

VI-247 - ESTUDO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTOS E FONTES DE CONTAMINAÇÃO DAS REGIÕES PORTUÁRIAS BRASILEIRAS: ESTUDO DE CASO

Bárbara Rodrigues Geraldino de Andrade⁽¹⁾

Bióloga (Licenciatura e bacharelado) pela Universidade Gama Filho. Mestre em Saúde pública pela Fundação Oswaldo Cruz, (FIOCRUZ/RJ). Pesquisadora do IVIG/COPPE/UFRJ. Doutoranda em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos na Escola de Química/UFRJ.

Isabelli do Nascimento Dias⁽²⁾

Engenheira Química pela Faculdade de Aracruz - FAACZ. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora do IVIG/COPPE/UFRJ. Doutoranda em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Bruno Santos Souza⁽³⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestre em Química pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisador do IVIG/COPPE/UFRJ. Doutorando em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Cláudia Giannini Ferreira⁽⁴⁾

Estagiária do IVIG/COPPE/UFRJ.

Maria Emília S. Moraes e Sousa⁽²⁾

Economista pela UERJ – Aluna do Mestrado Profissional de Engenharia Ambiental – UFRJ e pesquisadora do IVIG/COPPE/UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Pedro Calmon, S/Nº - Cidade Universitária - Ilha do Fundão Rio de Janeiro – RJ – CEP: 21945-970 - Brasil - Tel: (21) 2562-8302 (ramal 3) - e-mail: bandrade@peq.coppe.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho técnico possui um caráter informativo no que se refere a um conjunto de ações de políticas públicas aplicadas à modernização do modal portuário, que teve início na década de 1990 com a promulgação da Lei nº. 8.630 de 25 de fevereiro de 1993, conhecida como Lei de Modernização dos Portos. Dentre as atividades portuárias que possuem grande potencial de impactos ambientais, a dragagem foi identificada pela Agenda Portos como uma das que mais impactam o ambiente. Nesse contexto, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA criou, em 2002, um grupo de trabalho para a reflexão, discussão e formulação de diretrizes gerais para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Como resultado, foi instituída a Resolução CONAMA nº. 344 em 25 de março de 2004.

Assim, este trabalho tem como principal objetivo a divulgação do trabalho técnico desenvolvido pelo IVIG/COPPE/UFRJ, que é o de mapear os dados referentes à qualidade ambiental dos sedimentos oriundos da atividade de dragagem de nove portos marítimos brasileiros (Porto de Santos; Porto do Rio Grande; Porto de São Francisco do Sul; Porto do Rio de Janeiro; Porto de Salvador; Porto de Aratu; Porto de Recife; Porto de Suape e Porto de Belém), assim como, a validação e a interpretação das condições dos portos segundo os níveis de qualidade ambiental, desenvolvidos a partir da concepção de um sistema digital que é continuamente alimentado com todas as informações, refletindo a realidade ambiental dos portos do país. Dessa forma, o presente estudo apresenta a caracterização dos sedimentos de portos brasileiros, em termos de seus níveis de qualidade ambiental – granulometria, características físico-químicas e ecotoxicológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimento, região portuária, CONAMA 344, ecotoxicologia.

INTRODUÇÃO

A constituição de uma política referente à gestão ambiental para modernização dos portos marítimos brasileiros teve como um de seus principais instrumentos o licenciamento de obras com significativo impacto como as dragagens de manutenção e aprofundamento, atividades reguladas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dispostos em sua Resolução nº 344/2004.

Atualmente o setor portuário apresenta necessidades prioritárias na intensificação dos serviços de dragagem, visando adequação da infra-estrutura e a ampliação da capacidade portuária, acompanhando as tendências do setor naval e a expansão do mercado internacional.

A Resolução CONAMA nº 344 de 25 de março de 2004 estabelece diretrizes para a análise do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. É um marco na implantação de política pública referente à gestão ambiental e modernização dos Portos Marítimos Brasileiros. Conforme consta na Resolução, seu objetivo é o de “estabelecer as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras”.

No processo de formulação da referida Resolução, foram definidos parâmetros de qualidade para a classificação do material dragado em dois níveis: nível 1 que se traduz em baixa probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à biota e nível 2 que significa alerta de provável efeito negativo à biota.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para coleta dos dados a metodologia adotada teve início primeiramente por parte da SEP/PR, que enviou um ofício às autoridades portuárias dos portos citados anteriormente, contendo as solicitações das informações necessárias para realização do trabalho proposto; houve então visita técnica da equipe IVIG/COPPE/UFRJ aos pontos para coleta do material solicitado provenientes de estudos de licitações ambientais, como estudos de Impacto Ambiental, Relatórios de Impactos Ambientais, estudos de dragagens, estudos de pré-dragagens, entre outros, assim o produto final da etapa de compilação, planilhas no formato EXCEL® que sintetizava informações essenciais dos dados enviados pelos portos, como data de coleta, nome dos laboratórios responsáveis pelas análises, coordenadas geográficas dos pontos amostrais, limites de detecção e de quantificação dos métodos, metodologia analítica, além dos dados granulométricos, testes ecotoxicológicos e os referentes parâmetros definidos pela Resolução CONAMA 344/2004. Todos os dados validados referentes aos compostos orgânicos, metais pesados e resultados de toxicidade foram reunidos para compor um banco de dados que serviram como base para elaboração do Sistema MoniPort.

Para validação referente à presença e quantidade de metais pesados nas águas portuárias, o LaDA-IQ/UFRJ (Laboratório de Desempenho Analítico da UFRJ) recebeu os resultados das determinações (Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio, Níquel e Zinco), enquanto que o LabPol-COPPE/UFRJ (Laboratório de Controle de Poluição das Águas da UFRJ) recebeu os resultados das determinações químicas de pesticidas, PCBs e HPAs, além dos ensaios ecotoxicológicos. Foi estabelecida então uma metodologia de trabalho objetiva, validando os laboratórios responsáveis pelas análises de cada região e as metodologias aplicadas nas determinações dos parâmetros de sedimentos, tendo em vista a verificação dos valores máximos permitidos pela legislação (Resolução 344/2004).

As análises ecotoxicológicas foram realizadas em complementação à caracterização física e química, com a finalidade de avaliar os impactos potenciais à vida aquática no local proposto para a disposição dos sedimentos. A finalidade dos ensaios ecotoxicológicos deve-se ao fato de avaliar as condições que serão criadas na nova superfície formada após a dragagem, que servirá de substrato para a colonização de organismos bentônicos. Esses ensaios são extremamente eficazes para a avaliação do potencial tóxico dos sedimentos que corresponderão à nova superfície de fundo do canal do porto após a dragagem de aprofundamento.

Nestes ensaios foram utilizados organismos invertebrados, visto que esses organismos são altamente sensíveis e representativos de diferentes ecossistemas. Diversos desses organismos habitam o substrato, que constitui o principal depósito de compostos químicos persistentes introduzidos no ambiente - o sedimento. Dessa forma, através dos ensaios ecotoxicológicos foi possível avaliar a qualidade dos sedimentos, quantificando e avaliando os níveis de contaminantes potencialmente prejudiciais à saúde dos ecossistemas.

Para análise de sedimentos foram realizadas coletas em cada um dos Portos, citados anteriormente, em diferentes pontos. As amostras foram analisadas quanto a sua contaminação através da investigação da presença de: compostos organoclorados (pesticidas clorados e bifenilas policloradas (PCB's) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's) e metais.

RESULTADOS

No processo de validação das análises ecotoxicológicas, ocorreu à verificação da confiabilidade dos laboratórios executores, se os mesmos possuíam recursos integrais necessários para a execução dos ensaios, tais como equipamentos calibrados, materiais de referência, normas técnicas com descrição dos métodos, credibilidade ou certificação. Após a avaliação dos laboratório, partiu-se para a validação dos métodos utilizados, verificando a adequação dos organismos-teste e a avaliação da sensibilidade dos organismos através da carta-controle. Por fim, a validação dos dados dos ensaios ecotoxicológicos foi realizada avaliando os valores das análises físico-químicas no momento inicial e final dos experimentos e o perfil morfológico dos indivíduos no controle negativo e positivo (carta-controle).

A qualidade dos laboratórios responsáveis pelas análises físico-químicas dos sedimentos foi comprovada através de certificados, tanto nacionais como internacionais. Após essa etapa, foi feita uma avaliação dos métodos utilizados, verificando se o método era seletivo, ou seja, possuía a capacidade de detecção de substâncias. As metodologias apresentaram seletividade para os parâmetros analisados. Os limites de detecção das substâncias em estudo foram obtidas a partir de relatórios elaborados pelo laboratório. Por fim, a validação dos dados foi realizada avaliando o valor encontrado para cada parâmetro com o limite de detecção do mesmo, verificando se este encontrava-se dentro do limite especificado pelo laboratório que efetuou a análise.

Após cada uma das etapas de validação citadas, todo material validado foi encaminhado para um banco de dados criado por especialistas do IVIG/COPPE/UFRJ, chamado de Sistema MoniPort (Sistema de Monitoramento Ambiental Portuário). Essa ferramenta consiste em um excelente sistema de informação formado por um conjunto de bases de dados para registro, gerenciamento, análise e visualização de dados de monitoramentos ambientais portuários. Este software visa atender a demandas específicas de tecnologia da informação, consistindo em uma aplicação com suporte *Web*, operada em ambiente intranet/Internet, com a finalidade de registrar, gerenciar e auxiliar a análise de dados de monitoramentos ambientais portuários. O objetivo imediato do sistema é consolidar dados de diversos portos em uma única base de dados pública para subsidiar os trabalhos de revisão da resolução CONAMA. Acredita-se que além de atender órgãos como SEP; IBAMA; MMA; MT; ANTAQ; SEMAs; OEMAs e Portos, o sistema servirá de base para pesquisas acadêmicas, podendo ser acessados a qualquer usuários que tenha interesse.

No que tange à resolução CONAMA 344/2004, entende-se que os valores utilizados por ela para estabelecer os níveis de alerta 1 e 2 foram consolidados por estudos realizados pela agência ambiental canadense (*Environment Canada*) fundamentando-se em respostas observadas de ensaios biológicos, onde os efeitos foram avaliados em caráter quali-quantitativo, ao final foram empregadas diretrizes de qualidade ambiental como a CL_{50} (Concentração Letal de efeito observado em 50% dos organismos expostos a um determinado xenobiótico em estudo) e CE_{50} , (Concentração Efetiva para observação de um efeito adverso crônico em 50% dos organismos expostos), através dos quais foram observados e determinados a partir de bioensaios agudos e crônicos de toxicidade. As observações obtidas nesses ensaios serviram para definição de três intervalos distintos de concentrações de contaminantes. O nível mais baixo é aquele onde a ocorrência de efeitos à biota são raramente percebidos, delineado através do termo conhecido por TEL (*threshold effect level*). O nível mais elevado, PEL (*probable effect level*) é determinado através de observações de ocorrência de efeitos biológicos, sabe-se que a probabilidade de ocorrência de algum efeito adverso é elevada. O terceiro nível, corresponde a faixa entre o nível 1 e 2 da resolução CONAMA 344, onde as concentrações entre o TEL e PEL estão associadas a um nível de efeitos adversos biológicos que são observados ocasionalmente para os diferentes organismos avaliados. Portanto, quanto aos valores limites que compõe a tabela para estabelecer os níveis de alerta 1 e 2 foi sugerido a permanência dos valores, pois foi reconhecido o grau de credibilidade dos valores, sendo seus respectivos limites podendo ser aplicados para o estabelecimento dos limites brasileiros, pois a maior parte dos organismos-teste são normatizados para em metodologias padronizadas por diferentes órgãos ambientais como a CETESB, FATMA e o INEA.

A Tabela 1 apresenta os níveis 1 e 2 da resolução CONAMA 344 e a Tabela 2 apresenta os valores médio e a faixa de valor, e respectivos intervalos, encontrados nas análises de sedimentos para cada porto estudado.

Tabela 1: Parâmetros de sedimentos da CONAMA 344.

Parâmetros	Nível 1 (mg/kg)	Nível 2 (mg/kg)
Arsênio (As)	8,2	70
Cádmio (Cd)	1,2	9,6
Chumbo (Pb)	46,7	218
Cobre (Cu)	34	270
Cromo (Cr)	81	370
Mercúrio (Hg)	0,15	0,71
Níquel (Ni)	20,9	51,6
Zinco (Zn)	150	410
Unidade (µg/kg)		
BHC (Alfa-BHC)	0,32	0,99
BHC (Beta-BHC)	0,32	0,99
BHC (Delta-BHC)	0,32	0,99
BHC (Gama-BHC/Lindano)	0,32	0,99
Clordano (Alfa)	2,26	4,79
Clordano (Gama)	2,26	4,79
DDD	1,22	7,81
DDE	2,07	374
DDT	1,19	4,77
Dieldrin	0,71	4,3
Endrin	2,67	62,4
Bifenilas Policloradas – Totais (PCB's)	22,7	180
Benzo(a)antraceno	74,8	693
Benzo(a)pireno	88,8	763
Criseno	108	846
Dibenzo(a,h) antraceno	6,22	135
Acenafteno	16	500
Acenaftileno	44	640
Antraceno	85,3	1100
Fenantreno	240	1500
Fluoranteno	600	510
Fluoreno	19	540
2-Metilnaftaleno	70	670
Naftaleno	160	2100
Pireno	665	2600
Soma de PAH's	3000	

Tabela 2: Valores medidos para cada porto.

Parâmetros	Aratu	Belém	Recife	Rio de Janeiro	Rio Grande	Salvador	Santos	São Francisco	Suapec
Unidade (mg/kg)									
Arsênio (As)	10,3 (43 - <1)	3,95 (9,75 - 0)	14,0 (20,4 - <1,64)	6,51 (10,3 - 0,6)	6,21 (21,25 - 0,03)	3,9 (8,8 - <0,5)	6,17 (29,72 - <0,05)	9,01 (20,21 - 0,25)	6,46 (18,1 - <0,25)
Cádmio (Cd)	1,7 (3 - <0,5)	0,80 (1,24 - <0,09)	0,99 (1,45 - <0,26)	1,41 (2,9 - <0,5)	0,076 (0,51 - <0,01)	0,73 (2,9 - <0,2)	0,55 (5,0 - <0,01)	<0,70 (<1,27 - <0,01)	<0,25 (0,52 - <0,05)
Chumbo (Pb)	65,5 (281 - 5,74)	15,31 (388 - <1,67)	25,16 (47,70 - 1,47)	64,26 (212 - 3)	9,90 (34,79 - <0,02)	13,4 (61,0 - 2,3)	13,88 (107,97 - 1,2)	15,07 (40,71 - <1,35)	7,92 (24,64 - 0,58)
Cobre (Cu)	1041,7 (7069 - 4,1)	11,47 (52,6 - 0,61)	21,47 (39,10 - <1,55)	61,94 (173 - <2)	19,08 (65,75 - 0,44)	34,0 (343,0 - 2,0)	9,66 (78,3 - <0,05)	13,55 (54,15 - 0,22)	4,74 (29,89 - 0,46)
Cromo (Cr)	56,9 (75 - <0,6)	-	42,28 (56,3 - <1,64)	38,5 (85 - 3)	34,65 (169,73 - 0,74)	19,6 (57,4 - <2,5)	19,62 (147,74 - 1,73)	43,0 (104,25 - 0,56)	16,80 (45,10 - 0,82)
Mercúrio (Hg)	0,1 (0,33 - <0,05)	0,81 (9,65 - 0,02)	<0,59 (<0,96 - <0,33)	0,92 (2,11 - <0,02)	0,10 (0,56 - 0,009)	0,22 (1,00 - <0,025)	0,32 (1,45 - <0,012)	0,25 (0,51 - <0,01)	<0,15 (1,8 - <0,1)
Níquel (Ni)	18,3 (29 - 0,16)	7,75 (26,4 - <0,12)	9,97 (15 - <0,55)	17,05 (35 - <5)	12,65 (26,49 - <0,04)	16,2 (101,0 - 1,41)	7,27 (54,33 - <0,25)	11,18 (28,45 - 0,79)	5,26 (20,28 - <0,5)
Zinco (Zn)	97,6 (300 - 6,8)	40,1 (73,5 - <0,27)	93,51 (196,0 - <5,17)	222,69 (761,0 - 6)	56,06 (97,19 - 1,92)	35,2 (126,0 - <2,5)	46,77 (367,01 - <0,25)	79,16 (154,6 - 4,41)	23,12 (48,3 - 3,86)
Unidade (µg/kg)									
BHC (Alfa-BHC)	<0,01	<1,97 (<10 - <0,25)	-	-	0,033 (0,13 - <0,01)	0,30 (0,46 - <0,05)	<0,20 (<0,33 - <0,05)	<0,23 (<0,32 - <0,11)	<0,70 (<1,00 - <0,32)
BHC (Beta-BHC)	<0,01	<1,97 (<10 - <0,25)	-	-	0,114 (0,32 - <0,01)	0,35 (0,622 - <0,05)	<0,20 (1,8 - <0,05)	<0,23 (<0,32 - <0,11)	<0,70 (<1,00 - <0,32)
BHC (Delta-BHC)	<0,01	<1,97 (<10 - <0,25)	-	-	0,04 (0,17 - <0,01)	1,30 (0,579 - <0,05)	<0,20 (<0,33 - <0,05)	<0,23 (<0,32 - <0,11)	<0,70 (<1,00 - <0,32)
BHC (Gama-BHC/Lindano)	<0,01	<1,97 (<10 - <0,25)	-	-	0,07 (0,63 - <0,01)	0,35 (<1,00 - <0,05)	<0,20 (<0,33 - <0,05)	<0,23 (<0,32 - <0,11)	<0,70 (<1,00 - <0,32)
Clordano (Alfa)	-	<9,0 (<20 - <1)	-	-	0,030 (0,31 - <0,01)	<1,00	<0,50 (<1,0 - <0,05)	<0,24 (<0,48 - <0,11)	<1,0
Clordano (Gama)	-	<9,0 (<20 - <1)	-	-	0,044 (0,41 - 0,01)	<1,00	<0,50 (<1,0 - <0,05)	-	<1,0
DDD	0,09 (0,43 - 0,01)	<2,35 (<10 - <1)	-	-	0,087 (0,78 - <0,01)	<0,5 (<1,00 - <0,05)	<0,40 (<1,0 - <0,05)	<0,72 (<20 - <0,11)	<1,0
DDE	0,09 (0,43 - 0,01)	<2,35 (<10 - <1)	-	-	0,051 (0,28 - <0,01)	<0,5 (<1,00 - <0,05)	0,3 (0,4 - 0,2)	<0,24 (0,48 - <0,11)	<1,0
DDT	0,09 (0,43 - 0,01)	2,09 (<10 - <0,25)	-	-	0,026 (0,11 - <0,01)	0,61 (5,6 - <0,05)	<0,40 (2,6 - <0,05)	<0,20 (<0,32 - <0,1)	<1,0
Dieldrin	0,15 (0,52 - 0,01)	<1,97 (<10 - <0,25)	-	-	0,021 (0,04 - <0,01)	<1,45 (<1,00 - <0,05)	<0,20 (2,8 - <0,05)	<0,19 (<0,32 - <0,07)	<0,90 (<1,0 - <0,71)
Endrin	0,11 (0,52 - 0,01)	4,17 (125 - <0,25)	-	-	0,04 (0,19 - <0,01)	<1,45 (<1,00 - <0,05)	<0,50 (12,03 - <0,05)	<0,26 (<0,72 - <0,11)	<1,0
Bifenilas Policloradas – Totais (PCB's)	1,4 (1,6 - 0,9)	<14,5 (<20 - <10)	-	-	3,63 (24,13 - 0,03)	6,33 (24,45 - <0,01)	10,82 (44,1 - <0,1)	<0,2	<0,1
Benzo(a)antraceno	69,6 (678 - <0,7)	54,0 (412 - 0)	-	157,14 (830 - <10)	2,42 (27,88 - <0,07)	46,88 (307,0 - <0,2)	29,8 (268,71 - 0,2)	<5,0	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Benzo(a)pireno	100 (610 - <0,7)	430,78 (1221 - <5)	-	198,18 (1080 - <10)	2,47 (32,56 - <0,07)	35,77 (211,0 - <0,05)	33,6 (268,01 - <0,7)	<5,0 (8,8 - <5,0)	<7,0 (<24,0 - <5,0)
Criseno	52,9 (434 - <0,01)	15,75 (138 - 0)	-	108,62 (510 - <10)	4,43 (28,09 - <0,07)	32,40 (125,74 - <0,2)	31,05 (241,19 - 0,2)	5,4 (21,0 - <5,0)	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Dibenzo(a,h) antraceno	4,8 (11 - <0,7)	24,41 (261 - 0)	-	137,50 (690 - <10)	1,98 (12,6 - <0,07)	5,44 (28,57 - 0,51)	22,37 (85,35 - <1,8)	<5,0	<7,0 (<24,0 - <5,0)
Acenafteno	3,0 (2 - 0,6)	31,44 (678 - 0)	-	131,87 (580 - <10)	0,59 (11 - <0,07)	2,20 (3,91 - <0,16)	19,32 (71,2 - 0,4)	<5,0	<11,0 (<47,0 - <5,0)
Acenaftileno	0,7 (0,86 - 0,47)	-	-	-	0,46 (1,83 - <0,1)	78,19 (448,59 - <0,2)	15,78 (40,0 - <0,8)	<5,0	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Antraceno	14,1 (27 - 0,6)	6,44 (102 - 0)	-	130,96 (850 - <10)	0,87 (3,22 - <0,07)	11,62 (57,00 - <0,11)	22,10 (216,0 - 0,2)	<5,0	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Fenantreno	34,6 (153 - <0,7)	30,31 (102 - <5)	-	126,67 (720 - <10)	3,19 (11,42 - <0,07)	45,72 (421,51 - <0,2)	31,30 (532,5 - 0,1)	<5,2 (12,0 - <5,0)	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Fluoranteno	26,4 (137 - <0,7)	93,23 (851 - 0)	-	162,5 (870 - <10)	7,91 (174,08 - 0,10)	50,0 (215 - <0,2)	48,43 (717,0 - 0)	<6,0 (37,0 - <5,0)	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Fluoreno	0,7 (0,72 - <0,47)	22,53 (446 - 0)	-	65,26 (320 - <10)	0,77 (15,67 - <0,07)	5,86 (33,03 - <0,2)	26,75 (147,3 - 0)	<5,0	<9,0 (<47,0 - <5,0)
2-Metilnaftaleno	0,7 (0,47 - <0,72)	30,72 (142 - <5)	-	-	0,85 (3,2 - 0,06)	44,68 (128,03 - <0,31)	18,47 (54,0 - 0,4)	<5,0	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Naftaleno	0,68 (0,72 - <0,01)	52,70 (115 - <1)	-	17,5 (30 - <10)	3,65 (14,13 - 0,2)	78,13 (935,29 - <0,2)	16,34 (94,0 - 0,3)	6,64 (31,0 - <5,0)	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Pireno	63 (732,0 - <0,7)	75,68 (676 - 0)	-	350,79 (2230 - <10)	5,79 (36,13 - <0,07)	48 (221,0 - <0,2)	41,54 (494,85 - 0)	<6,0 (32,0 - <5,0)	<9,0 (<47,0 - <5,0)
Soma de HPA's	-	1275,0 (405 - 9198)	-	-	29,62 (194,43 - 8,4)	103 (210,0 - 14,3)	358,87 (2948,5 - 0,2)	<0,005	<5,0 (<5,0 - <0,25)

(-) Valores não analisados

Os dados compilados permitiram constatar que os níveis de metais nas amostras dos sedimentos, dos nove portos analisados, encontravam-se em níveis aceitáveis, segundo os parâmetros vigentes na CONAMA 344. Os metais são considerados importantes poluentes químicos nos corpos hídricos, pois além da sua alta toxicidade não são facilmente eliminados dos ambientes aquáticos por processos naturais (Förstner & Wittman, 1983). Nesse sentido, entende-se que estes parâmetros sejam analisados periodicamente pelo porto, com finalidade de monitoramento.

Como é possível observar na Tabela 2, os valores dos parâmetros DDT, DDE e DDD para os nove portos apresentam, em sua maioria, concentrações abaixo do nível 1 da resolução. Uma possível explicação está no fato de tais compostos terem seu uso banido no Brasil em 1985 para uso na agricultura (Brasil, 1985). Devido ao alto custo com estas análises e tendo como critério a proibição da utilização deste composto, entende-se que a avaliação destes parâmetros (DDT e seus metabólitos) possam ser monitorados apenas eventualmente. O único porto que apresentou valores significativos de DDT acima do nível 2 do CONAMA 344 foi o Porto de Belém. Uma possível razão, pode estar relacionada ao fato de o DDT ter sido utilizado até pouco tempo atrás para controle do vetor da malária e febre amarela, doenças endêmicas nesta região.

Os demais pesticidas, como observa-se na Tabela 2, apresentam grandes variações de suas medições nos diferentes portos, uma vez que ainda estão em uso no Brasil, e, portanto, devem continuar sendo avaliados periodicamente.

Considerando que a produção de PCBs, bem como a sua utilização foram terminantemente proibidas no Brasil em 1981, através da Portaria Interministerial n.º 19, 29 de Janeiro de 1981, somada a verificação da não contaminação por PCBs nos 9 portos brasileiros avaliados, entende-se que não haja necessidade da medição deste parâmetro em avaliações cotidianas, mas ocasionais. Como o Brasil não possui o mesmo histórico de industrialização europeu (que ainda acompanha este parâmetro devido às grandes produções de PCBs na Polônia e Áustria, durante muitos anos), dos Estados Unidos e Canadá, as considerações sobre este parâmetro deveriam necessariamente ser revistas.

A poluição por HPAs é extremamente difusa e proveniente de muitas fontes, como: operações de transporte e refino de petróleo, incineração de resíduos, queimas de matéria orgânica de campos e floresta, queima de combustíveis fósseis, emissão de motores, incêndios, pneus, entre outros. Conseqüentemente, a concentração de HPAs no meio ambiente deve continuar aumentando gradualmente, o que torna a avaliação de tal parâmetro em caráter periódico.

Apenas cinco dos nove portos estudados avaliaram a toxicidade dos sedimentos dragados. A Tabela 3 apresenta os organismos testes utilizados nos ensaios de ecotoxicidade para as amostras de sedimentos dos portos estudados.

Tabela 3: Organismos Teste Utilizados Para os Bioensaios de Toxicidade para os Portos.

PORTOS	ORGANISMOS
ARATU	<i>Mysidopsis juniae</i> <i>Lytechinus variegatus</i> <i>Echinometra lucunter</i> <i>Skeletonema costatum</i> <i>Tiburonela viscana</i>
RIO GRANDE	<i>Kalliapseudes shubartii</i>
SALVADOR	<i>Mysidopsis juniae</i> <i>Echinometra lucunter</i> <i>Artemia sp.</i>
SANTOS	<i>Leptocheirus plumosus</i> <i>Lytechinus variegatus</i> <i>Tiburonela viscana</i>
SÃO FRANCISCO DO SUL	<i>Kalliapseudes shubartii</i> <i>Lytechinus variegatus</i> <i>Daphnia magna</i>

Acredita-se que a inclusão de análises ecotoxicológicas na revisão da resolução CONAMA 344 é elemento imprescindível, já que o escopo da resolução fundamenta-se no fato de que o material a ser dragado deverá apresentar a menor probabilidade de causar efeitos adversos à biota. Após uma análise detalhada dos resultados dos portos brasileiros que realizaram os ensaios ecotoxicológicos dos seus sedimentos, chegou-se às seguintes conclusões: Os portos utilizaram variados organismos, variação entre os portos e entre as próprias campanhas dos portos. Essa diversidade dificulta uma comparação entre os portos e entre as campanhas de um mesmo porto.

Dessa forma, acredita-se que a adoção de organismos fixos para o acompanhamento da qualidade dos sedimentos seja uma melhor maneira de avaliação quanto ao nível de toxicidade entre os portos. Deve-se preferencialmente adotar pelo menos 1 (um) organismo fixo para um mesmo porto (devido às dificuldades regionais acredita-se não ser possível determinar um único organismo para todos os portos). O ensaio com embriões de *L. variegatus* apresentou boa sensibilidade para avaliação ecotoxicológica dos sedimentos, parecendo constituir excelente ferramenta para esse tipo de análise e um possível candidato a ser estabelecido como organismo padrão para todos os portos. No entanto, deve-se ter atenção à sua alta sensibilidade a presença de amônia. Uma possibilidade seria a realização dos ensaios com *L. variegatus* utilizando os seus gametas (muito resistentes à presença de amônia).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A inclusão de análises ecotoxicológicas na resolução CONAMA 344 é de fundamental importância, já que o escopo da resolução fundamenta-se no fato de que o material a ser dragado deverá apresentar a menor probabilidade de causar efeitos adversos à biota.

Uma nova versão da Resolução CONAMA nº 344/04, por meio da adoção de valores de referência locais, regionais e nacionais, permitirá que se tenham parâmetros confiáveis, validados pela realidade local, com os quais comparar e a partir dos quais enquadrar níveis de qualidade ambiental do material dragado; esse aspecto asseguraria a diferenciação regional na comparação entre valores pesquisados, no âmbito de estudos de impacto ambiental e do monitoramento ambiental permanente, além de estabelecer valores de referência para a área em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. 2004. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, Edição nº 87 de 07/05/2004.
2. Brasil, 1985 – Portaria do Ministério da Agricultura no 329, 02 de Setembro de 1985. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 de setembro de 1985.
3. Förstner, U. & Wittman, G.T.W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Berlin, Springer Verlag, 2ª ed., 1983, 486 p.