

SENSIBILIDADE DOS ORGANISMOS MARINHOS UTILIZADOS EM TESTES DE TOXICIDADE NO BRASIL

RESGALLA Jr., C¹. & K.S. LAITANO²

¹CTTMar/UNIVALI, R. Uruguai, 458, Cx. P. 360, Itajaí, SC - resgalla@cttmar.univali.br
² LABTOX/UFSC - kalinka@melim.com.br

RESUMO

Foram compilados e tratados 60 dados de testes de toxicidade utilizando organismos-marinhos sob efeito de 4 substâncias de referência; Cobre, Cromo, Zinco e DSS disponíveis na bibliografia e de dados arquivados no Laboratório de Ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI. A ordenação dos valores de CL_{50}/CE_{50} mostraram que os microcústáceos copépodos e mysidáceos são os organismos mais sensíveis a todos os tóxicos testados. Os ouriços e moluscos também apresentaram uma alta sensibilidade, mas são mutuamente exclusivos, demonstrando com isto, especificidade quanto ao tipo de contaminante. Mediante uma análise de risco preliminar, utilizando o *rank* de sensibilidade das espécies e os limites aceitáveis presentes na resolução do CONAMA N° 20 de 1986, estas substâncias mostraram uma probabilidade de efeito de até 60 % sobre a biota aquática marinha.

Palavras-Chave: Testes de Toxicidade Marinhos, Análise de Risco, Sensibilidade.

SENSIBILITY OF MARINE ORGANISMS USED IN TOXICITY TESTS IN BRAZIL

ABSTRACT

Data was compiled and treated from 60 toxicity tests using marine organisms under effect of 4 reference substances: copper, chrome, zinc and DSS, available in the literature and data from the Ecotoxicity Laboratory from CTTMar/UNIVALI. By ranking values of CL_{50}/CE_{50} , it was shown that microcrustaceans copepods and mysids are the most sensitive organisms to all tested substances. Sea urchins and mollusks also exhibited a high sensibility, but are mutually exclusive, showing therefore a specificity to the type of contaminant. Through a preliminary risk analysis, using the sensibility ranking and data from the acceptable limits from CONAMA N° 20 1986 resolution, these substances exhibit a probability effect of up to 60% on the marine aquatic biota.

Keywords: Marine Toxicity Test, Risk Analysis, Sensibility

INTRODUÇÃO

O uso de testes de toxicidade como ferramenta em análises de impacto ambiental vêm sendo utilizados no Brasil desde a década de 70, e foi inicialmente implantado pela CETESB com o uso de organismos de água doce. Somente 10 anos depois foram realizados os primeiros ensaios com espécies marinhas e

estuarinas. Para a CETESB, somente os ouriços, mysidáceos, *Artemia* e copépodos apresentam protocolos estabelecidos. No entanto, ainda são necessários estudos que definam quais são os organismos mais indicados a serem utilizados, bem como sua sensibilidade aos distintos agentes impactantes. Por exemplo, o teste agudo com *Artemia salina*, norma protocolada pela CETESB (1987), é conside-

rada como de pouca sensibilidade para determinados produtos e alguns tipos de efluentes (CETESB, 1991; Nipper et al., 1993 e Prósperi, 1993). Embora, muitos destes organismos-teste marinhos sejam rotineiramente utilizados, ainda existe muita controvérsia quanto ao seu uso, principalmente na utilização de testes embrio-larvais e a sua aplicação em diagnósticos de efeitos agudos e/ou crônicos. Somado a isto, o órgão federal responsável pela nortamização dos protocolos (ABNT), até o momento, não organizou um grupo de trabalho em testes com organismos marinhos.

Dos anos 90 até a presente data um grande número de testes de toxicidade utilizando organismos marinhos foram realizados no Brasil, sejam eles destinados tanto a estudos de impacto e monitoramento ambiental, como para estudos metodológicos. Infelizmente, a grande maioria destes compõem relatórios técnicos não publicados, ou estão restritos a divulgação em eventos científicos da área de conhecimento, inviabilizando desta forma, sua citação em trabalhos científicos (e.g. ECOTOX – Encontro Brasileiro de Ecotoxicologia).

O conhecimento gerado sobre o uso de organismos marinhos está baseado em testes de toxicidade sob ação de substâncias ou tóxicos de referência. Estas substâncias são aplicadas para avaliar a sensibilidade relativa de uma população de organismos que será utilizada em testes de toxicidade, e também para estimar a precisão e confiabilidade dos dados produzidos em laboratório (Environment Canada, 1992). Neste tipo de teste, os organismos são expostos a diversas concentrações de uma substância padrão, sendo que a sensibilidade da população é avaliada através da comparação com dados pré-existentes do laboratório (carta de sensibilidade) e dados disponíveis na bibliografia.

Uma substância de referência deve possuir alguns requisitos tais como: ter meia vida longa e estável, estar disponível na forma pura, apresentar uma boa curva de concentração-resposta para o organismo, ser estável em solução aquosa e apresentar um baixo risco a saú-

de humana (Environment Canada, 1992). Desta forma, algumas substâncias como o Sulfato de Zinco, Sulfato de Cobre, Dicromato de Potássio e o Dodecil Sulfato de Sódio (DSS), são as mais amplamente utilizadas.

Estes substâncias são igualmente monitoradas em regiões costeiras, onde as suas concentrações são comparadas com os limites estabelecidos pela resolução N° 20 do CONAMA de 1986. Entretanto, o próprio critério apresentado por esta resolução não apresenta amparo científico baseado na sensibilidade das espécies que ocorrem em águas brasileiras, que só agora estão sendo investigadas. Além disto, são escassos os dados de concentrações de metais dissolvidos na coluna de água, ficando a grande maioria da informação restrita ao conteúdo no material em suspensão.

Com o intuito de comparar a sensibilidade de diversos organismos-teste marinhos, em relação às distintas substâncias de referência, foram compilados e tratados os dados existentes na bibliografia e os existentes no Laboratório de Ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI. Com este tipo de informação, foi possível também realizar uma análise de risco preliminar envolvendo o percentual de espécies afetadas em função de dados existentes em um ambiente costeiro do sul do Brasil e os limites apresentados pela resolução do CONAMA N° 20 de 1986.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar e comparar a sensibilidade dos organismos-teste marinhos, normalmente utilizados no Brasil, foi compilado dados disponíveis na bibliografia e os resultados obtidos em testes embrio-larvais com os ouriços *Arbacia lixula* e *Lytechinus variegatus*, o mexilhão *Perna perna* e o crustáceo *Artemia salina* utilizando as substâncias de referência Dicromato de Potássio, Sulfato de Zinco, Dodecil Sulfato de Sódio (DSS) e o Sulfato de Cobre (Tabelas 1 e 2). Os testes realizados

Tabela 1 – Valores de CL_{50} , CE_{50} e CENO para o Cobre, Cromo, Zinco e de DSS em mg/l para diferentes espécies de organismos-teste marinhos, obtidos na bibliografia e do Laboratório de Ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI.

Organismo- teste	Substância	CE_{50}	CL_{50}	CENO	Autor
<i>Acartia lilljeborgi</i>	Cobre	0,24			CETESB,1991
<i>Arbacia lixula</i>	Cobre			0,125	Presente trabalho
<i>Artemia salina</i>	Cobre		2,34		Moreira et al.,1998
<i>Echinometra lucunter</i>	Cobre	3,40			CETESB,1990
<i>Lytechinus variegatus</i>	Cobre	3,80			CETESB,1990
<i>Perna perna</i>	Cobre		0,057		Silva & Moraes,1998
<i>Temora stilyfera</i>	Cobre	0,02			CETESB,1991
<i>Poecilia vivipara</i>	Cobre		0,33		Kraus & Bonecker, 1998
<i>Arbacia lixula</i>	Cromo			0,50	Presente trabalho
<i>Arbacia lixula</i>	Cromo			1,25	Presente trabalho
<i>Artemia salina</i>	Cromo		5,69		Moreira et al.,1998
<i>Chaetoceros gracilis</i>	Cromo	14,45			Fernandez & Orozco,1998
<i>Kalliapseudes schubartii</i>	Cromo		3,24		Costa & Zamboni,1998
<i>Lytechinus variegatus</i>	Cromo	3,99			Abessa et al.,1998
<i>Lytechinus variegatus</i>	Cromo			1,00	Presente trabalho
<i>Perna perna</i>	Cromo			2,50	Presente trabalho
<i>Perna perna</i>	Cromo	1,27-20,89			Zaroni et al.,2000
<i>Tiburonella viscana</i>	Cromo		6,02		Abessa et al.,1998
<i>Poecilia vivipara</i>	Cromo		27,09		Kraus & Bonecker, 1998
<i>Acartia lilljeborgi</i>	DSS	2,22			CETESB,1991
<i>Acartia lilljeborgi</i>	DSS	2,60-1,40			Nipper et al.,1993
<i>Acartia tonsa</i>	DSS	0,55			Nipper et al.,1993
<i>Arbacia lixula</i>	DSS			0,50	Presente trabalho
<i>Artemia salina</i>	DSS	2,62			CETESB,1991
<i>Artemia salina</i>	DSS		5,00		Presente trabalho
<i>Artemia salina</i>	DSS		22,00		Prósperi,1993
<i>Artemia salina</i>	DSS		31,60		Araújo & Nascimento,1999
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	DSS	1,40			Araújo & Nascimento,1999
<i>Echinometra lucunter</i>	DSS	3,00			Araújo & Nascimento,1999
<i>Eurytemora affinis</i>	DSS	2,66			Nipper et al.,1993
<i>Isochryis galbana</i>	DSS			21,50	Pereira et al.,1998
<i>Lytechinus variegatus</i>	DSS	1,89			Mastroti,1997
<i>Lytechinus variegatus</i>	DSS	2,00			Pereira et al.,2000
<i>Lytechinus variegatus</i>	DSS	2,80			CETESB,1990
<i>Lytechinus variegatus</i>	DSS	3,51			CETESB,1991
<i>Mysidopsis bahia</i>	DSS	6,60			Nipper et al.,1993
<i>Mysidopsis juniae</i>	DSS	2,30			CETESB,1991
<i>Mysidopsis juniae</i>	DSS	2,20-2,30			Nipper et al.,1993
<i>Neomysis americana</i>	DSS	7,20			Nipper et al.,1993
<i>Perna perna</i>	DSS	1,31			Abessa et al.,1998
<i>Perna perna</i>	DSS			1,85	Reis Fº & Resgalla Jr., 2002
<i>Perna perna</i>	DSS	1,30-3,57			Zaroni et al., 2000
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	DSS			20,72	Pereira et al.,1998
<i>Skeletonema costatum</i>	DSS			6,75	Pereira et al.,1998
<i>Temora stilyfera</i>	DSS	2,60			CETESB,1991
<i>Temora stilyfera</i>	DSS	3,00-2,31			Nipper et al.,1993
<i>Poecilia vivipara</i>	DSS		3,46		Kraus & Bonecker, 1998
<i>Acartia lilljeborgi</i>	Zinco	0,64			CETESB,1991
<i>Arbacia lixula</i>	Zinco	0,04			CETESB,1994
<i>Arbacia lixula</i>	Zinco	0,04			Presente trabalho
<i>Lytechinus variegatus</i>	Zinco	0,023			Badaró-Pedroso et al., 1998
<i>Lytechinus variegatus</i>	Zinco	0,04			CETESB,1991
<i>Lytechinus variegatus</i>	Zinco			0,05	Prósperi,1993
<i>Lytechinus variegatus</i>	Zinco	0,10			Pereira et al.,2000
<i>Metamysidopsis elongata atlantica</i>	Zinco		0,20		Zamboni et al.,1996
<i>Mysidopsis bahia</i>	Zinco		0,499		Nipper et al.,1993
<i>Mysidopsis juniae</i>	Zinco		0,33		Prósperi,1993
<i>Mysidopsis juniae</i>	Zinco	0,41			Badaró-Pedroso et al.,1998
<i>Temora stilyfera</i>	Zinco	0,04			CETESB,1991
<i>Poecilia vivipara</i>	Zinco		44,47		Kraus & Bonecker, 1998

Tabela 2 – Informações sobre os testes de toxicidade com organismos marinhos obtidos na bibliografia e do Laboratório de Ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI.

Taxon	Espécies	Tipo de teste	Duração
Fitoplâncton Microalgas	<i>Chaetoceros gracilis</i> ; <i>Skeletonema costatum</i> ; <i>Phaeodactylum tricornutum</i> ; <i>Isochrysis galbana</i>	Inibição do crescimento populacional	96 horas
Moluscos Bivalvia	<i>Perna perna</i> e <i>Crassostrea rhizophorae</i>	Atraso no desenvolvimento embrio-larval	48 horas
Crustáceos Branchiopoda	<i>Artemia salina</i>	Letalidade de naupliu (juvenil)	48 horas
Crustáceos Copepoda	<i>Acartia lilljeborgi</i> ; <i>Acartia tonsa</i> ; <i>Temora stilyfera</i> ; <i>Euritemora affinis</i>	Letalidade de adultos	48 horas
Crustáceo Tanaidacea	<i>Kalliapseudes schubartii</i>	Letalidade de adultos	96 horas
Crustáceos Mysidacea	<i>Metamysidopsis elongata</i> atlântica; <i>Mysidopsis juniae</i> ; <i>Mysidopsis Bahia</i> ; <i>Neomysis americana</i>	Letalidade de juvenis	96 horas
Crustáceo Amphipoda	<i>Tiborunella viscana</i>	Letalidade de adultos	96 horas
Echinodermos Echinoidea	<i>Lytechinus variegatus</i> ; <i>Arbacia lixula</i> e <i>Echinometra lucunter</i>	Atraso no desenvolvimento embrio-larval	24 horas
Peixe	<i>Poecilia vivipara</i>	Letalidade de juvenis	96 horas

pelo laboratório de Ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI seguiram as metodologias apresentadas por CETESB (1992) para os ouriços, Reis F^o & Resgalla Jr. (2002) para o mexilhão e CETESB (1987) para *Artemia salina*. As substâncias de referência utilizadas foram selecionadas por apresentarem maior disponibilidade de informação na bibliografia nacional.

A comparação dos resultados foi realizada primeiramente ajustando os valores crônicos (Concentração de Efeito Não Observado – CENO) para o seu valor teórico agudo (Concentração Efetiva Mediana – CE₅₀ ou Concentração Letal Mediana CL₅₀) assumindo um fator de 4 para metais e 2 para o surfactante na razão agudo-crônico (RAC'). Estes valores foram estabelecidos por testes realizados com

Arbacia lixula, *Lytechinus variegatus* e *Perna perna* cujos os percentuais de efeito foram tratados para estimativas crônicas e agudas (Tabela 3). Este ajuste foi realizado para tornar compatível os resultados obtidos por diferentes autores, e estão baseados nos mesmos efeitos observados sobre os organismos, sendo desta forma um valor de RAC' conceitualmente modificado ('). Posteriormente, foi calculada a média das concentrações letais medianas para a mesma substância de referência e espécie, mas de autores diferentes. Os resultados foram então ordenados e foi estimada a porcentagem acumulada de espécies afetadas para cada substância tratada.

Uma análise de risco preliminar utilizando o programa WERF *Aquatic Ecological Risk*

Tabela 3 – Valores de CL₅₀, CENO e Razão Agudo-Crônico (RAC') para *Lytechinus variegatus*, *Perna perna* e *Arbacia lixula* utilizando o Cromo e o DSS.

Espécie	Substância	CL ₅₀ (mg/l)	CENO (mg/l)	RAC'	Média
<i>Arbacia lixula</i>	Cromo	4,15	1,25	3,32	3,91
<i>Lytechinus variegatus</i>	Cromo	3,99	1,00	3,99	
<i>Perna perna</i>	Cromo	11,08	2,50	4,43	
<i>Perna perna</i>	DSS	2,06	1,85	1,11	1,80
<i>Arbacia lixula</i>	DSS	1,24	0,50	2,48	

Assessmente (1996) foi executada utilizando o conjunto de dados de sensibilidade das espécies marinhas e os dados de surfactantes no estuário da Lagoa dos Patos (Kantin et al., 1981), assim como os limites apresentados pela resolução CONAMA N° 20 de 1986.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 52 dados na bibliografia e 8 dados gerados no laboratório de ecotoxicologia do CTTMar/UNIVALI, totalizando 60 dados distintos para este trabalho (Tabela 1). A identificação dos organismos-teste e o tipo de teste realizado estão compilados na tabela 2. A maioria dos valores obtidos referem-se a dados de CL₅₀ (ou CE₅₀), inclusive estimativas destinadas a testes crônicos embrio-larvais. Este fato destaca problemas relacionados quanto ao tipo de testes realizado e sua aplicação. Alguns protocolos diferem no tipo de tratamento dos dados, como por exemplo, o teste de crescimento de microalgas que pela CETESB, aponta o uso do CE₅₀ (tratamento agudo) enquanto que a EPA destaca o uso do CENO (tratamento crônico). O mesmo acontece com os testes embrio-larvais de ouriço e do mexilhão *Perna perna*. Esta diversidade de representação dos resultados gera problemas de comparações entre diferentes áreas de estudo e de sensibilidade dos organismos-teste realizados pelas diferentes instituições. Infelizmente, a padronização da metodologia dos testes de toxicidade no Brasil ainda está longe de ser solucionada.

Com a organização da sensibilidade dos organismos-teste foi possível destacar que os microcrustáceos: copépodos em primeiro lugar e misidáceos em segundo, foram os organismos de maior sensibilidade em todas as substâncias testadas (Tabela 4). Os moluscos e ouriços apresentaram uma alternância com o grupo anterior, sendo os moluscos mais sensíveis para o Cobre e o DSS enquanto que os ouriços foram mais sensíveis para o Cromo e o Zinco. Os grupos menos sensíveis foram os peixes e microalgas.

De maneira geral, os metais podem competir por sítios específicos em ciclos metabólicos de rotina internos, como a redução na capacidade de osmorregulação e na obtenção de sais minerais (Moore, 1991). Os moluscos apresentam maior resistência aos metais em relação a outros invertebrados. No caso especial do Cobre, a sua ação sobre os organismos é pouco conhecida, sendo observado efeitos sobre as membranas celulares e interferência na formação de lisossomas (Rand & Petrocelli, 1985). Igualmente, para os detergentes, Leal (1995) destaca efeitos sobre as membranas celulares, como choques osmóticos e alteração na permeabilidade celular, além de inibidores de transporte e de mitocôndrias (Dawson et al., 1986).

Dois pontos podem ser destacados nesta análise. O primeiro refere-se a alternância de sensibilidade entre ouriços e moluscos. Estudos de monitoramento de impactos ambientais poderiam ser realizados com estes dois grupos, pois as informações obtidas podem sugerir diferenças em termos de diver-

Tabela 4 – Valores médios de CL50/CE50 por organismo-teste marinho e por composto e elemento de referência.

Substância	Espécie	CL50/CE50	
		Composto	Elemento
DSS	<i>Acartia tonsa</i>	550	-
	<i>Arbacia lixula</i>	1000	-
	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	1400	-
	<i>Perna perna</i>	2060	-
	<i>Acartia lilljeborgi</i>	2070	-
	<i>Mysidopsis juniae</i>	2300	-
	<i>Lytechinus variegatus</i>	2550	-
	<i>Temora stilyfera</i>	2630	-
	<i>Eurytemora affinis</i>	2660	-
	<i>Echinometra lucunter</i>	3000	-
	<i>Poecilia vivipara</i>	3460	-
	<i>Mysidopsis bahia</i>	6600	-
	<i>Neomysis americana</i>	7200	-
	<i>Skeletonema costatum</i>	13500	-
	<i>Artemia salina</i>	18740	-
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	41440	-
	<i>Isochryis galbana</i>	43000	-
ZINCO (ZnSO ₄ .7H ₂ O) Fator = 0,227	<i>Arbacia lixula</i>	40	9,08
	<i>Temora stilyfera</i>	40	9,08
	<i>Lytechinus variegatus</i>	53	12,03
	<i>Metamysidopsis elongata atlantica</i>	200	45,40
	<i>Mysidopsis juniae</i>	370	83,99
	<i>Mysidopsis bahia</i>	499	113,27
	<i>Acartia lilljeborgi</i>	640	145,28
	<i>Poecilia vivipara</i>	44470	10094,69
CROMO (K ₂ Cr ₂ O ₇) Fator = 0,354	<i>Kalliapseudes schubartii</i>	3240	1146,96
	<i>Arbacia lixula</i>	3500	1239,00
	<i>Lytechinus variegatus</i>	3990	1412,46
	<i>Artemia salina</i>	5690	2014,26
	<i>Tiburonella viscana</i>	6020	2131,08
	<i>Perna perna</i>	11080	3922,32
	<i>Chaetoceros gracilis</i>	14450	5115,30
	<i>Poecilia vivipara</i>	27090	9589,86
COBRE (CuSO ₄ .5H ₂ O) Fator = 0,254	<i>Temora stilyfera</i>	20	5,08
	<i>Perna perna</i>	57	14,48
	<i>Acartia lilljeborgi</i>	240	60,96
	<i>Poecilia vivipara</i>	330	83,82
	<i>Arbacia lixula</i>	500	127,00
	<i>Artemia salina</i>	2340	594,36
	<i>Echinometra lucunter</i>	3400	863,60
	<i>Lytechinus variegatus</i>	3800	965,20

sidade de contaminantes presentes no meio. Esse fato não seria demonstrado se fossem aplicados apenas testes com microcrustáceos, ainda que estes apresentem, em geral, maior sensibilidade. Neste caso, o seu uso seria recomendado em situações onde é conhecido o tipo de contaminante. A sensibilidade demonstrada pelos moluscos foi igualmente observada para *Poecilia vivipara*, sugerindo ações específicas destes químicos inclusive em vertebrados.

Em segundo lugar, para um mesmo grupo, as espécies protocoladas pela CETESB, nem sempre são as mais sensíveis. O exemplo refere-se para as espécies de ouriço *Lytechinus variegatus* (espécie protocolada) e *Arbacia lixula*, e para os copépodos *Acartia lilljeborgi* (espécie protocolada) e *Temora stylifera*. Este fato destaca a importância da utilização de organismo-teste de maior ocorrência na área onde pretende-se realizar o estudo de impacto ambiental e onde não ocorreram as espécies protocoladas.

Existem diferentes formas de avaliar o risco de impacto de determinados contaminantes e efluentes sobre a biota aquática. Normalmente estes são realizados mediante a comparação dos valores dos testes de toxicidade obtidos em laboratório com base em poucos organismos e sua comparação com as concentrações estimadas das substâncias presentes no meio (Silva et al., 2000 e Resgalla Jr., 2001).

Estimativas dos impactos sobre a comunidade biológica segundo a metodologia de WERF (1996), foram realizados a partir de uma

análise de risco preliminar envolvendo as espécies marinhas utilizadas em testes de toxicidade no Brasil e as concentrações de surfactantes no estuário da Lagoa dos Patos (Tabela 5, Figuras 1 e 2). Esta análise permite estimar o risco biológico sob o ponto de vista de probabilidade, já que considera uma variabilidade na sensibilidade das espécies e uma variabilidade nas concentrações das substâncias obtidas no campo. O método proposto pela WERF (1996) consta basicamente em sobrepor a distribuição das medidas de exposição do químico e os efeitos ecológicos a partir de suas probabilidades acumuladas.

Para o estuário da lagoa dos Patos, a situação dos detergentes apresenta um alto risco de impacto biológico, onde existe 10 % de chance de ocorrer impacto sobre 35 % da comunidade. O DSS é um produto presente em sabão em pó tipo lava roupas, detergentes multiuso, limpa-vidro e limpa-carpetes, com concentrações que podem chegar a 15 % na formulação. É um surfactante tensoativo aniônico conhecido como Dodecil Sulfato de Sódio ou Laurilsulfonato de sódio. Entretanto, o CONAMA não apresenta na sua legislação limites aceitáveis para a sua presença no meio, ficando restrita ao LAS (Alquibenzeno Sulfonato de Sódio Linear). Por outro lado, segundo Mastroti (1997), o LAS é um produto mais tóxico que o DSS. A análise de risco realizada para o DSS devem ser consideradas estimativas aproximadas, pois o método de determinação por Azul de Metileno envolve um amplo espectro de detergentes que podem ocorrer no ambiente. Além disto, as estimativas de deter-

Tabela 5 – Valor médio de detergentes aniônicos no estuário da Lagoa dos Patos e limites aceitáveis de metais e detergentes segundo a resolução número 20 do CONAMA de 1986.

	Cobre µg/l	Cromo µg/l	Zinco µg/l	Detergentes aniônicos µg/l	Autores
Estuário da Lagoa dos Patos	-	-	-	730 (média)	Kantin et al., 1981
CONAMA	50	50	170	500	

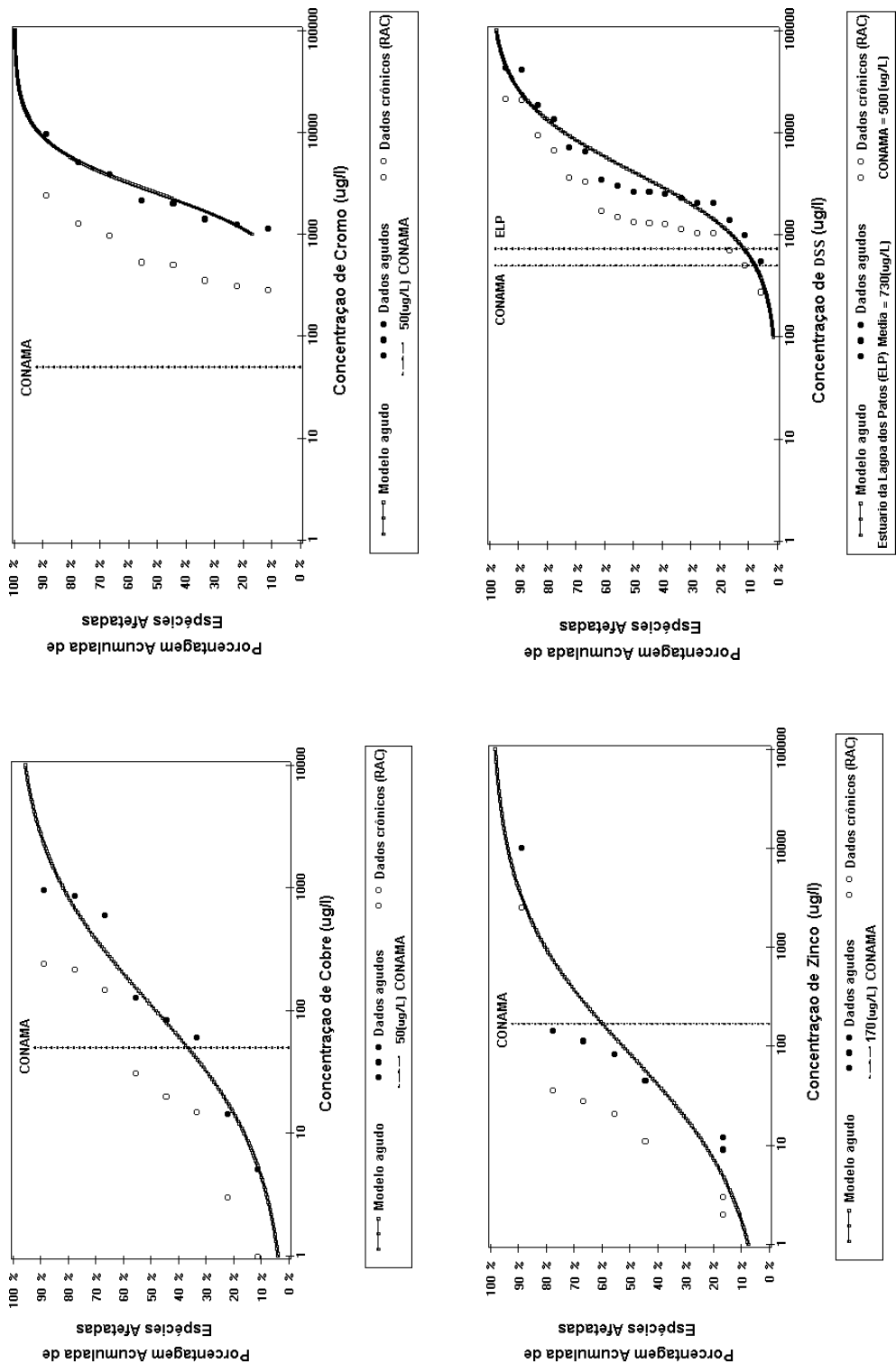


Figura 1 – Relações entre as concentrações de Cobre, Cromo, Zinco e DSS e a porcentagem acumulada de espécies afetadas com base nos valores agudos (LC₅₀ e CE₅₀) e crônicos (CENO obtido pela RAC) e a posição das concentrações das mesmas substâncias obtidas na resolução CONAMA N° 20 de 1986 e detergentes para o estuário da Lagoa dos Patos.

gentes usadas nesta análise já apresentam mais de 20 anos de desatualização.

Os valores apresentados como limites aceitáveis segundo a resolução do CONAMA também foram comparados (Tabela 5 e Fig. 1). Para análise de risco dos metais, alguns ajustes foram inicialmente realizados. Os valores de CL_{50} foram corrigidos para os elementos ativos de cada composto de referência utilizado nos testes. Assim, os valores de CL_{50} apresentaram uma redução de até 77 % de suas concentrações originais (Tabela 4). Assim, somente para o Cromo, o limite estabelecido apresenta 100 % de segurança sobre a comunidade biológica, enquanto que para surfactantes o limite estabelecido apresenta uma probabilidade de efeitos deletérios agudos sobre a biota de mais de 5 %, para o Cobre uma probabilidade de mais de 30 % e para o Zinco uma probabilidade aproximada de 60 % de espécies afetadas.

CONCLUSÕES

•O uso de substâncias de referência permitiu comprovar a diferença de sensibilidade das espécies marinhas testadas. Com base nos valores de CL_{50} , foi verificado que de forma geral os microcrustáceos (copépodos e

misidáceos) são os organismos-teste mais sensíveis. No entanto, ouriços e moluscos apresentam sensibilidades diferenciadas ao tipo de contaminante, e complementaríamos informações em estudos de monitoramento ambiental. As microalgas e peixes foram os organismos que mostraram maior resistência às substâncias testadas.

•Existe a necessidade urgente de padronização e oficialização dos testes de toxicidade com organismos marinhos no Brasil, como o que vem acontecendo com os testes de água doce realizados pela ABNT.

•Os valores limites aceitáveis estabelecidos pela resolução do CONAMA deveriam ser reavaliados sob o critério dos testes de toxicidade já realizados nos últimos 20 anos no Brasil, tanto para organismos-teste de água doce como marinhos.

•No Brasil, já existem condições de ser realizadas análises de risco mediante informações com organismos-teste marinhos e as concentrações dos contaminantes em muitas regiões costeiras.

•Destaca-se também, da necessidade urgente do conhecimento do efeito de compostos orgânicos de referência (derivados de petróleo e sintéticos) utilizando estes mesmos organismos.

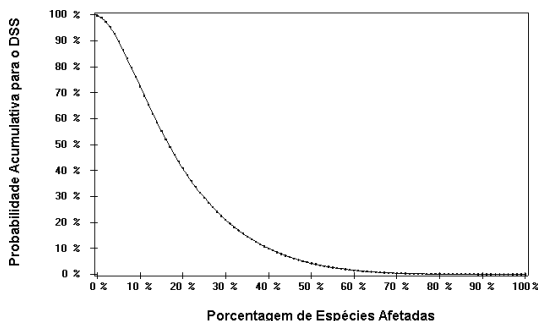


Figura 2 – Análise de risco para o DSS para o estuário da Lagoa dos Patos em base do percentual acumulado de espécies afetadas e a distribuição da concentração de detergentes aniônicos segundo Kantin et al. (1981).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Leonardo R. Rörig, Alexandre Brandelli, Antônio Carlos Beaumord e André Barreto pela revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS

Abessa, D.M.S.; Souza, E.C.P.M.; Rachid, B.R.F. & R.R. Mastroi. 1998. Use of the

- burrowing amphipod *Tiburonella viscana* as a tool in marine sediments contamination assessment. Braz. Arch. Biol. Tech. 41(2):225-230.
- Abessa, D.M.S; Zaroni, L.P.; Rachid, B.R.F. & E.C.P.M. Souza. 1998. Sensibilidade de 4 organismos utilizados em testes de toxicidade ao dicromato de potássio e ao DSS. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 72.
- Araújo, M.M.S. & I.A. Nascimento. 1999. Testes ecotoxicológicos marinhos: análise de sensibilidade. Ecotoxicology and Environ. Restoration. Vol 2 (1).
- Badaró-Pedroso, C.; Rodrigues, P.F.; Santos, M.C.F & M.I.Z. Sato. 1998. Variabilidade de testes de toxicidade marinhos realizados com água de produção de petróleo e substâncias de referência. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 74.
- CETESB.1987. Água do mar - Teste de toxicidade aguda com *Artemia* L5.021.
- CETESB.1990.Desenvolvimento e implantação de testes de toxicidade com organismos aquáticos. Relatório anual.
- CETESB. 1991. Desenvolvimento e implantação de testes de toxicidade com organismos aquáticos- Testes com organismos marinhos.
- CETESB. 1992. Água do mar – Teste de toxicidade crônica de curta duração com *Lytechinus variegatus*, Lamark, 1816 (Echinodermata:Echinoidea). L5.250.
- CETESB. 1994. Desenvolvimento de metodologias de cultivo e testes de toxicidade com organismos marinhos.
- CONAMA, 1986 . RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986. www.mma.gov.br
- Costa, J.B. & A. Zamboni. 1998. *Kalliapseudes schubartii* (Crustacea: Tanaidacea) como organismo-teste potencial para ensaios de toxicidade de sedimentos estuarinos. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos).79.
- Dawson, R.M.C.; Elliott, D.C.; Elliott, W.H. & K.M. Jones. 1986. Data for biochemical research. Oxford Sc. Publ. 580pp.
- Environment Canada.1992. Biological test method: Acute test for sediment toxicity using marine or estuarine amphipods. Report EPS1/RM/ 26- Canada.
- Fernandez, E. & R. Orozco. 1998. Exposicion de la microalga *Chaetoceros gracilis* a los metales pesados como my cadmio en condiciones de cultivo. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 80.
- Gherardi-Goldstein, E.; Bertoletti, E.; Zagatto, P.A.; Araújo, R.P.A. & M.L.L.C. Ramos. 1990. Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos. Série Manuais, SMA – CETESB. 17pp.
- Kantin, R.; Baumgarten, M.G.Z.; Cabeda, M.; Beaumord, A.C. & T.L. Almeida. 1981. Concentration of anionic detergents in Rio Grande water (south Brazil). Mar. Poll. Bull. 12: 50-53.
- Kraus, L.A.S. & A.C.T. Bonecker. 1998. Avaliação da sensibilidade de *Poecilia vivipara* (Bloch & Schneider, 1801) (Osteichthyes, Cyprinodontiformes) a cinco substâncias. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 82.
- Leal, J.S. 1995. Aspectos ecológicos de los detergentes. Colección temas medioambientales. Gestió i Promoció Editorial. Barcelona. 103pp.
- Mastroti, R.R. 1997.Toxicidade e biogradabilidade de tensoativos aniônicos em água do mar. Dissertação de mestrado, USP, Instituto Oceanográfico.
- Moore, J.W. 1991. Inorganic contaminants of surface water. Research and monitoring priorities. Springer-Verlag, New York.
- Moreira, C.C.; Oliveira, F.F.; Brandão, G.F.R.; Veiga, L.F. & M.E.R. Carneiro. 1998. Toxicidade de cobre, zinco cromo e vanádio para *Artemia* sp. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 85.

- Nipper, M.G.; Prósperi, V.P. & A.J. Zamboni. 1993. Toxicity testing with coastal species of southeastern Brazil. Echinoderm sperm and embryos. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 50: 646-652.
- Pereira, C.S.; Abessa, D.M.S.; Rovai, A.S.; Rachid, B.R.F. & E.C.P.M. Souza. 2000. Comparação da sensibilidade a substâncias de referência de duas populações de ouriço do mar *Lytechinus variegatus* provenientes do litoral de São Paulo. VI Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. São Carlos, São Paulo. (Resumos). 141.
- Pereira, S.A.; Nascimento, I.A.; Lima, L.M.; Santana, R.C. & L.M.G. Gouveia. 1998. Testes de toxicidade com fitoplâncton marinho: determinação da sensibilidade de três diferentes espécies à substância padrão dodecil sulfato de sódio. V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 87.
- Prósperi, V.P. 1993. Aplicação de testes de toxicidade com organismos marinhos para análise de efluentes industriais lançados em áreas estuarinas. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia São Carlos, USP.
- Rand, G.M. & S.R. Petrocelli. 1985. Fundamentals of aquatic toxicology. Taylor & Francis, New York. 666 pp.
- Reis F^o, R.W. & C. Resgalla Jr. 2002. Testes de toxicidade com embriões de *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Mytilidae): avaliações de indução e sensibilidade. Notas Téc. FACIMAR. 6:7-17.
- Resgalla Jr. 2001. Estudo de impacto ambiental sobre a comunidade do zooplâncton na enseada do saco do Limões, baía sul da ilha de Santa Catarina, Brasil. Atlântica, Rio Grande, 23: 5-16.
- Silva, A.Z.; Rörrig, L.R. & C. Resgalla Jr. 2000. Determinação do efeito do esgoto bruto e efluente da estação de tratamento de esgotos de Balneário Camboriú (SC) sobre o crescimento de *Skeletonema costatum* (Baccilariophyceae). In: Espíndola, G.; Botta Paschoal, C.M.R.; Rocha, O.; Bohrer, M.B.C. & A.L., Oliveira Neto, (Eds.). Ecotoxicologia. Perspectivas para o século XXI.. São Carlos. 427-439.
- Silva, P.H.A. & R.B.C. Moraes. 1998. Efeito agudo dos metais cádmio e cobre em mexilhões *Perna perna* (L. 1758). V Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia. Itajaí, Santa Catarina. (Resumos). 89.
- WERF. 1996. Aquatic Ecological risk assessment: a multi-tiered approach. Project 91-AER-1. Alexandria, VA.
- Zamboni, A.J.; Devilla, R.A.; Gama, M.A.S.; Asp, N.E.; Omachi, C.Y.; Pinheiro, F.M.R. & A. Vanz. 1996. Efeito da temperatura na toxicidade aguda de cobre e zinco sobre diferentes estágios de vida de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea: Mysidacea) III Simpósio sobre Oceanografia. IOUSP, São Paulo, SP. (Resumos). 284.
- Zaroni, L.P.; Abessa, D.M.S.; Pinto, Y.A.; Gasparro, M.R. & E.C.P.M. Souza. 2000. Sensibilidade dos embriões do mexilhão *Perna perna* ao DSS e ao Dicromato. VI Enc. Brasileiro de Ecotoxicologia São Carlos, São Paulo. (Resumos). 138.