

Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008*

Seasonal, spatial and compositional variation of beach debris along of the eastern margin of Guanabara Bay (Rio de Janeiro) in the period of 1999-2008

José Antônio Baptista Neto^{@,1} & Estefan Monteiro da Fonseca¹

RESUMO

A Baía de Guanabara é uma das maiores baías do litoral brasileiro. No entanto, é considerada um dos ambientes mais degradados do país. O desenvolvimento acelerado dos centros urbanos no entorno da Baía de Guanabara tem provocado vários impactos ambientais nos últimos 100 anos. O despejo de um grande volume de esgoto não tratado, diversos derrames acidentais de óleo nas suas águas, até o grande aporte de lixo através dos seus sistemas fluviais, provocam com isto o atual estágio de degradação ambiental da Baía. Durante os anos de 1999-2008, foram feitos levantamentos de campo para se quantificar e analisar a composição do lixo depositado em seis praias da orla oriental da Baía de Guanabara, através de transects, com medidas de 10 x 1 metros, ao longo do ponto máximo da maré alta, em três pontos de cada praia, nas extremidades do arco praial e na parte central. Os levantamentos foram feitos em duas estações do ano distintas, uma representando o período de chuva (verão) e uma no período seco (inverno). Um total de 21.841 itens foram catalogados ao longo dos dez anos de monitoramento, com uma média anual superior a 2.000 itens, sendo que deste total 14.505 itens foram catalogados no verão e 7.336 itens no inverno. Os itens mais abundantes catalogados nas praias analisadas foram: plástico (70,6%), material de construção (10%), vidro (8,1%), isopor (7,0%), papel (6,7%), lata (4,8%), madeira modificada (4,6%), tecidos (3,6%), metais diversos (3,2%), calçados (1,6%), restos de material de pesca (1,3%) e lâmpadas (1,1%). As praias mais poluídas da Baía são, em ordem decrescente: Brandoas, Pedrinhas, Boa Viagem, Luz, Charitas e São Francisco. No entanto, somente a praia do Brandoas representa 52% de todos os itens catalogados, fazendo com que esta praia seja tanto uma área de acumulação como fonte de lixo para as outras praias da Baía. Os resultados obtidos nestes levantamentos em relação a quantidade e composição do lixo depositado nas praias refletem fortemente as áreas fontes (rios), as práticas de limpeza por parte do poder público e a influência do transporte de lixo por correntes de maré. Um outro fator que tem grande influência na composição dos lixos encontrados nas praias é a fluatibilidade dos materiais. Como se sabe, materiais mais pesados tendem a permanecer próximos às áreas fontes. O tipo de lixo depositado nas praias da Baía de Guanabara é mais uma ameaça à fauna marinha, pelo fato dos mesmos representarem riscos aos animais deste habitat e também aos humanos. Os plásticos são, provavelmente, o mais perigoso por causa da ingestão devido tanto a ingestão quanto ao embaraçamento por parte dos animais.

Palavras-chaves: Baía de Guanabara, poluição marinha, lixo em praias

@ autor correspondente: José Antônio Baptista Neto, e-mail: jneto@igeo.uff.br

¹ UFF- Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, LAGEMAR - Laboratório de Geologia Marinha, Av. General Milton Tavares de Souza, s/nº - 4º andar - Campus da Praia Vermelha, Gragoatá, Niterói, RJ, Brasil

ABSTRACT

Guanabara Bay is one of the largest bays on the Brazilian coastline and has an area of approximately 384 km², including its islands, however, has been identified as one of the main polluted coastal environments on the Brazilian coastline. In the last 100 years the catchment area around Guanabara Bay has been strongly modified by human activities, in particular deforestation and uncontrolled settlement, which increased the amounts of contaminants introduced from sewage effluents, industrial discharge, urban and agricultural runoff, atmospheric fallout, and the combined inputs from the rivers. This study quantifies the distribution and composition of beach debris during surveys of beaches in the eastern margin of Guanabara Bay during the years of 1999-2008, field surveys was carried out using transects, all of the transects with the same measurement (10 X 1 meters), and it were set parallel to the water line and located on top of the high tide mark, in three stations of each beach, the extremities of the beach arc and in the central part of the beach, the surveys was carried out in two distinct seasons of the year, one representing the rainy period (summer) and one in the dry period (winter). Debris was categorized into 13 predetermined types of anthropogenic debris: plastic bag, plastic bottles, glass bottles, metal, paper, fishing material, modified wood, fabrics, footwear, construction material, light bulbs, cans and expanded polystyrene. A total of 21841 items were quantified on the Guanabara Bay beaches during the ten years of surveying, with an annual average of more than 2000 item. Temporal differences in the accumulation of debris were also assessed, a total of 14505 items were quantified in the summer and 7336 items in the winter, reflecting the increase capacity of the rivers in the debris transport during the rainy season (summer). Plastic comprised 70.6% of debris deposited in the Guanabara bay beaches, significantly higher than construction material, which was the second most abundant debris type at 10%, followed by glass (8.1%), expanded polystyrene (7.0%), paper (6.7%), cans (4.8%), modified wood (4.6%), fabrics (3.6%), diverse metals (3.2%), footwear (1.6%), remaining fishing material (1.3%) and light bulbs (1.1%). Comparisons, based on debris counts average across transects and areas, indicated that the Brandoas beach was the most contaminated site, followed by Pedrinhas, Boas Viagem, Luz, Charitas and São Francisco. However, 77% of all the catalogued items were counted in the São Gonçalo Municipality, and the Brandoas beach the most contaminated site, representing 52% of counted items, indicating that this beach was the main site for debris deposition, and it can also be source of debris for the other sites. Differently from others areas of the world where the debris has its origin in activities based in the ocean, such as ships, recreation and fishing. The abundance and distribution of debris through the Guanabara Bay beaches appears to be from local land-based or near shore sources, where the rivers represent the main source of debris, due to the use of the rivers by the municipally inhabitant to discard their garbage. The results gotten in these surveys in relation to the amount and composition of the debris deposited on beaches also reflect the cleanness practice by the municipality. One another factor that has great influence in the composition of the debris, found in beaches, is the buoyancy capacity of the materials, since the heaviest material tends to concentrate and remain closer to the source areas. Anthropogenic debris constitutes a significant threat to the marine environment, represent a hazard not only for the marine animals, but also for human activities, health and tourism.

Keywords: Guanabara Bay, marine pollution, beach debris.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, o problema do lixo no ambiente marinho tem recebido grande atenção (Carpenter & Smith, 1972, Colton *et al.*, 1974, Pruter, 1987, Day & Shaw, 1987, Gilligan *et al.*, 1992), principalmente o lixo plástico, com sua capacidade de flutuar e baixa degradabilidade, tem-se tornado cada vez mais popular nos produtos do dia-a-dia. Vidros e objetos metálicos, assim como fragmentos de redes de pesca, também têm sido encontrados em apreciáveis quantidades.

A poluição por lixo, no ambiente costeiro, esteve sempre associada ao aspecto visual que inibe as atividades turísticas. No entanto, Laist (1987) demonstrou o efeito negativo do lixo flutuante na fauna marinha, como nos mamíferos e pássaros, que podem tanto ingerir, como ficar embaraçados no lixo (Fowler, 1987, Laist, 1987, Arnould & Croxall, 1995, Coe & Rogers, 1997, Carr, 1987). O lixo flutuante ou depositado nas praias também têm sido apontados como responsáveis pela diminuição de certas espécies marinhas (Laist, 1987).

Os primeiros estudos publicados sobre a poluição de lixo no ambiente marinho, foram realizados no hemisfério norte (Velander & Mocogni, 1998, Galgani *et al.*, 2000, Moore & Allen, 2000), sendo que este problema tem se tornado na última década mais persistente nos países em desenvolvimento (Shaw, 1977, Carr, 1987, Madzema & Lasiak, 1997, Ryan & Moloney, 1991, Willoughly *et al.*, 1997). Na América do Sul vários trabalhos foram publicados, principalmente, a partir de 2000 (Thiel *et al.*, 2003, Acha *et al.*, 2003, Mascarenhas

et al. 2004, Araújo & Costa, 2004, Spengler & Costa, 2008, Santos *et al.*, 2005, 2009, Silva *et al.*, 2008, Ivar do Sul *et al.*, 2009), sendo que a maioria destes estudos foram realizados no Brasil, e em maior número nas regiões Nordeste e Sul do Brasil, evidenciado no estudo realizado por Ivar do Sul & Costa (2007), demonstrando uma falta de conhecimento dessa problemática no litoral da região Sudeste do Brasil, que é a mais populosa. O presente estudo foi realizado na Baía de Guanabara (Figura 1), que é um dos estuários mais degradados do litoral brasileiro, por já ser um ambiente que recebe diariamente milhões de litros de esgoto, não tratados, em suas águas e também grande quantidade de óleo, que são despejados diariamente, em pequenos derrames, ou em grandes derrames, como o que ocorreu em janeiro/2000 (Michel, 2000) onde foram despejados 1,3 milhões de litros de óleo na Baía. Um outro problema referente à poluição da Baía de Guanabara é a poluição por metais pesados, que ocorrem em altas concentrações, e vem chamando a atenção de vários pesquisadores (Rebello, *et al.*, 1986, Leal & Wagener, 1993, Kehrig *et al.*, 2003, Baptista Neto, *et al.*, 2006). Como as praias da Baía de Guanabara não são próprias para banho, a poluição por lixo tem sido negligenciada. No entanto, é possível observar em todas as praias que este problema é grande e persistente.

O objetivo deste trabalho é documentar a quantidade e composição do lixo depositado em diferentes praias da margem leste da Baía de Guanabara, investigar as possíveis fontes do lixo e examinar a sua dinâmica nas praias em relação as diferentes estações do ano (verão e inverno).

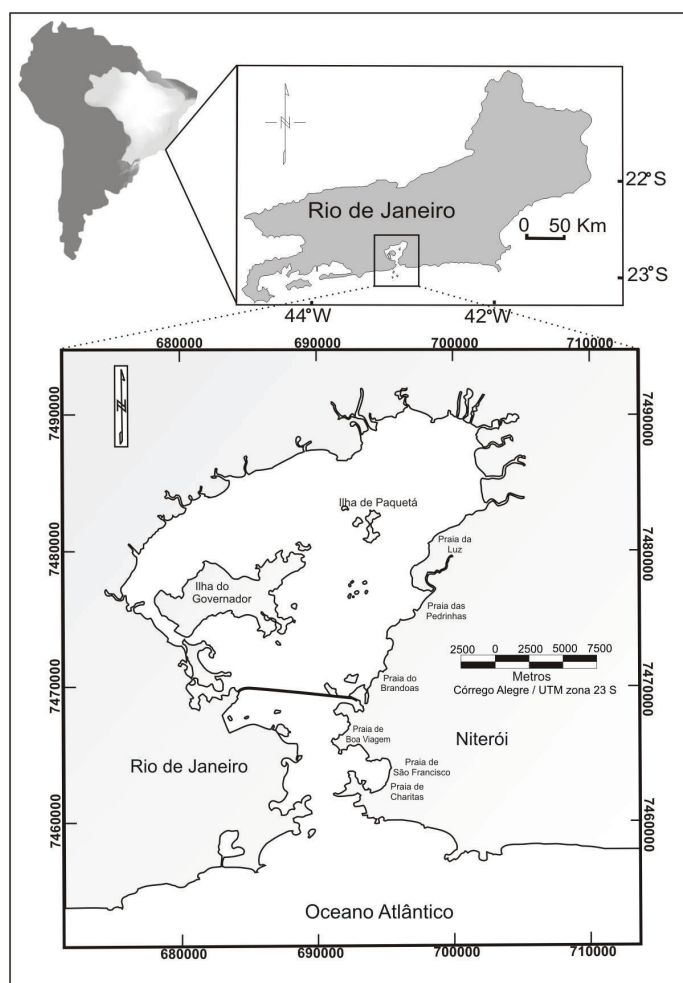


Figura 1. Mapa da área de estudo.
Figure 1. Map of the study area.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Guanabara é uma das maiores Baías do litoral brasileiro. Possui uma área de, aproximadamente, 380 km² com um espelho d'água de 328 km², em virtude de suas inúmeras ilhas. Sua bacia de drenagem mede, aproximadamente, 4.000 km² apresentando 45 rios e canais que contribuem com um fluxo médio anual de 100 m³s⁻¹. Deste total, seis rios contribuem com 85,5%, a saber: Rio Guapimirim (20,8 %), Rio Iguaçu (16,7 %), Rio Caceribu (13,7 %), Rio Estrela (12,7 %), Rio Meriti (12,3 %) e Rio Sarapuí (9,3 %) (Kjerfve *et al.*, 1997).

A geometria da Baía é bastante complexa apresentando um estreitamento na desembocadura. A seção mais externa, no alinhamento Pão de Açúcar (Rio de Janeiro) – Fortaleza de Santa Cruz (Niterói) apresenta uma largura de 1,6 km. A partir do alinhamento Aeroporto Santos Dumont (Rio de Janeiro) – Gragoatá (Niterói), a Baía começa a se alargar, atingindo em sua maior seção cerca de 28 km. A distância longitudinal da desembocadura até a região mais ao fundo da Baía é de cerca de 30 km (Figura 1) (Kjerfve *et al.*, 1997).

A profundidade média da Baía é de 7 metros com a máxima de 50 metros, sendo que mais de 80% da área apresenta profundidades inferiores a 10 metros. O Canal Central da Baía apresenta uma orientação geral no sentido norte – sul e estende-se desde a região da desembocadura,

onde é definido pela isóbata de 30 metros e apresenta uma largura de 400 metros, até a porção mais interior da Baía. A partir do Alinhamento Aeroporto Santos Dumont (Rio de Janeiro) – Gragoatá (Niterói), o Canal muda suas características de confinamento e começa a se tornar mais raso e largo, atingindo cerca de 20 metros de profundidade e 900 metros de largura sob a ponte Rio – Niterói. À medida que se aproxima do interior da Baía, esta feição torna-se mais rasa, até sumir completamente em decorrência da sedimentação (Quaresma *et al.*, 2000).

A Baía de Guanabara se encontra em uma região de clima tropical úmido com fortes influências marinhas. Em vista da variação sazonal da pluviosidade, o clima da Baía pode ser dividido em um período seco, compreendendo os meses de junho a agosto, e um período úmido relativo aos meses de dezembro a abril. Da mesma forma, haverá uma sazonalidade na descarga de água doce para a Baía, variando, em média, de 33 m³ s⁻¹ no período seco, a 186 m³ s⁻¹ no período úmido (Kjerfve *et al.*, 1997). Esta característica demonstra uma diluição diferenciada da água marinha em seu interior ao longo do ano.

A Baía de Guanabara é considerada um dos ambientes mais degradados do país (Rebello, *et al.*, 1986, Leal & Wagener, 1993, Kehrig *et al.*, 2003, Baptista Neto, *et al.*, 2006). No seu entorno, se encontram os municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Magé, Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, que juntos albergam mais de oito milhões de habitantes, sendo que grande parte da população se encontra nos dois primeiros municípios. A Baía recebe diariamente, aproximadamente, 18 m³ / s de esgotos domésticos, dos quais apenas 25% recebem tratamento secundário. Nela se localiza o segundo pólo industrial do país, compreendendo mais de 7.000 indústrias potencialmente poluidoras, que contribuem com 25% da poluição orgânica e mais de 90% da poluição por substâncias tóxicas e metais pesados (Perin *et al.*, 1997, Rebello, *et al.*, 1986, Leal & Wagener, 1993, Kehrig *et al.*, 2003, Baptista Neto, *et al.*, 2006).

A falta de planejamento para o desenvolvimento dos centros urbanos no entorno da Baía de Guanabara levou este ambiente ao atual estágio de degradação. Esta situação comprometeu não só atividades pesqueiras, com a queda dos estoques e da qualidade do pescado, mas também às atividades de recreação. Este quadro leva as pessoas das comunidades pesqueiras do interior da Baía a buscar outras formas de subsistência, seja pela busca de outras atividades ou pela mudança do local de trabalho. Tudo isso leva a sérios problemas sociais.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de se monitorar e caracterizar o lixo depositado na orla oriental da Baía de Guanabara, foram definidos 6 pontos de monitoramento, sendo 3 pontos no município de Niterói e 3 em São Gonçalo (Figura 1).

A observação e quantificação do material depositado nas praias foram feitas em transects, com medidas de 10 X 1 metros, ao longo do ponto máximo da maré alta, em três pontos de cada praia, nas extremidades do arco praiial e na parte central. Os levantamentos foram feitos em duas estações do ano distintas, uma representando o período de chuva (verão) e uma no período seco (inverno), todos os campos foram realizados sempre no período de pelo menos 5 dias consecutivos sem chuva, e todas as praias foram monitoradas no mesmos dias e na mesma hora, por dois grupos de pesquisa, no intuito de utilizar-mos a mesma maré, e sempre antes da limpeza por parte dos garis.

O material antropogênico depositado na praia foi caracterizado utilizando-se a classificação de Willoughby (1986), que é bastante usada pela literatura internacional, que divide o material antropogênico em categorias. Para este trabalho foram incluídas 13 categorias, devido a frequência delas nas praias, que são representadas pelas seguintes categorias:

- (1) sacolas plásticas, (2) garrafas plásticas, (3) objetos de vidro, (4) latas de metal e containeres, (5) papel, (6) blocos de polietileno (isopor), (7) fragmentos de material de construção, (8) madeiras modificadas, (9) calçados, (10) lâmpadas, (11) tecidos, (12) fragmentos de material de pesca e (13) metais diversos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 21.841 itens foram catalogados ao longo dos dez anos de monitoramento, com uma média anual superior a 2.000 itens, sendo que deste total 14.505 itens foram catalogados no verão e 7.336 itens no inverno. No entanto, 52% de itens foram catalogados só na praia do Brandoas, sendo com isto a mais poluída das praias estudadas. As outras duas praias de São Gonçalo representam mais 24,9% de todo o lixo catalogado, Praia da Luz (8,7%) e Praia das Pedrinhas (16,2%) (Figura 2). As praias de Niterói representam 23% de todo o lixo, sendo que a Praia de Boa Viagem com 9,3%, Praia de Charitas com 8,4% e a Praia de São Francisco com 5,3%.

A tabela 1 sumariza a quantidade total, verão e inverno, de cada categoria de lixo. No total, a maior parte do lixo catalogado nas praias da Baía de Guanabara são compostos de plástico, que representa 70,6% de todo o lixo, sendo

56,5% de sacolas plásticas e 14,1% de itens diversos compostos de plástico (garrafas, containeres, fragmentos de plásticos diversos, copos e canudos), estando dentro da faixa de 60-80% de plástico, consistente com outros trabalhos em diversas áreas do mundo (Gregory & Ryan, 1997, Derraik, 2002, Morishige *et al.* 2007) e corroborando outros estudos realizados no Brasil (Araújo e Costa, 2004, Mascarenhas *et al.* 2008). De acordo com Morishige *et al.* (2007), a proporção relativamente constante de plástico nos lixos encontrados nos oceanos, reflete o aumento do uso de plástico nos últimos anos, flutuabilidade e também a sua grande durabilidade, que permite a sua permanência por séculos nos oceanos (Hansen, 1990, Ryan, 1987, Goldberg, 1997, Thiel *et al.*, 2003). O que diferencia este estudo dos demais é a grande proporção de sacolas plásticas, enquanto nos locais mais remotos normalmente as principais fontes de plástico para os oceanos são os navios (Shaw, 1977 e Shaw & Mapes, 1979). Na Baía de Guanabara são as sacolas plásticas o principal item, o que demonstra que este tipo de material tem sua principal origem os rios da região, que são altamente urbanizados e recebem uma grande quantidade de lixo, descartados pela população ribeirinha. Nas praias de Niterói, com um uso mais intenso das praias por banhistas nos meses de verão, a proporção de copos e canudos plásticos aumentam consideravelmente, colocando os banhistas como importante fonte de lixo para as praias de Charitas, Boa Viagem e São Francisco. Ao longo da pesquisa foi observado também que no início da pesquisa as garrafas PET representavam uma grande proporção de lixo plástico, no entanto, com programas de reciclagens este item diminuiu fortemente nos últimos anos, o mesmo não ocorrendo com as sacolas plásticas que tiveram um aumento constante.

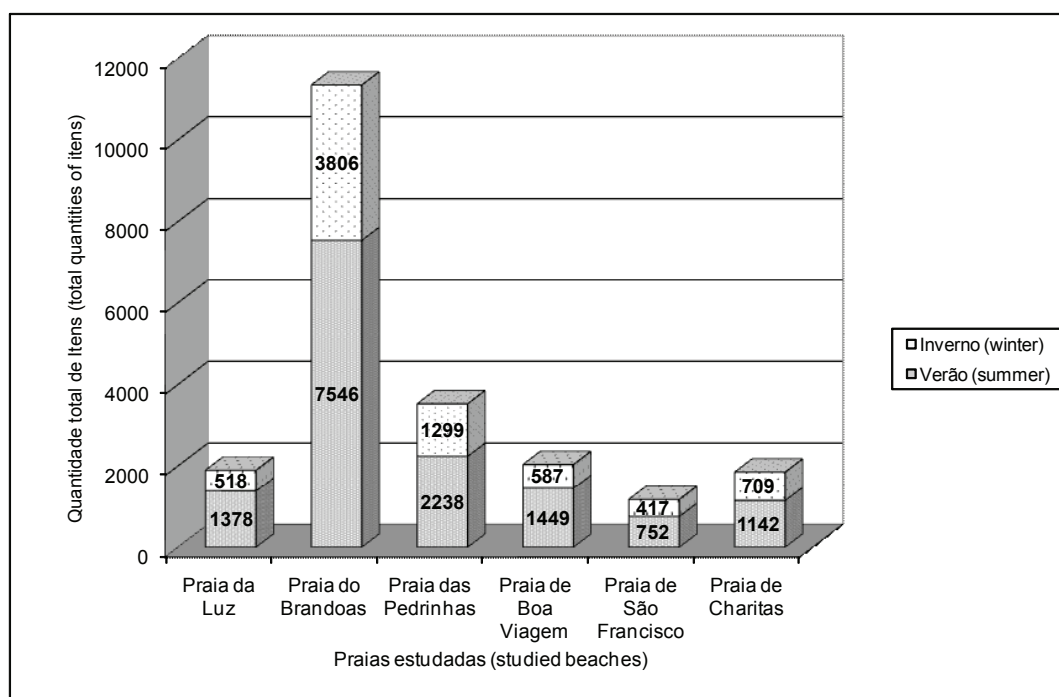


Figura 2. Quantidade de lixo nas praias estudadas e variação por área e por estação do ano.
Figure 2. Amount of debris in the studied beaches and variation for area and seasons of the year.

Tabla 1. Composição do lixo, com concentração total no verão e inverno, por praia estudada.
 Table 1. Debris composition, with total concentration in the summer and winter, for each studied beach.

	Praia de São Francisco		Praia de Charitas		Praia de Boa Viagem		Praia do Brandoas		Praia das Pedrinhas		Praia da Luz		Total	
	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)	Verão (summer)	Inverno (winter)
Plásticos (sacolas)	229	145	319	161	531	163	2725	1286	820	471	377	110	5001	2336
Garrafas e utensílios plásticos	53	20	81	46	178	66	1304	606	330	229	136	29	2082	996
Vidro	72	43	82	61	120	31	554	222	182	146	167	83	1177	586
Lata	50	18	55	16	84	22	331	173	133	76	83	13	736	318
Papel	67	33	83	28	128	45	495	280	112	57	118	23	1003	466
Isopor	54	21	79	29	127	47	479	284	170	74	139	26	1048	481
Restos de materiais de construção	55	55	267	244	100	77	595	364	127	86	131	79	1275	905
Madeira modificada	87	36	74	44	74	51	238	141	113	76	58	20	644	368
Calçado	6	1	7	4	13	14	151	60	54	17	31	5	262	101
Lâmpada	5	0	3	1	2	2	73	33	33	12	19	6	182	54
Tecidos	28	22	48	29	40	33	226	191	73	10	66	20	481	305
Restos de materiais de pesca	13	6	8	12	13	8	117	39	42	2	24	4	217	71
Metais diversos	33	17	36	34	39	28	258	127	49	43	29	19	444	268
Total	752	417	1142	709	1449	587	7546	3806	2238	1299	1378	518	14505	7336

O segundo item mais observado nas praias foram os fragmentos de material de construção (10%) (Tabela 1), sendo que desse total 67% encontra-se nas praias de Brandoas (44%) e Charitas (23%), na praia de Brandoas é comum os carros pararem e lançarem na praia restos de matérias de construção, já na praia de Charitas este material que ocorre em tamanho menor é transportado de uma favela localizada no morro próximo à praia, onde, no período de verão, os pequenos córregos ganham maior capacidade de transporte e conseqüentemente depositam grande quantidade de material nas praias, este material normalmente é composto de sedimentos grossos e restos de material de construção, principalmente fragmentos de tijolo, telhas e concreto (Baptista Neto *et al.* 1999).

No item vidro (8,1%) pode-se observar uma grande diferença entre as praias. Nas praias de São Francisco e Charitas a maior parte do vidro encontrado estava relacionado ao descarte de garrafas de refrigerante e cerveja por banhistas, já nas outras praias, os tipos de vasilhames de vidro eram mais diversos assim como grande quantidade de fragmentos de vidro, demonstrando serem transportados por rios e descarte de lixo na praia.

Os outros itens observados nas praias da Baía de Guanabara foram isopor (7,0%), papel (6,7%), lata (4,8%), madeira modificada (4,6%), tecidos (3,6%), metais diversos (3,2%), calçados (1,6%), restos de material de pesca (1,3%) e lâmpadas (1,1%) (Tabela 1).

Apesar da Baía de Guanabara ser uma região de grande atividade pesqueira, o item restos de materiais de pesca representou somente 1,3% de todo o lixo catalogado, nas praias da baía. No entanto, a parte do item isopor pode, na realidade, representar fragmentos de materiais de pesca, uma vez que este material é usado como bóia para rede de pesca. O mesmo, não foi catalogado como material de pesca, uma vez que encontrava-se extremamente fragmentado, não sendo possível distingui estes fragmentos de isopor como material de pesca, todos os fragmentos de isopor, mesmo que estivessem em condições de serem identificados como fragmentos de pesca, foram incluídos no item isopor. Além do que, na pescaria da Baía de Guanabara é comum o uso de garrafas PET como bóia, as mesmas não foram catalogadas neste item, e sim no item plásticos. O que justifica a menor percentagem de materiais de pesca nesta área, em comparação com outras áreas do mundo, onde a percentagem de material de pesca normalmente fica em torno de 5 a 15% do total de lixo nas praias (Jones, 1995).

Os resultados obtidos nestes levantamentos refletem fortemente as áreas fontes (rios), as práticas de limpeza por parte do poder público e a influência do transporte de lixo por correntes de maré. Um outro fator que tem grande influência na composição dos lixos encontrados nas praias é a flutuabilidade dos materiais, o item calçados, por exemplo, ocorre preferencialmente próximos aos rios, onde do total de calçados encontrados, 58% foi observado na praia do Brandoas. Assim como fragmentos de metais diversos, com 54% do total. Demonstrando que as correntes de maré não são suficientemente fortes para removê-las das áreas mais poluídas com lixo, como é o caso da praia de Brandoas.

A influência da intervenção pública na acumulação dos diferentes tipos de lixo encontrados nas praias, conforme já citado anteriormente, confirma que a maioria das praias da Baía de Guanabara não são próprias para banhistas. No entanto, as praias de Niterói são normalmente as mais utilizadas dentro da Baía e conseqüentemente são limpas diariamente pelo poder público, o mesmo não ocorre com

as praias de São Gonçalo - somente a praia das Pedrinhas parece ter uma ação mais efetiva de limpeza, o que influencia fortemente os tipos de materiais depositados nas praias, e que permanecem lá por um curto período. As praias de São Gonçalo foram as que apresentaram todos os tipos de lixo catalogados e em quantidade muito superior as praias de Niterói. Sendo que a praia onde se observou a maior quantidade de lixo depositado foi a praia do Brandoas, que é próxima à saída do rio, de mesmo nome. Os rios que deságuam na Baía de Guanabara são altamente poluídos, e esta situação é agravada ainda pela falta de infra-estrutura municipal de coleta de lixo, transformando estes rios em receptores de lixo da população residente próximo aos canais. Segundo dados da FEEMA (1990), o município de São Gonçalo utiliza, para destino final do seu lixo, o vazadouro de Itaoca. Localizado sobre os manguezais da APA de Guapimirim. O vazadouro encontra-se em região plana, às margens de um canal, sendo a área sujeita a inundações, o que facilitaria o carreamento do lixo depositado para a Baía, além de causar a destruição paulatina do manguezal com a sua expansão. Esta situação, apesar dos dados da FEEMA serem de 1990, permanece ainda hoje. O papel dos rios no transporte de lixo para os ambientes costeiros já havia sido observado por Araújo & Costa (2007) e para outras praias no Brasil e por Bravo *et al.* (2009) para praias no Chile.

As variações sazonais também exercem forte influência na deposição de lixo nas praias. No período de verão, que também é o período de maior concentração pluviométrica, a quantidade de artefatos encontrados nas praias pode chegar a ser quase 3 vezes superior as encontradas no período de inverno (Figura 3). Isso comprova que os sistemas fluviais são os grandes fornecedores de lixo para a Baía de Guanabara, uma vez que muitos dos rios são alimentados pelas águas das chuvas, tornando-se mais eficiente, justamente no período de verão. No período de chuva, ocorre também uma maior eficiência no escoamento superficial urbano, removendo parte dos detritos da cidade, que são jogados diretamente nos sistemas fluviais, o que agrava ainda mais o problema.

A eficiência na limpeza dos rios e praias é muito maior no município de Niterói, e pouco, ou mesmo inexistente, no município de São Gonçalo, conforme as observações de campo. A dinâmica das marés da Baía de Guanabara é responsável pela "exportação" do lixo das áreas mais poluídas para as áreas menos poluídas (a praia de Boa Viagem, por exemplo), onde existe coleta de lixo diário, e não está localizada próxima a fontes de lixo (como rios), o maior conteúdo quantificado foi o de sacos plásticos, nas duas estações do ano, demonstrando claramente que esta praia é uma região receptora de lixo flutuante de outras regiões da Baía de Guanabara.

Os dados obtidos no campo demonstraram que durante o inverno nas praias de Niterói são encontrados, na maioria dos casos, lixo de menor mobilidade quando comparados com áreas remotas (Benton, 1995), sugerindo que esses itens não são transportados por longas distâncias e são provavelmente depositados próximos das áreas fontes, como fragmentos de material de construção (ex: praias de Charitas e São Francisco). No entanto, no período de verão, juntamente com a maior pluviosidade, aumentam também a concentração de materiais de maior mobilidade, como sacolas, copos, canudos e garrafas plásticas, que passam a ser a maioria dos artefatos quantificados nas praias. Esses materiais são depositados normalmente na maré vazante, demonstrando serem materiais de fontes distantes ou em alguns casos materiais deixados por banhistas. Apesar de

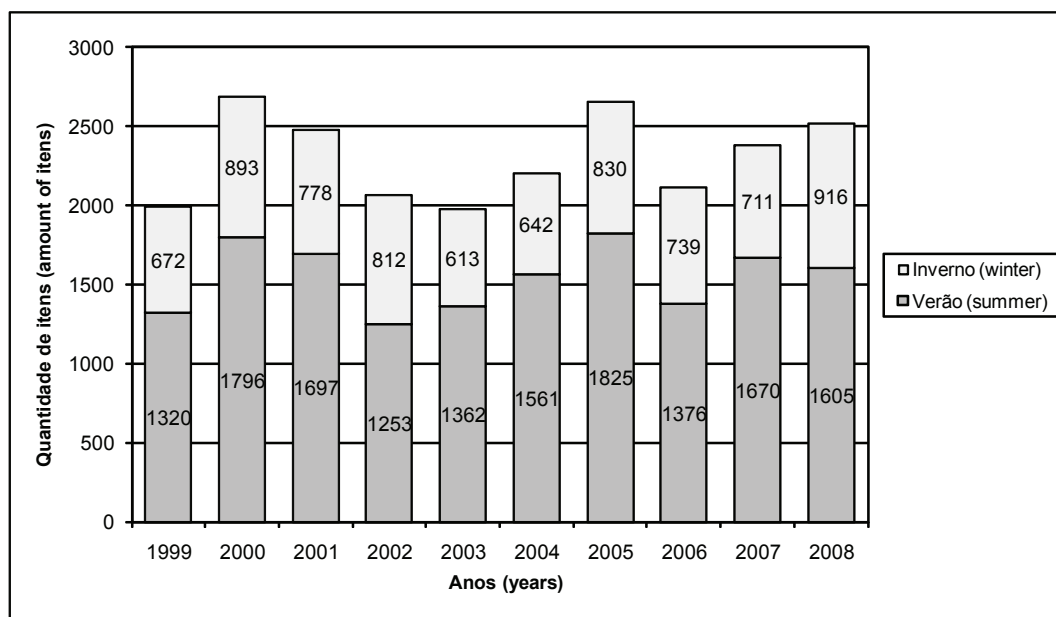


Figura 3. Quantidade de lixo nas praias estudadas e variação por ano e por estação do ano.
 Figure 3. Amount of debris in the studied beaches and variation per year and seasons of the year.

poluída, estas praias são fortemente usadas pela população de baixa renda. O que pode ser demonstrado pelo aumento do número de canudos e copos plásticos e por garrafas de refrigerante e cerveja. Em São Gonçalo, por outro lado, o sistema de limpeza urbana nos ambientes praias e fluvial é inexistente. Observa-se nestas praias uma grande variedade de tipos de lixo, sendo que essa variedade é acentuada no período de verão.

Nos levantamentos de campo, apesar de não ter sido observado nenhum caso de animais (peixes, aves ou mamíferos marinhos) mortos em decorrência da quantidade de lixo na Baía de Guanabara, acredita-se que o lixo seja um dos grandes responsáveis pela diminuição de espécies marinhas encontradas atualmente na Baía de Guanabara. Uma vez que muitos dos itens catalogados representam riscos aos animais marinhos e também aos humanos. Os plásticos são provavelmente os mais perigosos devido a ingestão devido ao embaraçamento por parte dos animais (Laist, 1987).

CONCLUSÕES

O desenvolvimento acelerado dos centros urbanos no entorno da Baía de Guanabara tem provocado vários impactos ambientais nos últimos 100 anos, desde o despejo de um grande volume de esgoto não tratado, diversos derrames acidentais de óleo nas suas águas, até o grande aporte de lixo através dos seus sistemas fluviais, provocando com isto o atual estágio de degradação ambiental da Baía.

A análise do lixo depositado nas praias arenosas da margem oriental da Baía de Guanabara demonstrou o mesmo padrão de poluição que vem sendo observado em diversas costas do mundo, onde o plástico ocorre com cerca de 70,6% de todo o lixo catalogado, refletindo o aumento do uso de plástico nos últimos anos e também a sua grande durabilidade, que permite a sua permanência por séculos nos oceanos, transformando, com isto, o plástico em um dos mais importantes contaminantes atualmente dos oceanos.

Além do plástico, as praias da Baía de Guanabara apresentaram uma forte contaminação por uma grande

variedade de lixo, em ordem decrescente de ocorrência, foram catalogados fragmentos de material de construção, vidro, isopor, papel, lata, madeira modificada, tecidos, metais diversos, calçados, restos de material de pesca e lâmpadas. No entanto, 77% dos itens catalogados foram encontrados nas Praias do município de São Gonçalo, sendo a praia do Brandoas a mais poluída das praias estudadas com 52% de itens. Seguido pelas praias da Luz (8,7%) e Pedrinhas (16,2%). As praias de Niterói representam 23% de todo o lixo: Praia de Boa Viagem com 9,3%, Praia de Charitas com 8,4% e a Praia de São Francisco com 5,3%.

Diferente de outras áreas do mundo, onde o lixo tem sua origem em atividades no oceano, como navios, recreação e pesca, na Baía de Guanabara o material catalogado tem sua origem principal no continente. Os rios representam a principal fonte de lixo, já que os mesmos atravessam cidades que não apresentam uma coleta de lixo eficiente. A quantidade e composição do lixo depositado nas praias refletem também as variações sazonais, períodos de chuva e seca, a dinâmica das correntes de marés da Baía, assim como as práticas de limpeza das praias estudadas.

O tipo de lixo depositado nas praias da Baía de Guanabara é mais uma ameaça a fauna marinha, uma vez que os tipos de lixo catalogados representam riscos aos animais marinhos e também aos humanos. Onde os plásticos são provavelmente os mais perigosos, devido tanto a ingestão quanto ao embaraçamento por parte dos animais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem apoio do Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense pelo apoio logístico para realização da pesquisa. Agradecem ainda os alunos que participaram em diferentes etapas da pesquisa. A Bruna B. Gitahy pela revisão do texto. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de fixação de Doutor para E. M. da Fonseca. J.A. Baptista Neto é bolsista de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

BIBLIOGRAFIA

- Acha, E.M.; Mianzan, H.W.; Iribarne, O.; Gagliardini, D.A.; Lasta, C.; Daleo, P. (2003) - The role of the Rio de la Plata bottom salinity front in accumulating debris. *Marine Pollution Bulletin*, 46(2):197-202. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00356-9.
- Araújo, M.C.B.; Costa, M. (2004) - Análise qualitativa do lixo deixado na Baía de Tamandaré-PE-Brasil, por excursionistas. *Jornal de Gerenciamento Costeiro Integrado*, 3:58-61.
- Araújo, M.C.B.; Costa, M. (2007) - An analysis of the riverine contribution to the solid wastes contamination of an isolated beach at the Brazilian Northeast. *Management of Environmental Quality*, 18(1):6-12. DOI:10.1108/14777830710717677.
- Arnould, J.P.Y.; Croxall, J.P. (1995) - Trends in the entanglement of Antarctic fur seals *Arctocephalus gazella* in man-made debris at South Georgia. *Marine Pollution Bulletin*, 30(11):707-712. DOI:10.1016/0025-326X(95)00054-Q.
- Baptista Neto, J.A.; Gingele, F.X.; Leipe, T.; Brehme, I. (2006) - Spatial distribution of trace elements in surficial sediments from Guanabara Bay - Rio de Janeiro/Brazil. *Environmental Geology*, 49(7):1051-1063. DOI:10.1007/s00254-005-0149-1.
- Baptista Neto, J.A.; Smith, B.J.; McAlister, J.J., (1999) - Sedimentological evidence of human impact on a nearshore environment: Jurujuba Sound, Rio de Janeiro State, Brazil. *Applied Geography*, 19(2):153-177. DOI:10.1016/S0143-6228(98)00041-1.
- Benton, T.G. (1995) - From castaways to throwaways: marine litter in the Pitcairn Island. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56(1-2):415-422. DOI:10.1111/j.1095-8312.1995.tb01101.x
- Bravo, M.; Gallardo, M.A.; Jonquera, G.L.; Núñez, P.; Vásquez, N.; Thiel, M. (2009) - Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. *Marine Pollution Bulletin*, 58(11):1718-1726. DOI:10.1016/j.marpolbul.2009.06.017.
- Carpenter, E.J.; Smith, K.L. (1972) - Plastic on the Sargasso Sea surface. *Science*, 175(#4027):1240-1241. DOI:10.1126/science.175.4027.1240.
- Carr, A. (1987) - The impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):352-356. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80025-5.
- Coe, J.M.; Rogers, D.B. (eds.) (1997) - *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions*. 432p., Springer-Verlag, New York, NY, USA. ISBN: 9780387947594.
- Colton, J.B.; Knapp, F.D.; Burns, B.R. (1974) - Plastic particles in the surface water of the northwestern Atlantic. *Science*, 185(4150):491-497. DOI:10.1126/science.185.4150.491.
- Day, R.H.; Shaw, D.G. (1987) - Patterns in the abundance of pelagic plastic and tar in the north pacific ocean, 1976-1985. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6):311-316. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80017-6.
- 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.
- FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (1990) - Projeto de Recuperação Gradual do Ecossistema da Baía de Guanabara, indicadores ambientais de degradação, obras e projetos de recuperação. 1:152-160, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, Governo do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Fowler, C.W. (1987) - Marine debris and northern fur seals: a case study. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):326-335. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80020-6.
- Galgani, F.; Leaute, J.P.; Mogueudet, 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(6):516-527. DOI:10.1016/S0025-326X(99)00234-9.
- Gilligan, M.R.; Pitts, S.; Richardson, P.J.; Kozel, T.R. (1992) - Rates of accumulation of marine debris in Chatham County, Georgia. *Marine Pollution Bulletin*, 24(9):436-441. DOI:10.1016/0025-326X(92)90342-4.
- Goldberg, E. (1997) - Plasticizing the seafloor: an overview. *Environmental Technology*, 18(2):195-202. DOI:10.1080/09593331808616527.
- Gregory, M.R.; Ryan, P.G. (1997) - Pelagic Plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. In: Coe, J. & Rogers, D. (eds.), *Marine Debris: Sources, impacts and solutions*. pp.49-66. Springer-Verlag, New York, NY, USA. ISBN: 9780387947594.
- Hansen, J. (1990) - Draft position statement on plastic debris in marine environments. *Fisheries*, 15:16-17.
- Ivar do Sul, J.A.; Costa, M. (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. DOI: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(89):1236-1238. DOI:10.1016/j.marpolbul.2009.05.004.
- Jones, M.M. (1995) - Fishing debris in the Australian marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 30(1):25-33. DOI:10.1016/0025-326X(94)00108-L.
- Kehrig, H.A.; Pinto, F.; Moreira, I.; Malm, O. (2003) - Heavy metals and methylmercury in a tropical coastal estuary and a mangrove in Brazil. *Organic Geochemistry*, 34(5):661-669. DOI:10.1016/S0146-6380(03)00021-4.
- Kierfvre, B.; Ribeiro, C.H.; Dias, G.T.M.; Filippo, M.; Quesma, V.S. (1996) - Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, 17(13):1609-1643. DOI:10.1016/S0278-4343(97)00028-9.
- 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. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80019-X.
- Leal, M.; Wagener, A. (1993) - Remobilization of anthropogenic copper deposited in sediments of a tropical estuary. *Chemical speciation and bioavailability*, 24(1):31-39.
- Madzema, A.; Lasiak, T., (1997) - Spatial and Temporal Variations in Beach Litter on the Trankai Coast of South Africa. *Marine Pollution Bulletin*, 34(11):900-907. DOI:10.1016/S0025-326X(97)00052-0.
- Mascarenhas, R.; Batista, C.P.; Moura, I.F.; Caldas, A.R.; Costa Neto, J.M.; Vasconcelos, M.Q.; Rosa, S.S.; Barros,

- T.V.S. (2008) - Lixo marinho em áreas de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2):221-231. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-138_Mascarenhas.pdf
- Michel, J. (2000) - Assessment and Recommendations for the Oil Spill Cleanup of Guanabara Bay, Brazil. *Spill Science & Technology Bulletin*, 6(1):89-96. DOI:10.1016/S1353-2561(00)00056-6.
- Moore, S.L.; Allen, M.J. (2000) - Distribution of Anthropogenic and Natural Debris on the Mainland Shelf of the Southern California Bight. *Marine Pollution Bulletin*, 40(1):83-88. DOI:10.1016/S0025-326X(99)00175-7.
- Morishige, C.; Donohue, M.J.; Flint, E.; Swenson, C.; Woolaway, C. (2007) - Factors affecting marine debris deposition at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaiian Island Marine National Monument, 1990-2006. *Marine Pollution Bulletin*, 54(8):1162-1169. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007.04.014.
- Perin, G.F.R.; Manente, S.; Rebello, A.H.; Hamacher, C.; Scotto, S. (1997) - A five-year study on the heavy-metal pollution of Guanabara Bay sediments (Rio de Janeiro, Brazil) and evaluation of the metal bioavailability by means of geochemical. *Water Research*, 31(12):3017-3028. DOI:10.1016/S0043-1354(97)00171-1.
- Pruter, A.T. (1987) - Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18(6B):305-310. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80016-4.
- Quaresma, V.S.; Dias, G.T.M.; Baptista Neto, J.A. (2000) - Caracterização de padrões de sonar de varredura lateral e 3,5 e 7,0 kHz na porção sul da Baía de Guanabara - RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(2):201-214. <http://www.scielo.br/pdf/rbg/v18n2/8829.pdf>
- Rebello, A.; Haekel, W.; Moreira, I.; Santelli, R.; Schroeder, F. (1986) - The fate of heavy metals in an estuarine tropical system. *Marine Chemistry*, 18(2-4):215-225. DOI:10.1016/0304-4203(86)90009-5.
- Ryan, P. (1987) - The origin and fate of artifacts stranded on islands in the African sector of the Southern Ocean. *Environmental Conservation*, 14(4):341-346. DOI:10.1017/S0376892900016854.
- Ryan, P.G.; Moloney, C.L. (1991) - Prey selection and temporal variation in the diet of Subantarctic Skuas at Inaccessible Island, Tristan da Cunha. *Ostrich*, 62(1-2):52-58. DOI:10.1080/00306525.1991.9639641.
- Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Wallner-Kersanach, M.; Fillmann, G.; Shiller, R.V.; Costa, R. (2003) - Geração de resíduos sólidos pelos usuários da praia do Cassino, RS, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 3: 12-14.
- Santos, I.R.; Friedrich, A.C.; Barretto, F.P. (2005) - Overseas garbage pollution on beaches of Northeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 50(7):783-786. DOI:10.1016/j.marpolbul.2005.04.044.
- 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.
- Shaw, D. (1977) - Pelagic tar and plastic in the Gulf of Alaska and Bering Sea: 1975. *Science of the Total Environment*, 8(1):13-20. DOI:10.1016/0048-9697(77)90058-4.
- Shaw, D.; Mapes, G. (1979) - Surface circulation and the distribution of pelagic tar and plastic. *Marine Pollution Bulletin*, 10(6):160-162. DOI:10.1016/0025-326X(79)90421-1.
- Silva, J.S.; Araújo, M.C.B.; Costa, M.F. (2009) - Plastic litter on an urban beach - a case study in Brazil. *Waste Management & Research*, 27: 93-97. DOI:10.1177/0734242X08088705.
- Spengler, A.; Costa, M. (2008) - Methods Applied in Studies of Benthic Marine Debris. *Marine Pollution Bulletin*, 56(2):226-230. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007.09.040.
- Thiel, M.; Hinojosa, I.; Vásquez, N.; Macaya, E. (2003) - Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). *Marine Pollution Bulletin*, 46(2):224-231. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00365-X.
- Velander, K.A. & Mocogni, M. (1998) - Maritime litter and sewage contamination at Cramond Beach, Edimburgh - a comparative study. *Marine Pollution Bulletin*, 36(5):385-389. DOI:10.1016/S0025-326X(97)00204-X.
- Willoughby, N.G. (1986) - Man-made Litter on the Shores of the Thousand Island Archipelago, Java. *Marine Pollution Bulletin*, 17(5):224-228. DOI:10.1016/0025-326X(86)90605-3.
- Willoughby, N.G.; Sanfgkoyo, H.; Lakaseru, B. (1997) - Beach litter: an increasing and changing problem for Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 34(6):469-478. DOI:10.1016/S0025-326X(96)00141-5.