

**ALTOS ÍNDICES DE IMPOSEX EM *Stramonita rustica*
(MOLLUSCA:GASTROPODA) EM ÁREAS PORT
UÁRIAS DOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE, BRASIL**

Ítalo Braga de CASTRO
Anna Rafaela Cavalcante BRAGA
Cristina de Almeida ROCHA-BARREIRA

Laboratório de Zoobentos – Instituto de Ciências do Mar Av. da
Abolição, 3207 Bairro Meireles, 60165-081, Fortaleza, Ceará, Brazil.
Tel.: +55 85 32426422 / fax: +55 85 32426422
E-mail: italo_braga@yahoo.com.brT

Recebido: 23/06/2005 Aceito: 23/08/2005
--

RESUMO

O imposex é um excelente marcador da contaminação marinha por compostos orgânicos de estanho (COEs). Esse fenômeno consiste no surgimento de caracteres sexuais masculinos mensuráveis, em fêmeas de neogastropodes. Um total de 17 estações de coleta foram escolhidas nas proximidades do terminal portuário de Jaraguá no Estado de Alagoas e no interior do estuário do Rio Sergipe, no Estado de Sergipe. Em ambas as áreas observa-se um intenso tráfego de embarcações. Em cada uma dessas estações foram coletados um total de 30 exemplares adultos de *Stramonita rustica*. Esses animais foram conduzidos ao laboratório e analisados quanto à presença do imposex revelando índices altamente elevados. A presença de imposex nessas amostras sugere fortemente que as referidas áreas estão contaminadas por COEs visto que o imposex só ocorre em animais expostos a esse tipo de contaminação.

Palavras-Chave: Imposex, *Stramonita rustica*, Terminal portuário, Compostos organoestânicos

ABSTRACT

**High Imposex Levels In *Stramonita Rustica* (Mollusca:Gastropoda)
In Harbor Areas From Alagoas And Sergipe States, Brazil**

Imposex in gastropods is used worldwide as a bioindicator of organotin compounds (OTs). Imposex is the imposition of male secondary sexual characteristics in female neogastropods. Samples of 30 adult *Stramonita rustica* were collected in 17 sites from Jaraguá Harbor in Alagoas State and Sergipe River estuary in Sergipe State. These areas presented high shipping activities. The samples were led to the laboratory and were examined for occurrence of imposex. The imposex levels observed in samples were very high. The occurrence of imposex in *S. rustica* from harbor areas indicated organotin contamination.

Key-Words: Imposex, *Stramonita rustica*, harbor, organotin compounds

INTRODUÇÃO

O imposex consiste no surgimento de caracteres sexuais masculinos, pênis e vaso deferente, em fêmeas de neogastópodes expostos a contaminação por compostos orgânicos de estanho (COEs) (GIBBS; BRYAN, 1987). Esses compostos são utilizados, sobretudo em tintas de ação

antiincrustante aplicadas como revestimento de embarcações e estruturas destinadas à aqüicultura. (HORIGUSHI; SHIRAIISHI; MORITA, 1994)

O imposex tem sido intensamente utilizado para monitorar a contaminação por compostos orgânicos de estanho em todo mundo (MORCILLO; PORTE, 1998; AXIAK, et al., 2002; MINCHIN, 2003). A confiabilidade deste biomarcador reside no fato de que o imposex é originário de uma alteração hormonal altamente específica só ocorrendo em gastrópodes expostos à contaminação por compostos organoestânicos (MATTHIESSEN; GIBBS, 1998). Embora o imposex já tenha sido observado em alguns estudos realizados na América latina (GOODING; GALLARDO; LEBLANC, 1999; PENCHASZADEH; AVERBUJ; CLEDÓN, 2001), monitoramentos de áreas extensas utilizando esse método inexistem para a região.

No Chile central, Osório & Huaquín (2003) evidenciaram sintomas ainda não muito bem esclarecidos de declínio populacional causado em populações do muricídeo *Acanthina monodon* (Pallas, 1774) encontradas nas proximidades de terminais portuários.

No Brasil o imposex foi observado nas espécies de muricídeos, *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767) (CASTRO; MATTHEWS-CASCON; FERNADEZ, 2000; FERNANDEZ, et al., 2002; FERNANDEZ, et al., 2005) e *Stramonita rustica* (Lamarck, 1822) (CAMILLO; QUADROS; CASTRO; FERNANDEZ, 2004; CASTRO et al., 2004) e no olivídeo *Ollivancilaria vesica* (Gmelin, 1791) (CAETANO; ABSALÃO, 2003).

São conhecidas aproximadamente 120 espécies exibidoras de imposex, destas, aproximadamente 38 pertencem à família Muricidae (ELLIS; PATTISINA, 1990; SPENCE, 1990; FIORONI; OEHLMANN; STROBEN, 1991; STEWART; MORA; JONES; MILLER, 1992; STEWART; MORA, 1992; EVANS et al., 1995; TESTER et al., 1996; HORIGUSHI et al., 1997A e 1997B; LIU, 1997; TAN, 1997; EVANS, 2000), o que faz dessa família família o táxon mais utilizado como bioindicador da contaminação por compostos orgânicos de estanho no mundo. O presente estudo teve por objetivo verificar a ocorrência de imposex em populações de *S. rustica* habitantes de áreas próximas aos terminais portuários de Jaraguá na cidade de Maceió e na foz do Rio Sergipe entre os municípios de Aracajú e Barra dos Coqueiros no Estado do Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram escolhidos 10 pontos de coleta nas proximidades do terminal portuário de Jaraguá na cidade de Maceió e 7 pontos no interior do estuário do Rio Sergipe. A escolha desses pontos levou em consideração a distância dos referidos terminais portuários, o hidrodinamismo dos locais, o sentido das correntes costeiras predominantes e a disponibilidade de indivíduos da espécie *S. rustica*.

Em Novembro de 2004 foram coletados, em cada estação, 30 exemplares adultos (aproximadamente 30mm) de *S. rustica*. Após as coletas os moluscos foram acondicionados em caixas plásticas e conduzidos ao laboratório.

Os animais foram anestesiados em solução de $MgCl_2$ 3,5% por um período de 2 horas. Posteriormente tiveram suas conchas medidas da ponta da espira até a extremidade do canal sifonal com auxílio de um paquímetro (0,05mm). A concha de cada organismo foi removida para análise das partes moles. A identificação sexual foi realizada com base na presença de receptáculo seminal presente unicamente em fêmeas e glândula prostática em machos.

Os níveis de imposex em cada estação foram quantificados através dos seguintes índices: % de imposex em fêmeas; índice do comprimento relativo do pênis (RPLI) calculado através da equação: (média do comprimento dos pênis das fêmeas)/ (média do comprimento dos pênis dos machos) X 100 (GIBBS & BRYAN, 1987); índice do tamanho relativo do pênis (RPSI) calculado através da equação: (média do comprimento dos pênis das fêmeas) PP^3 / (média do comprimento dos pênis dos machos) 3 X 100 (GIBBS & BRYAN, 1987) e índice da seqüência do desenvolvimento do

vaso deferente (VDSI). O VDSI utilizou a escala de seis estágios proposta por GIBBS & BRYAN (1994) para espécie *Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758) e adaptada por FERNANDEZ et al. (2005) para organismos do gênero *Stramonita* (Tab. 1).

Tabela 1 - Escala de VDSI desenvolvida pra quantificar o imposex em organismos do gênero *Stramonita* (FERNANDEZ et al., 2005).

Estágio	Características do desenvolvimento do imposex
0	Fêmea normal
I	Pequena papila surgindo ao lado do tentáculo direito
II	Pequeno pênis formando-se ao lado do tentáculo direito (< 2mm)
III	Pênis com tamanho igual ou superior a 2mm e vaso deferente visualizável
IV	Pênis e vaso deferente totalmente formados
V	Vulva bloqueada pela epitélio formador do vaso deferente
VI	Massa escura composta de ovos abortados no interior da glândula de cápsulas

RESULTADOS

O Porto de Maceió possui 400 metros de cais acostável e está localizado na área leste da cidade de Maceió entre as praias de Pajuçara e Jaraguá no estado do Alagoas (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004). Os índices de imposex mais elevados para o referido terminal foram observados a leste do porto na estação do Cais do Porto (E4), a partir de onde os mesmos decresceram gradativamente estabelecendo um claro gradiente de índices de imposex a medida em que as estações se localizavam a uma maior distância do porto. A oeste do porto todos os índices equivaleram a zero (Fig. 1).

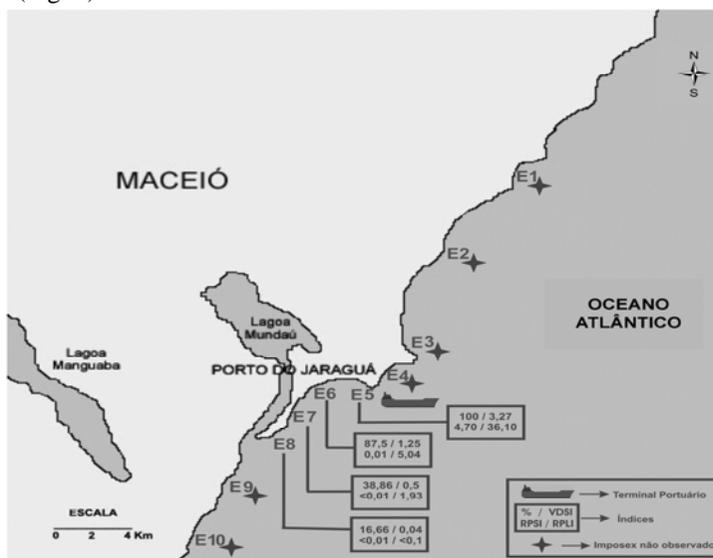


Figura 1 – Índices de imposex observados na região do terminal portuário de Jaraguá para espécie *S. rustica* em Novembro de 2004.

Na região do estuário do Rio Sergipe, no limite entre as cidades de Aracajú e Barra dos Coqueiros, observa-se intenso fluxo de embarcações de pequeno e médio porte não existindo trânsito de navios de grande calado. Esse local representa uma das principais concentrações de embarcações no Estado do Sergipe. Por se tratar de uma área estuarina cercada por molhes nas duas margens do canal de comunicação com o oceano observa-se um hidrodinamismo bastante atenuado (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2004). Os índices de imposex mais elevados foram obtidos na estação do Terminal de Barra dos Coqueiros (E2), tendo os mesmos, decrescido com o distanciamento. Observaram-se índices iguais à zero nas estações do Molhe da Coroa do Meio (E6) e do Molhe da Praia do Farol (E7) (Fig. 2).



Figura 2 – Índices de imposex observados na região do estuário do Rio Sergipe para espécie *S. rustica* em Novembro de 2004.

DISCUSSÃO

O presente estudo observou a ocorrência de imposex em todas as áreas portuárias estudadas. Foram também verificados gradientes de imposex nessas áreas, isto é, à medida que as estações de coleta eram mais afastadas dos respectivos terminais portuários notou-se uma redução de todos os índices utilizados pra quantificar o imposex. Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados no Mediterrâneo com a espécie *Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758) (AXIAK et al., 1995), na região de Sanriku no Japão com a espécie *Thais clavigera* (Kuster, 1858) (HORIGUCHI et al., 1998a), em Crok Harbour na Irlanda com a utilização das espécies *N. lapillus* e *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) (MINCHIN et al., 1996), na Ilha Phuket na Tailândia com as espécies *Chicoreus capucinus* (Lamarck, 1822) e *Thais distinguenda* (Roding, 1798) (BECH, 2002), em Fishing Port, Killybegs na Irlanda com as espécies *N. lapillus* e *L. littorea* (MINCHIN; MINCHIN, 1997) além de diversos outros locais.

É importante ressaltar que além da distância em relação a provável fonte dos organoestênicos para o meio marinho, devem ser levados em consideração fatores como a profundidade, o hidrodinamismo, a espécie utilizada e o grau de proteção da área em questão (TEN HALLERS-TJABBES et al., 2003).

No presente trabalho optou-se por utilizar a escala de VDSI proposta inicialmente por Gibbs & Bryan (1987) e posteriormente modificada por Fernandez et al., (2005). Essa opção ocorreu em virtude da dificuldade de visualização do vaso deferente em muricídeos do gênero *Stramonita*. Essa dificuldade já havia sido registrada na literatura por Horiguchi et al. (1994), onde o vaso deferente era visualizado apenas em uma parcela da amostra dificultando a definição do índice.

Em Maceió, se verificou na estação mais próxima ao terminal portuário (E5) RPLI = 36,1 e VDSI de até IV. Esses índices mostraram-se sensivelmente mais elevados do que os verificados no ano de 2002 por Camillo et al. (2004), onde a mesma estação apresentou RPLI igual a 33,1. Estudos mais detalhados devem ser conduzidos nessa região para elucidar o real motivo dessa elevação nos índices de imposex, que pode ter sido gerada pelo aumento no número de embarcações na região do terminal ou por mudanças sazonais nas correntes costeiras predominantes.

Na região do estuário do Rio Sergipe, verificou-se níveis altos de imposex em *S. rustica*, tendo sido a estação do terminal de Barra dos Coqueiros a que mostrou níveis mais elevados com RPLI= 50,27 e VDSI de até III. Índices de imposex tão elevados para essa espécie, sugerem que, apesar da área não apresentar fluxo de grandes navios, os compostos organoestênicos lançados na água pelas pequenas embarcações devem apresentar uma grande tendência a se acumular nos sedimentos ou na coluna d'água, dado o grau de proteção e conseqüentemente o tempo de residência da água na referida área.

Os níveis de imposex em *S. rustica*, observados nesse estudo estão entre os mais elevados até o momento verificados no Brasil. Em recente estudo realizado em vários terminais portuários nordestinos os índices obtidos para mesma espécie foram RPLI de 14,20 no porto de Natal no estado do Rio Grande do Norte (CASTRO et al., 2004) e índices ainda menores nos terminais portuários de Recife e Suápe no Estado de Pernambuco (CASTRO et al., 2005).

Como o imposex é um processo desencadeado por uma desregulação hormonal, mesmo concentrações muito baixas, na ordem de ng/l, são suficientes para induzir o processo na maioria nos moluscos prosobrânquios (MENSINK et al., 1997 E MORCILLO; PORTE, 1998). Isso explica o fato de se observar imposex mesmo em estações ligeiramente distantes de cada terminal portuário. Por outro lado os índices de imposex observados ao longo da maioria dessas estações são inferiores ao que se observa em grandes áreas portuárias do mundo ou mesmo do Brasil. Um exemplo claro disso, é um estudo realizado com *T. clavigera* e *Thais bronni* (Dunker, 1860) no Japão, entre os anos de 1990 e 1992, onde todas as estações apresentaram 100% de imposex sendo a maioria com valores de RPSI superiores a 40 (HORIGUCHI, et al, 1994). Comparando os índices de imposex observados neste estudo com os resultados obtidos por Fernandez et al. (2005) em um estudo semelhante realizado no interior da Baía de Guanabara podemos sugerir que a contaminação por compostos orgânicos de estanho na costa brasileira é maior em regiões mais industrializadas e que, portanto, recebem um maior número de embarcações em seus terminais portuários. Ansari et al. (1998) mencionam também o fato de áreas altamente industrializadas da Índia apresentarem uma contaminação maior por COEs que áreas comparativamente menos industrializadas.

Em 8 das 17 estações analisadas para este estudo não se detectou quaisquer indícios da ocorrência de imposex. Contraditoriamente, estudos realizados com as espécies *H. trunculus* (AXIAK et al, 2002) e *N. lapillus* (DAVIES et al., 1997) relatam a ocorrência de níveis naturais de imposex em populações desses prosobrânquios não expostas a contaminação por compostos orgânicos de estanho. A despeito desses estudos, sugere-se que a espécie *S. rustica* só apresentam imposex quando submetidas a tal contaminação uma vez que, em estações distantes das presumíveis fontes de COEs para o ambiente o imposex não ocorreu.

CONCLUSÕES

- As populações de *S. rustica* habitantes de áreas sob a influência do terminal portuário de Jaraguá no estado de Alagoas, e do interior do estuário do Rio Sergipe apresentam imposex em altos níveis.
- As áreas localizadas nas proximidades do terminal de Jaraguá e no interior do estuário do Rio Sergipe, estão provavelmente contaminadas por compostos orgânicos de estanho.
- A contaminação por compostos orgânicos de estanho é provavelmente mais severa em áreas mais próximas aos terminais portuários que em áreas distantes.
- A espécie *S. rustica* só manifesta imposex quando exposta a contaminação por compostos orgânicos de estanho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSARI, A. A. ; SINGH, I.B. & TOBSCHALL, H.J. Organotin compounds in surface and pore waters of Ganga Plain in the Kanpur-Unnao industrial region, India. **The Science of the Total Environment**, v. 223, p. 157 – 166, 1998.
- AXIAK, V.; VELLA, A. J.; MICALLEF, D.; CHIRCOP, P.; MINTOFF, B. Imposex in *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae): first results from biomonitoring of tributyltin contamination in the Mediterranean. **Marine Biology**, v. 121, p. 685 – 691, 1995.
- AXIAK, V.; MICALLET, D.; MUSCAT, J.; VELLA, A.; MINTOFF, B. Imposex as a biomonitoring tool for marine pollution by tributyltin: some further observations. **Environmental International**, v. 976, p. 1 – 7, 2002.
- BECH, M. Imposex and tributyltin contamination as a consequence of the establishment of a marina, and increasing yachting activities at Phuket Island, Thailand. **Environmental Pollution**, v. 117, p. 421 – 429, 2002.
- CAETANO, C. H. S. & ABSALÃO, R. S. Imposex in *Olivancillaria vesica vesica* (Gmelin) (Gastropoda, Olividae) from a Southeastern Brazilian sandy beach. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 2, p. 215 – 218, 2003.
- CAMILLO, E.; QUADROS, J.; CASTRO, Í. B., FERNANDEZ, M. A. Imposex in *Thais (Stramonita) rustica* (Mollusca: Neogastropoda) (Lamarck, 1822) as an indicator of organotin compounds pollution at Maceió coast (Northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo: , v.52, n.2, 2004.
- CASTRO, I. B. **Estudo do imposex em Muricídeos do Gênero *Stramonita* (Mollusca: Gastropoda) no Nordeste do Brasil**. Fortaleza, 2005. 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.
- CASTRO, I. B.; CASCON, H. M.; FERNANDEZ, M. A. Imposex em *Thais haemastoma* (Linnaeus, 1767) (Mollusca: Gastropoda), uma Indicação da Contaminação por Organoestânicos na Costa do Município de Fortaleza - Ceará - Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar.**, v. 33, p. 51-56, 2000.
- CASTRO, Í. B., MEIRELLES, C. A., MATTHEWS-CASCON, HELENA, FERNANDEZ, MARCOS ANTÔNIO *Thais (Stramonita) rustica* (Lamarck, 1822) (Mollusca: Gastropoda: Thaididae), a potential bioindicator of contamination by organotin Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo: , v. 52, n. 2, p. 51 – 55, 2004.

- DAVIES, I. M.; HARDING, M. J. C.; BAILEY, S. K.; SHANKS, A. M.; LANGE, R. Sublethal effects of tributyltin oxide on the dogwhelk *Nucella lapillus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 158, p. 191 – 204, 1997.
- ELLIS, D. V.; PATTISINA, L. A. Widespread Neogastropod imposex: A biological Indicator of global TBT contamination? **Marine Pollution Bulletin**, v. 24, n. 5, p. 248 – 253, 1990.
- EVANS, S. M.; DAWSON, M.; DAY, J.; FRID, C. L. J.; GILL, M. C.; PATTISINA, L. A.; PORTER, J. Domestic waste and TBT pollution in coastal areas of Ambom Island. **Marine Pollution Bulletin**, v. 30, n. 2, p. 109 – 115, 1995.
- EVANS, S. J. Tributyltin Pollution: the catastrophe that never happened. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 8, p. 629 – 636, 1999.
- FERNANDEZ, M. A.; LIMAVERDE, A.; CASTRO, I. B.; TERRA, A. C.; WARGENER, A. L. R. Occurrence of imposex in *Thais haemastoma*: possible evidence of environmental contamination derived from organotin compounds in Rio de Janeiro and Fortaleza, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 2, p. 463-476, 2002.
- FERNANDEZ, M. A.; WAGENER A. L. R.; LIMAVERDE A.; SCOFIELD, A.L.; PINHEIRO F. M.; RODRIGUES E. Imposex and surface sediment speciation: A combined approach to evaluate organotin contamination in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Marine Environmental Research**, v.59, p. 435–452, 2005.
- FIORONI, P.; OEHLMANN, J.; STROBEN, E. The Pseudohermaphroditism of Prosobanchs; Morfological Aspects. **Zoological Anz.**, v.2 86, n.1/2, p. 1 – 26, 1991.
- GIBBS, P. E.; BRYAN, G. W. TBT paints and demise of the dog-whelk *Nucella lapillus* (Gastropoda). **Marine Biological Association of the U.K.**, v. 68, p. 1482 – 1487, 1987.
- GIBBS, P. E.; BRYAN, G. W. Biomonitoring of tributyltin (TBT) pollution using the imposex response of neogastropod molluscs. **Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries**, v. 54, p.205 – 226, 1994.
- GOODING, M.; GALLARDO, C.; LEBLANC, G. Imposex in three marine Gastropod species in Chile and potential impact on Muriciculture. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 12, p. 1227 – 1231, 1999.
- HORIGUCHI, T. ; SHIRAIISHI, H. ; SHIMIZU, M. ; & MORITA, M. Imposex and Organotin Compounds in *Thais clavigera* and *T. bronni* in Japan. **Journal Marine Biological Association U. K.**, v. 74, p. 651 – 669, 1994.
- HORIGUCHI, T.; SHIRAIISHI, H.; SHIMIZU, M.; MORITA, M. Effects of Triphenyltin Chloride and Five Other Organotin Compounds on the Development of Imposex in the Rock Shell, *Thais clavigera*. **Environmental Pollution**, v. 95, n.1, p. 85 – 91, 1997a..
- HORIGUCHI, T.; SHIRAIISHI, H.; SHIMIZU, M.; MORITA, M. Imposex in sea snails, caused by organotin (Tributyltin and Triphenyltin) pollution in Japan: a survey. **Applied Organometal Chemistry**, v. 11, p. 451 – 455, 1997b.
- HORIGUCHI, T.; HYEON-SEO, C.; SHIRAIISHI, H.; SHIBATA, Y.; SOMA, M.; MORITA, M.; SHIMIZU, M. Field studies on imposex and organotin accumulation in the rock shell, *Thais clavigera*, from the Seto Inland Sea and the Sanriku region, Japan. **The Science of the Total Environment**, v. 214, p. 65 – 70, 1998.

- LIU, L. L.; CHEN, S. J.; PENG, W. Y.; HUNG, J. J. Organotin concentrations in three intertidal Neogastropods from the coastal waters of Taiwan. **Environmental Pollution**, v. 98, n. 1, p. 113 – 118, 1997.
- MATTHIESSEN, P.; GIBBS, P. E. Critical appraisal of the evidence for Tributyltin – mediated endocrine disruption in Mollusks. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 17, n. 1, p. 37 – 43, 1998.
- MENSINK, B. P.; BOON, J. P.; HALLERS-TJABBES, C. C. T.; HATTUM, B. V.; KOEMAN, J. H. Bioaccumulation of organotin compounds and imposex occurrence in a marine food chain (Eastern Scheldt, the Netherlands). **Environmental Technology**, v. 18, p. 1235 – 1244, 1997.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/>> acesso em 20 de novembro de 2004.
- MINCHIN, D. Monitoring of tributyl tin contamination in six marine inlets using biological indicators. **Marine Environmental and Health Series**, v. 6, p. 1-15, 2003.
- MINCHIN, D.; STROBEN, E.; OEHLMANN, J.; BAUER, B.; DUGGAN, C.; KEATINGE, M. Biological indicators used to map organotin contamination in Cork Harbour, Ireland. **Marine Pollution Bulletin**, v. 32, n. 2, p. 188 – 195, 1996.
- MINCHIN, A.; MINCHIN, D. Dispersal of TBT from a fishing port determined using the dogwhelk *Nucella lapillus* as an indicator. **Environmental Technology**, v. 38, p. 1225 – 1234, 1997.
- MORCILLO, Y.; PORTE, C. Monitoring of organotin compounds and their in marine molluscs. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 17, n. 2, p. 109 – 116, 1998.
- OSÓRIO, C.; HUAQUIN, L.G. Alteración de la sexualidad de *Acanthina monodon* (Pallas, 1774) (Gastropoda: Muricidae) em la litoral de Chile central, inducida por compuestos organoestañosos. **Ciencia. & Tecnologia Mararinha**, v. 26, n. 2, p. 97 – 107, 2003.
- PENCHASZADEH, P. E., AVERBUJ, A.; CLEDÓN, M. Imposex in gastropods from Argentina (southwestern Atlantic) *Nucella lapillus* and the common whelk *Buccinum undatum* as indicators of TBT contamination. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, p. 790-791, 2001.
- SPENCE, S. K.; HAWKINS, S. J.; SANTOS, R. S. The Mollusc *Thais haemastoma* – An exhibitor of “imposex” and potencial biological indicator of Tributyltin pollution. **Marine Ecology**, v. 11, n. 2, p. 147-156, 1990.
- STEWART, C.; MORA, S. J.; JONES, M. R. L.; MILLER M. C. Imposex in New Zealand neogastropods. **Marine Pollution Bulletin**, v. 24, n. 4, p. 204 – 209, 1992.
- STEWART, C.; MORA, S. J. Elevated tri(n-butyl)tin concentrations in shellfish and sediments from Suva Harbour, Fiji. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 6, p. 507 – 512, 1992.
- TAN, K. S. Imposex in Three Species of *Thais* from Singapore, with Additional Observations on *T. clavigera* (Kuster) from Japan. **Marine Pollution Bulletin**, v. 34, n. 7, p. 577 – 581, 1997.
- TEM-HALLERS, E.; REITSEMA, T.J.; BOON, J. P. Imposex and organotin concentrations in *Buccinum undatum* and *Neptunea antiqua* from the North Sea: relationship to shipping density and hydrological conditions. **Marine Environmental Research**, v. 55, p. 203 – 233, 2003.
- TESTER, M.; ELLIS, D. V.; THOMPSON, J. A. J. Neogastropods Imposex for monitoring recovery from marine TBT contamination. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 15, n. 4, p. 560 – 567, 1996.