, TA-04, TA-05, TA-06, TA-08, TA-09, BS-05, BS-06 e BS-07 não houve registro de presença de tartarugas. Em uma campanha houve registro de quelônios em TA-03, TA-07, TA-12, TA-13 e BS-10. Em duas campanhas foram observadas tartarugas nos pontos TA-10 e BS-08, e em cinco campanhas em BS-09. Portanto, foram observadas tartarugas em 8 pontos, ou seja, em 42% dos locais de amostragem, desconsiderando o ponto TA-11. De todo modo, em 7 desses 8 locais, as avistagens foram restritas ao período compreendido entre janeiro e outubro de 2010, e no ponto TA-12, houve registros em 2012.

Já com relação aos bancos de sedimentos indicados no Plano Básico Ambiental, os registros foram muito raros. Os dados sugerem que estes locais parecem não se comportar como região de alimentação e, portanto, de preferência para os quelônios. Registrou-se presença mais ocasional em BS-09, porém o local vem sendo aterrado para implantação de terminal portuário privado, o que possivelmente levou ao abandono da área pelas tartarugas. Entretanto, como esse abandono ocorre também a partir de outubro de 2010, há suspeita que a dragagem do Trecho 3 possa ter contribuído para o abandono da área pelas tartarugas. Já os demais bancos monitorados não devem constituir áreas de alimentação, pois estão colonizados por bivalves do gênero *Mytella*.

Com relação ao conjunto de dados, não foi possível realizar análises estatísticas. Apenas para TA-11 foi possível detectar diferenças significativas na presença de tartarugas antes e depois de outubro de 2010 (período de início da dragagem do Trecho 3). Não se observou nenhuma relação entre a presença de

tartarugas e as variáveis físico-químicas, climáticas e oceanográficas medidas, e tampouco quanto ao período do dia (manhã – tarde).

A situação de observações ocasionais e concentração dos animais nas áreas de alimentação, detectada no primeiro período de observações, pode ser considerada normal, e mostra similaridade com os resultados encontrados por Abessa *et al.* (2005; 2007) em São Vicente e por Luchetta (2010) em São Vicente e em Cananéia. Já a ausência de animais em 2011 foi inesperada e pode estar relacionada com influências antrópicas no estuário, incluindo-se a dragagem de aprofundamento. O reaparecimento de tartarugas, entre TA-11 e TA-12, pode indicar que os impactos nestes locais foram temporários, porém mais observações são necessárias para que se possa determinar melhor as tendências e se o fato será permanente ou não.

No dia 06 de março de 2010 foi registrada a captura acidental de uma tartaruga, provavelmente tartaruga verde, pela draga *Hang Jun* 5001, sendo devolvida sem ferimentos e com vida ao mar. Naquele momento não foram registrados dados sobre o organismo e sobre as condições ambientais e o local da captura. Uma segunda captura acidental de *Chelonia mydas* foi registrada em 19 de agosto de 2010, aproximadamente às 5 horas, pela draga *Xin Hai Hu*. A tartaruga, de 50 cm, foi encontrada já morta na cisterna, enquanto ocorria a dragagem próxima ao Tecon. Posteriormente, foram realizados novos treinamentos com as equipes nas dragas, as quais receberam fichas de bordo e instrumentos de medição.

Entretanto, as capturas acidentais pelas dragas parecem representar episódios muito raros, e não devem representar ameaças significativas às tartarugas no Sistema Estuarino de Santos. A captura acidental pela pesca, a degradação dos habitats, a ingestão de plástico e a poluição são as principais ameaças aos quelônios.

A partir dos dados obtidos, é possível concluir que ocorrem regularmente duas espécies de quelônios (*C. mydas* e *E. imbricata*) no estuário, de forma esparsamente distribuída, mas com preferência pelas áreas com presença de macroalgas, como observado no ponto TA-11. Porém ao longo do período de monitoramento houve uma diminuição acentuada no número de tartarugas

observadas, tal fato pode estar relacionado com o desaparecimento das macroalgas.

Quanto à avaliação da qualidade do sedimento do PDO, parte integrante do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos, observou-se que durante os anos de 2010 a 2012 não houve alterações significativas na qualidade do sedimento avaliado em relação aos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos. Ao longo das 29 campanhas de monitoramento realizadas após o início da dragagem de aprofundamento do canal de navegação do Porto de Santos, foram quantificados os metais cobre, cromo, chumbo, mercúrio, níquel e zinco e o semimetal arsênio; no entanto, na maioria dos casos, as concentrações estiveram abaixo dos valores orientadores de Nível 1 da Resolução Conama 344/2004. Cobre e chumbo foram quantificados uma única vez acima dos valores estabelecidos para Nível 1 da referida resolução (Campanha VII, quadrícula Q7). Nenhuma medida de gerenciamento da área de disposição foi necessária, uma vez que esta ocorrência foi isolada.

Mercúrio foi quantificado em campanhas isoladas nas quadrículas Q3, Q4, Q5 e Q7, sendo que apenas na Campanha XVII – julho de 2011, foi quantificado em concentrações acima do valor orientador de Nível 1 da Resolução Conama 344/2004 nas amostras das quadrículas Q3, Q9 e Q10. Resultados semelhantes foram observados nas quadrículas Q9 e Q10, do setor de uso restrito (SUR), durante o monitoramento intensivo. Estes resultados correspondem ao período de disposição de material dragado da seção D do Trecho 4 no SUR; como medida de gestão do uso do PDO, a dragagem do Trecho 4D foi suspensa, sendo retomada apenas em março de 2012.

Observou-se a ocorrência de eventos isolados da quantificação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas amostras de sedimento do PDO e áreas adjacentes. No entanto, na maioria dos casos em concentrações abaixo do valor orientador de Nível 1 da Resolução Conama 344/2004, com exceção apenas de duas amostras, na Campanha XVI (junho de 2011), quando foi quantificado dibenzo(a,h)antraceno na amostra PS-Q5 acima de Nível 1 e na Campanha XXIII (fevereiro de 2012) quando foram quantificados

benzo(a)antraceno, criseno, fluoranteno e pireno em concentrações acima dos valores orientadores de Nível 1 e benzo(a)pireno em concentração acima do valor orientador de Nível 2 Resolução Conama 344/2004.

Os demais parâmetros analisados (PCBs e POC) apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos em todas as amostras analisadas.

Quanto à avaliação ecotoxicológica no sedimento, eventos isolados de toxicidade foram observados em nove campanhas de amostragem (III, IV, VI, VII, X, XIII, XVII, XX e XXVII).

Nas amostras das Campanhas VII e VIII os ensaios foram realizados com outros organismos, *Tiburonella viscana* e *Lytechinus variegatus*, (exceção para amostra PS-AD12 – Campanha VII) visto que o laboratório responsável pelos ensaios ecotoxicológicos teve dificuldades técnicas com a cultura do organismo alvo (*Leptocheirus plumulosus*).

Nestes ensaios foram observados efeitos tóxicos (acima de 50% de mortalidade) em todas as amostras. Os resultados obtidos podem estar vinculados à interferentes sofridos por estas espécies quanto à presença de amônia e à granulometria do sedimento, entre outros, os quais podem levar a falsos-positivos. Vale ressaltar ainda, que para as demais campanhas o organismo utilizado no ensaio ecotoxicológico foi o anfípoda *L. plumulosus* conforme recomendação da CETESB.

Ainda, para a avaliação da qualidade do sedimento do PDO, a avaliação dos resultados utilizando o Visualizador de Dados de Sedimento – VisSed, mostrou que não houve alteração significativa na qualidade do sedimento avaliado em relação aos parâmetros químicos monitorados durante a atividade de disposição de material dragado ao longo das 29 campanhas avaliadas, com exceção do elemento mercúrio, que apresentou concentrações acima do valor orientador de Nível 1 da Resolução Conama 344/2004 em eventos isolados nas quadrículas Q3 e Q5 e nas quadrículas Q9 e Q10 durante a disposição de material de pior qualidade (Trecho 4, seções B e D) e alguns valores esporádicos acima do Nível 1 para outras substâncias, já citados anteriormente.

No caso da quantificação de mercúrio em concentrações acima do Nível 1 da Resolução Conama 344/2004, foram tomadas medidas de gerenciamento da disposição desse material, como a paralização das atividades de dragagem do Trecho 4 e o recobrimento com material de melhor qualidade, que auxiliaram na restauração da qualidade dos sedimentos nas campanhas subsequentes.

Ainda, pela avaliação do VisSed, foram observados eventos isolados de toxicidade, os quais não parecem estar relacionados com a quantificação dos contaminantes monitorados. Conforme já colocado anteriormente, esses resultados devem ser avaliados com cautela, uma vez que podem estar relacionados a parâmetros físico-químicos ou até mesmo pela presença de outras substâncias não monitoradas, fatores interferentes do ensaio ecotoxicológico.

Sendo assim, para a avaliação da qualidade do sedimento do PDO, conclui-se que a maior alteração ocorrida na área de disposição refere-se ao enriquecimento de silte e argila nas quadrículas mais utilizadas. Porém, não foram evidenciadas alterações químicas importantes, exceto em alguns eventos esporádicos. Isso se deve principalmente à correta utilização dos dados do monitoramento no gerenciamento do descarte de sedimento na área de forma a evitar possíveis alterações químicas significativas na região de descarte.

Ainda no âmbito do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos, são realizadas coletas e análises químicas para avaliação da qualidade do pescado. Este monitoramento é válido, uma vez que a pesca em áreas próximas ao PDO é uma atividade econômica importante para a região, porém a relação de causa e efeito com a operação de dragagem não pode ser estabelecida, pois não é possível separar as diversas causas de potencial acumulação de contaminantes nestes organismos, uma vez que não se tratam de organismos sésseis. Assim, não é possível correlacionar a acumulação de contaminantes com uma operação local, que é o descarte de material dragado.

Para as análises químicas nos tecidos de organismos do PDO foram quantificadas concentrações de metais acima do limite de quantificação do método analítico em amostras coletas em todas as áreas, inclusive no limite da zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, região

esta que, segundo dados do monitoramento da qualidade do sedimento, não sofreu influência dos descartes realizados no PDO.

Os resultados obtidos nas análises químicas dos tecidos dos organismos coletados nas áreas do PDO e no seu entorno, quantificaram os seguintes metais: cobre, cromo, manganês, mercúrio, níquel e zinco, sendo que todos apresentaram concentrações inferiores aos valores para consumo humano estabelecido pelas legislações adotadas, com exceção a uma amostra de peixe coió amostrada em abril de 2011 que apresentou concentração de cromo (40,7 mg/Kg) acima do limite estabelecido para consumo humano (11,0 mg/Kg) estabelecido pela USFDA (apud CETESB, 2001).

É válido destacar que cromo sempre foi quantificado em concentrações abaixo de Nível 1 da Resolução CONAMA 344/04 em todas as amostras de sedimentos coletadas no PDO, desde a Campanha Prévia, em janeiro de 2010, e que pelo fato de não se tratar de um organismo sésil, não é possível separar as diversas causas de potencial acumulação de cromo assim como correlacionar este resultado com as operações de dragagem. Para cobre e zinco, cabe ainda lembrar, que são elementos essenciais para mamíferos e peixes, participando de processos metabólicos e fisiológicos.

O semimetal arsênio foi quantificado em concentrações acima dos valores limites estabelecido pela Portaria MS 685/98 (1 mg/kg) em pelo menos uma amostra de todas as campanhas avaliadas neste monitoramento (Campanha Prévia, fevereiro de 2010, a Campanha 8, julho de 2012).

As concentrações foram mais elevadas em espécies demersais do que em espécies pelágicas, visto que, as espécies demersais possuem hábitos alimentares e de sobrevivência associados ao fundo, onde a concentração de arsênio pode ser maior em partículas orgânicas. Os resultados de arsênio total podem, portanto, refletir a concentração natural deste composto na região da Baixada Santista, que apresenta *background* regional de arsênio elevado, com concentrações que variam de 10 a 20 mg/kg (Luiz-Silva *et al.*, 2008; Quináglia, 2006).

Embora tenham sido encontrados resultados acima do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira para consumo humano, para o arsênio, acredita-se que estes valores não sejam preocupantes, uma vez que a maior parte dos compostos de arsênio presentes em peixes marinhos são orgânicos e não são tóxicos ao homem. Diversos estudos científicos e realizados por órgãos reconhecidos internacionalmente, conforme já apresentado em relatórios anteriores, apontam que a maior parte do arsênio presente em espécies marinhas se encontra principalmente na forma de arsenobetaina (baixa toxicidade).

Sugere-se que o limite estabelecido pela legislação brasileira, de 1 mg/kg, seja avaliado com cautela, visto que este leva em conta todas as formas de arsênio.

Os demais parâmetros avaliados encontraram-se abaixo dos limites de quantificação do método. Este fato ocorreu para os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), pesticidas organoclorados (POC), bifenilas policloradas (PCB), compostos fenólicos, dienos clorados e clorobenzenos.

Os resultados das análises dos organismos bentônicos do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos das campanhas 7 e 8 indicaram possíveis impactos, concentrados principalmente nas quadrículas onde o sedimento foi diretamente disposto (quadrículas PS-Q4, PS-Q7, PS-Q9 e PS-Q10), com alguma influência nas quadrículas imediatamente adjacentes a estas. Para tal afirmação, é preciso levar em conta que:

1 – A disposição, ao contrário do que anteriormente foi feito no início do monitoramento, não mais se concentra em 1 ou 2 quadrículas, mas sim em 3 ou 4 quadrículas em uso em um mesmo período, diminuindo, assim, o impacto da chegada desse material sobre a macrofauna bentônica;

2 – Esse espalhamento do material permite um menor impacto local (na quadrícula sendo disposta) e permite que áreas adjacentes sejam igualmente menos afetadas e que estas sirvam de fonte de recomposição da fauna do local afetado;

3 – O espalhamento parece seguir a direção N-NE, dadas as evidências nos padrões de abundância e diversidade da fauna, logo nota-se que as quadrículas afetadas pelo aporte de material de dragagem tendem a ser aquelas a jusante da corrente predominante no local (FRF, 2008);

4 – A qualidade do material disposto é importante e pode definir o comportamento da dinâmica da comunidade bentônica subsequente ao impacto. Na campanha 7 ficou claro que a presença do anfípode *Cerapus tubularis* em alta abundância em certas quadrículas deveu-se à presença de material dragado do Trecho 4, que apesar de não ser comprovado como fato, deve conter muito material vegetal de origem do manguezal que é bem próximo a este trecho do canal de navegação;

5 – A quantidade de matéria orgânica presente no sedimento do local estudado, em condições naturais, é relativamente bem menor que a do material dragado (principalmente se for proveniente do fundo do estuário) e sua disposição impacta a macrofauna bentônica que tem ao seu dispor uma fonte de alimento, que apesar de refratária, pode beneficiar algumas espécies;

6 – A qualidade do material pode impactar positivamente a macrofauna (e.g. material vegetal) ou negativamente (e.g. material contaminado por metais pesados ou derivados de petróleo). A quantidade de material disposto em um local impacta negativamente a fauna pelo simples fato de soterrar os organismos, portanto, quanto menor o volume de material dragado por unidade de área de disposição menor o impacto sobre a macrofauna bentônica.

A análise temporal da densidade e composição taxonômica da macrofauna bentônica nas áreas de disposição, adjacente e nos pontos a serem controlados indicaram que há uma flutuação na densidade faunal possivelmente de caráter sazonal, com aumento nos meses de primavera e verão e redução no outono/inverno. Dados coletados neste monitoramento, no mesmo período e em anos diferentes, indicam ainda que há variabilidade interanual na densidade.

Os dados coletados mostraram que a disposição de sedimentos tem efeitos deletérios na macrofauna bentônica, principalmente através da eliminação de crustáceos e outros organismos da macroinfauna e favorecimento de anelídeos

poliquetas oportunistas, tais como *Magelona posterelongata*, *Paraprionospio pinnata* e *Hermundura fauveli*, que se tornam dominantes na infauna (Pearson e Rosenberg, 1978; Amaral *et al.* 1998).

Quadrículas adjacentes parecem sofrer efeito moderado da disposição, não havendo extinção local completa da fauna. Isso provavelmente favorece a recuperação da fauna no local após a interrupção do estresse (i.e. disposição). Os dados compilados até o presente momento não permitem uma conclusão definitiva sobre a recuperação da fauna, porém, o aumento na densidade sugere que a área pode estar se recuperando.

Os efeitos da disposição de sedimento na fauna e sua recuperação são, provavelmente, função de sua frequência, magnitude e duração. A análise temporal levou em consideração apenas o número de viagens realizadas em cada período. Este, porém, nem sempre tem relação com o volume de sedimentos disposto. O conhecimento deste volume é fundamental para verificarmos o efeito dessas disposições sobre a fauna. Sugere-se ainda que se faça um experimento *in situ* e em mesocosmo sobre os efeitos do soterramento na macrofauna da área afetada.

Por fim, este estudo mostrou que não houve efeito da disposição de sedimentos provenientes da dragagem nos pontos a serem controlados PS-C1, PS-S1 e PS-N1 e N2.

Corroborando com as análises empregadas pelo estudo da macrofauna bentônica do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos, a análise pelo VisSed sinalizou uma clara perda da integridade ecológica da comunidade da macrofauna bentônica entre janeiro de 2010 a novembro de 2011, mas entre março a junho de 2012 esta tendência foi revertida.

A piora na qualidade não parece estar relacionada à contaminação por substâncias tóxicas, pois segundo observado, não houve alterações significativas na concentração dos contaminantes monitorados, exceto para o mercúrio em poucas quadrículas e por relativo curto período de tempo, ou mesmo aos eventos

isolados de toxicidade coincidentes com quadrículas onde a fauna bentônica se apresentou mais frequentemente impactada.

Uma possível explicação para a perda da integridade ecológica observada seria a ocorrência de alterações físicas ocasionadas pelo recebimento do material dragado. A disposição de material dragado de diferentes características físicas pode acarretar em mudanças na composição da macrofauna bentônica principalmente devido a um efeito de soterramento com consequente diminuição das espécies menos oportunistas e aumento na densidade das oportunistas (Harvey *et al.*, 1998; Roberts *et al.*, 1998).

Em relação às análises dos organismos demersais-bentônicos do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos, o monitoramento realizado demonstra que a variabilidade da fauna demersal bentônica no ambiente deve-se sobretudo a fatores sazonais, seguindo o ciclo de vida das espécies. A disposição oceânica de material dragado ao longo desse período gerou efeitos pontuais, sem interferências permanentes. Este efeito foi notado nos pontos 2 e 3, especificamente para *Xiphopenaeus kroyeri* (camarão-sete-barbas), localizados nas quadrículas de descarte, fato reforçado pela alta similaridade detectada.

No Monitoramento Intensivo do Programa de Monitoramento Ambiental da Área de Disposição Oceânica de Materiais Dragados na Região do Porto de Santos, as atividades realizadas no período a que se refere este relatório contemplam as Campanhas 1 a 14 (março a junho de 2012).

A dinâmica do Monitoramento Intensivo auxiliou na rápida tomada de decisão, de modo a permitir interrupções no processo de dragagem e eventuais mudanças de quadrícula. Durante o período de realização do Monitoramento Intensivo a dragagem do subtrecho 4D foi paralisada pela Secretaria de Portos (SEP) no dia 11 de abril de 2012, devido a detecção de concentração de mercúrio acima de Nível 1 (Resolução CONAMA 344/04) no ponto PS-Q9, em concordância com a retificação da licença de instalação nº 666/09, emitida no dia 04 de outubro de 2010.

No dia 1 de maio de 2012 a dragagem no subtrecho 4D foi retomada m virtude da segunda retificação da licença de instalação nº 666/09 (em 27 de abril de 2012), que determina que caso o monitoramento evidencie concentrações acima de Nível 1 (CONAMA 344/04), a atividade de descarte deve ser suspensa somente na quadrícula que o resultado foi observado, até que nova quantificação apresente concentrações inferiores ao Nível 1.

Na Campanha 8, realizada em 17 de maio, foi quantificado mercúrio acima de Nível 1 na quadrícula Q10 e após a notificação da SEP, o descarte de sedimentos do subtrecho 4D nesta quadrícula foi cessado, continuando o descarte somente na quadrícula Q9.

Segundo os resultados da análise de mercúrio total, do laboratório Analytical Technology (Campanhas 1 a 14), do total de 56 amostras:

- Em 53 amostras o mercúrio foi quantificado, porém abaixo do Nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, sendo:
  - 13 do ponto PS-Q9;
  - 12 do ponto PS-Q10;
  - 14 do ponto PS-N1; e
  - 14 do ponto PS-C1.

Deste total 71,7% apresentaram concentração de mercúrio total abaixo do limite de quantificação do método.

- Em 3 amostras o mercúrio foi quantificado, acima do Nível 1, estabelecido pela Resolução Conama 344/04, sendo:
  - 1 do ponto PS-Q9;
  - 2 do ponto PS-Q10.

Os resultados das análises dos ensaios ecotoxicológicos no elutriato para a Campanha 1 não apresentaram toxicidade para nenhuma amostra coletada. Nas Campanhas 2 a 14 os resultados das análises ecotoxicológicas no elutriato apresentaram efeito ecotoxicológico para *L. variegatus* no ponto PS-Q9 (Campanhas 2, 5, 6, 7, 9 e 14), PS-Q10 (Campanhas 8, 9 e 13) e PS-N1

(Campanhas 3 a 6 e 8 a 10). O ponto PS-C1 não apresentou efeito ecotoxicológico em nenhuma das campanhas.

Dentre as 16 amostras que apresentaram efeito ecotoxicológico, 5 delas (PS-N1, Campanhas 4 e 5, PS-Q9, Campanha 6 e PS-Q10, Campanhas 9 e 13) apresentaram concentração de amônia não ionizada acima dos valores da concentração recomendada limite (0,05 mg/L) para a espécie de ouriço-do-mar *L. variegatus* (Prósperi, 2002). As outras amostras não apresentaram aparente explicação para os efeitos ecotoxicológicos observados.

Além disto, os resultados das análises ecotoxicológicas no sedimento total, para as Campanhas 1 a 14 não apresentaram toxicidade aguda para *L. plumulosus*.

No Programa de Capacitação Continuada dos Trabalhadores da Obra, durante o ano de 2012 foram ministrados os cursos sobre “Saúde e Segurança” e sobre o “Código de Conduta dos Trabalhadores” aos tripulantes da draga *Xin Hai Feng*, no dia 11 de abril de 2012, cumprindo assim as atividades programadas para o período.

Ao final dos cursos, o conteúdo ministrado, o material didático, o local de treinamento e a atuação do instrutor foram avaliados positivamente pelos participantes. Todas as notas atribuídas aos 4 tópicos avaliados, foram superiores a 8, com as maiores aprovações (nota média de 10) relacionadas aos tópicos que avaliaram o conteúdo do curso e a atuação e postura do instrutor.

Portanto, com base nos dados e informações apresentados neste relatório, os principais objetivos propostos pelos programas foram alcançados com resultados positivos e satisfatórios.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Luiz Roberto Tommasi  
Diretor Presidente - FUNDESPA