



Revista de Gestão Costeira Integrada -  
Journal of Integrated Coastal Zone  
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos  
Hídricos

Carvalho-Souza, G. F.; Tinôco, M. S.

Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia,  
Brasil

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,  
vol. 11, núm. 1, 2011, pp. 135-143  
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos  
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340132014>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

## Avaliação do Lixo Marinho em Costões Rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil \*

*Evaluation of Marine Debris in Rock Reefs in the Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil*

G. F. Carvalho-Souza <sup>@, 1, 2</sup>, M. S. Tinôco <sup>2, 3</sup>

### RESUMO

O lixo marinho atualmente representa uma extensa e crescente ameaça aos ambientes costeiro e marinho. Com o desenvolvimento das atividades humanas, os mares e oceanos tornam-se os receptores desses subprodutos gerados e acolhem uma grande variedade de poluentes, rejeitos urbanos, agrícolas e industriais. A Baía de Todos os Santos é uma área de proteção ambiental circundada por área metropolitana com atividades industriais e portuárias incluindo uma refinaria de petróleo. A resultante destes fatores é uma série de impactos de contaminação tais como vazamentos de óleo ou efluentes, despejos químicos e esgotamento sanitário. Embora estes impactos apresentem-se reportados se desconhece os demais tipos e suas consequências, como os ocasionados por resíduos sólidos principalmente associados aos ambientes recifais. Este trabalho se propôs a avaliar a ocorrência de lixo marinho em três costões rochosos da Baía de Todos os Santos, nordeste do Brasil. Nossa hipótese se baseou em verificar se existe diferença estatística significativa entre as replicas espaciais, abordando possíveis efeitos impactantes da presença de tais resíduos nos ambientes recifais. A partir da utilização de métodos não destrutivos foram realizados 105 censos visuais subaquáticos, utilizando dois métodos de amostragem a fim de qualificar e quantificar os resíduos submersos. Foram levantados um total de 1.428 objetos divididos em oito categorias de resíduos sólidos. O lixo marinho amostrado está intimamente associado ao descarte intencional, aos resíduos da pesca e às perdas accidentais todos com origem local. Os resultados alcançados evidenciam que estes ambientes recifais costeiros analisados encontram-se contaminados por resíduos sólidos e este provavelmente seja um padrão para os ambientes recifais urbanos. A principal e preocupante tendência dos poluentes seriam ordenadamente o plástico, madeira, metal, apetrechos de pesca e outros, onde estes podem estar afetando diretamente a qualidade do ambiente. Os impactos estariam envoltos a saúde do ambiente, a biota, paisagem submarina, as atividades recreacionais, o comércio e com isso podendo acarretar a perdas sociais, ambientais, culturais e econômicas para o estado.

**Palavras-chave:** ambientes recifais, resíduos sólidos, área de proteção ambiental

### ABSTRACT

*The marine debris currently represents a large and growing threat to coastal and marine environments. With the development of human activities, the seas and oceans become the recipients of these products generated and host a rich variety of pollutants, urban wastes, agricultural and industrial products. Todos os Santos Bay is an environmentally protected area surrounded by metropolitan area with industrial and port activities including an oil refinery. The result of these factors is a series of impacts of contamination such as oil spills or sewage, waste chemicals and sewage. While these impacts have to be reported if known other types and their consequences, such as those caused by solid wastes mainly associated with reef environments. This study aimed to evaluate the occurrence of marine debris in three rocky reefs of the Todos os Santos Bay, northeastern*

<sup>@</sup> Autor correspondente / Corresponding author: [gustavofcsouza@yahoo.com.br](mailto:gustavofcsouza@yahoo.com.br)

<sup>1</sup> - Programa de Pós-Graduação em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar, Instituto de Geociências (IGeo), Universidade Federal da Bahia (UFBA).

<sup>2</sup> - Centro de Ecologia e Conservação Animal (ECOA), Universidade Católica do Salvador (UCSal).

<sup>3</sup> - University of Kent – DICE – PhD Candidate – Canterbury (U.K.). Email: [moacirtinoco@lacertaambiental.com.br](mailto:moacirtinoco@lacertaambiental.com.br)

Brazil. Our hypothesis was based on checking whether there is statistically significant difference between the spatial samples, consider the possible effects of the striking presence of such residues in reef environments. From the use of non-destructive methods were performed 105 underwater visual census using two sampling methods in order to qualify and quantify marine debris submerged. We raised a total of 1,428 objects divided into eight categories of marine debris. The sampled marine debris is closely associated with the intentional disposal, waste fishing and accidental loss with all of local origin. The results obtained show that these coastal reef environments examined are contaminated with marine debris and this is probably a standard for urban reef environments. The main and disturbing trend of pollutants would be neatly plastic, wood, metal, and other fishing gears, where they may be directly affecting the quality of the environment. The impacts would be shrouded the health of the environment, biota, underwater landscape, recreational activities, trade and losses that could result in the social, environmental, cultural and economical for the state.

**Keywords:** reef environments, solid waste, environmental protection area

## 1. INTRODUÇÃO

O lixo marinho atualmente representa uma extensa e crescente ameaça aos ambientes costeiro e marinho (UNEP, 2005). Podem ser definidos como qualquer resíduo sólido (plástico, metal, vidro, tecido, isopor, borracha e afins) encontrados em praias, recifes ou manguezais, advindos de fontes diversas (Coe & Rogers, 2000).

Com o desenvolvimento das atividades humanas os mares e oceanos por sua vez tornam-se os receptores desses subprodutos gerados e acolhem de forma direta ou indireta uma grande variedade de poluentes, rejeitos urbanos, agrícolas e industriais. Isto se dá pelo fato da grande maioria dos grandes centros urbanos estarem localizados em regiões costeiras e geralmente próximos a baías e estuários, por consequência, mais vulneráveis ao impacto da poluição (Marques Jr. et al., 2009).

A resultante destes fatores estaria relacionada a um hiato no planejamento urbano contribuindo a um extensivo volume depositado de lixo no ambiente marinho e causando perdas ao ambiente e a biota (Neves et al., 2011).

Os efeitos junto ao ambiente estariam ligados a depreciação na qualidade cênica e das águas, enquanto que para a biota se somaria na dificuldade natatória, alimentar, de proteção, ferimentos, enredamento e chegando até o óbito (Nollkaemper, 1994; Tourinho et al., 2010).

Dentre as suas inúmeras ameaças listadas, os resíduos sólidos também podem promover impactos sobre: as atividades humanas, através de impedimentos e prejuízos a navegação, enredamento; e atividades recreativas e comerciais com restrições de uso, propiciando até perdas econômicas, e modificação da paisagem (Ofiara & Seneca, 2006; Spengler, 2009).

A Baía de Todos os Santos (BTS) apresenta uma série desses impactos de contaminação, tais como vazamentos de óleo ou efluentes, despejos químicos, esgotamento sanitário e carcinicultura.

Estes agravantes se fazem presentes em decorrência de uma grande área metropolitana (a cidade de Salvador, com 2.600.000 habitantes) e da sua atividade industrial, que inclui instalações químicas, petroquímicas, metalúrgicas, de produtos alimentícios, fertilizantes, bem como uma refinaria de petróleo e as atividades portuárias localizadas nas regiões Norte e Nordeste (Amado-Filho et al., 2008; Hatje et al., 2009). Embora estes impactos apresentem-se reportados no local se desconhece os demais tipos e suas consequências, como os ocasionados por resíduos sólidos.

Estudos utilizando os resíduos sólidos como modelo de avaliação nos fundos oceânicos em todo o mundo são incipientes (Galgani et al. 1995; Galil et al., 1995; Stefatos et al., 1999), e ainda mais raros os que empregam o mergulho como método de amostragem destes resíduos

sólidos submersos (Donohue et al., 2001; Katsanevakis & Katsarou, 2004; Spengler, 2009; Abu-Hilal & Al-Najjar, 2009; Machado & Fillmann, 2010).

Frente às questões expostas, este trabalho se propôs a avaliar a ocorrência de lixo marinho em três costões rochosos da Baía de Todos os Santos, nordeste do Brasil, tendo como hipótese verificar se existe diferença estatística significativa entre as replicas espaciais, abordando possíveis efeitos impactantes da presença de tais resíduos nos ambientes recifais.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Todos os Santos (BTS) é o segundo maior acidente geográfico da costa do Brasil com uma área de 1223 km<sup>2</sup> (Gens et al., 2004), resultante de uma longa cadeia de eventos geológicos, permitindo nesta formação em seu contorno e fisiografia, uma série de enseadas, ilhas, canais, sub-baias, penínsulas, recifes de corais, costões rochosos e praias (Dominguez & Bittencourt, 2009).

Predomina em seu interior uma circulação forçada pelas marés não ocorrendo variação significativa ao longo do ano (Cirano & Lessa, 2007). O fluxo é unidirecional na coluna d'água; as velocidades máximas registradas estão entre 0,6 m s<sup>-1</sup> e 1,0 m s<sup>-1</sup>; e a influencia dos ventos no fluxo acontece nos primeiros metros da coluna d'água (Lessa et al., 2009). As medidas de salinidade e de temperatura ao longo do eixo central da baía indicam a entrada da Água Tropical ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 35$ ) no período de verão e a formação de uma massa d'água costeira ( $S < 35$ ) no inverno (Lessa & Dias, 2009).

Os costões rochosos da área de estudo, centrados nas intermediações do Farol da Barra ( $13^{\circ}00'32.05''\text{S}$  e  $38^{\circ}00'32.20''\text{O}$ ), Porto da Barra ( $13^{\circ}00'13.85''\text{S}$  e  $38^{\circ}32'01.19''\text{O}$ ) e Yacht Clube ( $12^{\circ}59'57.04''\text{S}$  e  $38^{\circ}31'52.92''\text{O}$ ), localizam-se na porção sudeste da BTS, e apresentam um substrato composto predominantemente por fácies arenosas na região inconsolidada e organismos bentônicos distribuídos nas regiões consolidadas (Figura 1).

Estes locais estudados são explorados por banhistas, turistas, trabalhadores, pescadores artesanais, coletores de organismos ornamentais e caçadores submarinos, incluindo uma elevada pressão imobiliária em seu entorno. Esta área constitui então um ponto significativo de pressão antrópica, evidenciando a alta produção de resíduos, além de possuir um enorme potencial biológico, econômico, turístico e histórico (Sampaio, 2006).

## 3. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

As observações de campo ocorreram nos meses de agosto a outubro de 2009, no período matutino (06h00min às 12h00min) e período vespertino (12h01min às 18h00min)

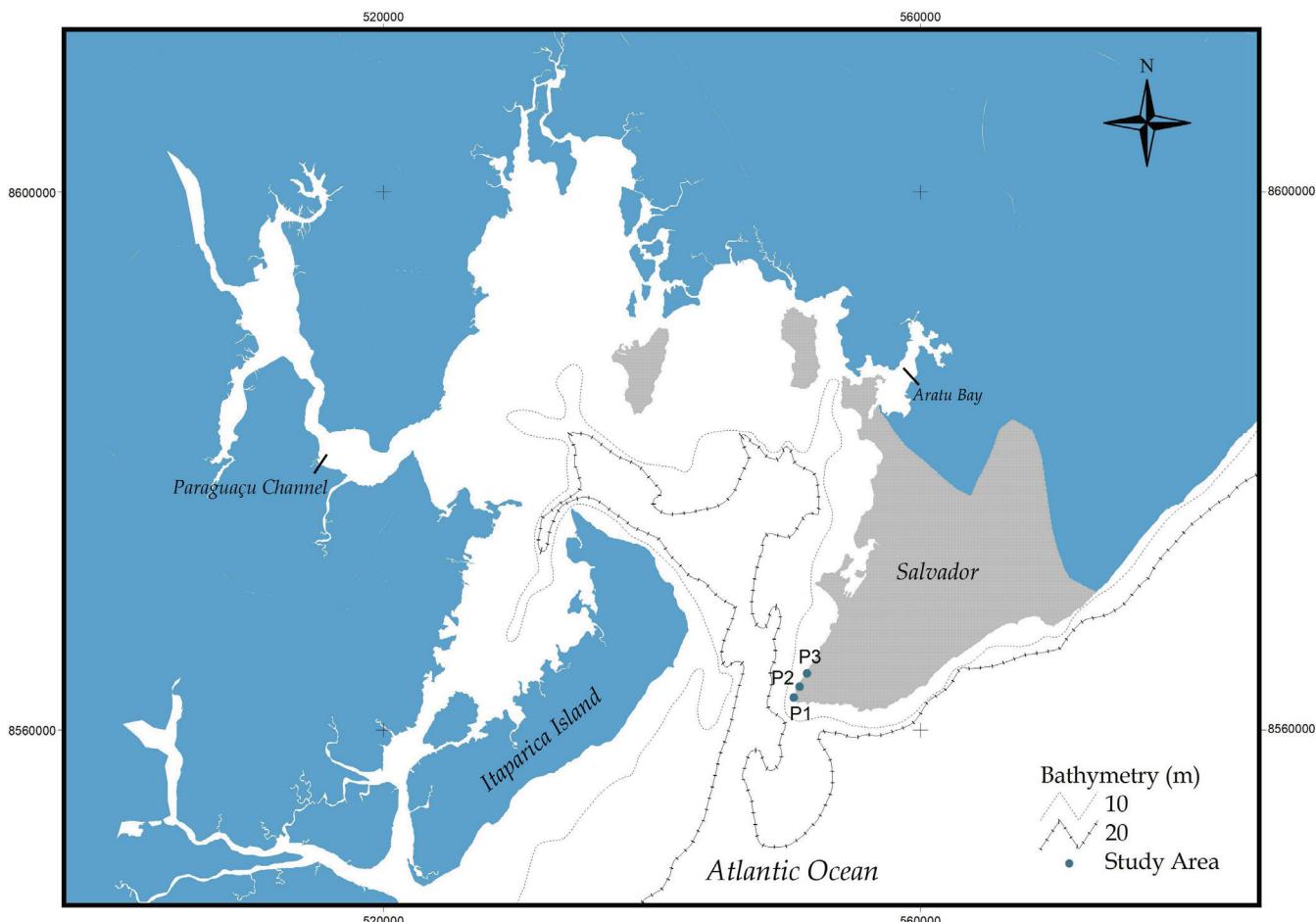


Figura 1. Mapa da área de estudo e marcações dos locais de amostragem subaquática (de baixo para cima: Farol da Barra – P1, Porto da Barra – P2 e Yacht/Marco Polo – P3).

Figure 1. Map of study area and markings of the sampling sites underwater (from bottom to top: Farol da Barra – P1, Porto da Barra – P2 e Yacht/Marco Polo – P3).

em todas as áreas analisadas. Um único mergulhador realizou as contagens para evitar o viés relacionado ao desempenho do mergulhador (Williams *et al.*, 2006). Os dados coletados em campo foram registrados em placas de PVC, georeferenciamento das áreas de estudo, registros fotográficos e observações das características físicas.

As amostragens foram feitas de acordo com o ciclo das marés (TMDHN, Marinha do Brasil – Porto de Salvador – 12°57,9 S ; 38°31,0 W – carta 1102) (Disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>).

Foram realizados 105 censos visuais subaquáticos utilizando dois métodos de amostragem em mergulho livre, apresentando baixo custo e aplicáveis a ambientes recifais costeiros. Realizaram-se 90 censos visuais (30 por área) para dados qualitativos e quantitativos nos períodos matutino ( $n= 15$ ) e vespertino ( $n= 15$ ), devido a variação de marés e deriva dos resíduos. Utilizou-se uma adaptação do protocolo AGRRA (*Atlantic Gulf Reef Rapid Assessment*), visto a sua eficiência comprovada em amostragens quantitativas de comunidades bióticas (Ginsburg *et al.*, 1998). Os transectos em linha de cabo com multifilamentos de polipropileno e chumbo de 30 x 4 metros (totalizando 120m<sup>2</sup>) foram estendidos aleatoriamente em profundidades entre 0,5 e 10 m, nas intermediações de todo o costão rochoso. A velocidade de natação manteve-se constante durante toda a

coleta de dados, com uma duração média de 12 minutos cada. Adicionado nas amostragens qualitativas, foram realizados 15 censos visuais subaquáticos (5 por localidade) utilizando o método adaptado do *Rover Diving Census* (RDC) desenvolvido pela *Reef Environmental Education Foundation* (Ginsburg *et al.*, 1998). Esta técnica objetiva uma busca intensiva aleatória durante 30 minutos, em toda a delimitação do ambiente recifal, verificando a composição dos resíduos sólidos bentônicos e estrutura física do local.

Todo o resíduo submerso (desde fragmentos a itens inteiros) com tamanho a partir de 2 cm foi registrado e removido manualmente para evitar re-amostragens quantitativas e posteriormente acondicionados em sacos de tela. O lixo marinho coletado foi encaminhado ao sistema municipal de coleta pública devido ao estado de deterioração encontrando-se indisponíveis para reutilização e/ou sujeitos a processos de reciclagem.

A classificação e quantificação dos resíduos encontrados foram categorizados da seguinte forma: plástico (PLA), vidro (VID), madeira (MAD), papel (PAP), metal (MET), tecido (TEC), restos de artefatos de pesca (APE) e outros (OUT) (ex. borracha, óculos, calçados, isopor e afins).

O item plástico foi removido de qualquer nível de incrustação devido à liberação de Nonilfenóis, DDE (*dichloroethylene*), PCB (*Polychlorinated Biphenyls*), PBDE

(*Polybrominated diphenyl ethers*) e DDT (*Diphenyl Trichloroethane*). Estes componentes são liberados pelo plástico e absorvidos pelo ambiente (Liu *et al.*, 2005; Szlinder-Richert *et al.*, 2009). O item madeira foi removido somente quando de origem antropogênica.

Materiais como pneus ou objetos de tamanho e peso elevado não foram removidos devido às condições logísticas. No entanto, estes foram marcados com uma fita de seda na cor branca para remoção no final das atividades de campo.

#### 4. Tratamento e Análise de Dados

Para o tratamento estatístico foram utilizadas matrizes da plataforma Microsoft Office 2007® para tabulação e armazenamento de dados, sendo realizada uma descrição estatística. Para calcular a densidade de resíduos utilizou-se o numero total de itens coletados e o tamanho total da área amostrada ( $m^2$ ) obtendo o número de itens por 1.000  $m^2$ . Utilizaram-se os testes de Kruskal-Wallis - ANOVA não paramétrica e Comparação Múltipla de Dunn, quando houve significância, para verificar a existência de diferença estatística significativa, entre replicas. Assim explicando a organização dos objetos, principalmente quando considerados os tipos de resíduos e a distribuição destes entre os pontos. Para estas respostas foi aplicado o pacote estatístico Graphpad InStat®.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho efetua a caracterização do lixo marinho em três costões rochosos da Baía de Todos os Santos, tendo sido levantado um total de 1.428 objetos divididos em oito categorias de resíduos sólidos (Tabela 1).

O lixo marinho amostrado está intimamente associado ao descarte intencional, aos resíduos da pesca e às perdas acidentais, todos com origem local (Figura 2 e 3). É evidenciado então um completo descuido por parte da população que freqüenta, trabalha e habita estas localidades. Este registro é reforçado por nenhum indício até então, de serem originários de países estrangeiros, ao contrário de resultados encontrados por Santos *et al.* (2009). Este autor ainda diagnosticou fontes externas, advindos de embarcações e flutuantes dispersores.



Figura 2. Prancha de resíduos sólidos encontrados no presente trabalho: apetrecho de pesca, plástico (1, 4, 6), vidro (2), madeira, metal (3), tecido, papel e outros (5). Fotos: Carvalho-Souza, 2009.

Figure 2. Means of marine debris found in this study: fishing tackle (1, 4, 6), glass (2), wood, metal (3), cloth, paper and other (5). Pictures: Carvalho-Souza, G. F., 2009.

Tabela 1. Dados Qualitativos e Quantitativos (numero total por itens / ponto) dos resíduos sólidos encontrados em cada categoria nos costões rochosos da BTS.

Table 1. Qualitative and Quantitative Data (total number of items / site) of marine debris found in each category on the rocky reefs of the BTS.

Tipo de Resíduo	FAROL	PORTO	YACHT/MARCOPOLO	N TOTAL/ITEM
Plástico	<b>138</b>	<b>204</b>	<b>135</b>	<b>477</b>
Vidro	08	32	26	66
Madeira	05	<b>274</b>	19	<b>298</b>
Metal	<b>69</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>221</b>
Tecido	30	33	16	79
Apetrecho de pesca	06	18	49	73
Papel	13	45	13	71
Outros	<b>35</b>	29	<b>79</b>	143
<b>N TOTAL/PONTO</b>	<b>304</b>	<b>711</b>	<b>413</b>	<b>1428</b>



Figura 3. Prancha de resíduos sólidos encontrados no presente trabalho: apetrecho de pesca, metal (1), outros (2, 4, 5, 6) e papel (3). Fotos: Carvalho-Souza, 2009 e Maia-Nogueira, R. 2008 (5).

*Figure 3. Means of marine debris found in this study: fishing tackle, metal (1), other (2, 4, 5, 6) and paper (3). Pictures: Carvalho-Souza, 2009 and Maia-Nogueira, R. 2008 (5).*

Além disto, verificou-se constantemente a presença de materiais advindos de festes populares e culturais como o Carnaval, festa de Iemanjá, festividades de final de ano e de verão, que contribuem com uma série de resíduos (cestas, abadás, garrafas de espumante, frascos de perfume, espelho e afins). Alternativas mais ecológicas para estes itens se fazem necessárias, e são eminentes trabalhos específicos que proporcionem uma integração da cultura aliada à conservação do ambiente como um todo.

Os resíduos sólidos amostrados nos censos visuais em todas as áreas apresentavam-se na região bentônica, embora tenha sido observada a presença de objetos flutuantes, inclusive associada à biota (Carvalho-Souza, 2009). As correntes poderiam dispersar e poluir outras localidades ou ainda causar problemas graves como a introdução de espécies exóticas (Santos, 2005). Outro ponto peculiar verificou-se em porções e reentrâncias dos costões rochosos onde o lixo marinho, principalmente composto de materiais plásticos, metálicos e de madeira antropogênica se encontrava aprisionado, formando verdadeiras “ilhas de acumulação” (Figura 4).

Dentre os mais representativos, o plástico foi o item mais encontrado em todas as áreas (n: 477) seguido de madeira (n: 298), e metal (n: 221). Este fato é corroborado com outros estudos que avaliaram o lixo marinho desde o ambiente praial a fundos oceânicos, evidenciando o plástico como a maior problemática dos ambientes costeiros, marinhos e associados (Pianowski, 1997, Derraik, 2002; Ivar do Sul, 2005; Spengler, 2009).

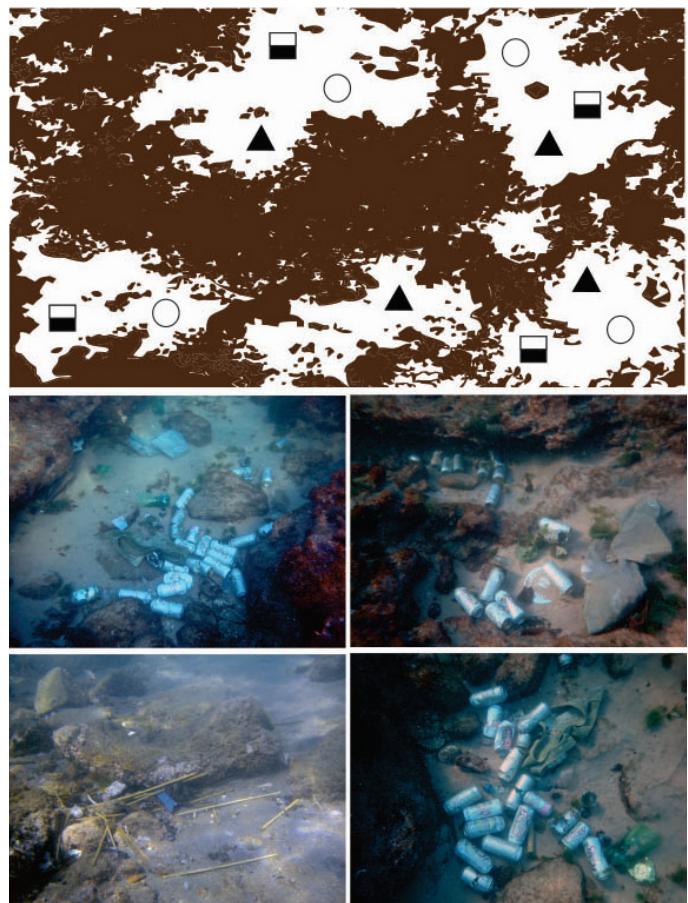


Figura 4. Desenho esquemático de um costão rochoso formando as ilhas de acumulação com a disposição dos resíduos internamente (marcação branca – plástico; preto – madeira antropogênica; preto e branco – metal), e abaixo registros fotográficos dos resíduos sólidos aprisionados. Fotos: Carvalho-Souza, 2009.

*Figure 4. Schematic drawing of an aerial view rocky reefs forming islands the accumulation of waste disposal with the internal (white markings – plastic; black - anthropogenic wood; black and white - metal), and below photographs of solid waste imprisoned. Photos: Carvalho-Souza, 2009.*

Materiais plásticos em especial, apresentam elevada capacidade de flutuação e consequente transporte a grandes distâncias, como também de se alojarem no fundo dos oceanos. Esta plasticidade permite uma permanência no ambiente devido a sua insolubilidade e baixa degradabilidade (Kubota, 1994; Derraik, 2002).

Em relação à densidade de lixo marinho por área obtivemos 132,2 itens por 1000 m<sup>2</sup>. Estes indicativos evidenciam um grau extremamente elevado de contaminação por resíduos sólidos. (Tabela 2).

Os valores obtidos na BTS e no Golfo de Aqaba (Abul-Hilal & Al-Najjar, 2009) extrapolam de forma significativa os outros estudos que utilizaram o mergulho como ferramenta de amostragem. Esses resultados são evidentes devido à posição geográfica das áreas estudadas, sobre forte influência de centros urbanos e a área total amostrada (m<sup>2</sup>) pelos métodos. É importante observar que em ambos os casos e demais apresentados, seja em ambientes costeiros ou insulares, existe uma forte percepção de resíduos sólidos no fundo marinho, com propícias condições de ampliação das contaminações.

Tabela 2. Comparação do lixo marinho encontrado na área de estudo e de outras regiões do mundo.

Table 2. Comparison of marine debris found in the study area and other regions of the world.

Local	Tipo de estudo	Profundidade	Item/1.000 m <sup>2</sup>	Fonte
Golfo Saronicos, Grécia	Mergulho SCUBA	0–25 m	14,9	Katsanevakis e Katsarou, 2004
Golfo Aqaba, Costa da Jordânia	Mergulho SCUBA	Até 20 m	2800,0	Abu-Hilal e Al-Najjar, 2009
Arvoredo, Brasil	Mergulho SCUBA	3- 15 m	14,4	Machado e Fillmann, 2010
Ilha noroeste do Havaí, Lisianski	Plana sub ( <i>Snorkel</i> )	Até 10 m	0,0034	Donohue <i>et al.</i> , 2001
Ilha noroeste do Havaí, Atol Pearl e Hermes	Plana sub ( <i>Snorkel</i> )	Até 10 m	0,062	Donohue <i>et al.</i> , 2001
Baía de Todos os Santos, Brasil	<i>Snorkel</i>	Até 10 m	132,2	Presente estudo

Tabela 3. Média e desvio padrão ( $\pm 2$ ) dos resíduos sólidos amostrados em cada costão rochoso da Baía de Todos os Santos.Table 3. Mean and standard deviation ( $\pm 2$ ) marine debris sampled from each rocky reefs of the Todos os Santos Bay.

	Farol da Barra (P1)	Porto da Barra (P2)	Yacht/Marco Polo (P3)
<b>Média</b>	38 objetos	88,87 objetos	51,62 objetos
<b>Desvio Padrão (<math>\pm 2</math>)</b>	45,78	96,05	42,73

Foi verificada também uma ocorrência de variações entre os pontos tanto nas categorias mais representativas quanto entre o tipo de item encontrado (Tabela 3).

No Farol da Barra e Yacht/Marco Polo (P3), predominou a categoria do plástico ( $n= 138$  e  $n=135$ , respectivamente), enquanto na região do Porto da Barra (P2), o item mais encontrado foi madeira ( $n= 274$ ). Este fato ocorreu em virtude de um elevado consumo de gêneros alimentícios que utilizam madeira de origem antropogênica (ex. palito para “churrasco”, queijo coalho, camarão e picolé) (Figura 5).

Após analisar os gráficos anteriores nota-se que o Farol da Barra foi a única localidade que apresentou três escalas de grandeza, para as diferentes classes de resíduos encontrados. A presença de plástico e metal entre as três categorias mais representativas em todas as áreas apresenta um padrão de homogeneidade na deposição de resíduos dos pontos analisados, indicado também pela conectividade entre estas. Estes itens estariam intimamente relacionados com os usos múltiplos das atividades humanas (ex.: copos, embalagens, sacos plásticos, latas de metal).

Foram encontradas diferenças significativas através do teste de Kruskal-Wallis - ANOVA não paramétrica, entre cinco categorias de resíduos nas áreas de amostragem. No Farol da Barra para o item vidro ( $p = 0,0129$ ), no Porto da Barra, com a madeira ( $p = 0,0001$ ) e papel ( $p = 0,0246$ ), e no Yacht/Marco Polo, encontrou-se com apetrecho de pesca ( $p = 0,0001$ ) e papel ( $p = 0,0246$ ).

Com base nestas informações foi realizada uma comparação múltipla de Dunn para as diferenças estatísticas significativas. Percebeu-se que a elevada diferença do Farol

da Barra entre seus resíduos encontrados foi o vidro ( $p < 0,05$ ), devido a sua baixa freqüência de ocorrência naquele ponto. Já o Porto da Barra se diferenciou devido aos itens plástico e madeira ( $p < 0,05$ ), com uma elevada concentração destes itens. O Yacht/Marco Polo apresentou diferenças significativas nos seus resíduos, apetrecho de pesca, papel e outros ( $p < 0,05$ ).

Baseado nestes registros pôde-se atribuir aos resultados encontrados provavelmente as seguintes deduções:

O Farol da Barra apresenta menor fluxo de freqüentadores devido a sua estreita faixa arenosa emersa (somente exposta em baixa-mar), e uma proximidade de sua balaustrada da orla marítima da cidade, facilitando o direcionamento de resíduos diretamente ao mar. Nesta área ainda ocorre uma ampla dinâmica e influência das correntes em relação às demais áreas, por sua fisiografia. Com isso os resíduos podem estar sendo carreados em deposição a ambientes mais profundos.

O Porto da Barra apresenta um intenso e contínuo fluxo de freqüentadores das mais diversas atuações, atividades e segmentos. Este foi o local com maior quantidade de resíduos encontrados, e na grande maioria das categorias quando comparados (par a par) entre as áreas, à exceção de apetrecho de pesca e outros em P3.

Além de uma elevada geração de resíduos, P2 apresenta uma região de baía mais protegida e por isso denota-se que os resíduos encontrados são depositados na própria localidade (porção arenosa e ilhas de acumulação).

Em P3, foram registradas categorias similares às encontradas no Farol da Barra, apesar de apresentarem áreas

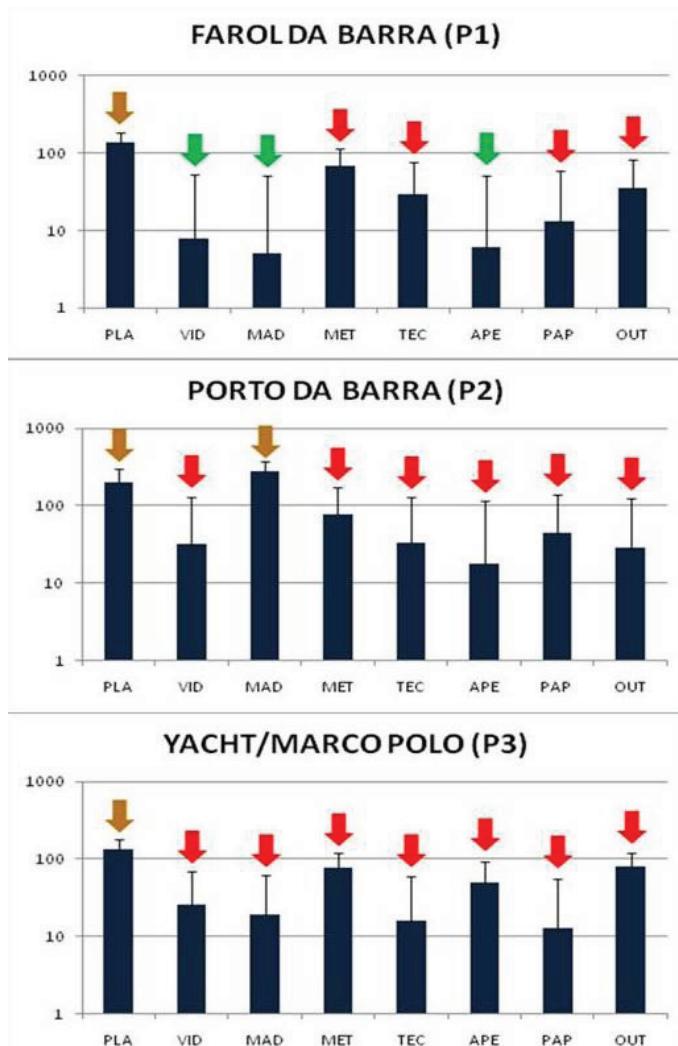


Figura 5. Distribuição dos resíduos sólidos amostrados por categoria em P1, P2 e P3 em escala logarítmica: 1-10 (verde); 10-100 (vermelho); 100-1000 (amarelo), e box splot do desvio padrão.

Figure 5. Distribution of marine debris sampling surveys in P1, P2 and P3 on a logarithmic scale: 1-10 (green), 10-100 (red), 100-1000 (yellow), and box splot standard deviation.

fisicamente diferentes, no entanto merecem destaque as categorias outros (ex. fraldas, pincel, latas de tinta, restos de roupa, fragmentos de embarcações) e apetrecho de pesca (ex. redes, linhas de nylon, chumbada). Estes resíduos tornam-se indicadores de uma elevada concentração de pesca artesanal no local e mau direcionamento dos resíduos gerados pela comunidade que vive no local e pescadores que a utilizam.

Estas observações registraram ainda que estes resíduos da pesca conhecida como “pesca fantasma” (Matsuoka et al., 2005; Chaves & Roberts, 2009), constantemente encontravam-se enroscadas e provocando danos as ramificações das colônias do hidrocoral *Millepora spp.* Outro fator que merece destaque nesta categoria é o registro da chumbada (proveniente de redes e pesca de linha), um metal cumulativo e tóxico no ambiente (Sousa, 2009) e sua contaminação representa uma séria ameaça não só a questão ambiental, como também de saúde pública.

Os níveis de uso e ocupação das áreas estudadas refletiram-se diretamente na abundância e diversidade dos

resíduos sólidos, tal como encontrado em outros estudos (IOC/FAO/UNEP, 1989; Golik & Gertner, 1992; Ivar do Sul, 2005). As áreas de maior fluxo e intensidade de uso apresentam uma maior proporção de lixo relacionado com o consumo, e na área onde ocorre habitação e pesca os itens foram relativos a estas atividades.

O lixo marinho e seus conseqüentes impactos enquadram-se num problema maior de gestão de resíduos. A gestão de resíduos sólidos está se transformando na maior preocupação de saúde pública e ambiental em diversos países que geralmente não dispõem de um sistema apropriado de gerenciamento desde a sua fonte e produção até o seu descarte ou processamento (UNEP, 2005).

No caso da orla de Salvador, entorno da BTS e região estudada é necessário um gerenciamento costeiro sistematizado pelo setor público proporcionando um ordenamento das práticas comerciais, condições de uso e práticas educativo-sociais para a população que frequenta e habita estas localidades.

## CONCLUSÕES

Os costões rochosos amostrados da Baía de Todos os Santos encontram-se contaminados por resíduos sólidos e existe possibilidade que este seja um padrão para ambientes recifais urbanos de toda a costa da Bahia. Os itens apresentaram uma fonte local de produção, tornando-os possíveis dispersores. A principal e preocupante tendência dos poluentes seriam ordenadamente o plástico, madeira, metal, apetrechos de pesca e outros, onde estes podem estar afetando diretamente a qualidade do ambiente.

Os impactos estão relacionados com a saúde do ambiente, a biota, a paisagem submarina, as atividades recreacionais, o comércio e, com isso, podem acarretar perdas sociais, ambientais, culturais e econômicas para o estado.

Contudo, ainda se torna difícil mensurar os reais impactos dos resíduos sólidos e demais poluentes no ambiente marinho, visto que a sua dinâmica e os processos oceanográficos envolvidos transbordam escalas locais. Percebe-se como componente necessária à integração de um monitoramento de longo prazo de forma padronizada do lixo marinho e passíveis de comparação, devido à grande quantidade de métodos aplicados e a integração de diversos avaliadores para um diagnóstico em níveis local a global mais representativo.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Católica do Salvador (UCSal), e todo o apoio logístico e de pessoal do Centro de Ecologia e Conservação Animal (ECOA), da Lacerta Consultoria, Projetos e Assessoria Ambiental e Centro de Pesquisa e Conservação dos Ecossistemas Aquáticos (BIOTA Aquática). Ao pesquisador Luciano G. P. A. Aguiar pelas contribuições ao estudo. A Dra. Alina Sá Nunes, Dr. Cláudio Sampaio e M.Sc. Henrique Browne pelas sugestões feitas ao trabalho. Aos revisores pelas valiosas sugestões ao manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

- Abul-Hilal, A.; Al-Najjar, T. – (2009). Marine litter in coral reef areas along the Jordan Gulf of Aqaba, Red Sea. Journal of Environmental Management, 90(2):1043–1049. DOI:10.1016/j.jenvman.2008.03.014.
- Amado-Filho, G.M.; Salgado, L.T.; Rebelo, M.F.; Rezende, C.E.; Karez, C.S.; Pfeiffer, W.C. (2008). Heavy metals in benthic organisms from Todos os Santos Bay, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 68(1):95-100. <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v68n1/a13v68n1.pdf>

- Carvalho-Souza, G.F. (2009) – Poluição Marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas. Monografia de conclusão de curso, 113p., Universidade Católica do Salvador (UCSal), BA, Brasil. [http://www.globalgarbage.org/monografia\\_gustavo\\_freire\\_de\\_carvalho-souza.pdf](http://www.globalgarbage.org/monografia_gustavo_freire_de_carvalho-souza.pdf)
- Chaves, P.T.; Roberts, M.C. (2009) - Extravio de petrechos e condições para ocorrência de pesca-fantasma no litoral norte de Santa Catarina e sul do Paraná. Boletim do Instituto de Pesca (ISSN: 1678-2291), 35(3):513-519, São Paulo, SP, Brasil. [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/35\\_3\\_513-519.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/35_3_513-519.pdf)
- Cirano, M.; Lessa, G.C. (2007) - Oceanographic Characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. Revista Brasileira de Geofísica (ISSN: 0102-261X), 25(4):363-387, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. <http://www.scielo.br/pdf/rbg/v25n4/a02v25n4.pdf>
- Coe, J.M.; Rogers, D.B. (eds.) (1997) - Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions. 432p., Springer-Verlag, New York, NY, USA. ISBN: 9780387947594.
- Derraik, J.G.B. (2002) - The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9):842-852. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00220-5
- Dominguez, J.M.L.; Bittencourt, A.C.S.P. (2009) – Geologia. In: Hatje, V. & Andrade, J. B. (eds.), Baía de Todos os Santos – Aspectos Oceanográficos, EDUFBA, Salvador, BA, Brasil. ISBN: 97885232059703.
- Donohue, M.J.; Boland, R.C.; Sramek, C.M.; Antonelis, G.A. (2001) – Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands: Diving surveys and debris removal in 1999 confirm threat to coral reef ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12):1301-1312. DOI:10.1016/S0025-326X(01)00139-4.
- Galgani, F; Jaunet, S.; Campillo, A.; Guenegen, X.; Hits, E. (1995) - Distribution and abundance of debris on the continental shelf of the North-Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 30(11):713-717. DOI:10.1016/0025-326X(95)00055-R.
- Galil, B.S.; Golik, A.; Turkay, M. (1995) - Litter at the bottom of the sea: A Sea bed survey in the Eastern Mediterranean, *Marine Pollution Bulletin*, 30(1):22-24. DOI:10.1016/0025-326X(94)00103-G.
- Genz, F.; Lessa, G.C.; Cirano, M. (2004) - The Impact of an Extreme Flood upon the Mixing zone of the Todos os Santos Bay, Northeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39: 707-712. <http://www.mcirano.ufba.br/ftp/articles/genz06.pdf>
- Ginsburg, R.N.; Kramer, P.; Lang, J.; Sale, P.; Steneck, R. (1998) - Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA). Revised Protocol, NOAA. <http://www.agrra.org>
- Golik, A; Gertner, Y. (1992) - Litter on the Israeli coastline. *Marine Environmental Research*, 33(1):1-15. DOI:10.1016/0141-1136(92)90002-4.
- Hatje, V.; Bicego, M.C.; Carvalho, G.C.; Andrade, J.B. (2009) – Contaminação Química – cap. VII. In: Hatje, V. & Andrade, J. B. (eds.), Baía de Todos os Santos – aspectos oceanográficos, p. 247-286, EDUFBA, Salvador, BA, Brasil. ISBN: 97885232059703.
- IOC/FAO/UNEP (1989) - Report of the IOC/FAO/UNEP review meeting on the persistent synthetic materials pilot survey. 46p., Haifa, Israel.
- Ivar do Sul, J. A. (2005) - Lixo Marinho na Área de Desova de Tartarugas Marinhas do Litoral Norte da Bahia: consequências para o meio ambiente e moradores locais. Monografia de Graduação, 53p., Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil. Disponível em [http://www.globalgarbage.org/monografia\\_juliana\\_ivar\\_do\\_sul.pdf](http://www.globalgarbage.org/monografia_juliana_ivar_do_sul.pdf).
- Katsanevakis, S.; Katsarou, A. (2004) - Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air, and Soil Pollution*, 159(1):325-337. DOI:10.1023/B:WATE.0000049183.17150.pdf
- Kubota, M. (1994) - A Mechanism for the Accumulation of Floating Marine Debris North of Hawaii. *Journal of Physical Oceanography* (ISSN: 0022-3670), 24(5):1059-1064. <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0485%281994%29024<1059%3AAMFTAO>2.0.CO%3B2>
- Lessa, G.C.; Cirano, M.; Genz, F.; Tanajura, C.A.S.; Silva, R. (2009) - A oceanografia física da Baía de Todos os Santos. In: Andrade J., Hatje V. (eds), Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos, v. 1. p. 69-119, EDUFBA, Salvador, BA, Brasil. ISBN: 97885232059703.
- Lessa G.C.; Dias, K. (2009) - Distribuição espacial das litofácies de fundo da Baía de Todos os Santos. *Quaternary and Environmental Geosciences* (ISSN: 2176-6142), 1(2):84-97, Curitiba, PR, Brasil. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/abequa/article/viewFile/14376/11360>
- Liu, Y.; Zheng, G.J.; Yu, H.; Martin, M.; Richardson, B.J.; Lam, M.H.W; Lam, P.K.S. (2005) - Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediments and mussel tissues from Hong Kong marine Waters. *Marine Pollution Bulletin*, 50(11):1173–1184. DOI:10.1016/j.marpolbul.2005.04.025.
- Machado, A.A.; Fillmann. (2010) - Estudo da contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo, reserva biológica marinha do Arvoredo - SC, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10(3):381-393. [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-215\\_Machado\\_small.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-215_Machado_small.pdf)
- Marques Jr, A.N.; Moraes, R.B.C.; Maurat, M.C. (2009) - Poluição marinha. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. (orgs), Biologia Marinha, Interciênciac, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788571932135.
- Matsuoka, T.; Nakashima, T.; Nagasawa, N. (2008) - A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science*, 71(4):691–702. DOI:10.1111/j.1444-2906.2005.01019.x.
- Neves, R.C.; Santos, L.A.S.; Oliveira, K.S.S.; Nogueira, I.C.M.; Loureiro, D.V.; Franco, T.; Farias, P.M.; Bourguignon, S.N.; Catabriga, G.M.; Boni, G.C.; Quaresma, V.S. (2011) - Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia da Barrinha (Vila Velha-ES). *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11(1): in press. [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-193\\_Neves.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-193_Neves.pdf)
- Nollkaemper, A. (1994) - Land-based discharges of marine debris: from local to global regulation. *Marine Pollution Bulletin*, 28(11):649-652. DOI:10.1016/0025-326X(94)90299-2.
- Ofiara, D.D.; Seneca, J.J. (2006) - Biological effects and subsequent economic effects and losses from marine pollution and degradations in marine environments: Implications from the literature. *Marine Pollution Bulletin*, 52(8):844–864. DOI:10.1016/j.marpolbul.2006.02.022.

- Pianowski, F. (1997) - Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil. Monografia de Gravação, 78p., Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil. <http://www.nema-rs.org.br/teses/residuos.pdf>
- Sampaio, C.L.S. (2006) - Monitoramento da Atividade de Coleta de Organismos Ornamentais Marinhos na Cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Dissertação de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil.
- Santos, I.R. (2005) - Naves flutuantes de plástico. Ciência Hoje (ISBN: 0101-8515), 37(220):64-65, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. [http://www.globalgarbage.org/naves\\_flutuantes\\_de\\_plastico.pdf](http://www.globalgarbage.org/naves_flutuantes_de_plastico.pdf)
- Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Ivar do Sul, J.A. (2009) - Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, 148(1-4):455-462. DOI:10.1007/s10661-008-0175-z.
- Spengler, A. (2009) - Resíduos sólidos bentônicos em ambientes recifais de Pernambuco e na abordagem das operadoras de mergulho. Dissertação de Mestrado, 74p., Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil. [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/id/39756745.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/39756745.html)
- Sousa, Janyeid Karla Castro (2009) - Avaliação de impactos ambientais causados por metais-traço em água, sedimento e material biológico na Baía de São Marcos, São Luís – Maranhão. Tese de Doutorado, 87p., Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. [http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese\\_Janyeid\\_Karla\\_Castro.pdf](http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Janyeid_Karla_Castro.pdf)
- Stefatos, A.; Charalampakis, M.; Papatheodorou, G.; Ferentinos, G. (1999) - Marine debris on the seafloor of the Mediterranean Sea: Examples from Two enclosed gulfs in Western Greece. Marine Pollution Bulletin, 36(5):389-393. DOI:10.1016/S0025-326X(98)00141-6.
- Szlinger-Richert, J.; Barska, I.; Mazerski, J.; Usydus, Z. (2009) - PCBs in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features and temporal trends during the period from 1997 to 2006. Marine Pollution Bulletin, 58(1):85-92. DOI:10.1016/j.marpolbul.2008.08.021.
- Tourinho, P.S.; Ivar do Sul, J.A.; Fillmann, G. (2010) - Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Marine Pollution Bulletin, 60(3):396-4010. DOI:10.1016/j.marpolbul.2009.10.013.
- UNEP - United Nations Environment Programme (2005) - Marine Litter. An Analytical Overview. 47p, Nairobi, Kenya. [http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl\\_overview.pdf](http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/anl_overview.pdf)
- Williams, I.D.; Walsh, W.J.; Tissot, B.N.; Hallacher, L.E. (2006) - Impact of observers experience level on counts of fishes in underwater visual surveys. Marine Ecology Progress Series, 310:185-191. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17693379>.