

Qualidade de Sedimentos Marinheiros e Estuarinos da Baixada Santista: Importância para o Gerenciamento Costeiro

Denis Moledo de Souza Abessa¹

Resumo — No presente trabalho, foi realizado um levantamento da qualidade de sedimentos marinhos e estuarinos da Baixada Santista. A partir da integração dos dados disponíveis, foram identificados o grau e a natureza da contaminação, sendo possível correlacioná-los com efeitos tóxicos observados em campo e laboratório e com os processos oceanográficos. Foi demonstrada maior degradação nas áreas internas do estuário, e também nas suas porções inferiores, nas proximidades do emissário submarino e no sudeste da Baía de Santos. O restante da baía não apresenta sinais de degradação. Com base nos resultados, foram então recomendadas diversas ações e políticas para a região.

Palavras-chave — Baixada Santista, Sedimentos, Políticas Públicas, Gerenciamento Costeiro, Ecotoxicologia.

I. INTRODUÇÃO

Devido a adoção de um modelo econômico inadequado, baseado em conceitos filosóficos impróprios, o uso e a ocupação do solo da costa do Estado de São Paulo foram historicamente feitos de forma inadequada, permitindo a instalação descontrolada de fontes múltiplas de contaminação, principalmente na Baixada Santista. Nessa região, o processo foi agravado pela inexistência de leis específicas para a área ambiental e pela falta de tecnologia para o controle das fontes poluidoras, e teve como consequência direta um quadro de degradação generalizada dos ecossistemas e da presença de poluentes nos diversos compartimentos que integram os ambientes aquáticos [1, 2].

Vários prejuízos sócio-econômicos ocorreram em decorrência da degradação ambiental na Baixada, como aumento de doenças na população residente nos turistas [3], diminuição da qualidade das águas com prejuízos à balneabilidade das praias, desvalorização imobiliária, contaminação do pescado, entre outros [1, 2, 4].

No final da década de 80, o governo federal, fundamentado na Política Nacional do Meio Ambiente [5], instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), através da Lei Federal nº 7661 de 16 de maio de 1988 [6], visando estabelecer alternativas para conciliar o desenvolvimento sócio econômico com a manutenção e/ou recuperação dos ecossistemas costeiros. No Estado de São Paulo, o PNGC foi complementado pela Lei Estadual nº 10.019, de 03 de julho

de 1998 [7], que instituiu o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC).

Os planos de gerenciamento costeiro têm como principais objetivos planejar e administrar a utilização dos recursos naturais da zona costeira, de modo a melhorar a qualidade de vida das populações locais ao mesmo tempo em que promove a proteção adequada dos ecossistemas. Em teoria, o resultado esperado da implantação desses planos é permitir o usufruto permanente e sustentado dos recursos, tanto pela geração atual quanto pelas gerações futuras.

De acordo com o zoneamento ecológico-econômico proposto pelo PEGC, a Baixada Santista apresenta comprometimento ambiental, devido às atividades industriais, portuárias, imobiliárias e turísticas, havendo grande necessidade de ações prioritárias que visem a remediação ambiental, o controle dos impactos e a reversão do quadro de degradação.

O pré-requisito básico para que essas ações sejam implementadas é o conhecimento detalhado da qualidade ambiental da região, fundamental para o entendimento da extensão, do grau e da natureza dos impactos, assim como de suas relações com as características sociais e econômicas locais. Somente após esse amplo levantamento de informações e de sua integração é possível estabelecer as medidas necessárias, sejam elas de recuperação, mitigação e controle, proteção, etc.

Nos últimos anos, a Ecotoxicologia é uma das ciências que têm funcionado como instrumento útil para a integração de informações ambientais. Essa ciência multidisciplinar procura estudar e compreender os efeitos de substâncias biologicamente ativas sobre os organismos e ecossistemas, utilizando conhecimentos provenientes da química, farmacologia, bioquímica, fisiologia, biologia, ecologia, geologia, estatística, geografia, direito, economia, engenharia, entre outras [8], integrando essas diferentes informações com base no peso de evidências [1].

O presente trabalho consistiu na realização de uma avaliação crítica da qualidade dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, utilizando a abordagem ecotoxicológica, integrada e baseada na maior quantidade possível de evidências, com o objetivo de fornecer embasamento técnico para tomada de decisões e estabelecimento de políticas

¹ Instituto Oceanográfico da USP. E-mail: dmabessa@zipmail.com
Bolsista FAPESP, projeto nº 98/00808-6.

públicas que estejam de acordo com os planos de gerenciamento costeiro estadual e federal.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O sedimento pode ser considerado o mais adequado compartimento do ecossistema para indicar efetivamente a qualidade de um ambiente como o Sistema Estuarino de Santos, já que constitui importante substrato para diversos organismos e é reconhecido como o principal destino para as substâncias introduzidas nos corpos hídricos [9, 10], que nele se acumulam em níveis mais elevados que aqueles observados na coluna de água adjacente [11]. Além disso, processos químicos, físicos e biológicos podem ocasionar a liberação dos contaminantes dos sedimentos para a coluna de água, produzindo riscos para o plâncton e os peixes. Uma discussão abrangente sobre o uso de sedimentos na avaliação ambiental pode ser encontrada em [12].

Foi realizado um amplo levantamento bibliográfico a respeito da evolução histórica das condições ambientais e de contaminação nos sedimentos da região, incluindo também a descrição das fontes de impactos atuais e pretéritas, e ainda os dados históricos sobre a estrutura da comunidade bentônica e a toxicidade dos sedimentos.

Os dados compilados foram analisados criticamente, tendo sido observadas tendências históricas em relação à contaminação e possíveis modificações nos fatores ambientais e no bentos. Também foi obtido um mapa da qualidade dos sedimentos da região, por meio do cruzamento dos dados e do estabelecimento de relações entre a toxicidade dos sedimentos, os níveis atuais de contaminação e a estrutura da comunidade bentônica. Alterações na qualidade do sedimento podem ser relacionadas com as fontes, permitindo o estabelecimento de decisões com base no peso de evidências.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que o entendimento sobre a qualidade do sedimento seja efetivo, é importante conhecer as variáveis físicas e químicas da coluna d'água, pois esse compartimento exerce influência sobre os processos de sorção e liberação de contaminantes pelos sedimentos e também na estruturação das comunidades bentônicas.

As características observadas para as águas do Sistema Estuarino de Santos [1, 4, 13] são semelhantes às descritas anteriormente [14], porém atualmente o aporte de água doce para o sistema é bem menor, pois não há mais o bombeamento de água da represa Billings por meio da Usina de Henry Borden. Nos canais de Santos, São Vicente e Bertioga, as águas possuem características estuarinas, tais como pH, salinidade e teores de oxigênio levemente mais baixos. Já na Baía de Santos e nas saídas do estuário, as águas apresentam características marinhas. É notada a manutenção da presença de cunha salina no Canal de Santos, chegando até a sua porção superior [1, 4], como já observado na década de 70 [14].

Alguns autores observaram também a influência do emissário submarino sobre as águas da zona central Baía de Santos [1, 13, 15, 16, 17], causando aumento dos teores de detergentes e poli-fosfatos, do potencial de eutrofização e da toxicidade da coluna d'água. No entanto, em relatório recentemente divulgado pela CETESB [2], os níveis de contaminação das águas do Estuário e da Baía de Santos apresentaram-se geralmente baixos.

Quanto às características sedimentológicas do sistema, observa-se também semelhança entre a condição atual [1, 4, 17] e a observada anteriormente na região [14, 18, 19, 20], com uma distribuição granulométrica complexa, na qual sedimentos mais finos e ricos em nutrientes ocorrem nas áreas internas dos canais de Santos e São Vicente. Além disso, de modo geral, a Baía de Santos está dividida em dois setores: um a leste, com sedimentos mais finos e ricos em nutrientes, e outro a oeste, com sedimentos mais arenosos, ocorrendo transporte de material mais fino, em suspensão, da região oeste para leste da baía [1, 20]. Porém, recentemente foi demonstrada a influência do emissário submarino sobre os sedimentos da área próxima ao despejo, com aumento do enriquecimento por nutrientes e diminuição da granulometria [1]. O autor sugeriu que os sólidos despejados pelo emissário estejam se depositando na área ao redor dos difusores, podendo ser transportados para leste, na direção da Ilha das Palmas.

Em relação à contaminação por metais, existe uma série de trabalhos, tanto recentes [1, 2, 4, 21] quanto mais antigos [14, 19, 22, 23, 24]. Dados atuais mostram a existência de contaminação severa por diversos elementos metálicos nas áreas internas do estuário, que podem ser consideradas críticas, com concentrações de cádmio, cromo, mercúrio e níquel acima de níveis potencialmente tóxicos segundo as diretrizes de qualidade de sedimento canadenses [25], e também teores elevados de alumínio, ferro, zinco e cobalto.

Na maior parte do sistema, os teores de metais continuam baixos ao longo do tempo, porém na porção interna do Canal de Santos, parece haver um aumento na contaminação por cádmio, chumbo e cromo. Para os canais de Bertioga e São Vicente, não há uma base histórica de dados, impedindo assim comparações temporais. Já o mercúrio apresenta uma distribuição diferenciada, e embora os níveis máximos sejam semelhantes aos observados nas décadas de 70 e 80 [22, 23, 24], ele parece estar se espalhando pelo sistema. Os altos teores de mercúrio nos sedimentos do Canal de Santos foram relacionados à atividade industrial e também à operação de terminais e aporte por rios [2]. No Canal de São Vicente não são conhecidas as fontes para este elemento, porém lixões e aterros clandestinos podem ser responsáveis por essa contaminação. Já na área próxima ao emissário, esgotos provenientes de clínicas odontológicas e hospitais e foram consideradas as fontes potenciais desse elemento [1].

Quanto aos hidrocarbonetos alifáticos, dados recentes [1, 4, 26] apontam para a ocorrência de níveis elevados no Canal de São Vicente, e contaminação moderada no interior dos canais de Santos e Bertioga e na região do emissário. Resultados obtidos na década de 80 [27, 28, 29] indicavam baixos teores desses compostos, o que sugere um aumento da contaminação ao longo do tempo. As fontes de alifáticos

parecem ser os terminais de óleo, os lixões, as indústrias e em menor escala, o emissário.

Já para os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, ou PAHs, foi observada uma contaminação muito elevada na área interna do Canal de Santos [1, 2, 4, 21, 26], com pelo menos 8 compostos excedendo níveis potencialmente tóxicos. Segundo [2], as fontes de PAHs são as indústrias e os terminais de óleo, e devido às altas concentrações observadas, [1] sugeriu que esses compostos são prioritários para a região interna do estuário.

Hidrocarbonetos halogenados também foram detectados nos sedimentos da região, tendo sido observada contaminação por clorofórmio, tricloroetileno e hexaclorobenzeno no Canal de São Vicente [2]. Os níveis atuais de hexaclorociclohexano, ou BHC [2, 4] foram semelhantes aos obtidos anteriormente [30]. Já a região do Canal de Santos apresentou contaminação por bifenilas policloradas, ou PCBs, e ainda alguns tipos de fenóis, dioxinas e furanos [2, 4]. Porém, parece haver uma drástica diminuição nos níveis de pesticidas, pois os teores atuais de diclorodifeniltricloroetano (DDT), Dieldrin e Endosulfan são bem menores que os medidos por [14]. Atualmente, as fontes de compostos halogenados para o sistema são os aterros irregulares da Rhodia e as fontes industriais [2].

Por fim, os detergentes encontram-se bastante difundidos nos sedimentos da região, ocorrendo em maior quantidade na área central da Baía de Santos e no Canal de São Vicente, onde há despejo de esgotos domésticos [1, 26]. A distribuição atual é bastante diferente daquela observada nos anos 70 [14], quando os detergentes eram encontrados no Canal de Piaçaguera, sendo provenientes do bombeamento das águas pela usina de Henry-Borden. Embora os níveis máximos observados hoje em dia sejam semelhantes aos medidos anteriormente [14], a diferença na distribuição dos detergentes se deve ao início da operação do emissário, à ocupação descontrolada das margens do Canal de São Vicente e à desativação da usina de Henry-Borden [1].

Os estudos sobre a comunidade bentônica [1, 4, 14, 17] são pouco comparáveis em termos das espécies coletadas, devido a diferenças metodológicas (malhas amostrais e equipamentos de coleta diferentes). Porém, uma análise mais detalhada mostra a manutenção de um padrão ao longo do tempo, com a ocorrência de baixas abundâncias, baixas diversidades, baixas dominâncias específicas, predomínio de poliquetos, e divisão do sistema em 4 setores distintos – Canais de Santos e São Vicente, leste e oeste da Baía de Santos. Foi demonstrado ainda que tanto fatores naturais como a contaminação e toxicidade participam da estruturação das comunidades bentônicas (Fig. 1), tendo sido evidenciado maior stress na área interna do estuário e algum grau de alteração na área próxima ao emissário submarino [1].

Os estudos ecotoxicológicos iniciaram-se na década de 90, com pesquisas preliminares mostrando toxicidade em sedimentos coletados em alguns pontos do Estuário e Baía de Santos [12, 31, 32, 33] e do Rio Cubatão [34]. Posteriormente, a qualidade dos sedimentos do Canal do Porto e de sua área de disposição foi estudada com mais detalhe [21, 35, 36], assim como a região afetada pelos emissários submarinos da Baixada Santista [16, 32]. Mais

recentemente, um amplo estudo avaliou todo o Sistema Estuarino de Santos, classificando como tóxicos os sedimentos do estuário e aqueles coletados na área afetada pelo emissário [1].

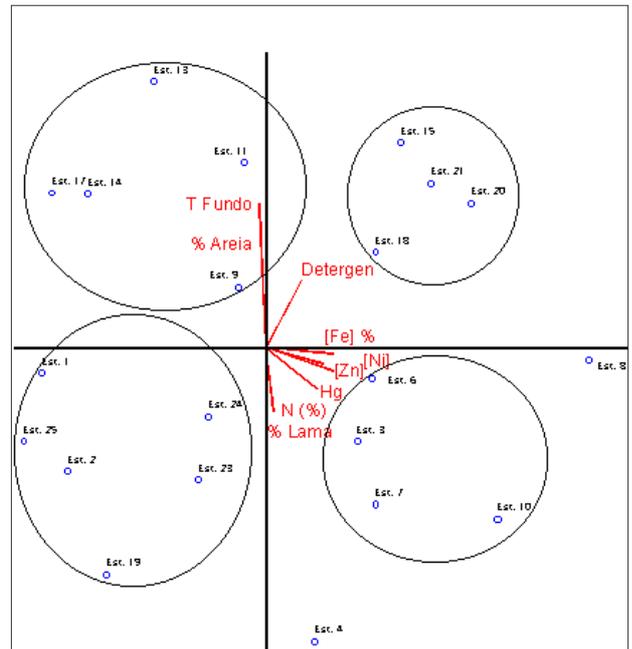


Fig. 1. Estrutura da comunidade macrobentônica do Sistema Estuarino de Santos, contendo os principais fatores responsáveis por essa estrutura, de acordo com ordenação MDS (Extraído de [1]).

Ainda no estudo acima citado [1], o autor relacionou os dados de contaminação, toxicidade e bentos, utilizando a Triade da Qualidade de Sedimentos, e produziu índices locais de qualidade de sedimento (Fig. 2), que o permitiram classificar as áreas internas do estuário e a região do emissário como fortemente degradadas, as áreas externas do estuário e a zona de descarte de material dragado como moderadamente degradadas, e ainda a saída do Canal de Bertioega e a maior parte da Baía de Santos como fracamente ou não degradadas.

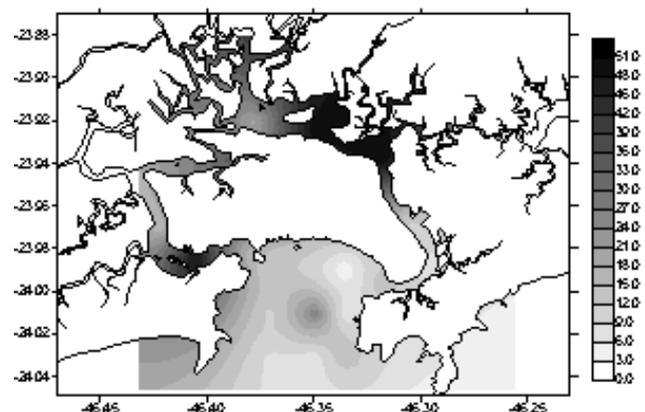


Fig. 2. Qualidade dos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, a partir de índices locais estimados por [1] pelo método dos RTMs, ou "Ratio To Maximum Value".

A localização dos sedimentos mais degradados correspondeu às áreas próximas das fontes de contaminantes listadas pela CETESB [2]. A área mais crítica e prioritária é o Canal de Santos, em especial o Canal de Piaçaguera e a região próxima ao terminal da Ilha Barnabé, cujas fontes potenciais de contaminantes são as atividades industriais e portuárias. No Canal de São Vicente, os lixões irregulares, as favelas e palafitas, os esgotos e os aterros de resíduos industriais constituem as principais fontes de contaminação. Já na Baía de Santos, as fontes principais são o emissário, e em menor escala, o passivo representado pelas antigas áreas de disposição de sedimentos dragados do porto.

Do ponto de vista ecológico, as conseqüências da degradação dos sedimentos são a alteração da fauna bentônica, com conseqüente efeito nos compartimentos dependentes do bentos; e a bioacumulação de poluentes nos organismos, com posterior transferência pela cadeia trófica. Já do ponto de vista econômico, há a diminuição dos estoques pesqueiros devido à intoxicação (letalidade, diminuição no crescimento e na fecundidade, alterações bioquímicas, fisiológicas e comportamentais) e/ou fuga; e a acumulação de contaminantes em peixes, crustáceos e moluscos consumidos por seres humanos, como já observado na região de Santos para cobre, níquel, zinco, benzo(a)pireno e dibenzo(a)antraceno [2]. A existência de impactos ecológicos e econômicos comprovados, e da constatação de riscos à saúde pública mostra que há uma necessidade urgente de medidas que visem controlar e reverter o quadro de degradação.

Com base nas informações disponíveis, é recomendável a adoção de medidas mais rígidas de controle das fontes poluidoras. No Estado de São Paulo, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente obriga as empresas emissoras a realizar o controle ecotoxicológico de seus efluentes [37], porém talvez seja necessário exigir uma variedade maior de testes de toxicidade e/ou utilizar critérios menos permissivos. Ao mesmo tempo, recomenda-se a exigência de um monitoramento contínuo de cada emissão, e quando possível, a realização de estudos de impacto da emissão sobre a qualidade dos sedimentos do corpo hídrico receptor. Também é recomendável a revisão dos limites máximos de emissão previstos pela legislação federal [38], pois os valores atuais não se mostram eficientes na proteção dos corpos hídricos, já que os sedimentos continuam sendo contaminados mesmo nas áreas onde os efluentes estão de acordo com a lei vigente.

Além disso, sugere-se o controle dos lixões existentes na beira do estuário, (Pilões, Sambaiatuba e Alemoa), pois eles contribuem de modo efetivo para a degradação dos sedimentos.

Quanto à poluição causada pelo despejo de esgoto, a situação é mais complexa, pois atualmente existe um grande contingente populacional da Baixada habitando as margens do estuário. A solução mais viável, do ponto de vista sócio-econômico, parece ser a ligação das habitações à rede coletora de esgoto, e a implementação de um sistema de fiscalização que impeça o estabelecimento de novas moradias irregulares, ao mesmo tempo em que a recuperação dos manguezais deve ser estimulada.

Já em relação ao emissário submarino, considerado uma fonte de alterações nas características sedimentológicas, químicas e ecotoxicológicas da área central da Baía de Santos [1], seria interessante considerar a possibilidade da modernização da Estação de Pré-condicionamento de Santos, com a instalação de tratamentos mais eficientes, visando remover de forma eficiente os sólidos em suspensão, que são os prováveis responsáveis pela contaminação dos sedimentos na área próxima ao lançamento [1, 16]. Esse tipo de tratamento também reduziria a quantidade de matéria orgânica lançada pelo emissário, produzindo efeitos benéficos indiretos para a coluna d'água e para os sedimentos, principalmente pela diminuição na produção de amônia não ionizada, um composto altamente tóxico [1, 36], gerado como sub-produto da degradação da matéria orgânica pelas bactérias.

Uma vez que o pescado pode absorver os contaminantes presentes nos sedimentos, causando problemas de ordem de saúde pública e conflitos sócio-econômicos, é importante que sejam investigados os teores de contaminantes nos tecidos da população que consome o pescado das áreas contaminadas. Também são recomendados estudos que visem estimar o volume de recursos pesqueiros perdido devido à poluição (representado pela eliminação de estágios jovens de peixes e invertebrados e pela diminuição da fecundidade dos adultos).

Uma outra questão importante trata da região do porto. Tendo sido constatadas contaminação e toxicidade dos sedimentos do Canal de Santos, fica evidente que a dragagem e a disposição não podem ser feitas de qualquer maneira. Essas operações devem obedecer a critérios ambientais adequados, por constituírem risco ambiental. Para os sedimentos do Canal de Piaçaguera, já existe um estudo sugerindo as melhores maneiras para conduzir essas atividades [39], em conformidade com as recomendações internacionais [40]. Uma vez que o Porto de Santos movimenta parcela considerável do PIB brasileiro, a manutenção da profundidade do canal navegável é vital para o funcionamento das atividades portuárias, de modo que as dragagens devem ser realizadas. Porém, a solução mais sensata é buscar executá-las da maneira menos impactante, reduzindo os riscos ao ambiente, à saúde pública, ao turismo e à pesca.

Por fim, sendo os recursos naturais um patrimônio destinado ao bem comum, que devem ser preservados para as gerações futuras, a contaminação dos sedimentos contraria os princípios do desenvolvimento sustentado e deve ser evitada.

REFERÊNCIAS

- [1] D. M. S. Abessa, "Avaliação da qualidade de sedimentos do Sistema Estuarino de Santos", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 290p. 2002.
- [2] M. L. Lamparelli, M. P. Costa, V. A. Prósperi, J. E. Bevilacqua, R. P. A. Araújo, G. G. L. Eysink and S. Pompéia, "Sistema Estuarino de Santos São Vicente", Relatório Técnico CETESB, São Paulo, 178p, 2001.
- [3] E. Milaré and R. V. R. Magri, "Cubatão: um modelo de desenvolvimento não sustentável", *São Paulo em Perspectiva*, vol. 6, n. 1-2, pp.99-105, 1992.
- [4] C. Bonetti, "Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos - São Vicente (SP, Brasil)", Tese de Doutorado,

- Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 229p. + anexos, 2000.
- [5] Brasil, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.
- [6] Brasil, Lei nº 7661, de 16 de maio de 1988 - Dispõe sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências, Brasília, DF, 1988.
- [7] Estado de São Paulo, Lei nº 10.019, de 3 de julho de 1998 - Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. São Paulo, SP, 1998.
- [8] S. F. Zakrewski, *Principles of Environmental Toxicology*, Washington, DC: American Chemical Society, 270p. 1991.
- [9] W. J. Adams, R. A. Kimerle and J. W. Barnett Jr, (SEM TITULO), *Environmental Science and Technology*, vol. 26, n. 10, pp. 1865-1875, 1992.
- [10] R. C. Swartz, W. A. Deben, J. K. P. Jones, J. O. Lamberson and F. A. Cole, "Phoxocephalid amphipod bioassay for marine sediment toxicity", in: *7th Symposium on Aquatic Toxicology and Hazard Assessment*, Philadelphia, ASTM, pp.284-307, 1985.
- [11] M. G. Nipper, D. J. Greenstein, and S. M. Bay, "Short- and long-term sediment toxicity test methods with the amphipod *Grandidierella japonica*", *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 8, pp. 1191-1200, 1989.
- [12] D. M. S. Abessa, "Testes de toxicidade de sedimentos da região de Santos-SP-Brasil, (24S,46W), utilizando o anfípodo escavador *Tiburonella viscana* (Crustacea-Platyischnopidae) Thomas & Barnard (1983)", Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 97p. 1996.
- [13] G. A. O. Moser, "Aspectos da eutrofização no Sistema Estuarino de São Vicente-Santos: distribuição espaço temporal da biomassa e produtividade primária fitoplânctonica e transporte instantâneo de sal, clorofila-a, material em suspensão e nutrientes", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 426p. + anexos, 2002.
- [14] L. R. Tommasi, "Considerações ecológicas sobre o Sistema Estuarino de Santos, São Paulo", Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 2vols. 1979.
- [15] G. E. Bosquilha, "Estudo da distribuição de surfactantes aniônicos e de polifosfatos no Sistema Estuarino de Santos/São Vicente e Baía de Santos (SP, Brasil) e avaliação das metodologias aplicadas", Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 179p. 2002.
- [16] B. R. F. Rachid, "Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 286p. 2002.
- [17] S. R. Heitor, "Composição e distribuição da macrofauna bentônica em áreas sob interferência da disposição oceânica de esgotos municipais na Baixada Santista e no Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 245p + anexos, 2002.
- [18] V. J. Fulfaro and W. L. Ponçano, "Sedimentação atual do Estuário e Baía de Santos. Um modelo geológico aplicado a projetos de expansão da zona portuária", in *Anais do 1º Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia*, Belo Horizonte/MG, Sociedade Brasileira de Geologia, pp.67-90, 1976.
- [19] V. J. Fulfaro, C. S. Requejo, P. M. B. Landim and R. Fulfaro, "Distribuição de elementos metálicos nos sedimentos da Baía de Santos, SP", in *Atas do 4º Simpósio Regional de Geologia*, São Paulo, SP, Sociedade Brasileira de Geologia, pp.275-289, 1983.
- [20] W. L. PONÇANO, "Sedimentação atual aplicada a portos no Brasil", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 278p. 1985.
- [21] V. A. Prósperi, G. G. J. Eysink and L. M. Saito, "Avaliação do grau de contaminação do sedimento ao longo do canal de navegação do porto de Santos" Relatório Técnico CETESB, 33p + anexos, 1988.
- [22] CETESB, "Poluição das águas no Estuário e Baía de Santos", Relatório Técnico CETESB, Volume I, São Paulo, SP, 71p. 1978.
- [23] CETESB, "Baixada Santista - Memorial Descritivo. Carta do Meio Ambiente e de sua dinâmica", Relatório Técnico CETESB, São Paulo, SP, 33p. 1985.
- [24] C. V. Boldrini and D. Navas-Pereira, "Metais pesados na Baía de Santos e Estuários de Santos e São Vicente: Bioacumulação", *Ambiente*, vol.1, n. 3, pp. 118-127, 1987.
- [25] S. L. Smith, D. D. Macdonald, K. A. Keenleyside and C. L. Gaudet, "The development and implementation of Canada Sediment Quality Guidelines", in *Development and Progress in Sediment Quality Assessment: Rationale, Challenges, Techniques and Strategies*, M. Munawar and G. Dave, Eds. Amsterdam, The Netherlands: SPB Academic Publishing, 1996. pp.233-249.
- [26] P. M. Medeiros, "Avaliação da origem de hidrocarbonetos em sedimentos marinhos de Santos e São Sebastião, utilizando-se hidrocarbonetos marcadores geoquímicos", Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 102p. 2000.
- [27] R. R. Weber, "Hidrocarbonetos no ambiente marinho - aspectos analíticos ambientais", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 178p. 1981.
- [28] R. R. Weber and M. C. Bicego, "Distribuição e origem dos hidrocarbonetos parafínicos de sedimentos de superfície da costa do Estado de São Paulo, entre Ubatuba e Cananéia", in *Simpósio da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos*, Cananéia, ACIESP, vol. 2, 1987, pp. 255-263.
- [29] M. C. Bicego, "Contribuição ao estudo de hidrocarbonetos biogênicos e do petróleo no ambiente marinho", Dissertação de Mestrado, Editora Resenha Tributária, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 156p. 1988.
- [30] R. C. Montone, "Hidrocarbonetos clorados no litoral do Estado de São Paulo", Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 102p. 1987.
- [31] D. M. S. Abessa, E. C. P. M. Sousa, B. R. F. Rachid and R. R. Mastroti, "Use of the burrowing amphipod *Tiburonella viscana* as tool in marine sediments contaminant assessment", *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 41, n. 2, pp. 225-230, 1998.
- [32] D. M. S. Abessa & E. C. P. M. Sousa, "Preliminary studies on the acute toxicity of marine sediments collected close to the sewage outfalls from Baixada Santista, SP, Brazil", in *Anais do 1º Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais*, Santos, SP, CD-Rom, pp.59-61, setembro de 2001.
- [33] D. M. S. Abessa, E. C. P. M. Sousa, B. R. F. Rachid and R. R. Mastroti, "Sediment toxicity in Santos estuary, SP-Brazil: preliminary results", *Ecotoxicology and Environmental Restoration*. (in press).
- [34] CETESB, "Desenvolvimento e implantação de testes de toxicidade com organismos aquáticos", Relatório Anual, São Paulo, 28p. + anexos, 1990.
- [35] FUNDESPA, "Avaliação da toxicidade do sedimento dragado do fundo do canal do Porto de Santos", Relatório Final, São Paulo, SP, 1998.
- [36] V. A. Prósperi, "Comparação de métodos ecotoxicológicos na avaliação de sedimentos marinhos e estuarinos", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 118p. + anexos, 2002.
- [37] Estado de São Paulo, Resolução SMA-3, de 22 de fevereiro de 2000, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, São Paulo, SP, 2000.
- [38] Brasil, Resolução CONAMA Nº20 de 18 de junho de 1986, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, DF, 1986.
- [39] FUNDESPA, "Estudo ambiental para viabilização da obra de dragagem do canal de acesso e baía de evolução dos terminais marítimos privativos e de uso misto de Cubatão", Relatório Final - Síntese, São Paulo, 65p, 2002.
- [40] USEPA, "Evaluation of dredged material proposed for discharge in waters of the U.S.-Testing Manual", EPA-823-B-98-004, Washington, DC, 1998.