

LIXO MARINHO EM AMBIENTES COSTEIROS: O CASO DA PRAIA GRANDE NA ILHA DE SÃO FRANCISCO DO SUL/SC, BRASIL

Ênio Oscar Stelmack¹
Celso Voos Vieira²
Marta Jussara Cremer³
Caroline Kroll⁴

Resumo: O lixo marinho é uma realidade diagnosticada em diversos estudos ao longo do mundo que apontam impactos nos organismos marinhos, nos processos ecológicos, na paisagem, no turismo e na economia local. O presente estudo tem como objetivo a caracterização desta realidade para o litoral Norte catarinense, na praia Grande, ilha de São Francisco do Sul/SC. A metodologia de aquisição de lixo marinho em cinco parcelas de 100m no ambiente praial propiciou a coleta de um total de 137,13kg de lixo marinho. O plástico foi o material com maior expressividade, com 79,19%, seguido dos seguintes materiais: borracha (6,79%), vidros (6,67%), couro (4,16%), tecido (2,04%). Os demais tipos de materiais possuem baixa representatividade, com peso total inferior a 1%. A pesquisa indicou que na área de estudo podem ocorrer acumulações de lixo marinho na ordem de mais de 7.130kg em um ano

Palavras-chave: Lixo marinho; Praia; Poluição; São Francisco do Sul

MARINE DEBRIS IN COASTAL ENVIRONMENTS: THE CASE OF PRAIA GRANDE IN SÃO FRANCISCO DO SUL ISLAND/SC, BRAZIL

Abstract: Marine debris is a reality diagnosed in many studies throughout the world that link impacts on marine organisms to ecological processes, landscape, tourism and the local economy. This study aims to characterize this reality for the north coast of Santa Catarina, on the Praia Grande of São Francisco do Sul Island/SC. The marine litter acquisition methodology in five 100m plots on the beach environment led to the collection of a total of 137.13kg of marine debris. The plastic material was the more expressive, with 79.19%, followed by the following materials: rubber (6.79%), glass (6.67%), leather (4.16%), tissue (2.04%). The other types of materials have low representation, with a total weight of less than 1%. Research has indicated that in the study area marine debris accumulations may occur in the order of more than 7.130kg in a year.

Keywords: Marine debris; Beach; Pollution; São Francisco do Sul

DESECHOS MARINOS EN ENTORNOS COSTEROS: EL CASO DE PLAYA GRANDE EN LA ISLA DE SÃO FRANCISCO DO SUL/SC, BRASIL

¹ Biólogo Marinho. E-mail: enyo.esquadra@gmail.com

² Professor Dr. do Curso de Ciências Biológicas e Biologia Marinha da Universidade da Região de Joinville – Univille. E-mail: celso.v@univille.br

³ Professora Dra. do Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville – Univille. E-mail: marta.cremer@univille.br

⁴ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville – Univille. E-mail: carolinekroll.bio@gmail.com

Resumen: Los desechos marinos son una realidad diagnosticada en varios estudios realizados en todo el mundo que señalan impactos sobre los organismos marinos, en los procesos ecológicos, el paisaje, el turismo y la economía local. Este estudio tiene como objetivo caracterizar esta realidad para la costa norte de Santa Catarina, en Playa Grande, isla de San Francisco del Sur / SC. La metodología de adquisición de desechos marinos en cinco parcelas en el entorno de las playas propiciaron la recolección de un total de 137,13 kg de desechos marinos. El plástico fue el material con mayor expresividad, con 79,19 %, seguido por los siguientes materiales: caucho (6,79%), vidrio (6,67%), cuero (4,16%), tejido (2,04%). Los demás tipos de materiales poseen baja representatividad, con un peso total menor al 1%. La investigación indicó que en el área de estudio se pueden producir acumulaciones de desechos marinos en el orden de más de 7.130kg en un año.

Palabras clave: Desechos marinos; Playa; Contaminación; San Francisco do Sul

INTRODUÇÃO

Os oceanos têm sido tradicionalmente considerados como fonte segura de riqueza, oportunidade e abundância. A vastidão do espaço oceânico, que tanto alimentou nossa inspiração e curiosidade, arrastou consigo a sugestão de que existiria pouco ou nenhum limite ao seu uso e abuso. Nosso crescente conhecimento dos oceanos mudou profundamente essa percepção e conduziu a um reconhecimento cada vez maior, não só da importância dos oceanos para o progresso social e econômico, como também de sua vulnerabilidade (SOARES, 1999).

Para entendermos a mudança profunda em nossa percepção dos oceanos, é necessário olhar, ainda que brevemente, para o passado. Durante séculos, o emprego dos oceanos e respectivos recursos foi guiado pelo pressuposto implícito de que seria possível acomodar todos os usos. Os peixes e outras espécies eram abundantes, os resíduos lançados nos oceanos criavam apenas dificuldades locais temporárias, a navegação não tinha limitações e as praias não sofriam, em geral, o impacto de outros usos do mar (SOARES, 1999).

A palavra poluição deriva do latim (*pollueri* - sujar), sendo a poluição marinha definida como a “introdução, pelo homem, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários), acarretando em efeitos deletérios, como danos aos recursos vivos, à saúde humana e obstáculo às atividades marinhas, incluindo pesca e lazer, ocasionando redução da qualidade de vida” (JUNIOR *et al.*, 2009).

Segundo a Convenção das Nações Unidas Sobre o Direito do Mar (BRASIL, 1995) a “poluição do meio marinho” significa a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de

substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização e deterioração dos locais de recreio.

Os resíduos sólidos lançados ao mar podem ocasionar sérios impactos a uma ampla diversidade de animais marinhos, incluindo peixes em diversas fases da vida (CORREA-HERERA et al., 2017) e tetrápodes (GREGORY, 2009). Os principais problemas estão relacionados a ingestão destes resíduos, que pode causar a obstrução do trato digestivo, ruptura de tecidos e intoxicação, mas também podem ocorrer danos caso os animais fiquem emaranhados nestes resíduos, como em restos de petrechos de pesca ou plásticos, por exemplo, o que pode levar ao afogamento, sufocamento ou estrangulamento (LAIST, 1997).

Entende-se por resíduos sólidos (*debris*), os materiais subdivididos em categorias como plásticos, papel, vidro, borracha, espuma, tecido, isopor, materiais de construção, materiais de pesca e madeira antropogênica (IOC/FAO/UNEP, 1989).

No Brasil a abordagem dos resíduos sólidos (*debris*) ocorre quanto a classificação dos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (ABNT – NBR 10004, 2004). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 10.004 de 2004 define resíduos sólidos “como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”, além de lodos de estação de tratamento e determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento em corpos de água. Neste sentido, a classificação brasileira de resíduos sólidos é realizada em: Resíduos classe I - Perigosos; Resíduos classe II – Não perigosos subdividido em Resíduos classe II A (Não inertes) e Resíduos classe II B (Inertes).

Diante do exposto, muitos estudos têm focado seus esforços na distribuição qualitativa e quantitativa de lixo marinho (*marine debris*) ao longo da zona costeira brasileira e mundial: Paraíba, Brasil (MASCARENHAS et al., 2008), Pernambuco, Brasil (LIMA et al., 2016), Salvador, Brasil (CARVALHO & SOUZA, 2009; CARVALHO-SOUZA & TINÔCO, 2011), Rio de Janeiro, Brasil (SILVA et al., 2015), *Fog Bay*, Austrália (WHITING, 1998), *New Jersey*,

EUA (RIBIC, 1998), *Tokyo bay*, Japão (KANEHIRO *et al.*, 1995), Argentina (GREGORY & RYAN, 1997), Chile (THIEL *et al.*, 2003), Mar do Caribe (CORREA-HERRERA *et al.*, 2017) e no âmbito global (DERRAIK, 2002). Porém pouco se compreende sobre a dinâmica do lixo marinho em um ambiente com baixa influência antrópica (FERRARI, 2009) no estado de Santa Catarina, principalmente no litoral Norte.

Destarte, este trabalho tem como objetivo quantificar os resíduos sólidos marinhos (lixo marinho/*marine debris*), ao longo da praia Grande, na ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Deve ser ressaltado que o presente estudo representa uma das poucas abordagens da temática no litoral Norte de Santa Catarina.

Caracterização da área de estudo

A cidade de São Francisco do Sul é a terceira cidade mais antiga do Brasil e apresenta vestígios de uma colonização formada por populações açorianas e pré-colonial. O município possui uma população fixa de 42.520 habitantes (IBGE, 2010), uma área territorial de 498,65 km². De acordo com Vieira (2015) a ilha de São Francisco possui uma linha de costa com 263,61 km de extensão com a ocorrência de ambientes de hidrodinâmica distinta, com praias expostas e semi-abrigadas, assim como planícies de maré (estuarinas e lagunares) com ampla ocorrência de manguezais e marismas (VIEIRA & HORN FILHO, 2017) (Figura 1).

A praia Grande, objeto de estudo da presente pesquisa, possui extensão de 26 km limitada ao norte com a praia da Saudade (Prainha) e ao sul com o canal do Linguado, com grande porção da praia inserida no Parque Estadual Acaraí.

A praia Grande de acordo com Possamai *et al.* (2010) e Alquini *et al.* (2017) é formada por depósitos associados ao sistema deposicional costeiro de idade holocênica. No setor norte da praia Grande destacam-se os depósitos eólicos, com o predomínio de dunas parabólicas com até 20m de altura. No setor centro-sul destacam-se a gradual substituição das dunas parabólicas com a ocorrência de cordões litorâneos, por vezes truncados. Zular (2011) relatou que a progradação dos cordões litorâneos ocorreu entre 4,9 e 3,1 Ka AP com o posterior recobrimento eólico das dunas parabólicas entre 1,9 e 1,2 Ka AP, com sentido de progradação associado aos ventos de S/SE. Segundo Alves (1996) os ventos predominantes na região provêm de sul (66,0%), leste (26,0%) e nordeste (7,0%) e ventos menos expressivos provindos de sudeste.

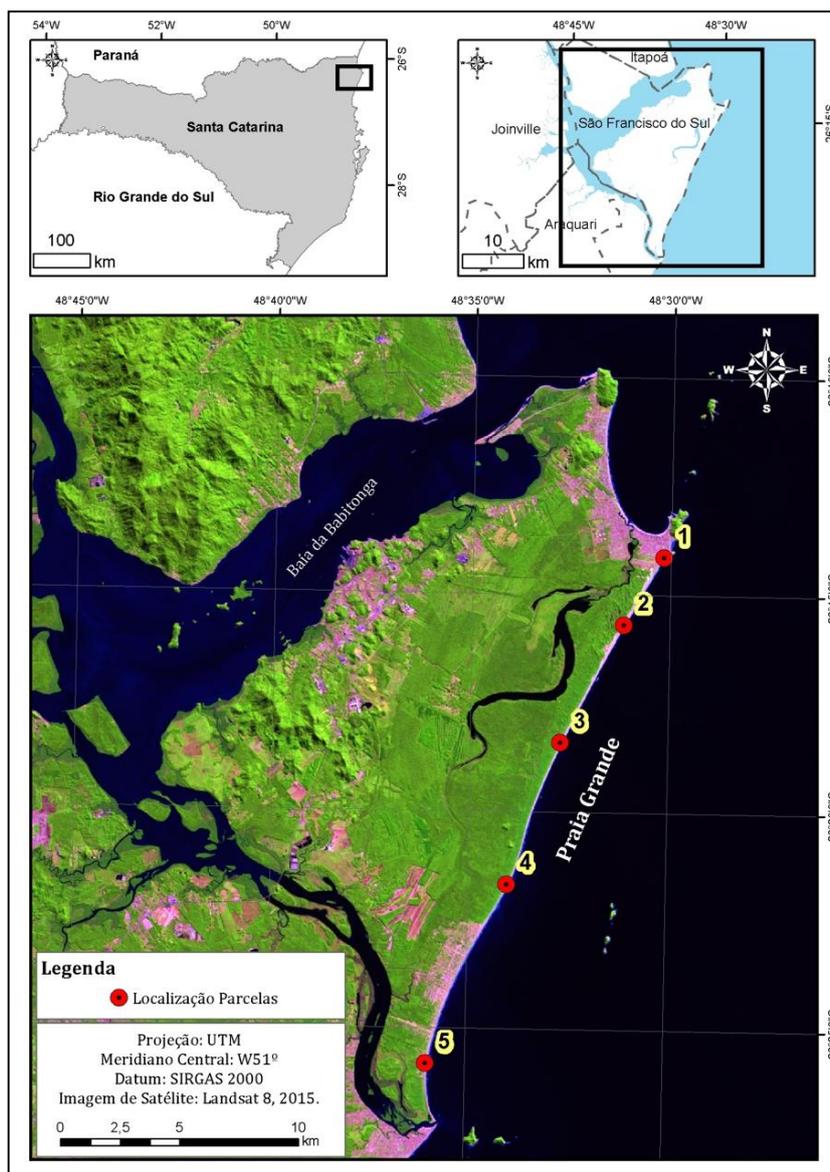


Figura 1 - Localização da área de estudo e das parcelas.

Abreu (2011) indicou que os resultados obtidos mostraram a ocorrência de dois setores distintos quanto ao comportamento do tamanho médio do grão na face praial, delimitados pelas ilhas Tamboretas. O setor centro-sul da praia, entre as ilhas e o canal do Linguado, mostrou uma tendência ao aumento do tamanho médio do grão de sul para norte, sobre um linear costeiro de aproximadamente 10 km, com uma maior concentração de areia fina no sul da praia. O setor centro-norte, que se estende sobre aproximadamente 15 km, entre as ilhas Tamboretas e o

costão que delimita a praia ao norte, apresentou tendência à diminuição do tamanho médio dos sedimentos no sentido sul-norte, com a granulometria das partículas passando de areia grossa a areia média.

As ondas predominantes na região, segundo Hesp *et al.* (2009), são *swells* de sul, sudeste e leste associadas à passagem de frentes frias, com eventual entrada de ondas de nordeste (ALVES, 1996).

A região do litoral Norte do estado de Santa Catarina encontra-se sob domínio de um regime de micro marés (amplitude < 2 m), misto com regime predominante semi-diurno, com amplitude média de 0,84 m, máxima de 1,9 m e mínima de 0,2 m durante os períodos de sizígia (TRUCCOLO *et al.*, 2006). Os mesmos autores afirmaram que as marés meteorológicas exercem grande influência na dinâmica costeira regional, podendo elevar em até 1 m as amplitudes das marés astronômicas.

A pluviosidade na região chega a cerca de 2500 mm/ano. Os meses mais secos do ano são agosto e junho, com 92,2 mm e 96,4 mm, e os mais úmidos são fevereiro e janeiro, com 281 mm e 248,1 mm respectivamente (PANDOLFO *et al.*, 2002).

Castilhos & Gré (2004) constataram que a corrente de deriva longitudinal predominante nas proximidades da ilha de São Francisco do sul dirige-se para norte. Esse sentido da corrente foi observado em 70% das medições realizadas, contra 25% de ocorrências para sul.

Hesp *et al.* (2009) reforçaram que ao longo da costa do estado de Santa Catarina há feições geomorfológicas, padrões de distribuição de sedimentos e de variação mineralógica que confirmam o sentido de sul para norte dessa corrente. Deve ser ressaltado que podem ocorrer inversões localizadas ao longo da costa do estado, especialmente sob a ação das ondas de nordeste na região (MIOT DA SILVA *et al.*, 2006).

Metodologia

A metodologia de coleta do lixo marinho (*marine debris*) foi pautada no estudo de Lippiatt *et al.* (2013) descrito pela NOAA *Marine Debris Program* para o monitoramento do padrão de lixo em ambientes marinhos costeiros.

Foram estabelecidos cinco pontos distribuídos ao longo da praia Grande (Figura 1). O ponto 1 situado no extremo norte da praia Grande está localizado nas adjacências de uma área de alta densidade demográfica. Os pontos 2, 3 e 4 localizam-se nas adjacências ao limite do

Parque Estadual Acaraí e configuram-se como locais sem intervenção antrópica. Por fim o último ponto localiza-se no extremo sul da praia Grande, na localidade conhecida como praia do Ervino (ponto 5) com uma área urbanizada de baixa densidade demográfica, exceto no verão, quando aumenta o número de turistas e veranistas no município.

Com auxílio de uma fita métrica foram demarcadas parcelas de 100 m de comprimento, paralelas à linha de costa atual, sempre para o norte do ponto fixado como de base (Tabela 1 e Figura 2). A largura das parcelas ficou compreendida entre a linha de maré baixa no momento da coleta e o início da duna frontal.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de base do polígono de coleta.

Pontos	Coordenadas UTM (MC W51° / Datum SIRGAS2000)	
	E	N
Ponto 1	749445	7095838
Ponto 2	747757	7092982
Ponto 3	745068	7087998
Ponto 4	742803	7081995
Ponto 5	739371	7074408

De acordo com Sheavly (2007), Lippiatt *et al.* (2013) e Smith & Markic (2013), a periodicidade de coleta de lixo marinho em ambientes praias deve ser superior a 28 (± 3) dias, visto o alto coeficiente de variação de material coletado em períodos menores, com tendência de subestimação. Diante do exposto, a periodicidade das campanhas de coleta ocorreu em intervalos de 50 (± 5) dias.

O recolhimento do material no interior das parcelas foi realizado por meio de varredura, com a coleta manual de resíduos com tamanho de 5mm (micro) até 1m de tamanho (meso), conforme Lippiatt *et al.* (2013). Deve ser ressaltado que os materiais orgânicos como restos de alimentos e de animais, bem como os materiais lenhosos (madeira) não foram amostrados neste estudo. O material coletado foi classificado em: couro (sintético e natural), borracha, parafina, tecido, vidro, metal e plástico.



Figura 2 - Delimitação das parcelas.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos para a posterior etapa de segregação. Após a segregação e a classificação, o material foi quantificado por peso, com a utilização de uma balança eletrônica com capacidade de até 200 kg.

Para a análise estatística, a normalidade da distribuição dos valores da variável “peso total” de lixo marinho e a igualdade das suas variâncias foram testadas usando os testes Kolmogorov-Smirnov e Levene. Devido aos pressupostos do teste ANOVA não serem satisfeitos, considerou-se o teste de Kruskal-Wallis para a comparação da mediana entre os

grupos “Ponto”. As análises dos dados foram realizadas utilizando-se programa Statistical Package Social Science - SPSS, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e foram considerados estatisticamente significantes valores de $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

De maneira geral observou-se uma variação de material e de peso ao longo dos pontos de coleta na praia Grande, tanto temporalmente quanto espacialmente. Ao longo de toda a campanha de coleta de lixo marinho na praia Grande foi coletado um total de 137,13 kg de material. Conforme os dados da Tabela 2 e Figura 3 observou-se que o ponto de coleta com maior acúmulo de lixo foi o ponto 1, seguido dos pontos 3, 2, 4 e 5. Entretanto, a análise estatística indicou que a variável “peso total” não possui diferença estatisticamente significativa ($\chi^2=3,09$; $p=0,544$) entre os pontos de coleta.

Tabela 2 - Estatística descritiva do lixo marinho nos pontos de coleta.

Descritivo	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Total (kg)	48,78	28,60	28,77	17,64	13,34
Média (kg)	13,35	7,81	7,88	4,64	4,01
Desvio-padrão (kg)	17,11	4,21	4,07	2,25	4,75
Coefficiente de Variação (%)	128,20	53,94	51,66	48,52	118,49

Os pontos 2 e 3 refletiram uma dinâmica semelhante no tocante aos valores totais, média, mediana e desvio-padrão de resíduos acumulados. O ponto 4 possuiu a ocorrência mais homogênea de deposição de material ao longo de todas as campanhas, refletido no menor coeficiente de variação. Os pontos 1 e 5, situados no extremo norte e sul, respectivamente, apresentaram as maiores variações de lixo marinho ao longo das campanhas de coleta.

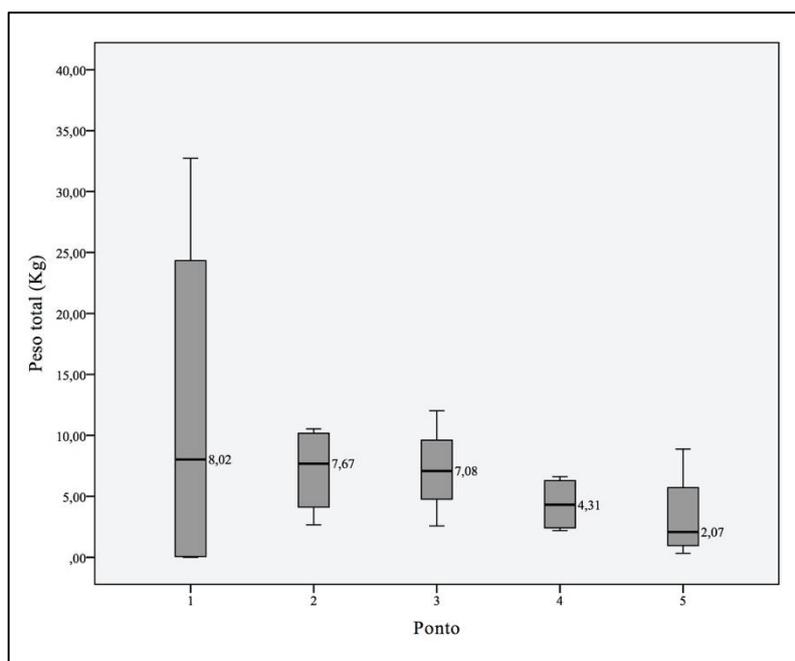


Figura 3 – BoxPlot da mediana do peso total (kg) de lixo marinho por ponto de coleta.

Ao longo de todas as campanhas de coleta o ponto 1 sempre representou a área de maior deposição de lixo marinho. Esta situação pode ser explicada quando analisada a direção e intensidade das correntes de deriva litorânea ao longo da costa da ilha de São Francisco do Sul. Abreu (2011) ao estudar o transporte sedimentar longitudinal e a morfodinâmica dos ambientes praias do litoral de Santa Catarina evidenciou que a praia Grande possui a maior exposição aos vetores de deriva litorânea.

De acordo com Abreu (2011) a corrente de deriva litorânea para norte possui velocidade de 0,47 m/s, com 70% de frequência de ocorrência ao longo do ano e as correntes de deriva para o sul possuem velocidade média de 0,36m/s e frequência de 25%. Diante do exposto observa-se que o transporte resultante para norte é mais intenso e frequente, em função da orientação da linha de costa e da incidência de ondulação de sul/sudeste na região.

Neste sentido ao analisarmos o total de lixo marinho acumulado nas parcelas ao longo do período estudado observou-se uma tendência de aumento de deposição/acumulação de material de sul para norte, corroborando a análise realizada por Abreu (2011).

Com relação à largura média da praia Grande, a mesma apresentou grande variação ao longo do período estudado, em função principalmente da ação de anticiclones que geraram

ondas com maior dissipação de energia. Nestas condições a coleta dos resíduos sólidos foi efetuada em estreitas faixas de areia, por vezes, na duna frontal.

Ao longo da praia Grande foram coletadas oito classes de lixo marinho conforme visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Peso total das classes de lixo marinho.

Classe	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	% total
Plástico	47,14	18,33	20,30	11,91	10,92	79,19
Borracha	0,70	2,97	3,87	0,55	1,05	6,79
Vidro	0,17	4,50	3,55	0,90	0,19	6,67
Couro	0,00	1,50	0,40	0,00	0,90	4,16
Tecido	0,05	0,01	0,15	0,00	0,06	2,04
Parafina	0,26	0,20	0,05	0,00	0,10	0,50
Metal	0,00	0,96	0,40	4,28	0,07	0,44
Diversos	0,46	0,13	0,05	0,00	0,05	0,20
Total	48,78	28,60	28,77	17,64	13,34	100

O plástico foi o material com maior expressividade em todos os pontos de coleta, representando 79,19% do peso total de todo o material coletado. Nesta classe foram identificados vários tipos de plásticos, como plásticos rígidos, flexíveis, tampas, acrílico, PVC, *nylon* e isopor. Os itens *nylon* e isopor representam 13,8% dos materiais plásticos e estão associados a prática da pesca, com a coleta de linhas, restos de redes, caixas de isopor e boias.

Redes de pesca descartadas no mar, ou mesmo perdidas durante o uso, são uma ameaça à várias espécies marinhas no mundo todo, sendo conhecidas como “redes fantasma” (ghost nets) (McFAYDEN et al., 2009). Peixes e tetrápodes marinhos se prendem nestas redes, que podem continuar “pescando” durante décadas sem uma supervisão, e acabam morrendo. Além disso, podem comprometer comunidade de organismos bentônicos, como corais (NOAA, 2015). Bezerra (2016) destaca que peças de plástico e artefatos de pesca apresentaram a maior

frequência para tartarugas, aves e mamíferos marinhos encontrados mortos no litoral norte de Santa Catarina.

O item borracha, apesar de representar 6,79% do total de resíduos coletados é caracterizado por peças individuais de calçados e chinelos, com 9,14kg de material. Os vidros coletados representaram 6,67% do material recolhido e são constituídos por garrafas de bebidas alcoólicas, frascos de fármacos, fragmentos de vidros não figurativos e lâmpadas do tipo incandescentes. Os materiais de couro coletados normalmente representavam bolas de futebol e calçados (4,16%), em geral em estado precário de conservação. Os tecidos coletados representaram apenas 2,04% do material e se apresentaram em pedaços e retalhos aparentemente de vestimentas.

Os demais itens tiveram baixa representatividade ao longo da pesquisa, com peso total inferior a 1%. Deve ser ressaltado que os metais eram praticamente inexistentes ao longo da praia Grande, muito provavelmente em função da baixa fluatibilidade. Contudo, destaca-se que apenas um objeto encontrado no ponto 4 responde por 66,5% do peso total da classe. O citado objeto refere-se a um botijão de refrigerante.

Ressalta-se que ao longo de toda a pesquisa foram amostrados 500m de praia, em cinco parcelas de 100m, com a coleta de um total de 137,13kg de lixo marinho. Visto que a praia Grande possui 26km de extensão, os dados extrapolados para toda a extensão da praia resultam em um total de 7.130,76kg de lixo marinho ao longo do período estudado.

A praia Grande apresentou resultados semelhantes com outros locais no Brasil e no mundo, principalmente com relação a predominância de plástico. Observa-se na Tabela 4 o percentual de ocorrência de plástico e os locais de coleta.

De maneira geral observa-se que o percentual de 79,19% de material plástico coletado na praia Grande é compatível com o identificado em outras pesquisas em ambientes costeiros, especialmente em praias.

A ampla ocorrência dos materiais plásticos em ambientes costeiros é explicada pela elevada capacidade de flutuação (CORREA-HERRERA et al., 2017) e conseqüente transporte a grandes distâncias. Ressalta-se ainda a permanência no ambiente devido a sua insolubilidade e baixa degradabilidade (CARVALHO-SOUZA & TINÔCO, 2011). Esses fatores contribuem

para a elevada ocorrência dos materiais plásticos frente às demais substâncias depositadas nos ambientes costeiros.

Tabela 4 - Percentual de ocorrência de plástico do total de lixo marinho no Brasil e mundo.

Teor em % (material mais frequente)	Ambiente/localidade	Fonte
52% (Plástico)	Praia/Cassino (RS)	Pianowski, 1997
37% (Plástico)	Praia/Cassino (RS)	Santos <i>et al.</i> , 2004
37% (Plástico)	Costão rochoso/Salvador (BA)	Carvalho & Souza, 2009; Carvalho-Souza & Tinôco, 2011
87% (Plástico)	Praia/litoral Nordeste da Bahia (BA)	Leite <i>et al.</i> , 2014
56% (Plástico)	Praia/ Rio de Janeiro (RJ)	Silva <i>et al.</i> , 2015
65,5% (Plástico)	Praia/ Espanha	IOC/FAO/UNEP, 1989
70,9% (Plástico)	Praia/Israel	Golik & Gartner, 1992
91% (Plástico)	Praia/Midway Atoll	Ribic <i>et al.</i> , 2012
77% (Plástico)	Praia/Monterey bay (EUA)	Rosevelt <i>et al.</i> , 2013

Materiais plásticos são o principal tipo de resíduo antrópico encontrado no conteúdo estomacal de diferentes espécies da fauna marinha, incluindo peixes (POSSATTO *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2016; CORREA-HERRERA *et al.*, 2017), tartarugas (BJORNDAL, 1997; BUGONI *et al.*, 2001), aves (AZZARELLO & VAN-VLEET, 1987; COLABUONO *et al.*, 2009) e mamíferos marinhos (BAULCH & PERRY, 2014; DI BENEDITTO & RAMOS, 2014). Entre 60% e 80% do lixo marinho é constituído por plástico, que pode fragmentar mas não biodegradar, permanecendo no ambiente marinho por centenas de anos (BARNES *et al.*, 2009). A ingestão destes resíduos pode ocorrer de forma acidental, quando estes estão fragmentados em pequenas partículas,, ou quando são confundidos com as presas (BUGONI *et al.*, 2001; DI BENEDITTO & RAMOS, 2014).

A presença de lixo já foi constatada no conteúdo estomacal de espécies marinhas que se alimentam no litoral norte de Santa Catarina, como é o caso da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) (SOUZA, 2016; BEZERRA, 2016), da toninha (*Pontoporia blainvillei*) e do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (BEZERRA, 2016), sendo que os resíduos plásticos foram os mais representativos, tanto em volume como em frequência de ocorrência. Cabe destacar que estas espécies estão ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2014).

A prevenção, o gerenciamento e a identificação da responsabilidade do lixo marinho nos ambientes costeiros é assunto controverso e de difícil implementação nas esferas do Poder Público. Um importante avanço ocorrido na política ambiental brasileira foi a publicação da Lei Federal 12.305, em 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Entre os instrumentos desta política estão os sistemas de logística reversa, relacionados “à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”. A implementação desta e de outras ferramentas previstas neste instrumento legal poderão trazer um efeito muito positivo na gestão adequada dos resíduos sólidos no Brasil, reduzindo os impactos relacionados a disposição inadequada destes resíduos.

Todavia, na Califórnia atualmente encontra-se em debate a fiscalização da poluição marinha pela polícia estadual, intitulada “trash policy” (ROSEVELT et al., 2013). As forças policiais atuam na coleta, classificação e identificação das prováveis áreas fontes, assim como no estabelecimento de métodos de controle e ações regulatórias para a diminuição da geração de produtos plásticos.

Conclusão

A distribuição do material recolhido na praia Grande apresentou-se de forma heterogênea, sofrendo variações temporais e espaciais, entretanto com uma tendência de deslocamento de lixo marinho de sul para norte, em função da influência das correntes de deriva litorânea.

Os materiais plásticos foram os materiais mais representativos com 79,19% do total recolhido, acompanhando uma tendência não só de estudos realizados em outros estados brasileiros, mas também em estudos realizados em outros países. Essa tendência demonstra uma clara preocupação quanto a presença destes materiais no oceano e nos ambientes costeiros, em

função das consequências no que diz respeito a contaminação das águas oceânicas e a ingestão acidental por aves e fauna marinha, com a mortalidade destes organismos.

A dinâmica do lixo marinho nas proximidades do Parque Estadual do Acaraí reflete um sério problema para a unidade de conservação. Visto que as fontes de geração da poluição marinha são exógenas, muito além dos limites legais propostos para a área prioritária de conservação. Nesse sentido aconselha-se a realização de monitoramento do lixo marinho ao longo das praias oceânicas da ilha de São Francisco do Sul.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos: classificação**. NBR 10004. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABREU, J. J. **Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praias: exemplo do litoral norte de Santa Catarina**. 2011. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.
- ALVES, J. H. G. **Refração do espectro de ondas oceânicas em águas rasas: aplicações à região costeira de São Francisco do Sul, SC**. 1996. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.
- AZZARELLO, M. Y. & VAN-VLEET, E. S. Marine birds and plastic pollution. **Marine Ecology Progress Series**, v. 37, p. 295–303, 1987.
- BARNES, D. K.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C. & BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. v. 364, p. 1985-1998, 2009.
- BAULCH, S. & PERRY, C. Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. **Marine Pollution Bulletin**, v. 80, p. 210-221, 2014.
- BEZERRA, A. G. **Resíduos sólidos ingeridos por tetrápodes marinhos encalhados no litoral norte de Santa Catarina – Brasil**. 2016. 68 f. Monografia (Bacharelado em Biologia Marinha) – Universidade da Região de Joinville, São Francisco do Sul/SC.
- BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. *In*: LUTZ, P.L. & MUSICK J. A. (eds.), **The biology of sea turtles**. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1997, 199–232.
- BRASIL. Decreto n.º 1.530 de 22 de junho de 1995. **Declara a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar**, concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982.
- BRASIL. Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L. & PETRY, M.V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, p. 1330-1334, 2001.
- CARVALHO-SOUZA, G. F. **Poluição marinha em ambientes recifais na Baía de Todos os Santos: composição, síndromes ecológicas e aspectos conservacionistas**. 2009. f. 113. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Católica de Salvador, Salvador/BA.
- 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**, v.11, n.1, p. 135–143, 2011.
- CASTILHOS, J. A. & GRÉ, J.C.R. Beach Morphodynamics and Sediment transport along the northern Coast of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**. v.39, edição especial, p. 1756 – 1761, 2004.
- COLABUONO, F. I.; BARQUETE, V.; DOMINGUES, B. S. & MONTONE, R. C. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 93–96, 2009.
- CORREA-HERRERA, T., BARLETTA, M., LIMA, A. R. A., JIMÉNEZ-SEGURA, L. F. AND ARANGO-SÁNCHEZ, L. B. Spatial distribution and seasonality of ichthyoplankton and anthropogenic debris in a river delta in the Caribbean Sea. **Journal of Fish Biology**, v. 90, p.1356–1387, 2017.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v.44, n.9, p. 842–852, 2002.
- DI BENEDITTO, A. & RAMOS, R. Marine debris ingestion by coastal dolphins: What drives differences between sympatric species? **Marine Pollution Bulletin**, v. 83, n. 1, p. 298-301, 2014.
- FERRARI, J. B. 2009. **Variação espacial e temporal do lixo marinho depositado na praia deserta - Parque Nacional do Superagui/PR/Brasil**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná/PR.
- FERREIRA, G. V. B.; BARLETTA, M.; LIMA, A. R. A.; DANTAS, D. V.; JUSTINO, A. K. S. & COSTA, M. F. Plastic debris contamination in the life cycle of *Acoupa* weakfish (*Cynoscion acoupa*) in a tropical estuary. **ICES J Mar Sci**; v.73, n.10, p. 2695-2707, 2016.
- GOLIK, A. & GERTNER, Y. Litter on Israeli coastline. **Marine Environmental Research**, v.33, p. 1-15, 1992.
- GREGORY, M. R. Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, p. 2013-2025, 2009.
- GREGORY, M. R.; RYAN, P. G. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. In: COE, J. M. & ROGERS, D.B. (Orgs.). **Marine Debris Sources, Impacts and Solutions**. Springer-Verlag, New York, 1997. p. 49–66.
- HESP, P. A., GIANNINI, P. C. F., MARTINHO, T., MIOT DA SILVA, G. & ASP NETO, N. E. The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast, Southern Brazil. In: DILLENBURG, S. R. & HESP, P. A. (Orgs.). **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Springer-Verlag, 2009. 380 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10/01/2016.
- IOC/FAO/UNEP. **Report of the IOC/FAO/UNEP review meeting on the persistent synthetic materials pilot survey**. Athens: IOC/FAO/UNEP, 1989. 46p.
- IVAIR DO SUL, J. A. **Lixo marinho na área de desova de tartarugas marinhas no litoral norte da Bahia: conseqüências para o meio ambiente e moradores locais**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Oceanologia) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS.

- JÚNIOR, A. N. M.; MORAES, R. B. C.; MAURAT, M. C. 2009, Poluição Marinha. In: PEREIRA, R. C & GOMES, A. S. (Orgs.). **Biologia Marinha**. Interciência, 2009, p. 505-506.
- KANEHIRO, H.; TOKAI, T.; MATUDA, K. Marine litter composition and distribution on the seabed of Tokyo Bay. **Fisheries Engineering**, v.31, p. 195–199, 1995.
- LAIST, D. W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris, including a comprehensive list of species with entanglement. In: COE, J. M. & ROGERS, D. B. **Marine Debris – Sources, Impacts and Solutions**. Springer-Verlag, New York, 1997, 99-139.
- LEITE, A.; SANTOS, L.; COSTA, Y.; HATJE, V. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. **Marine Pollution Bulletin**, v. 81, n. 1, p. 242–247, 2014.
- LIMA, A. R. A.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; RAMOS, J. A. A.; DANTAS, D. V.; MELO, P. A. M. C.; JUSTINO, A. K. S.; FERREIRA, G. V. B. Changes in the composition of ichthyoplankton assemblage and plastic debris in mangrove creeks relative to moon phases. **Journal of Fish Biology**, v.89, p. 619–640, 2016.
- LIPPIATT, S.; OPFER, S.; ARTHUR, C. **Marine Debris Monitoring and Assessment**. Silver Spring: NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46, 2013, 88p. Disponível em: http://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt_et_al_2013.pdf. Acesso em: 13/02/16.
- MACHADO, A. A. **Estudo da Contaminação por Resíduos Sólidos na Ilha do Arvoredo: Principal Ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), SC**. 2006. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Oceanologia) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande/RS.
- 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. Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada**. v.8, n.2, p.221-231, 2008.
- McFAYDEN, G.; HUNTINGTON, T.; CAPPELL, R. 2009. **Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 185, 523. Report for the United Nations Environment Programme and Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- MIOT DA SILVA, G. ; HESP, P. ; DILLENBURG, S. R. ; ALMEIDA, L. E. S. B. 2006. Coastline orientation and aeolian sediment transport on a headland bay beach in Southern Brazil. In: THE 2006 MEETING OF THE ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS, 2006, Chicago/IL. **Anais...** Chicago/IL, 2006. p. 127.
- NOAA MARINE DEBRIS PROGRAM. **Report on the impacts of “ghost fishing” via derelict fishing gear**. Silver Spring, MD. 25 pp, 2015.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P.; MASSIGNAM, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. CDROM.
- PIANOWSKI, F. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. 1997. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Oceanologia) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS.
- POSSAMAI, T. ; VIEIRA, C. V. ; OLIVEIRA, F. A. ; HORN FILHO, N. O. Geologia Costeira da Ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 2, p. 45-57, 2010.
- RIBIC, C.A. Use of indicator items to monitor marine debris on a New Jersey Beach from 1991

- to 1996. **Marine Pollution Bulletin**, v.36, p. 887–891, 1998.
- POSSATTO, F. E.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; IVAR DO SUL, J. A. & DANTAS, D. V. Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1098-1102, 2011.
- RIBIC, C.A; SHEAVLY, J. S. B.; KLAVITTER, J. Trends in marine debris along the U.S. Pacific Coast and Hawai'i 1998–2007. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 8, p. 1726–1729, 2012.
- ROSEVELT, C.; LOS HUERTOS, M.; GARZA, C.; NEVINS, H. M. Marine debris in central California: Quantifying type and abundance of beach litter in Monterey Bay, CA. **Marine Pollution Bulletin**, v. 71, n. 1-2, p. 299–306, 2013.
- SANTOS, I.R.; FRIEDRICH, A.C.; FILLMANN, G.; WALLNER, M.; SCHILLER, R.V.; COSTA, R. Geração de resíduos sólidos pelos usuários da praia do Cassino, RS, Brasil. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, v.3, p. 12-14, 2004.
- SHEAVLY, S. B. **National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary**. Final report submitted to the U. S. Environmental Protection Agency, 2007. 76p.
- SILVA, M. L.; ARAÚJO, F. V.; CASTRO, R. O.; SALES, A. S. Spatial-temporal analysis of marine debris on beaches of Niterói, RJ, Brazil: Itaipu and Itacoatiara. **Marine Pollution Bulletin**, v.92, n.1-2, p. 233–236, 2015.
- SMITH, S. D. A. & MARKIC, A. (2013). Estimates of marine debris accumulation on beaches are strongly affected by the temporal scale of sampling. **PLoS ONE**, v.8, n.12, p. 8–13, 2013.
- SOARES, M. **Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos: o oceano, nosso futuro**. Cambridge: University Press, 1999, 247p.
- SOUZA, T. F. **Ecologia alimentar da tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, no litoral norte de Santa Catarina**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville, Joinville/SC.
- THIEL, M.; HINOJOSA, I.; VÁSQUEZ, N.; MACAYA, E. Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). **Marine Pollution Bulletin**, v.46, n.2, p. 224–231, 2003.
- TRUCCOLO, E. C.; FRANCO, D.; SCHETTINI, C. A. F. The Low Frequency Sea Level Oscillations in the Northern Coast of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v.39, edição especial, p. 547-552, 2006.
- VIEIRA, C. V. **Evolução paleogeográfica da planície costeira do extremo norte da ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil**. 2015. 322 F. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC.
- WHITING, S.D. Types and sources of marine debris in Fog Bay, Northern Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v.36, p. 904–910, 1998.
- ZULAR, A. **Sedimentologia e cronologia por luminescência da Ilha de São Francisco do Sul (SC): considerações sobre a evolução holocênica de barreiras arenosas da costa sul e sudeste do Brasil**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) - Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.

Recebido em 19 de junho de 2016.

Aceito em 17 de outubro de 2017.