Revista da Gestão Costeira Integrada 10(3):381-393 (2010)
Journal of Integrated Coastal Zone Management 10(3):381-393 (2010)

www.aprh.pt/rgci
www.gci.inf.br

Estudo da contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo, reserva biológica marinha do Arvoredo - SC, Brasil *

Study of the contamination of litter in island Arvoredo, marine biological reserve of the Arvoredo - SC, Brasil

Arthur Antônio Machado [@, 1], Gilberto Fillmann [1]

RESUMO

A contaminação por resíduos sólidos no ambiente marinho é uma questão que deve ser tratada com cuidado, uma vez que a sua importância é crescente desde a substituição de materiais degradáveis por outros não degradáveis. A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA) enquadra-se na mais restritiva categoria das unidades de conservação integral. Apesar disso, a contaminação por resíduos sólidos tem sido evidente. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo quantificar e qualificar os resíduos sólidos encontrados na ilha do Arvoredo (27°17'S; 048°22'W), principal ilha da RBMA. Foram realizadas cinco coletas no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005, utilizando dois métodos de amostragem: a) coletas junto ao fundo através de técnicas de busca e recuperação utilizando mergulho autônomo e, b) manualmente na costa adjacente (coletando a totalidade de resíduos sólidos, exceto madeira, nas áreas amostradas). A metodologia de fundo foi utilizada em 15 amostragens ao longo das 5 saídas no Saco do Farol e no Saco do Vidal (fora da RBMA) e se mostrou viável para transparências acima de 1m e profundidades até 15m. Já as amostragens na costa da ilha foram realizadas em duas áreas distintas, no Saco das Balas (dentro da RBMA), e nos Sacos do Farol e Vidal (fora dos limites da RBMA). Os resultados demonstraram que há uma elevada contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo, tanto na costa quanto no fundo marinho. Os principais tipos de resíduos encontrados no fundo foram cabos, âncoras, pneus e linhas de pesca, enquanto que na costa foram isopores (que são utilizados como flutuadores de redes e em caixas térmicas para alimento e pescado) e garrafas e recipientes plásticos (utilizados para o transporte de bebidas e de óleo lubrificante e combustíveis). Os resíduos encontrados no presente estudo tiveram uma origem predominantemente marinha, oriunda provavelmente de embarcações de turismo e/ou pesqueiras que realizam suas atividades ao redor da Reserva.

Palavras-chave: Unidade de Conservação, mergulho autônomo, ilha costeira, resíduos sólidos.

@ - Autor correspondente: oceaam@yahoo.com.br
1 - Universidade Federal do Rio Grande

** Submissão – 3 Junho 2010; Avaliação – 27 Julho 2010; Recepção da versão revista – 23 Agosto 2010; Disponibilização on-line – 26 Agosto 2010*

ABSTRACT

Marine environment contamination by debris is an issue that must be treated carefully, since its importance grows due to the substitution of biodegradable for non-degradable materials. The Arvoredo Marine Biological Reserve (RBMA) is categorized as the most restrict conservation unit, according to Brazilian National Conservation Unit System (SNUC). Visitation in this kind of units is allowed for environmental education and scientific purpose only. Despite of that, the marine debris contamination is evident. Thus, this work identified and quantified all the debris found at Arvoredo Island (27°17'S; 048°22'W), the main island of RBMA. Samples were taken during 5 fieldworks (February 2004 (summer), May 2004 (autumn), July 2004 (winter), October 2004 (spring) and January 2005 (summer)) using two different sampling methods: a) bottom sampling by scuba diving using search and recovery technique and, b) manual sampling at the adjacent coastal shore (collected all debris in the sampling area except wood debris). The bottom sampling was used in 15 samples at Farol Bay and Vidal Bay (both outside from RBMA). The applied technique showed to be viable for waters with at least 1m of transparence and up to 15 meters. The coastal shore of the island was sampled in the Bala Bay (within the RBMA), and the Farol Bay and Vidal Bay (outside the boundaries of RBMA). Compared to others studies around the world, Arvoredo island showed high levels of contamination at sea bottom (an average of 14.4 items/ 1.000m²) and coastal shore (an average of 3.33 items/m). During the sampling period, the coastal shore located inside the RBMA was always more contaminated than the one located outside the conservation unit. Cable, anchor, tire and fishing line were the most common materials found at the bottom, while styrofoam (used in floating net artifacts and coolers for food and fish), bottles and other plastic recipients (used to carry juices, soft drinks, spirits, homemade chili, engine lubricating oil and fuel) were at coastal shore. Some of the recipients were even found full of lubricant oil and fuel. The residues found in this study had a predominantly marine origin, probably deriving from touristic boats and/or carrying out fishing activities around the conservation unit area. At least the presence of fishermen in the area is evident, since they use these kind of materials for daily on board activities.

Keywords: *Conservation Unit, scuba diving, coastal island, marine debris.*

1. INTRODUÇÃO

A contaminação por resíduos sólidos no ambiente marinho é uma questão que deve ser tratada com cuidado, uma vez que esta ameaça cresce desde o momento em que materiais degradáveis começaram a ser substituídos por outros não degradáveis no fabrico dos mais diferentes bens de consumo (Golik & Gertner, 1992). Dentre os ambientes que são afetados pelos resíduos sólidos destacam-se os oceanos abertos e as regiões costeiras. Diversos estudos nesses ambientes já foram realizados abordando diferentes aspectos do problema, como avaliação quali-quantitativa, efeito sobre a biota e fontes e destino dos contaminação (Merrell Jr., 1980; Vauk & Schrey, 1987; Laist, 1987; Pruter, 1987; IOC/FAO/UNEP, 1989; Richards & Dugan, 1989; Golik & Gertner, 1992; Sangodoyin, 1993; Bjorndal *et al.*, 1994; Kubota, 1994; Benton & Spencer, 1995; Araújo & Costa, 2004; Wetzel *et al.*, 2004; White, 2004; Ivar do Sul & Costa, 2007; Spengler & Costa, 2008; Ivar do Sul *et al.* 2009; Tourinho *et al.*, 2010).

Os efeitos junto à biota são imediatos e preferencialmente mecânicos, como enredamento e afogamento, diminuição na capacidade de procurar alimento e/ou evitar a predação, bloqueio do trato digestivo e ferimentos oriundos da associação de componentes abrasivos ou cortantes (Laist, 1987; Pruter, 1987; IOC/FAO/UNEP, 1989; Tourinho *et al.*, 2010). Os resíduos sólidos podem, ainda, causar efeitos aos seres humanos, como na indústria do turismo (depreciação estética) e no uso das águas para a navegação (Tomkin, 1989; Nollkaemper, 1994). Cortes por vidro e metais em usuários das praias e/ou ambientes costeiros, e o enredamento de mergulhadores em plásticos e redes, são citados como os principais efeitos diretos à saúde humana. Além disso, pescadores podem ter seus artefatos de pesca danificados pelos resíduos (UNESCO, 1994).

A maioria dos estudos de resíduos sólidos foi realizada em praias, e os estudos no fundo dos oceanos são poucos comuns (Bingel *et al.*, 1987; Galgani *et al.*, 1995; Galil *et al.*, 1995; Stefatos *et al.*, 1999; Galgani *et al.*, 2000), sendo ainda mais raros os que empregaram mergulho como técnica de amostragem dos resíduos sólidos. Spengler & Costa (2008) fizeram uma revisão de métodos utilizados para amostrar resíduos sólidos no fundo marinho e citam alguns estudos que utilizaram mergulho como ferramenta (Donohue *et al.*, 2001; Katsanevakis & Katsarou, 2004; Machado, 2006).

Dentre os estudos que empregaram o mergulho, Donohue *et al.* (2001) realizou suas pesquisas nas ilhas

do noroeste do Havaí utilizando tanto mergulho livre (sem equipamento autônomo), para procurar os resíduos sólidos, quanto mergulho autônomo, para coleta desses resíduos. No primeiro caso, uma avaliação preliminar da coluna de água foi feita em uma área de 1 a 2km por dois mergulhadores utilizando snorkel. Estes foram rebocados por uma pequena embarcação e utilizaram um balizamento com faixas paralelas para manter um padrão de procura visual. Durante as amostragens, os mergulhadores seguravam em um tipo de prancha, que possibilitava movimentos da superfície para o fundo e lateralmente (Plana Sub). As observações eram conduzidas somente quando os mergulhadores podiam observar facilmente o fundo marinho da superfície da água. A largura efetiva do perfil era determinada pela claridade da água.

Já Katsanevakis & Katsarou (2004) realizaram sua pesquisa na costa da Grécia. Os resíduos sólidos foram registrados por censo visual, durante mergulhos autônomos (SCUBA) em profundidades entre 0 e 25m. Durante cada mergulho foi realizado um perfil de 100 m² (50m x 2m) que, repetido 16 vezes, cobriu uma área de 1.600m² (16 x 50m x 2m) onde todos os resíduos sólidos (todos os tamanhos) foram registrados.

Estudos em ilhas também são poucos comuns, sendo que os despejos de embarcações foram identificados como a principal fonte dos resíduos nesses ambientes (Vauk & Schrey, 1987; IOC/FAO/UNEP, 1989; Richards & Dugan, 1989; Benton & Spencer, 1995; Otley & Ingham, 2003; Schärer, 2004; White, 2004). Em razão da susceptibilidade das ilhas costeira ao crescente problema da contaminação por resíduos sólidos no Brasil e da total ausência de estudos pretéritos (até o início deste estudo em 2004 os estudos em ilhas eram inéditos) (Machado, 2006; Spengler & Costa, 2008), o presente trabalho teve como objetivo avaliar a contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo (SC). Uma avaliação quali-quantitativa, espaço-temporal e da origem dos resíduos sólidos foi realizada tanto no costão rochoso, quanto no fundo marinho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Localizada no litoral central de Santa Catarina, ao norte da ilha de Santa Catarina, a RBMA (Reserva Biológica Marinha do Arvoredo) abrange uma área de 17.600 hectares e é formada pelas ilhas do Arvoredo, Deserta, Galé e Calhau de São Pedro. A área estudada compreende somente a ilha do Arvoredo (27°17'S e 048°22'W) (Figura 1) que é circundada por costões rochosos (não há praias arenosas). A profundidade no entorno da ilha varia entre 3 e 40m, sendo o fundo constituído principalmente por rochas e areia. É protegida na sua face oeste, formando um atracadouro que permite o desembarque de membros da Marinha do Brasil (responsáveis pela manutenção do farol de sinalização) e pessoas autorizadas pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais). Em razão da face oeste da ilha do Arvoredo não fazer parte da RBMA (Figura 1), há uma constante presença de embarcações (de pesca e lazer) ancoradas nesta face da ilha.

De acordo com as características geomorfológicas e o regime de ventos, a ilha do Arvoredo pode ser dividida, basicamente, em quatro regiões: face leste, face oeste, ponta norte e ponta sul (Cunha & Guerra, 2001). A face leste é a mais exposta à ação de ondas e possui somente uma enseada (Saco das Balas). Sua porção submarina possui uma declividade abrupta, atingindo rapidamente a isóbata dos 30m. A face oeste, contrariamente, possui uma declividade mais suave, mantendo sua profundidade entre 12 e 18m. Além disso, por ser voltada para o continente, ela é mais protegida da ação de ondas (Cunha & Guerra, 2001). A ponta norte e a ponta sul diferem quanto ao quadrante de ventos aos quais estão expostas. Segundo os autores referidos, na ilha do Arvoredo predominam ventos de nordeste que são substituídos por ventos do quadrante sudoeste, associados à penetração de frentes frias.

As amostras foram obtidas durante cinco coletas realizadas entre os anos de 2004 e 2005: fevereiro 2004 (verão), maio 2004 (outono), julho 2004 (inverno), outubro 2004 (primavera) e janeiro 2005 (verão). As amostragens foram realizadas de duas maneiras: 1) junto ao fundo, através de mergulho autônomo (Saco do Farol e Saco do Vidal); 2) manualmente no costão rochoso adjacente (Saco das Balas, Saco do Farol e Saco do Vidal) (Figura 1). Estes dois métodos foram empregados visando obter uma avaliação geral dos resíduos sólidos de uma mesma área. São técnicas

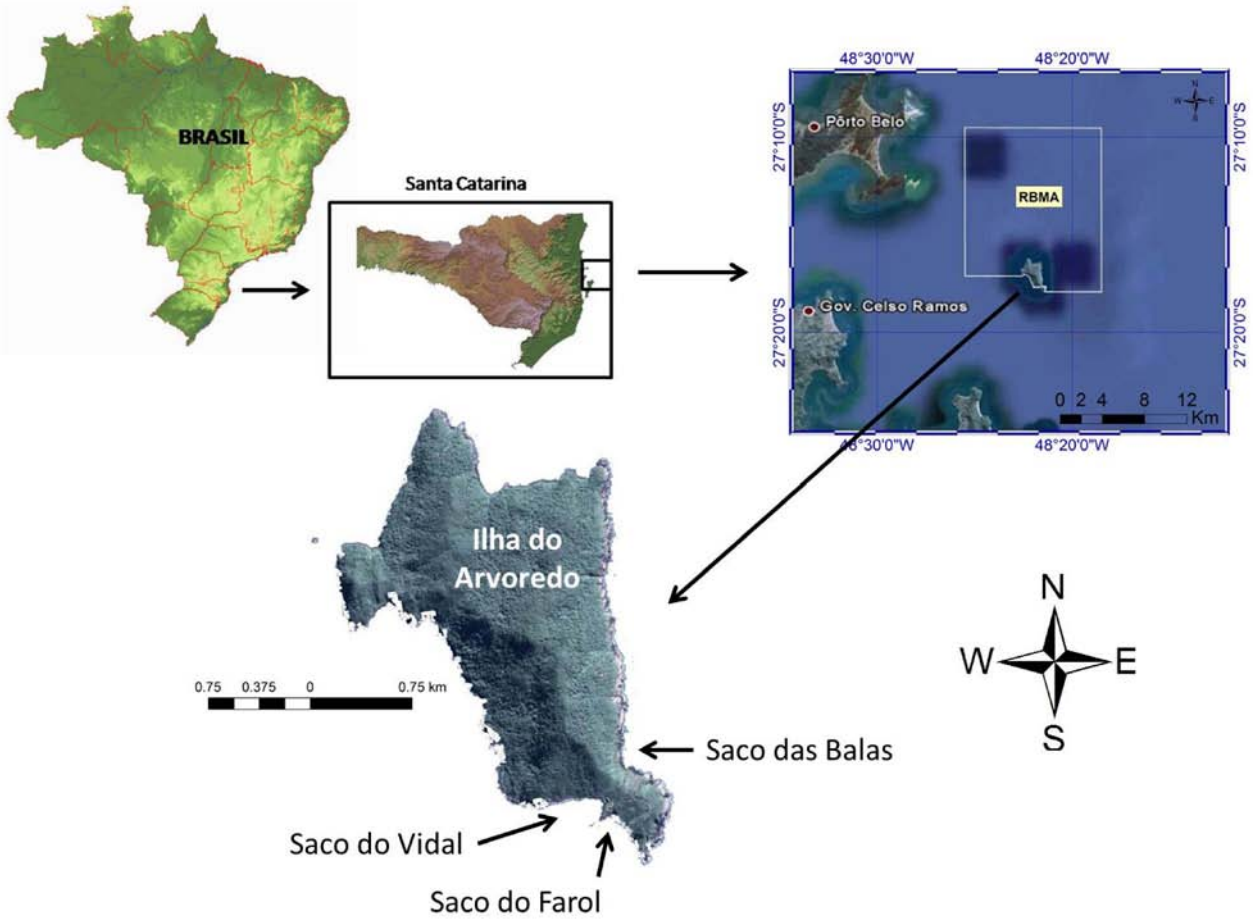

Figura 1 - Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA).
Figure 1 - Arvoredo Marine Biological Reserve (RBMA).

complementares, pois ao amostrar no fundo estão sendo avaliados os resíduos que possuem baixa flutuabilidade e, por isso, nem sempre chegam ao costão rochoso. Inversamente, somente os resíduos com alguma flutuabilidade são avaliados pelo método da amostragem no costão.

As amostragens de fundo foram realizadas exclusivamente na área fora da RBMA, em razão da dificuldade da realização de coletas de fundo na face exposta da ilha. O Saco do Farol e o Saco do Vidal foram escolhidos porque são locais onde há uma constante presença de embarcações, ficam próximos a base da reserva e numa região protegida, facilitando assim as amostragens e dando segurança aos mergulhadores. A região do Saco do Farol e do Saco do Vidal foi subdividida em 11 áreas quadradas com marcação visual até a profundidade de 15m (alinhando os pontos de acordo com referenciais visuais), tendo essas áreas entorno de 350m² cada.

A metodologia de fundo consistiu numa busca circular, onde os resíduos sólidos foram coletados através de técnicas de busca e recuperação durante mergulho autônomo na qual o mergulhador utiliza uma carretilha presa a um cabo que fica perpendicular ao fundo, com uma poita numa extremidade e uma bóia na outra. O mergulhador libera 1m de cabo da carretilha a cada 360º dados ao redor da poita, até completar nove metros de raio (Figura 2). Sendo assim, as buscas circulares totalizam uma área amostral de 254,5m². Todos os resíduos sólidos encontrados, independente do tamanho, foram coletados e armazenados em sacos de tela, sendo posteriormente analisados na própria ilha do Arvoredo.

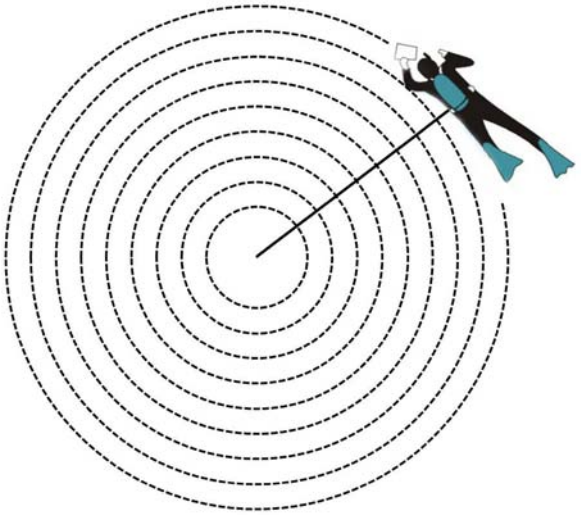

Figura 2- Metodologia de busca circular sugerida no presente trabalho.
Figure 2 - Circular search methodology suggested in this paper.

Este método de amostragem de fundo foi escolhido em razão das condições ambientais da ilha do Arvoredo e segurança dos mergulhadores, pois a ilha do Arvoredo tem águas claras e calmas no verão, e escuras e agitadas no inverno. Apesar da área amostrada no presente estudo ser menor do que as utilizadas por Donohue *et al.* (2001) e Katsanevakis & Katsarou (2004), a amostragem de fundo utilizada no presente estudo possibilita a amostragem em áreas com baixa visibilidade, e realiza a coleta dos resíduos sólidos, o que não ocorre no trabalho de Katsanevakis & Katsarou (2004). Caso necessário, a área amostrada pode ser aumentada com um número maior de mergulhos no local de estudo.

Os resíduos de fundo encontrados foram computados item a item, por haver poucos tipos de materiais. Resíduos que estavam aderidos ao fundo por incrustações não foram retirados, porque a sua retirada implicaria em danos ao ambiente. A cada saída foram realizados mergulhos em três áreas sorteadas aleatoriamente no Saco do Farol e no Saco do Vidal (fora da RBMA), totalizando 763,5m² de área amostrada. Um total de 15 mergulhos foi realizado nessas enseadas ao longo das cinco saídas. Os resultados foram expressos em número de itens por 1.000m² de área amostrada. Para verificar se houve diferença no número médio de resíduos sólidos coletados no fundo ao longo das saídas foi utilizada análise de Variância (ANOVA) de um fator (*One-way* ANOVA) com intervalo de confiança de 95% (< 0,05). A normalidade dos dados foi testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias dos mesmos através do teste de Levene.

As amostragens do costão rochoso foram realizadas através da coleta manual dos resíduos sólidos percorrendo todo o comprimento da linha de costa da área a ser amostrada. O comprimento da linha de costa foi definido pelo tipo de costão rochoso em relação à deposição de resíduos sólidos, isto é, os resíduos se depositam preferencialmente nas enseadas com um declive mais suave e com rochas mais retrabalhadas pelas ondas e, em menor proporção, em paredões íngremes com rochas maiores.

As amostragens ocorreram em duas áreas distintas: dentro (Saco das Balas - 79m de extensão) e fora dos limites da RBMA (Saco do Farol e Saco do Vidal - 198,5m de extensão), sendo estes dois últimos sacos considerados a mesma área amostral, por ser um a continuação do outro (Figura 1). Estas áreas foram escolhidas por se localizarem e representarem áreas tanto fora quanto dentro da RBMA, estarem localizados nas duas principais faces da ilha e por sua localização próxima à base da Reserva, facilitando o trabalho de coleta e transporte dos resíduos sólidos coletados. A largura dos perfis amostrados foi de aproximadamente 10m para as duas áreas em todas as saídas, abrangendo desde a linha da água até a vegetação.

A totalidade dos resíduos sólidos, nas áreas amostradas no costão, foi coletada, sendo processada quali-quantitativamente e separados os itens conforme a categoria a que pertenciam: plásticos, isopor, material de pesca, borracha, espuma e diversos (papel, vidros, metais, tecidos, pneus, *tetra pak*, pilhas, bola de futebol e vassoura). Apesar de se apresentarem em grande número na RBMA, não foram computados itens pertencentes à categoria madeira devido à dificuldade na retirada desse material do costão, o que poderia causar uma superestimação na quantificação, já que o mesmo item poderia ser contado mais de uma vez. Todos os resíduos sólidos amostrados foram desembarcados na cidade de Florianópolis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho foram analisados de forma a facilitar a visualização dos padrões sazonais e de origem dos resíduos sólidos que contaminam o fundo e a costa das enseadas da ilha do Arvoredo (RBMA).

3.1 Resíduos sólidos no fundo

Os resíduos sólidos coletados nas amostragens de fundo não foram separados por categorias (plásticos, espuma, material de pesca, borracha, isopor), mas computados por itens específicos, como linhas, cabos, filmes plásticos, poitas, chumbos de pesca e pneus, por serem poucos e por terem, a maioria, a mesma origem, ou seja, descartes de embarcações (pesqueiras e de lazer). Os principais resíduos encontrados no Saco do Farol e no Saco do Vidal (fora da RBMA) foram linhas, cabos, filmes plásticos, poitas, chumbos de pesca e pneus, perfazendo uma média geral ao longo das cinco coletas sazonais de 14,4 itens/1.000m². As linhas de pesca (51,8%) e os cabos (24,1%) foram os resíduos sólidos com maior número de itens no fundo marinho. As poitas (7,5%) sempre estavam presas a um cabo, o qual estava cortado na extremidade próxima à superfície da água. Esta evidência indica que a poita ficou presa ao fundo rochoso, sendo abandonada no local pelas embarcações. A totalidade dos pneus encontrados no fundo marinho (3,7%) tinha furos nas laterais, indicando que também tem sua origem nas embarcações que vêm à ilha, seja para atividades comerciais ou turísticas. Neste caso específico, os pneus foram utilizados como defensas para as embarcações.

As saídas no verão e outono de 2004 foram as que apresentaram o maior número médio de resíduos com 17 itens/1.000m² e 19,6 itens/1.000m², respectivamente (Figura 3). Entretanto, a análise de Variância (ANOVA) (gl= 4; p=0,3749) demonstrou que não ocorreu diferença significativa na contaminação de fundo ao longo das cinco saídas. Apesar disso, o maior número de embarcações de pesca que se dirigem para a ilha do Arvoredo entre os meses de novembro a abril (UNIVALI/CTTMar, 2004) poderia acarretar numa maior contaminação.

O nível de contaminação encontrado na ilha do Arvoredo (14,4 itens/1.000m²) é comparável ao da região costeira do golfo *Saronicos* na Grécia (14,9 itens/1.000m²), uma área muito populosa e altamente industrializada, considerada altamente contaminada por resíduos sólidos (Katsanevakis & Katsarou, 2004) (Tabela 1). A comparação com estudos realizados em regiões oceânicas é limitado, uma vez que estes ambientes estão normalmente distantes das fontes continentais de contaminação. Porém, é interessante mostrar que, tanto

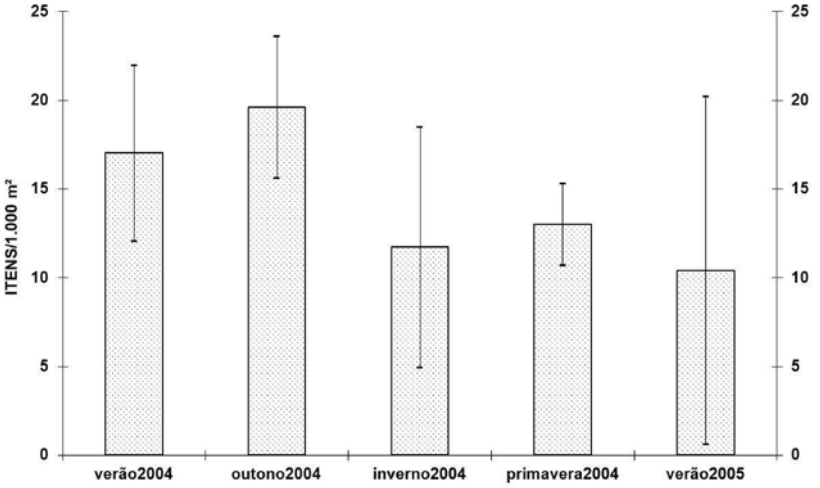

Figura 3 – Médias e desvios padrão (n = 3) de resíduos sólidos amostrados no fundo do Saco do Farol e do Saco doVidal (fora da RBMA).
Figure 3 - Mean and standard deviation (n = 3) marine debris sampled in the bottom of the Farol Bay / Vidal Bay (outside the RBMA)

em ambientes costeiros quanto em ambientes oceânicos, há uma forte presença de resíduos sólidos no fundo marinho, demonstrando uma contaminação ampla dos oceanos por resíduos sólidos.

3.2 Resíduos sólidos na costa

Os resíduos sólidos amostrados no costão rochoso da ilha do Arvoredo foram separados nas seguintes categorias: plásticos, espuma, material de pesca, borracha, isopor. Os materiais com abundância menor que 1% do total de resíduos sólidos amostrados (papel, vidros, metais, tecidos, pneus, *tetra pak*, pilhas, bola de futebol) foram classificados como diversos.

Os resíduos sólidos das categorias isopor e plásticos predominaram nas coletas, perfazendo mais de 90% dos resíduos sólidos amostrados. Considerando as duas áreas de amostragem, os isopores chegaram a 48% dos resíduos coletados fora da RBMA e 54,7% dentro da RBMA, enquanto que os plásticos chegaram a 38,7% fora da RBMA e 37,8% dentro da RBMA. Essas duas categorias são compostas por materiais com grande flutuabilidade, sendo facilmente transportadas pela ação de correntes e vento.

Os isopores são bastante utilizados em embarcações pesqueiras e de lazer, como flutuadores de redes, bóias e recipientes (caixas térmicas) para manter refrigerados o pescado e os mantimentos. Por serem frágeis, leves e com grande flutuabilidade, são facilmente perdidos no mar pelas embarcações. As correntes fazem com que os isopores derivem até encontrar um local em que fiquem presos. Com base nestes fatos, podemos supor que a principal origem dos isopores são embarcações pesqueiras e de turismo ou recreação, já que o material encontrado na ilha do Arvoredo se compunha principalmente de fragmentos de isopores e algumas bóias (Figura 4C).

Os plásticos foram sempre mais abundantes na área amostrada dentro da RBMA do que na área amostrada fora da RBMA, chegando a um máximo de 588,6 itens/100m de linha de costa no outono de 2004 (Tabela 2). A categoria plásticos é composta por garrafas pet (Figura 4B), tampas, copos, filmes plásticos, potes e fragmentos plásticos, sendo as garrafas pet predominantes nas duas áreas amostradas (Figura 5).

Figura 4 – A: Rede de Pesca, B: Garrafas Pet e C: Isopores
Figure 4 - A: Fishing Net, B: Pet Bottles and C: Styrofoam

Tabela 1 – Comparação dos resultados de abundância de resíduos sólidos bentônicos na área de estudo e de outras regiões do mundo.
Table 1 - Comparison of the abundance of marine benthic debris in the study area and other regions of the world.

LOCAL	METODOLOGIA	PROFUNDIDADE	AMBIENTE	MÉDIA ITENS/1.000m²
Leste do Mediterrâneo	Arrasto	194 – 4.614m	Oceânico	2,4
Golfo de *Echinadhes*	Arrasto	247 - 360m	Oceânico	0,089
Golfo de *Patras*	Arrasto	80 - 120m	Oceânico	0,24
Golfo de *Lion*	Arrasto e Submergível Tripulado	plataforma continental	Oceânico	0,14
Mar Adriático	Arrasto e Submergível Tripulado	plataforma continental	Oceânico	0,38
Golfo de *Lion*	Arrasto e Submergível Tripulado	Alto-Mar até 700m	Oceânico	0,14
Noroeste do Mediterrâneo	Arrasto e Submergível Tripulado	plataforma continental	Oceânico	1,94
Atois *Pearl* e *Hermes* (Havaí)	Plana Sub (*Snorkel*)	10m	Costeiro	0,06
Ilha *Lisianski* (Havaí)	Plana Sub (*Snorkel*)	10m	Costeiro	0,03
Grécia	Censo Visual (mergulho autônomo)	até 25m	Costeiro	14,9
Arvoredo	**Censo Visual (mergulho autônomo)**	**3- 15m**	**Costeiro**	**14,4**

Tabela 2 – Número de itens (itens/100m) e porcentagem de cada categoria de resíduos sólidos de acordo com a estação do ano e local amostrado na costa.
Table 2 - Numeric values (items/100m) and percentage of each category of marine debris according to season and location sampled on the coast.

	CATEGORIAS	DENTRO DA RBMA		FORA DA RBMA		TOTAL
		nº itens/100m	%	nº itens/100m	%	% total amostrado
OUTONO 2004	Isopor	503,8	43,35	129,5	62,89	
	Plásticos	588,6	50,65	58,4	28,36	
	Espuma	30,4	2,62	5,5	2,67	
	Material de Pesca	11,4	0,98	2,5	1,21	
	Borracha	19	1,63	4,5	2,19	
	Diversos	9	0,77	5,5	2,67	
	TOTAL	1.162,20	100	205,9	100	
	%do Total	**52,88%**		**45,59%**		**51,64%**
INVERNO 2004	Isopor	149,4	64,12	17,6	33,02	
	Plásticos	60,8	26,09	21,7	40,71	
	Espuma	7,6	3,26	4,5	8,44	
	Material de Pesca	6,3	2,7	5,5	10,32	
	Borracha	5,1	2,19	0,5	0,94	
	Diversos	3,8	1,63	3,5	6,57	
	TOTAL	233	100	53,3	100	
	%do Total	**10,60%**		**11,80%**		**10,81%**
PRIMAVERA 2004	Isopor	124,1	65,8	11,1	19,68	
	Plásticos	50,6	26,83	34,3	60,82	
	Espuma	7,6	4,03	2,5	4,43	
	Material de Pesca	2,5	1,33	3,5	6,21	
	Borracha	1,3	0,69	1,5	2,66	
	Diversos	2,5	1,33	3,5	6,21	
	TOTAL	188,6	100	56,4	100	
	%do Total	**8,58%**		**12,49%**		**9,25%**
VERÃO 2005	Isopor	424	69,06	58,4	42,94	
	Plásticos	131,7	21,45	60,5	44,49	
	Espuma	15,2	2,48	3	2,21	
	Material de Pesca	26,6	4,33	5	3,68	
	Borracha	6,3	1,03	7,1	5,22	
	Diversos	10,2	1,66	2	1,47	
	TOTAL	614	100	136	100	
	%do Total	**27,94%**		**30,12%**		**28,31%**
TOTAL DAS EXPEI	Isopor	1.201,30	54,66	216,6	47,96	
	Plásticos	831,7	37,84	174,9	38,73	
	Espuma	60,8	2,77	15,5	3,43	
	Material de Pesca	46,8	2,13	16,5	3,65	
	Borracha	31,7	1,44	13,6	3,01	
	Diversos	25,5	1,16	14,5	3,21	
	TOTAL	2.197,80	100	451,6	100	
	%do Total	**100,00%**		**100,00%**		**100,00%**

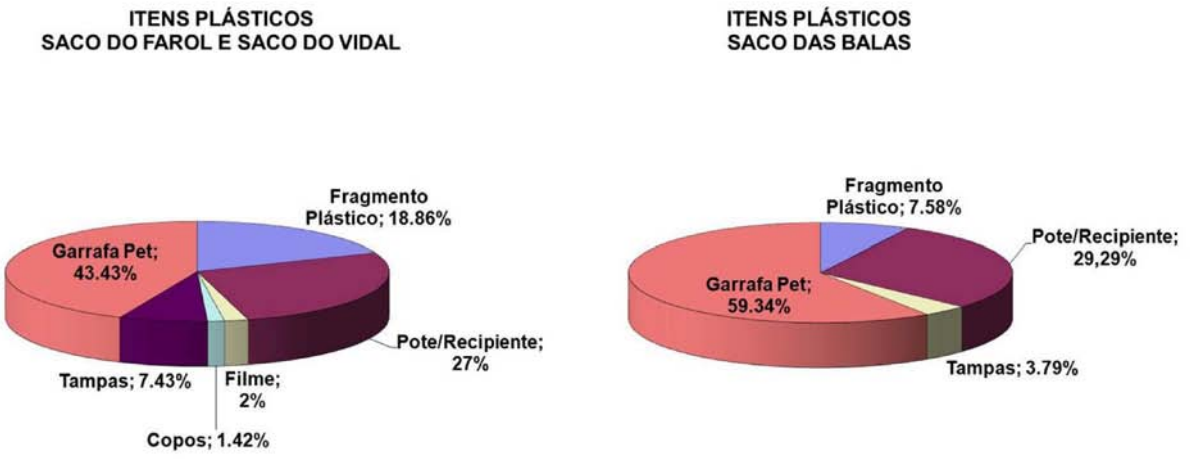

Figura 5 - Porcentagens dos itens da categoria plásticos fora e dentro da RBMA
Figure 5 - Percentage of items of category plastic inside and outside the RBMA

A origem destes resíduos pode ser tanto de embarcações que operam próximas a RBMA, de atividades terrígenas (ex.: resíduos oriundos das cidades costeiras), como também de aportes oceânicos, uma vez que foram coletadas garrafas de origem estrangeiras, assim como garrafas pet com incrustações, mostrando que estas permaneceram um certo tempo no mar. Dentro de algumas garrafas pet foram encontrados diferentes produtos, tais como cachaça, pimenta caseira, diesel e gasolina, indicando o seu uso por pescadores, principalmente, que utilizam estas garrafas como recipientes nas atividades diárias a bordo das embarcações. Entre os potes/recipientes foram encontrados galões com óleo lubrificante e combustíveis, que tem sua possível origem nas embarcações de pesca e turismo ou recreação, onde são utilizados na manutenção dos motores.

A categoria espuma, composta por espuma de colete salva-vida, bóias espaguete e pedaço de forro de barco, representou 2,8% e 3,4% dos resíduos sólidos encontrados dentro e fora da RBMA, respectivamente, sendo as espumas de colete salva-vida a mais abundante.

O material de pesca ficou com 3,7% da composição de resíduos sólidos encontrados fora dos limites da reserva, e 2,1% dentro da RBMA. Esta categoria é bastante importante pelos danos potenciais que pode causar após sua perda no ambiente. O movimento de utensílios de pesca em fundos marinhos rasos destrói a fauna e a flora bentônica e captura organismos da macrofauna, como peixes, golfinhos e tartarugas (Donohue, 2001). Os principais itens desta categoria são cabos, linhas e redes de pesca (Figura 4A), sendo que os cabos representam mais de 70% dos itens de pesca encontrados dentro e fora da RBMA. Em relação à origem destes materiais, podem-se citar embarcações pesqueiras, que realizam suas atividades ao redor da reserva.

A categoria borracha representou 1,4% e 3,0% dos resíduos sólidos encontrados dentro e fora da RBMA, respectivamente. Os principais itens desta categoria foram chinelos, fragmentos de borracha (pedaços de chinelos e câmeras de pneu) e solados de calçados. Chinelos foi o item mais encontrado, chegando a 71,8% e 70,56% dentro e fora da RBMA, respectivamente.

A categoria Diversos teve uma distribuição semelhante às demais categorias nas 4 saídas, com os maiores valores dentro da RBMA nas saídas do outono de 2004 (9 itens/100m) e verão de 2005 (10,2 itens/100m) (Tabela 2). Os metais (57% do total) foram os materiais mais abundantes da categoria Diversos, seguido pelos vidros (23%). Os principais tipos de metais amostrados foram latas, fragmentos e alguns latões acima de 5 litros, enquanto que predominaram os fragmentos e algumas lâmpadas na categoria vidros.

Apesar das diferenças morfodinâmicas das duas áreas amostradas, a distribuição das categorias de resíduos sólidos amostrados dentro e fora da RBMA é semelhante, indicando fontes comuns desses resíduos. Apesar desta semelhança, uma grande diferença foi observada no número de itens entre as duas áreas, onde o número de itens coletados dentro da RBMA foi sempre

muito superior. Os valores chegaram a 1.162 itens/100m dentro da RBMA e 206 itens/100m fora da RBMA no outono de 2004, e 614 itens/100m dentro da RBMA e 136 itens/100m fora da RBMA no verão de 2005. Estes foram os dois períodos com o maior número de itens amostrados, representando quase 80% de todo o resíduo encontrado durante o monitoramento (51,64% no outono de 2004 e 28,31% no verão de 2005) (Tabela 2).

Esse padrão de distribuição dos resíduos sólidos pode ser explicado pela temporada de "verão" de Santa Catarina, que vai da segunda quinzena de novembro até a Páscoa, assim como pela maior atividade pesqueira neste período (UNIVALI/CTTMar, 2003; 2004). No período de verão também aumenta o número de pessoas no litoral catarinense, com isso, também aumenta a participação da fonte continental de resíduos na costa, que são os resíduos sólidos com maior flutuabilidade como plástico. Neste mesmo período os isopores (que são utilizados como flutuadores de redes e para manter refrigerados mantimentos e o pescado) e garrafas e recipientes plásticos (utilizados para o transporte de bebidas e de óleo lubrificante para motores a diesel) foram predominantes. Com o grande número de embarcações na costa de Santa Catarina no período de verão e outono, e a falta de controle e fiscalização das autoridades em relação aos resíduos sólidos lançados por embarcações de turismo e pesca, é provável que ocorra também um aumento na quantidade de resíduos sólidos lançados ao mar. Tanto os dados do costão rochoso, quanto os dados de fundo demonstraram uma maior quantidade de resíduos sólidos nestes meses de veraneio, os quais teriam nas embarcações grande parte da sua origem (Tabela 2, Figura 3).

Os resultados na costa da ilha do Arvoredo foram comparados com trabalhos realizados em outras ilhas, que também identificaram a fonte marinha (embarcações e por correntes) como principal origem dos resíduos sólidos (Tabela 3). A distância da costa de algumas ilhas estudadas dificulta o aporte continental de resíduos. Uma comparação por categoria demonstra que, apesar da categoria isopor ter sido a mais abundante na ilha do Arvoredo (53,5%), se encontra em terceiro lugar em estudos realizados na Sicília (6%), Chipre (5,7%) e não aparece entre as principais categorias nos demais estudos (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparação entre resultados de abundância de resíduos sólidos na costa da RBMA e de outras regiões do mundo com estudos realizados em ilhas.
Table 3 - Comparison of results of the abundance of marine debris in the coastline of the RBMA and other regions of the world with studies conducted in the islands.

LOCAL	POPULAÇÃO	TIPO de COSTA	MÉDIA	ABUNDÂNCIA		
			(Itens/m)	1ª	2ª	3ª
SICÍLIA	GRANDE	praia	102	pl 49,3%	mad 29,4%	iso 6%
CHIPRE	GRANDE	praia	10,4	pl 65,5%	out 20,8%	iso 5,7%
OENO ATOLL	Não é habitada	recife de coral	1,76	pl 56%	vd 17%	bóia 8%
BANTHULA AUSTRALIA	PEQUENA	praia	0,25	pl 83,6%	pp 8,9%	mt 2,5%
SALT LAKE AUSTRALIA	PEQUENA	praia	0,62	pl 84,4%	bo 9,1%	vd 4,5%
SOUTH POINT AUSTRALIA	PEQUENA	praia	0,15	pl 71,6%	vd 18,5%	bo 7,4%
ILHA *MONA* PORTO RICO	Não é habitada	praia e recife de coral	-	mp 48%	out 17%	vd 14%
FALKLANDS	Não é habitada	praia	0,12	pl 74%	tc 12%	vd 11%
FORA DA RBMA	**Não é habitada**	**costão**	**1,15**	**iso 47,96%**	**pl 38,73%**	**mp 3,65%**
DENTRO DA RBMA	**Não é habitada**	**costão**	**5,51**	**iso 54,66%**	**pl 37,84%**	**esp 2,77%**
ILHA DO ARVOREDO	**Não é habitada**	**costão**	**3,33**	**iso 53,52%**	**pl 37,99%**	**esp 2,88%**

Legenda: pl (plástico), iso (isopor), out (outros), mad (madeira), pp (papel), mp (material de pesca), vd (vidro), mt (metal), bo (borracha) bóia (bóia), tc (tecido) e esp (espuma)

A categoria plástico, que foi a segunda categoria mais abundante na ilha do Arvoredo (38%), foi a mais abundante em ilhas costeira da Sicília (49,3%), Chipre (69,5%) e Austrália (*Elcho Banthula* - 83,6% e *Salt Lake* - 84,4%). Porém, há estudos em que o plástico não é a categoria mais abundante, como nas ilhas *Mona* em Porto Rico (13%), sendo a quarta categoria mais abundante. A categoria material de pesca representou 2,4% do total de resíduos sólidos amostrado na ilha do Arvoredo. Já nas ilhas *Mona* em Porto Rico que, apesar de não serem habitadas, são freqüentadas por pescadores, o material de pesca foi o resíduo sólido mais amostrado (48%).

No estudo realizado por White (2004) na Austrália, a contaminação no ambiente foi predominantemente por artigos sintéticos, como plásticos e borrachas, de origem marinha (49% trazidos por correntes da Ásia) e que apesar de apresentar os menores valores médios gerais de resíduos sólidos quando comparada com outros estudos, já é uma área considerada seriamente contaminada. O status de altamente contaminada também pode ser dado a ilha do Arvoredo, que apresentou valores de resíduos sólidos superiores a outras ilhas, a exceção da Sicília (102 itens/m) que apresentou valores extremos (Tabela 3).

4. CONCLUSÃO

O fundo marinho e a costa na área estudada da ilha do Arvoredo apresentam constante contaminação por resíduos sólidos, com níveis considerados elevados ao longo do ano (máximos de 19,6 itens/ 1.000m² no fundo e 11,6 itens/m na costa) quando comparados com outras regiões do mundo.

Nas amostragens de fundo, os itens mais abundantes foram linhas, cabos e poitas. O isopor e o plástico representam o maior problema dentre os contaminantes coletados na costa, em função da grande quantidade e freqüência encontrada na ilha do Arvoredo e, principalmente, por ambos terem um alto tempo de residência no ambiente.

Os resíduos sólidos encontrados na costa e no fundo marinho da ilha do Arvoredo têm duas fontes de origem distintas: a) continental, a partir das cidades costeiras próximas à ilha do Arvoredo e b) marinha, oriunda das embarcações (pesqueiras, turismo e lazer), sendo esta última a principal com base nos resíduos encontrados na ilha.

BIBLIOGRAFIA

Araújo, M.C.B.; Costa, M.F. (2004) - Quali-quantitative analysis of the solid wastes at *Tamandaré* bay, *Pernambuco*, Brazil. *Tropical Oceanography* (ISSN-1679-3013), 32(2):159-170. (disponível em http://www.artigocientifico.com.br/uploads/artc_1151246934_35.pdf)

Benton, T.G.; Spencer, T. (1995) - From castaways to throwaways: marine litter in the Pitcairn islands. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56: 415-422. (http://dx.doi.org/10.1006/bijl.1995.0077).

Bingel, F.; Avsar, D.; Unsal, M. (1987) - A note on plastic materials in trawl catches in the northeastern Mediterranean, *Meeresforsch* (ISSN-0341-6836), 31:227-233.

Bjorndal, K.A.; Bolten, A.B.; Lagueux, C. (1994) - Ingestion of marine debris by juvenile sea turtle in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin*, 28(3):154-158. http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(94)90391-3.

Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (2001) - *Geomorfologia do Brasil.* 2ª Edição, 321p., Editora Bertrand, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. (ISBN: 8528606708).

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: 1301-1312. http://dx.doi.org/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: 713-717. http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(95)00055-R.

Galgani, F.; Leaute, J.P.; Moguedet, P.; Souplet, A.; Verin, Y.; Carpentier, A.; Goraguer, H.; Latrouite, D.; Andral,B.; Cadiou, Y.;Mahe, J.C.; Poulard, J.C.; Nerisson, P. (2000) - Litter on the sea floor along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*. 40:516-527. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00234-9.

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: 22-24. http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(94)00103-G

Golik, A. & Gertner, Y. (1992) - Litter on Israeli coastline. *Marine Environmental Research*, 33:1-15. http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136(92)90002-4.

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.; Costa, M. C. (2007) - Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin*, 54(8):1087-1104. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004.

Ivar do Sul, J.A.; Spengler, A.; Costa, M. F. (2009) - Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 58(8):1236-1238. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.05.004.

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*, 159:325-337. http://dx.doi.org/10.1023/B:WATE.0000049183.17150.df.

Kubota, M. (1994) - A mechanism for accumulation of floating marine debris north of Hawaii. *Journal of Physical Oceanography* (ISSN: 0022-3670), 24(5):1059-1064.

Laist, D.W. (1987) - Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):319-326. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80019-X.

Machado, A.A. (2006) - *Estudo da contaminação por resíduos sólidos na ilha do Arvoredo: Principal ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC.* Monografia de graduação, 43p., Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil. Disponível em http://artigocientifico.tebas.kinghost.net/uploads/artc_1151080913_23.pdf

Merrell Jr., T.R. (1980) - Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. *Marine Environmental Research*, 3(3):171-184. http://dx.doi.org/10.1016/0141-1136(80)90025-2.

Nollkaemper, A. (1994) - Land-based discharges of marine debris: from local to global regulation. *Marine Pollution Bulletin*, 28(11):649-652. http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(94)90299-2.

Otley, H. & Ingham, R. (2003) - Marine debris surveys at Volunteer Beach, Falkland Islands, during the summer of 2001/02, Marine Pollution Bulletin, 46(12):1534-1539. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00314-X.

Pruter, A.T. (1987) - Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):305-310. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80016-4.

Richards, D. & Dugan, J. (1989) - *Marine debris survey annual report Channel Islands National Park*. 16p., Ventura, California. (*Unpublished Report*).

Sangodoyin, A.Y. (1993) - Domestic waste disposal in southwest Nigeria. *Environmental Management and Health*, 4(3):20-23. http://dx.doi.org/10.1108/09566169310043061.

Schärer, Michelle T. (2004) - *Mona Channel Marine Debris Removal (Puerto Rico).* Final Report to Amigos de Amoná, Inc. 37pp. (disponível em http://www.aoml.noaa.gov/general/lib/CREWS/Cleo/PuertoRico/prpdfs/sharer-mona.pdf) -

Spengler, A. & Costa, M. F. (2008) - Methods applied in studies of benthic marine debris, *Marine Pollution Bulletin*, 56(2):226-230. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.09.040.

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*. 36:389-393. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00141-6.

Tomkin, J. (1989) - 'Plastic pollution: turning the tide', *Australian Fisheries*, January, 16-17.

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):396-401. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.013.

UNESCO (1994) - *Marine Debris: Solid waste management action plan for the Wider Caribbean*. IOC – Intergovernmental Oceanographic Commission, Technical Series 41. 20p., UNESCO. (disponível em http://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/Technical/098531eo.pdf) -

UNIVALI/CTTMar. (2004) - *Boletim Estatístico da Pesca Industrial de Santa Catarina - Ano 2002*. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, 93p., Itajaí, SC, Brasil. (disponível em http://siaiacad04.univali.br/download/pdf/boletim_2002.pdf)

UNIVALI/CTTMar. (2004) - *Boletim Estatístico da Pesca Industrial de Santa Catarina - Ano 2003*. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, 80p., Itajaí, SC, Brasil. (disponível em http://siaiacad04.univali.br/download/pdf/boletim_2003.pdf)

Vauk, G.J.M.; Schrey, E. (1987) - Litter pollution from ships in the German Bight. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):316-319. http://dx.doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80018-8.

Wetzel, L.B.; Fillmann, G.; Niencheski, L.F.H. (2004) - Litter contamination processes and management perspectives on the southern Brazilian. *International Journal of Environment and Pollution*, 21(2):153-165. http://dx.doi.org/10.1504/IJEP.2004.004182.

White, D. (2004) - *Marine debris in northern territory waters 2003*, WWF Report, 34p., ISBN: 1875941665). (disponível em http://www.wwf.org.au/publications/marine_debris_2003.pdf)