



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DO LIXO MARINHO
E SUA INTERAÇÃO COM A DINÂMICA DE
ONDAS E DERIVA LITORÂNEA NA COSTA DOS
COQUEIROS, BAHIA**

SÉRGIO PINHEIRO DE SANTANA NETO

SALVADOR - BAHIA


Sérgio Pinheiro de Santana Neto
Ciências Biológicas (Universidade Católica do Salvador - 2009)

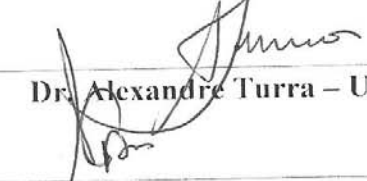
**“Padrão de Distribuição do Lixo Marinho e sua Interação
com a Dinâmica de Ondas e Deriva Litorânea na Costa
dos Coqueiros, Bahia”**

Dissertação aprovada como
requisito parcial para
obtenção do grau de
Mestre na Pós-Graduação
em Geologia da
Universidade Federal da
Bahia

APROVADA EM: 01/03/2012

BANCA EXAMINADORA:


Dra. Iracema Reimão Silva – Orientadora


Dr. Alexandre Turra – USP


Prof. Abílio Carlos da Silva Pinto Bittencourt - IGEO/UFBA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

A minha mãe e irmãos, pelo amor e proteção.

Aos meus tios, pelo amor e oportunidades que me proporcionaram.

Aos primos, pela amizade e carinho.

Ao meu avô, por tudo.

Aos meus grandes amigos que tanto gosto.

Ao Ecoa, onde tudo começou. Em especial a Moacir Tinôco, pela amizade e atenção.

A Zé Rodrigues, Dani, Vilminha e tantos outros que contribuíram para esse trabalho.

Aos amigos de caminhada (Anselmo, Caio “Pombo”, Cécil “Roque”, De Bolinha, Nino “Capitão”, Portugal, Rafael “Paca”, Tiagão “Nécton”, Vitinho e Zebinho “Cabecinha”).

Aos Capitães da Areia, pela essência do seu trabalho.

A Fabiano, pelo apoio e constantes contribuições com referências científicas.

A Iracema, pela oportunidade, apoio incondicional, “paciência” e carinho.

A banca examinadora, pelas contribuições.

A CNPQ, pelo financiamento na forma de bolsa de Mestrado, e a ONG Global Garbage, pelo financiamento da pesquisa.

RESUMO

A Costa dos Coqueiros abriga um padrão ocupacional de caráter pontual na área pesquisada, incluindo povoados que, na maioria dos casos, ainda exibem características tradicionais. Na região predominam remotos trechos de praias arenosas, com uma linha de costa considerada contínua, de contorno retilíneo bastante regular, e bordejada, na sua maior parte, por um cordão duna. A área também é reconhecida pela importância reprodutiva/alimentar para determinadas espécies de tartarugas e cetáceos marinhos. O atual estudo abrangeu as praias semidesertas situadas entre os povoados de Subáuma e Barra do Itariri (cerca de 35 km de extensão), e objetivou avaliar as interações entre o aporte de lixo marinho e o padrão de dispersão da deriva litorânea atuante, considerando a existência de um ponto nodal de inversão, em sua direção, na parte central de tal trecho. A coleta dos resíduos ocorreu em caráter randômico, em períodos distintos (verão e outono/inverno), mediante aplicação do método de amostragem de praia ao longo de 33 transectos demarcados a cada quilômetro de praia. *Pellets* e embalagens de *global garbage* também foram incluídos, sendo as últimas coletadas por toda extensão da área amostral. Modelagens de ondas e de transporte litorâneo foram realizadas a partir de diagramas de refração elaborados para frentes de ondas vindas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste. Os resultados, de modo geral, indicaram um aumento quantitativo no estoque de lixo marinho no período de outono/inverno, com destaque para o trecho entre Baixio/Barra do Itariri, o qual apresentou elevadas variações espaciais na distribuição dos resíduos. Contudo, não foram verificados níveis avançados de contaminação, com os valores finais não ultrapassando 4 itens/m⁻¹. Objetos plásticos compuseram a ampla maioria do estoque coletado, inclusive, em relação ao peso, sendo seus principais componentes associados às atividades comerciais/recreativas. Entre os *pellets*, não foram identificadas variações sazonais significativas, apresentando apenas acumulações pontuais ao longo do trecho percorrido, assim como no caso das embalagens de *global garbage*. Contudo, um maior aporte entre Baixio/Barra do Itariri persistiu, confirmando uma tendência já observada para outros resíduos. As maiores alturas das ondas de sudeste e sul-sudeste, nesse trecho costeiro, pode ser um fator determinante para a maior ocorrência de lixo marinho para a região, especialmente durante o período de outono/inverno.

ABSTRACT

The Costa dos Coqueiros exhibits a specific occupational standard in the research field, including small towns which in most cases, still exhibit traditional characteristics. In the region predominates wide stretches of sandy beaches with a continuous shoreline, very regular straight contour and bordered by dunes in its most part. The area is also recognized for being important in the reproduction/feeding of certain species of turtles and sea cetaceans. The current study included the semi-deserted beaches situated between the small towns – Subaúma and Barra do Itariri (at around 35 km long), aimed to value the interactions of the marine litter presence and the pattern of sediment dispersion through the active coastal drift, considering the existence of an nodal divergence point toward the stretch's central part. The region-wide sampling occurred in different seasons (summer and autumn/winter), according to the beach's sampling method, along 33 transects demarcated every mile of beach. *Pellets* and *global garbage's* packaging were also found, being the last ones collected for all long the sampling area. Waves' modeling and coastal transportation were realized from the refraction diagrams that were designed to observe waves that come from the east, northeast, southeast and south-southeast. The results indicated a quantitative increase in the stock of the marine garbage in the autumn/winter seasons, especially for the stretch between Baixio/Barra do Itariri, which still presented high space variations in the distribution of the litter. However, were not observed advanced levels of contamination, with the final values not exceeding 4 waste/ m⁻¹. Plastic objects were the largest stock collected in relation to weight, being the main waste objects associated with commercial/recreational activities. There was not any significant variation among the *pellets* in the seasonal variation, only presenting accumulation points along the stretch covered, as was analyzed with the global garbage's packaging. However, a huge presence of waste between Baixio/Barra do Itariri continued to exist, which has been already confirmed the growth tendency of other types of waste. The largest heights of waves from southeast and south-southeast in this coastal stretch can be a determinant factor for the biggest incident of marine garbage in the region, especially during the autumn/winter seasons.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tartarugas marinhas encontradas no Brasil.....	9
Figura 2 - Exemplar de <i>Chelonia mydas</i> juvenil com lixo marinho presente no conteúdo gastrointestinal encontrado na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	12
Figura 3 - <i>Global garbage</i> presente na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	13
Figura 4 - <i>Light-sticks</i> dispostos na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	16
Figura 5 - Localização da área de estudo (Costa dos Coqueiros, Brasil).....	19
Figura 6 - Cordão duna presente na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	21
Figura 7 - Prancha ilustrando alguns ecossistemas encontrados na Costa dos Coqueiros, Brasil: A. Lagoa do Mamucabo e dunas; B. Lagoa presente no povoado de Baixio; C. Manguezal no povoado de Baixio; D. Rio e manguezal em Baixio.....	23
Figura 8 - Prancha ilustrando a linha de costa pesquisada na Costa dos Coqueiros, Brasil: A. Região central do povoado de Baixio; B. Praias semidesertas nas proximidades do povoado de Barra do Itariri; C. Praias semidesertas nas proximidades do povoado de Subaúma; D. Vista do povoado de Barra do Itariri.....	25
Figura 9 - <i>Pellets</i> coletados em praias da cidade de Santos, Brasil.....	30
Figura 10 - Indicação das medidas de b (distância entre duas ortogonais às frentes de onda ao longo da costa) e b_0 (distância entre duas ortogonais às frentes de onda em águas profundas) entre dois raios de onda.....	34
Figura 11 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010. Legenda: o azul em tonalidade mais clara representa o trecho Subaúma/Baixio; o azul em tonalidade mais escura representa o trecho Baixio/Barra do Itariri. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	36
Figura 12 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m ⁻¹ , por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	37
Figura 13 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	37
Figura 14 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	38

Figura 15 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	38
Figura 16 - Principais itens amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	39
Figura 17 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	39
Figura 18 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	41
Figura 19 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m ⁻¹ , por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.....	41
Figura 20 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m ⁻¹ , por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.....	42
Figura 21 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	43
Figura 22 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	43
Figura 23 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	44
Figura 24 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixio, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	45
Figura 25 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	45
Figura 26 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	47
Figura 27 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m ⁻¹ , por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.....	47
Figura 28 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m ⁻¹ , por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.....	48
Figura 29 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	48

Figura 30 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	49
Figura 31 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	49
Figura 32 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixio, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	50
Figura 33 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	51
Figura 34 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	53
Figura 35 - Distribuição do plástico amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	53
Figura 36 - Distribuição do <i>nylon</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	54
Figura 37 - Distribuição do isopor amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	54
Figura 38 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.....	55
Figura 39 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.....	56
Figura 40 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixio, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.....	56
Figura 41 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.....	57
Figura 42 - Distribuição dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	59

Figura 43 - Coloração dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	60
Figura 44 - Distribuição dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	61
Figura 45 - Coloração dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	62
Figura 46 - Distribuição dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	63
Figura 47 - Coloração dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	64
Figura 48 - Distribuição dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.....	65
Figura 49 - Coloração dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.....	66
Figura 50 - Composição expressa por material de origem do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	68
Figura 51- Composição expressa por produto/gênero do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	69
Figura 52 - Principais países de origem do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	69
Figura 53 - Composição expressa por material de origem do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	71
Figura 54 - Composição expressa por produto/gênero do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	71
Figura 55 - Principais países de origem do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	72
Figura 56 - Composição expressa por material de origem do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.....	74

Figura 57 - Composição expressa por produto/gênero do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.....	74
Figura 58 - Variação da altura das ondas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste (em metros) ao longo da Costa dos Coqueiros, Brasil.....	76
Figura 59 – Sentido e valor potencial da deriva gerada por ondas vindas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste para o litoral entre Barra do Itariri e Subaúma (Costa dos Coqueiros, Brasil.....	79
Figura 60 – Sentido e valor potencial da deriva litorânea efetiva (intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária) para o trecho Subaúma/Barra do Itariri, Costa dos Coqueiros, Brasil.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - População residente absoluta, área total por km ² e densidade demográfica (hab/km ²) referentes aos municípios da Costa dos Coqueiros, Brasil.....	20
Quadro 2 - Características geoambientais dos trechos de praias entre Subaúma e Barra do Itariri.....	25
Quadro 3 - Principais vantagens e desvantagens da amostragem de lixo praias.....	29
Quadro 4 - Classificação do lixo marinho de conforme sua utilidade original.....	32
Quadro 5 - Critérios quali-quantitativos para determinação dos níveis de contaminação por lixo marinho em cada transecto amostrado.....	32
Quadro 6 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	35
Quadro 7 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.....	40
Quadro 8 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.....	40
Quadro 9 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.....	46
Quadro 10 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.....	46
Quadro 11 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	51
Quadro 12 - Total coletado, peso (g), itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	52
Quadro 13 - Percentual de lixo marinho representado por plástico em áreas costeiras do Brasil.....	55
Quadro 14 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.....	58

Quadro 15 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.....	61
Quadro 16 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.....	61
Quadro 17 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.....	63
Quadro 18 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.....	63
Quadro 19 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	65
Quadro 20 - Total coletado, itens/m ⁻¹ , média e desvio padrão dos <i>pellets</i> amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	65
Quadro 21 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.....	67
Quadro 22 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.....	67
Quadro 23 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.....	70
Quadro 24 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.....	70
Quadro 25 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.....	73
Quadro 26 - Total coletado e média de itens/km ⁻¹ do <i>global garbage</i> amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.....	73
Quadro 27 - Histórico da contribuição percentual dos países de origem do <i>global garbage</i> amostrado na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	75
Quadro 28 – Altura das ondas, ângulo de incidência e intensidade potencial da deriva, para ondas vindas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste, na Costa dos Coqueiros, Brasil.....	77
Quadro 29 – Altura média das ondas, ângulo médio de incidência, intensidade potencial da deriva e deriva litorânea efetiva para os trechos costeiros entre Barra do Itariri/Baixio e entre Baixio/Subaúma, Costa dos Coqueiros, Brasil.....	80

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE QUADROS.....	v
CAPÍTULO I: Introdução.....	1
1. Lixo marinho.....	1
1.1 Ocorrência de lixo marinho na costa brasileira.....	4
1.2 Registros de impactos em tartarugas marinhas no território brasileiro.....	8
1.3 Estudos sobre a contaminação por lixo marinho no Litoral Norte do Estado da Bahia (Costa dos Coqueiros).....	12
2. Padrões de dispersão de sedimentos litorâneos para a Costa dos Coqueiros.....	17
3. Área de estudo.....	18
4. Justificativa e objetivos.....	26
CAPÍTULO II: Materiais e métodos.....	28
1. Amostragem e monitoramento do lixo marinho.....	28
2. Classificação do lixo marinho.....	31
3. Identificação do lixo internacional (<i>global garbage</i>).....	32
4. Aplicação estatística.....	33
5. Determinação das alturas das ondas ao longo da costa e modelagem da deriva litorânea.....	33
CAPÍTULO III: Resultados e discussão.....	35
1. Lixo marinho.....	35
2. Esférulas plásticas (<i>pellets</i>).....	57
3. Lixo internacional (<i>global garbage</i>).....	66
4. Modelagem de ondas e de transporte litorâneo.....	75
CAPÍTULO IV: Conclusões.....	81
CAPÍTULO V: Referências.....	85
CAPÍTULO VI: Apêndice.....	99

I. Introdução

1. Lixo marinho

O termo lixo marinho (*marine litter* ou *marine debris*) pode ser definido como qualquer resíduo sólido antropogênico, descartado ou perdido, que tenha alcançado os oceanos e ambientes costeiros, incluindo itens dispostos nas praias, flutuando nos mares ou afundados no leito (CHESHIRE *et al.*, 2009). Esses resíduos são classicamente subdivididos, conforme o material de origem, nas seguintes categorias: borracha, espuma, madeira antropogênica, metal, *nylon*, papel, plástico, tecido, vidro, além do poliestireno (popularmente conhecido como isopor) (COE e ROGERS, 1997).

Atualmente, encontram-se destacadas, em escala global, as preocupações relativas à presença e magnitude do lixo no ambiente marinho, bem como aos diversos problemas a ele associados (ARAÚJO e COSTA, 2003; UNEP, 2009). No entanto, na década de 70, elevadas densidades de resíduos flutuantes já haviam sido reportadas na literatura científica. A partir de então, esses detritos foram reconhecidos como uma das principais formas de poluição marinha (CORCORAN *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2008).

Os resíduos acumulam-se em diversas praias, sejam urbanas ou remotas (IVAR do SUL *et al.*, 2011), independentemente da distância relativa aos prováveis locais de origem. Suas diversas fontes podem ser, basicamente, classificadas como terrígenas e marinhas (COE e ROGERS, 1997; RIBIC *et al.*, 2011), compreendendo a pesca comercial/recreativa, a atividade náutica (incluindo embarcações e plataformas de óleo e de gás), as águas pluviais e os esgotos urbanos, os ventos, as bacias hidrográficas e os usuários de praia (abrangendo o descarte ilegal deliberado) (SANTOS *et al.*, 2008).

Os impactos descritos têm sido diversos, agregando danos ambientais (aprisionamento/enredamento e ingestão, além da potencial dispersão biológica, incluindo espécies invasoras), sociais (perda estética ou paisagística), econômicos (custos às atividades turísticas, às embarcações recreativas/pesqueiras, à limpeza pública) e de segurança pública (riscos aos banhistas, incluindo ferimentos) (DERRAIK, 2002; LAIST, 1997; SHEAVLY e REGISTER, 2007; UNEP, 2009).

A longevidade de muitos desses resíduos, especialmente os sintéticos, é largamente aceita pela literatura científica. O tempo de residência no ambiente costeiro e marinho, contudo, pode variar de acordo com as condições ambientais vigentes, como a exposição ao sol, a temperatura, a energia de ondas incidentes na costa e a presença de fatores abrasivos (sedimentos consolidados e inconsolidados) (CHESHIRE *et al.*, 2009). A fluuabilidade de alguns itens tende ainda a proporcionar um transporte por longas distâncias junto à superfície d'água (THIEL *et al.*, 2003).

Embora os apetrechos de pesca despertem preocupações ambientais, econômicas e de segurança, são os plásticos os principais vilões para esse tipo de poluição, constituindo a categoria mais frequente na ampla maioria dos estudos referentes à quantificação e composição do lixo marinho (FRIAS *et al.*, 2011; MOORE *et al.*, 2011). Tal dominância pode ser justificada pela abundante e crescente utilização de produtos descartáveis junto à sociedade moderna (ARAÚJO e COSTA, 2003).

Os plásticos alcançam praias, mares e oceanos, em diferentes estágios de produção, desde as formas finais até aquelas mais primárias, como as esférulas ou grânulos plásticos (*pellets* ou *nibs*) (TURRA *et al.*, 2008). Os *pellets* são principalmente constituídos de polímeros como o polipropileno (PP), polietileno (PE) e o poliestireno (PS). Tanto a combinação desses polímeros quanto a incorporação de aditivos diversos podem ser aplicadas, de acordo com o produto final desejado (SHIBER, 1982).

Tais *pellets* são dispersos no ambiente marinho, via derramamentos acidentais, durante o manuseio, transporte marítimo e/ou perdas oriundas das indústrias de produção de plástico (EPA, 1992). Por serem pequenos (1 a 5mm), com tonalidades geralmente claras e ampla capacidade de flutuação, esses grânulos tornaram-se uma potencial ameaça aos organismos marinhos, que os ingerem por engano, ao confundi-los, por exemplo, com ovos de peixes (ANANTHASWAMY, 2001).

Do ponto de vista científico, diversos objetivos tem amparado um número cada vez maior de pesquisas sobre o lixo marinho, inclusive no Brasil. Destaca-se o interesse pelo incremento da conscientização pública, por uma melhor avaliação dos seus riscos e impactos, além de uma concisa compreensão a respeito de suas fontes e origens, sendo

essa última considerada fundamental ao processo de resolução e/ou remediação do problema (CHESHIRE *et al.*, 2009; PORTZ *et al.*, 2011; UNEP, 2009).

De modo concomitante, uma ampla variedade de técnicas de monitoramento tem sido aplicada, visando principalmente à determinação da origem dos resíduos, incluindo a presença de incrustações biológicas, a proximidade em relação aos grandes centros urbanos, a utilização de itens indicadores de atividades antrópicas, além do estabelecimento de correlações entre essas atividades associadas e as densidades dos estoques de lixo, principalmente em ambientes praias (SANTOS *et al.*, 2008).

Na busca por um gerenciamento efetivo sobre a poluição marinha, torna-se indispensável a compreensão da dinâmica costeira, abrangendo a avaliação da distribuição da energia das ondas e dos padrões de dispersão ao longo da costa, ambos relacionados diretamente às correntes de deriva locais (DOMINGUEZ *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2001). Tais correntes podem atuar na remobilização dos resíduos nas praias, principalmente, quando dispostos na face praias (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Compreender a circulação costeira implica também em identificar áreas de convergência e divergência dos raios de onda, onde, respectivamente, ocorrem maiores e menores concentrações de energia, possibilitando, inclusive, a previsão de possíveis alterações na linha de costa, de modo a evitar ou minimizar perdas físicas e econômicas (DOMINGUEZ *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2001). Sua relevância torna-se notável em relação aos processos sedimentares erosivos ou deposicionais, os quais são considerados um dos principais problemas da zona costeira a nível mundial, visto que podem resultar no recuo ou na progradação da linha de costa (SILVA *et al.*, 2007; SOUZA, 2009).

Ainda acerca das ações de gerenciamento, considera-se como ponto-chave do controle da poluição, a interferência no comportamento de descarte junto às prováveis fontes, incluindo a sensibilização via educação ambiental (ARAÚJO e COSTA, 2007; SANTOS *et al.*, 2008; THIEL *et al.*, 2011), tanto com atividades destinadas ao ambiente escolar e à comunidade local (SANTANA NETO *et al.*, 2011a), quanto em campanhas educativas efetivas nas zonas costeiras, em oposição às iniciativas de curto prazo, que atuam apenas como um alerta para a problemática (PORTZ *et al.*, 2011).

Entre as principais medidas restritivas ao descarte de lixo no ambiente marinho, destaca-se o Protocolo da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição de Navios (*MARPOL 73/78*), que através do seu Anexo V, aborda o controle da poluição oriunda do tráfego de embarcações (SANTOS *et al.*, 2008). No entanto, a sua real aplicabilidade é dificultada pela ampla área a ser monitorada, além da complexidade relativa ao rastreamento das possíveis fontes de contaminação. A fiscalização nos portos e atracadouros diversos também deve ser incluída em iniciativas de gestão ambiental (CHESHIRE *et al.*, 2009; KOEHLER e ASMUS, 2010; UNEP, 2009).

1.1 Ocorrência de lixo marinho na costa brasileira

Apesar da reconhecida notoriedade da poluição por lixo marinho a nível global, ainda são escassas as pesquisas realizadas no Brasil, disponíveis na literatura científica, não somente em comparação aos demais grupos de contaminantes, como também em relação a outros países (NEVES *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2008). Contudo, recentes investigações vêm ocorrendo tanto em áreas costeiras urbanas (BAPTISTA NETO e FONSECA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2010; WETZEL *et al.*, 2004), quanto em zonas remotas (MACHADO e FILLMANN, 2010; SOARES *et al.*, 2011).

Alguns trechos litorâneos urbanizados vêm sendo considerados, inclusive, como os ambientes mais degradados do país. Na Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) foram catalogados mais de 21 mil resíduos ao longo de dez anos de monitoramento, conforme reportado por Baptista Neto e Fonseca (2011). Tais índices de contaminação implicaram decisivamente na aplicação do Projeto “Baía Limpa”, que monitorou, de modo contínuo, os principais meios de entrada do lixo na região (FERREIRA *et al.*, 2011).

Em praias brasileiras urbanas, aspectos como o uso da praia (fluxo turístico) e a presença de desembocaduras de drenagens pluviais vêm influenciando diretamente nos estoques locais de detritos marinhos, como observado por Oliveira e colaboradores (2011) para a praia de Massaguaçu (São Paulo). Na ocasião, a coleta de resíduos em períodos com características distintas em relação aos níveis de ocupação e aos índices de pluviosidade, proporcionou a identificação de um amplo estoque associado ao período chuvoso (ocorrido imediatamente após a época de alta temporada turística).

O descarte oriundo dos usuários de praias ocorre principalmente durante o verão, período no qual as regiões costeiras turísticas recebem um maior aporte de banhistas/comerciantes, como observado na Baía de Tamandaré (Pernambuco) (ARAÚJO e COSTA, 2004), na Península de Itapagipe (Bahia) (SILVA *et al.*, 2010), nas praias do município de Xangri-Lá (Rio Grande do Sul) (PORTZ *et al.*, 2011), e na praia do Cassino (Rio Grande do Sul) (SANTOS *et al.*, 2004; WETZEL *et al.*, 2004). Esses diversos autores revelaram que determinados itens oriundos de atividades recreativas/comerciais praticadas a beira mar, como copos descartáveis, canudos e pontas de cigarro, foram incisivos indicadores desse padrão comportamental poluidor.

Tal caráter contaminador vinculado aos usuários de praia tornou essencial a avaliação da sua percepção sobre os diversos impactos associados ao lixo marinho, como evidenciado em pesquisas conduzidas por Filho e colaboradores (2011) na praia de Boa Viagem (Pernambuco), e por Santana Neto e colaboradores (2011b) na praia do Porto da Barra (Bahia). Ambos os estudos incluíram a aplicação de questionários estruturados visando definir o perfil socioeconômico dos entrevistados, além de evidenciar a necessidade da aplicação de ações mitigadoras mais urgentes, das quais se destacaram as atividades educativas/sensibilizadoras.

Em zonas costeiras urbanizadas, a influência dos usuários pode ser percebida também com relação ao lixo bêntico (depositado no leito marinho), como reportado por Carvalho-Souza e Tinôco (2011) para os costões rochosos situados na Baía de Todos os Santos (Bahia). Com o decorrer desse estudo, notou-se que os itens comercializados por barraqueiros/ambulantes nas praias adjacentes aos costões rochosos, corresponderam intimamente aos resíduos amostrados. Entre os diversos impactos associados ao lixo bêntico, os autores destacaram a deterioração da paisagem submarina, os prejuízos às atividades recreacionais e os efeitos deletérios à saúde da biota marinha local.

As bacias hidrográficas também representam importantes fontes de resíduos para a região litorânea, principalmente ao incluírem leitos de rios altamente antropizados, nos quais são descartadas grandes quantidades de lixo pelas populações ribeirinhas (BAPTISTA NETO e FONSECA, 2011). Em um estudo de caso realizado na praia de Barrinha (Espírito Santo), Neves e colaboradores (2011) indicaram, inclusive, uma relação direta entre o aumento das descargas fluviais e a ocorrência de lixo em praias

próximas às desembocaduras dos rios. Araújo e Colaboradores (2006) também relataram maiores acumulações de detritos nas adjacências do Rio Una (Pernambuco).

Áreas distantes de qualquer fonte provável de lixo marinho não estão isentas à poluição, permanecendo suscetíveis, inclusive, a elevados níveis de contaminação. Alguns registros foram realizados recentemente em Unidades de Conservação Integral, como na remota, insular e inabitada Reserva Biológica do Atol das Rocas (Rio Grande do Norte) (SOARES *et al.*, 2011), e na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina) (MACHADO e FILLMANN, 2010). Vale ressaltar que ambas as áreas se enquadram na mais restritiva categoria de uso entre as Unidades de Conservação brasileiras.

Como exemplo, no Atol das Rocas, todo o lixo produzido localmente é armazenado e posteriormente encaminhado ao continente, evidenciando o transporte via oceano dos itens então amostrados, que na maioria dos casos possuíam origem estrangeira (*global garbage* ou *overseas garbage*), destacada nos rótulos das embalagens amostradas. A principal via de entrada para esses resíduos foi a Corrente Sul Equatorial (Atlântico Sul), conforme Soares e colaboradores (2011). Em Arvoredo, o lixo também esteve associado a uma fonte predominantemente marinha, vinculada provavelmente ao tráfego de embarcações de turismo e/ou pesqueiras atuantes nos arredores da Reserva (MACHADO e FILLMANN, 2010).

Em ecossistemas indispensáveis à manutenção e conservação da biodiversidade, como os manguezais, os impactos provenientes da pressão urbana também podem ser refletidos sob a forma de poluição marinha (CORDEIRO e COSTA, 2010). Na área pertencente ao manguezal de Ratonés e à Estação Ecológica de Carijós (Santa Catarina), Vieira e colaboradores (2011) associaram os detritos encontrados principalmente aos bueiros de escoamento de águas pluviais das cidades próximas, evidenciando o despejo deliberado pela população. Contudo, a vegetação de borda dos manguezais atuou de modo decisivo como barreira ao avanço desses contaminantes em direção às suas partes mais internas, minimizando os possíveis efeitos deletérios aos organismos presentes.

Por sinal, danos diretos à biota marinha vêm requerendo a atenção dos pesquisadores (incluindo situações de aprisionamento/enredamento). Sazima e colaboradores (2002) registraram, para o litoral do Estado de São Paulo, a captura de três cações-frango

juvenis (*Rhizoprionodon lalandii*), que apresentavam cintas plásticas em torno dos seus corpos (mais precisamente nas regiões das guelras e da boca). Os autores indicaram prováveis dificuldades na respiração e alimentação desses indivíduos, evidenciadas em suas condições físicas, visto que se encontravam muito emagrecidos. As cintas foram identificadas como partes destacáveis de tampas de garrafas plásticas, possivelmente lançadas ao mar por pessoas a bordo de embarcações pesqueiras e recreativas.

Cardoso e Vooren (2010) também ressaltam a relevância das cintas plásticas como resíduos impactantes à biota marinha na região sul do país. Nesse caso particular, três exemplares de tubarão-azul (*Prionace glauca*) e um espadarte (*Xiphias gladius*), capturados em atividades pesqueiras de espinhel pelágico, incluíam tais “coleiras” aderidas à região branquial, além de redes de emalhe multifilamento. A presença de significativos ferimentos nos indivíduos certamente comprometeu suas atividades vitais básicas (respiração, alimentação e natação).

Dados relativos à ingestão de resíduos flutuantes também têm sido reportados a nível nacional. Em praias da Ilha Comprida (São Paulo), por exemplo, foram encontradas 10 espécies de petréis e albatrozes contendo plásticos em seus conteúdos estomacais. Entre os 110 indivíduos amostrados, aproximadamente 64% continham tais itens no trato gastrointestinal. Esses resultados demonstram a extensão dos riscos aos quais estão expostas as aves marinhas (BARBIERI, 2009). Miranda e Carvalho-Souza (2011) também registraram a presença de lixo, principalmente *pellets*, em peixes desembarcados em comunidades pesqueiras do município de Salvador (Bahia). Os exemplares impactados incluíram cinco cavalas (*Scomberomorus cavalla*) e dois cações-frango, conhecidos popularmente como caçonetes.

Os cetáceos também se encontram ameaçados pela ingestão de lixo. Objetos como sacos e tampas plásticas, além de lacres metálicos de latas de cerveja e/ou refrigerante, por serem comumente confundidos com alimentos naturais, têm contribuído inclusive, para a *causa mortis* de algumas espécies. Serra e colaboradores (2000) reportaram cinco casos de encalhes na Baía de Todos os Santos, envolvendo cetáceos que continham lixo no conteúdo gastrointestinal. Entre as espécies encontradas estavam dois exemplares de boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*), um exemplar de baleia-bicuda (*Ziphius cavirostris*),

uma baleia jubarte (*Megaptera novaeanglia*) e, por fim, um golfinho-de-risso (*Grampus griséus*), sendo esse último caso também registrado por Nogueira (2000).

Outro importante impacto ambiental a ser destacado compreende a dispersão de animais bentônicos e nectônicos através de resíduos flutuantes, a qual tem sido reportada para todos os oceanos. Contudo, os mecanismos associados ainda são pouco conhecidos. A fluabilidade e durabilidade relativa aos plásticos, por exemplo, os tornam potenciais vetores de dispersão biológica, acarretando possíveis desequilíbrios ecológicos. No Brasil, as pesquisas dedicadas ao tema são escassas (SANTOS *et al.*, 2008).

Farrapeira (2011), ao compilar informações disponíveis, em publicações científicas, sobre invertebrados costeiros e estuarinos associados aos resíduos flutuantes encontrados à deriva na costa brasileira, registrou um total de 122 espécies transportadas por plásticos, *nylon*, metais e vidros, incluindo briozoários, crustáceos, cnidários e moluscos. As comunidades viajantes eram, conforme o autor, representadas, em sua maioria, por espécies cosmopolitas e exóticas, consideradas, portanto, invasoras.

Independente das características ocupacionais das áreas litorâneas (urbanas ou remotas), os plásticos se destacaram, correspondendo à maior parcela dos itens amostrados. Diversos estudos ressaltaram esse predomínio: aproximadamente 90% em relação ao total amostrado na Baía de Tamandaré (ARAÚJO e COSTA, 2004), 80% na praia de Massaguaçu (OLIVEIRA *et al.*, 2011) e na praia de Intermares (MASCARENHAS *et al.*, 2008), aproximadamente 70% na Baía de Guanabara (BAPTISTA NETO e FONSECA, 2011) e cerca de 50% na Península de Itapagipe (SILVA *et al.*, 2010).

1.2 Registros de impactos em tartarugas marinhas no território brasileiro

Atualmente, apenas sete espécies de tartarugas marinhas são conhecidas, das quais seis possuem registros de ingestão e aprisionamento/enredamento por resíduos antrópicos, conforme Santos e colaboradores (2008). Entre as espécies que utilizam a costa brasileira como área de alimentação/nidificação, estão representantes da família Cheloniidae, como a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*). Uma única espécie da família Dermochelyidae possui registros

em águas nacionais, popularmente denominada como tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) (MADER *et al.*, 2007; MARCOLVALDI e CHALOUPKA, 2007) (Figura 1).



Figura 1 - Tartarugas marinhas encontradas no Brasil. Imagem adaptada do Projeto Tamar (2011).

O primeiro estudo que evidenciou os impactos diretos e indiretos do lixo sobre as tartarugas marinhas no Brasil foi conduzido por Bugoni e colaboradores (2001). Esses pesquisadores analisaram o conteúdo gastrointestinal de 38 indivíduos juvenis da espécie *Chelonia mydas*, 10 adultos da espécie *Caretta caretta*, além de dois adultos da espécie *Dermochelys coriacea*, todos encontrados no litoral do Rio Grande do Sul. A presença de diversos detritos antropogênicos não demorou a ser percebida, incluindo principalmente sacos plásticos brancos e transparentes. De acordo com os registros, a morte de aproximadamente 13% das tartarugas-verdes examinadas esteve relacionada à ingestão de resíduos. Danos oriundos da atividade pesqueira também foram reportados para a espécie em questão (como cortes ao longo do corpo e da carapaça).

Também na região costeira do Rio Grande do Sul, Mader e colaboradores (2007) monitoraram 160 km de praias, a fim de avaliar os possíveis impactos antrópicos sobre as tartarugas. Foram encontrados exemplares de todas as cinco espécies que frequentam a costa brasileira (27 carapaças e apenas dois indivíduos vivos), com destaque para juvenis de *Chelonia mydas*. Algumas das carapaças amostradas apresentavam indícios de contato com redes de pesca (sendo registrados fragmentos ainda presos às nadadeiras). Além das redes, danos oriundos do contato com fios de *nylon* e anzóis foram verificados (estrangulamento no pescoço e cortes na região da boca).

Esses autores analisaram também 16 conteúdos estomacais de quatro das espécies encontradas, que ainda apresentavam bom estágio de conservação, registrando a ingestão de lixo marinho em 100% dos casos. A maioria dos itens encontrados foi representada por plásticos, *nylon*, cacos de vidro, borracha e isopor. A ingestão de resíduos entre esses animais, conforme os próprios autores, torna-se potencializada por seus hábitos alimentares onívoros, e o posterior acúmulo no organismo favorece, como exemplo, a diminuição da absorção de reservas energéticas.

Tais interações entre tartarugas marinhas e o lixo no litoral sul do país também atraiu o interesse de pesquisadores como Tourinho e colaboradores (2008). Na ocasião, foram investigados 29 tratos gastrointestinais de juvenis da espécie *Chelonia mydas*, dos quais 100% apresentavam resíduos (mais precisamente 1.271 itens amostrados). Entre os objetos com maior abundância estiveram os plásticos, incluindo principalmente fragmentos rígidos e maleáveis. Além dos possíveis efeitos sub-letais associados, foi relatada a morte de três indivíduos pela completa obstrução do sistema gastrointestinal. Os autores sugeriram que fatores como disponibilidade de resíduos e/ou ausência de alimentos influenciaram diretamente no potencial de ingestão para esta espécie.

O registro da morte de um único exemplar juvenil de *Chelonia mydas*, por obstrução do trato gastrointestinal, também foi reportado por Melo e colaboradores (2010), para o Estado de Pernambuco. Nesse caso particular, o indivíduo, encontrado ainda vivo em uma praia da região metropolitana do município de Recife, veio a óbito após quatro dias do seu resgate. A posterior necropsia indicou que a *causa mortis* possivelmente esteve relacionada à presença de fragmentos de rede de pesca, cano PVC e saco plástico em diversos órgãos do trato digestivo (desde a porção inicial do esôfago até o ânus).

Acerca do contexto, um aspecto conservacionista tornou-se fundamental: a avaliação do perfil do estoque do lixo marinho em praias que abrigam relevantes bolsões de desova, visto que a contaminação local pode implicar na perda de habitat reprodutivo. Logo, alguns esforços têm sido realizados com o intuito de suprir tal lacuna, como nos estudos conduzidos por Ivar do sul e colaboradores (2011), na região da Costa dos Coqueiros (Bahia), e por Mascarenhas e colaboradores (2008), na praia de Intermares (Paraíba).

Nesse último estudo, os autores reportaram que, a partir da análise de ninhos em momentos posteriores ao nascimento dos neonatos, foram identificados 180 ninhos contaminados por resíduos, destacando-se itens como monofilamentos de *nylon*, garrafas do tipo PET e embalagens de alimentos. A presença de lixo no interior dos ninhos pode, entre outros danos, causar alterações na temperatura de incubação dos ovos, e, conseqüentemente, interferir na sexagem natural dos embriões. Já a disposição de matéria orgânica em ninhos, também relatada pelos pesquisadores, pode implicar na proliferação de bactérias e fungos e na atração de predadores naturais (roedores).

Uma recente pesquisa, publicada por Macedo e colaboradores (2011), descreveu a presença de detritos no trato digestório de 27 entre 45 tartarugas marinhas encontradas na Costa dos Coqueiros (cerca de 60% dos organismos), incluindo principalmente exemplares filhotes e juvenis de *Chelonia mydas* e de *Eretmochelys imbricata* (Figura 2). Indicativos de comprometimento do estado corporal foram observados na maioria das tartarugas afetadas, apesar da quantidade de resíduos amostrados não ter sido suficiente para ser considerada como *causa mortis* em determinados indivíduos.

Os autores ainda relataram a presença de lixo marinho ao longo de todo o trato gastrointestinal dos exemplares contaminados, com predomínio de apetrechos de pesca, como monofilamentos de *nylon* e cabos de embarcação, em contraste aos estudos anteriores, que indicavam os plásticos como resíduos mais frequentes em tartarugas. Contudo, também foram registrados itens como sacos e fragmentos plásticos, isopor e filtros de cigarro. A probabilidade da ingestão ter ocorrido na própria região não foi descartada, visto que comunidades pesqueiras locais se fazem presentes.

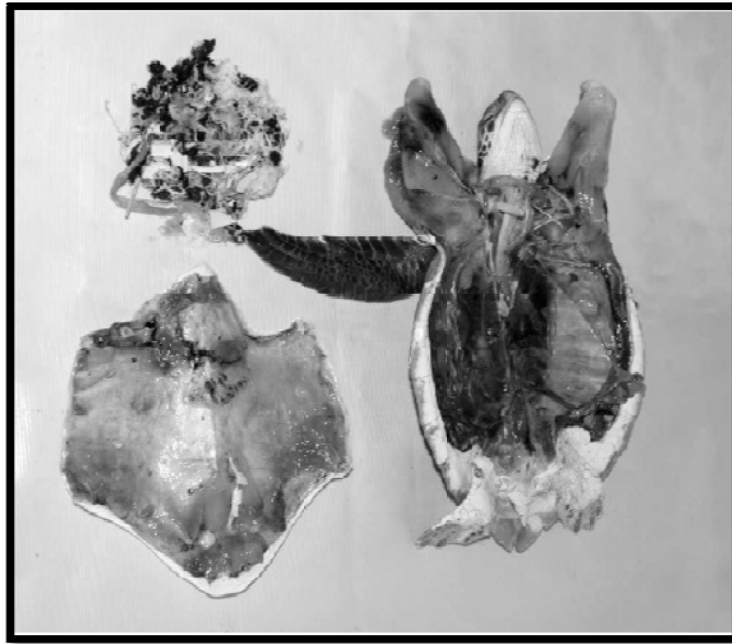


Figura 2 - Exemplar de *Chelonia mydas* juvenil com lixo marinho presente no conteúdo gastrointestinal encontrado na Costa dos Coqueiros, Brasil, publicada por Macedo e colaboradores (2011).

1.3 Estudos sobre a contaminação por lixo marinho no Litoral Norte do Estado da Bahia (Costa dos Coqueiros)

O interesse científico pela incidência de lixo marinho nas praias da Costa dos Coqueiros teve início no ano de 2001, com a catalogação e o registro fotográfico de 81 embalagens de origem internacional (*global garbage*). Posteriormente, com a fundação da organização não governamental (ONG) Global Garbage, financiada atualmente pela Light House Foundation, foi proposto um monitoramento contínuo do aporte desses resíduos estrangeiros em conjunto com a Associação dos Capitães da Areia (vinculada aos moradores locais), de modo a possibilitar a identificação dos países de origem e a elaboração de estratégias opositoras à poluição dos oceanos em âmbito mundial (SANTOS, 2005).

A relevância de tal monitoramento tornou-se reconhecida, posteriormente, através da publicação de Santos e colaboradores (2005), em referência aos primeiros dados semi-quantitativos sobre o aporte de *global garbage* (Figura 3) na região da Costa dos Coqueiros, incluindo todas as embalagens coletadas ao longo de três anos consecutivos (especificamente entre 2002 e 2004). Na ocasião, foi possível amostrar uma ampla área

de linha de costa, localizada entre os povoados de Praia do Forte (localizado no município de Mata do São João) e Mangue Seco (município de Jandaíra).



Figura 3 - *Global garbage* presente na Costa dos Coqueiros, Brasil. Fotografia de Anselmo Chagas, ONG Global Garbage.

Com o decorrer da pesquisa, foi possível observar a presença de *global garbage* por toda a região, destacadamente no trecho de praias remotas situado entre os povoados de Subaúma (município de Entre Rios) e Baixio (município de Esplanada), revelando tendências de acumulação a nível local. Já a identificação dos países de origem de tais embalagens foi determinada pela análise das inscrições contidas em seus rótulos, através principalmente dos códigos de barras (por determinarem o país fabricante a partir das codificações referentes aos seus dígitos iniciais). Como exemplo, as numerações iniciais 789 e 790 indicam que o produto foi manufaturado em território brasileiro.

Cerca de 70 países, espalhados pelos diversos continentes, puderam ser identificados como produtores das embalagens, sendo os principais: Estados Unidos, Itália e África do Sul. Demais nações de destaque incluíram Argentina, Alemanha, Reino Unido, Taiwan, Singapura, Espanha e Malásia. Esse registro foi reconhecido, na época, como um dos mais diversificados em caráter mundial, apesar do diminuto tráfego de embarcações no Atlântico Sul, se comparado ao Atlântico Norte e Mar Mediterrâneo.

A relevância do tráfego de embarcações, como provável origem das embalagens, ficou implícita na inexistência de indicação de importadores brasileiros nos rótulos, sendo reforçada ainda pela ausência de importantes fontes locais de lixo, como centros urbanos e turísticos, além de grandes bacias hidrográficas antropizadas. Uma possível influência da cidade de Salvador, potencial geradora de resíduos, pôde ser desconsiderada, visto que a direção da corrente de deriva litorânea efetiva na região, não favorece tal situação [conforme explicado adiante com base nas publicações de Bittencourt e colaboradores (2000, 2005, 2010)].

Santos e colaboradores (2005) ainda mencionaram a presença de uma mensagem encontrada dentro de uma garrafa, incluindo as coordenadas geográficas do local de seu descarte no oceano, a aproximadamente 4.000 km de distância da Costa dos Coqueiros. Assim, tornou-se evidente a ampla capacidade do transporte de resíduos pela superfície dos oceanos, principalmente em se tratando de objetos plásticos, predominantes entre as embalagens amostradas. Contudo, o bom estado de conservação da maioria do *global garbage* encontrado sugeriu que o descarte ocorreu em águas próximas à costa.

A contaminação por lixo marinho nas praias da Costa dos Coqueiros também despertou o interesse de outros pesquisadores. Ivar do Sul e colaboradores (2011) atuaram na região entre os anos de 2004 e 2005, com campanhas de amostragem realizadas entre os povoados de Praia do Forte e Conde (município de Conde), uma extensa área com aproximadamente 93,3 km de linha de costa. Os autores avaliaram a existência de variações espaciais e sazonais no estoque local de lixo, não somente sobre embalagens de *global garbage*, como para qualquer outra forma de resíduo antrópico presente.

A princípio, esses autores determinaram as seguintes hipóteses: (1) em escala espaço-temporal, as praias desenvolvidas devem apresentar maiores índices de contaminação em relação aos trechos de praias mais remotas durante o verão (período seco e de maior fluxo turístico); e (2) o estoque de lixo tende a diminuir no sentido sul-norte, acompanhando ao decréscimo nos graus de urbanização e ocupação de zona costeira.

Em oposição às expectativas, não foram detectadas distinções significativas entre as estações de verão e inverno (período chuvoso). Portanto, a nível sazonal, a distribuição dos detritos marinhos revelou um caráter homogêneo (as médias gerais registradas

variaram entre 2 e 10 itens/m⁻¹ no verão e entre 2 e 8 itens/m⁻¹ no inverno). Entre os principais resíduos amostrados estavam os plásticos (representando 59% do estoque de verão e 78% do estoque de inverno), além de apetrechos de pesca e isopor.

Ainda de acordo com Ivar do Sul e colaboradores (2011), os maiores índices de contaminação foram registrados para as adjacências dos povoados de Subaúma, Conde e Baixio, com valores de 61 itens/m⁻¹, 46,9 itens/m⁻¹ e 36,4 itens/m⁻¹, respectivamente. Tais povoados caracterizam-se pela existência de atividades turísticas apenas em nível local. Já trechos de praias semidesertas evidenciaram menores índices, como na linha de costa localizada entre Subaúma e Baixio (1,32 itens/m⁻¹). No entanto, a distribuição do lixo permaneceu homogênea entre as praias desenvolvidas e as remotas.

Nas proximidades desses povoados predominaram itens oriundos de atividades turísticas (fonte local), como as pontas de cigarro descartadas e/ou abandonadas por usuários. Por outro lado, nos trechos remotos prevaleceu o lixo de origem marinha proveniente de atividades pesqueiras e domésticas/industriais externas (fonte não local). Cabos de embarcação, fragmentos de plástico e isopor foram os representantes mais frequentes. Como o turismo aplicado à Costa dos Coqueiros abrange apenas curtos trechos de praias nas proximidades dos povoados, regionalmente predominaram as fontes não-locais.

Outro aspecto relevante da poluição marinha na Costa dos Coqueiros refere-se à presença dos atratores luminosos (*light-sticks*), frequentemente utilizados na pesca de espinhel pelágico. Os *light-sticks* (Figura 4) são bastões rígidos de poliestireno transparente, que armazenam duas soluções químicas orgânicas de potencial quimioluminescente. Tais soluções incluem um composto de éster oxalato e um peróxido de hidrogênio incluso em uma pequena ampola de vidro interna. Conforme Cesar-Ribeiro e Palanch-Hans (2010), a reação quimioluminescente provem de um processo catalisado por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos fluorescentes, a partir do rompimento da ampola de vidro (com duração aproximada de até 48 horas).

O modelo de pesca de espinhel pelágico, utilizando os *light-sticks*, possui como espécie-alvo o espadarte (*Xiphias gladius*) e refere-se à utilização de uma linha principal (constituída de monofilamento de *nylon*), a partir da qual são acopladas linhas

secundárias contendo os anzóis e os próprios atratores. O problema, no entanto, não diz respeito aos procedimentos de pesca, e sim, às posteriores situações envolvendo perda acidental e/ou descarte intencional no ambiente marinho, fato que favorece a disponibilidade desses apetrechos na zona costeira (IVAR DO SUL *et al.*, 2007).



Figura 4 - *Light-sticks* dispostos na Costa dos Coqueiros, Brasil. Fotografia de Fabiano Barretto, ONG Global Garbage.

Uma vez presentes nas praias, os impactos tornam-se diversificados. Como exemplo, a ONG Global Garbage, através de entrevistas informais com os moradores locais da Costa dos Coqueiros, documentou a utilização dos *light-sticks* para diversos fins que vão além de sua aplicação convencional. De acordo com os entrevistados, os usos podem ser tópicos (situação em que o conteúdo interno é aplicado diretamente sobre a pele como bronzeador, medicamento e até mesmo repelente) e alternativos (sendo utilizados como lubrificante para vários equipamentos e combustível para lamparinas) (CESAR-RIBEIRO e PALANCH-HANS., 2010; IVAR DO SUL *et al.*, 2007).

Ivar do Sul e colaboradores (2007), diante das evidências do uso indiscriminado, testaram a toxicidade dérmica do conteúdo interno dos *light-sticks* em ratos *Wistar* (n = 20). Para essa pesquisa, os indivíduos utilizados foram divididos em quatro grupos experimentais expostos, de modo diferenciado, à radiação UV-A e UV-B, à aplicação de água do mar e à aplicação do conteúdo dos *light-sticks*. Além dos grupos citados, foram adicionados grupos controle para melhor avaliação dos resultados.

Os testes logo indicaram a presença de irritações em todos os grupos experimentais, contudo, em intensidades distintas. Como exemplo, a presença de eritemas (vermelhidão), edemas (inchaço) e erupções cutâneas (formação de bolhas) tornou-se mais evidente no grupo sob exposição conjunta a todas variáveis aplicadas. Em comparação aos grupos controle, foram observadas nítidas diferenças entre os resultados, indicando o potencial dos conteúdos em causar irritações cutâneas em ratos.

Cesar-Ribeiro e Palanch-Hans (2010), ao atentarem para os possíveis efeitos adversos à população local e à biota marinha, vinculados ao extravasamento do conteúdo interno dos *light-sticks* no mar e nas praias, decidiram avaliar a toxicidade aguda e crônica em determinados organismos-teste (microcrustáceo *Artemia sp.* e ouriços-do-mar das espécies *Lytechinus variegatus* e *Echinometra lucunter*).

Os resultados indicaram que a toxicidade dos *light-sticks* proveio, principalmente, do peróxido de hidrogênio e dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), que incluem uma capacidade carcinogênica/mutagênica. Os autores ainda relataram que todos os bioensaios executados apresentaram efeitos deletérios a tais compostos em concentrações baixas. Os ouriços-do-mar, entre os organismos-teste, foram os que apresentaram maior sensibilidade a essas substâncias contaminantes em diferentes estágios reprodutivos, principalmente a espécie *Lytechinus variegatus*.

As pesquisas conduzidas por Ivar do Sul e colaboradores (2007) e Cesar-Ribeiro e Palanch-Hans (2010), apesar de não avaliaram efeitos danosos diretos ao ser humano, alertam para possíveis riscos. Bechara e colaboradores (2009) indicam o potencial desenvolvimento de enfermidades como a porfíria (caracterizada pelo distúrbio na produção do grupo químico heme), caso uma exposição crônica seja estabelecida. Diversos tipos de câncer também podem se desenvolver, a exemplo do melanoma.

2. Padrões de dispersão de sedimentos litorâneos para a Costa dos Coqueiros

A distribuição da energia das ondas nas áreas costeiras é considerada a principal responsável pelo transporte de sedimentos litorâneos, e pelos processos erosivos e deposicionais ocorrentes em ambientes praias, ambos vinculados aos sistemas de refração que controlam alterações nas alturas das ondas ao longo da costa (GRIGGS e

TRENHAILE, 1994). Esse processo origina-se de mudanças nas velocidades de propagação das ondas, determinadas por interações com o fundo marinho e suas diferentes feições morfológicas. Goldsmith (1976) relaciona a refração de ondas, ao fato de suas porções superficiais se deslocarem em velocidades inferiores às suas porções mais profundas, resultando no encurvamento das cristas.

A construção de diagramas de refração para diferentes frentes de onda permite a visualização de variações em seus níveis de energia, além da sua real atuação ao longo da linha de costa. Além disso, modelos de clima de ondas gerados a partir dos diagramas de refração auxiliam na definição dos padrões de dispersão de sedimentos associados às direções de deriva litorânea (SILVA *et al.*, 2001).

A partir de modelagem numérica sobre diagramas de refração de ondas, Bittencourt e colaboradores (2000, 2005 e 2010) e Livramento (2008) identificaram uma zona de divergência da deriva litorânea ao longo da Costa dos Coqueiros (na região entre o povoado de Subaúma e o de Barra do Itariri). Já Silva e colaboradores (2001) e Bittencourt e colaboradores (2000, 2005) identificaram duas zonas de divergência (uma na região de Porto Seguro/Trancoso e outra na região de Cumuruxatiba/Prado) no Litoral Sul da Bahia. Esses dois trechos do litoral baiano indicaram, segundo os autores, uma clara correlação entre o padrão de dispersão de sedimentos pela deriva litorânea e a ocorrência de zonas de acúmulo e déficit de sedimentos.

Acredita-se, como indicado, por exemplo, por Oliveira (2008), que a deriva litorânea possa ser responsável, em parte, pela distribuição de lixo marinho em áreas costeiras. Dessa forma, assim como a migração de sedimentos, a deriva litorânea poderia concentrar uma quantidade maior desses resíduos em zonas de convergência e, por outro lado, gerar um menor acúmulo nas zonas de divergência, considerando os detritos de origem marinha (não-local).

3. Área de estudo

A região da Costa dos Coqueiros abrange os municípios litorâneos de Lauro de Freitas, Camaçari, Mata do São João, Entre Rios, Esplanada, Conde e Jandaíra (Figura 5). A ocupação ao longo da sua costa ocorre de modo diferenciado (sendo considerada

praticamente contínua no trecho sul e gradativamente pontual em direção ao norte). Tal padrão ocupacional possibilitou, então, a existência de grandes extensões de praias remotas ou semidesertas (SILVA *et al.*, 2008).

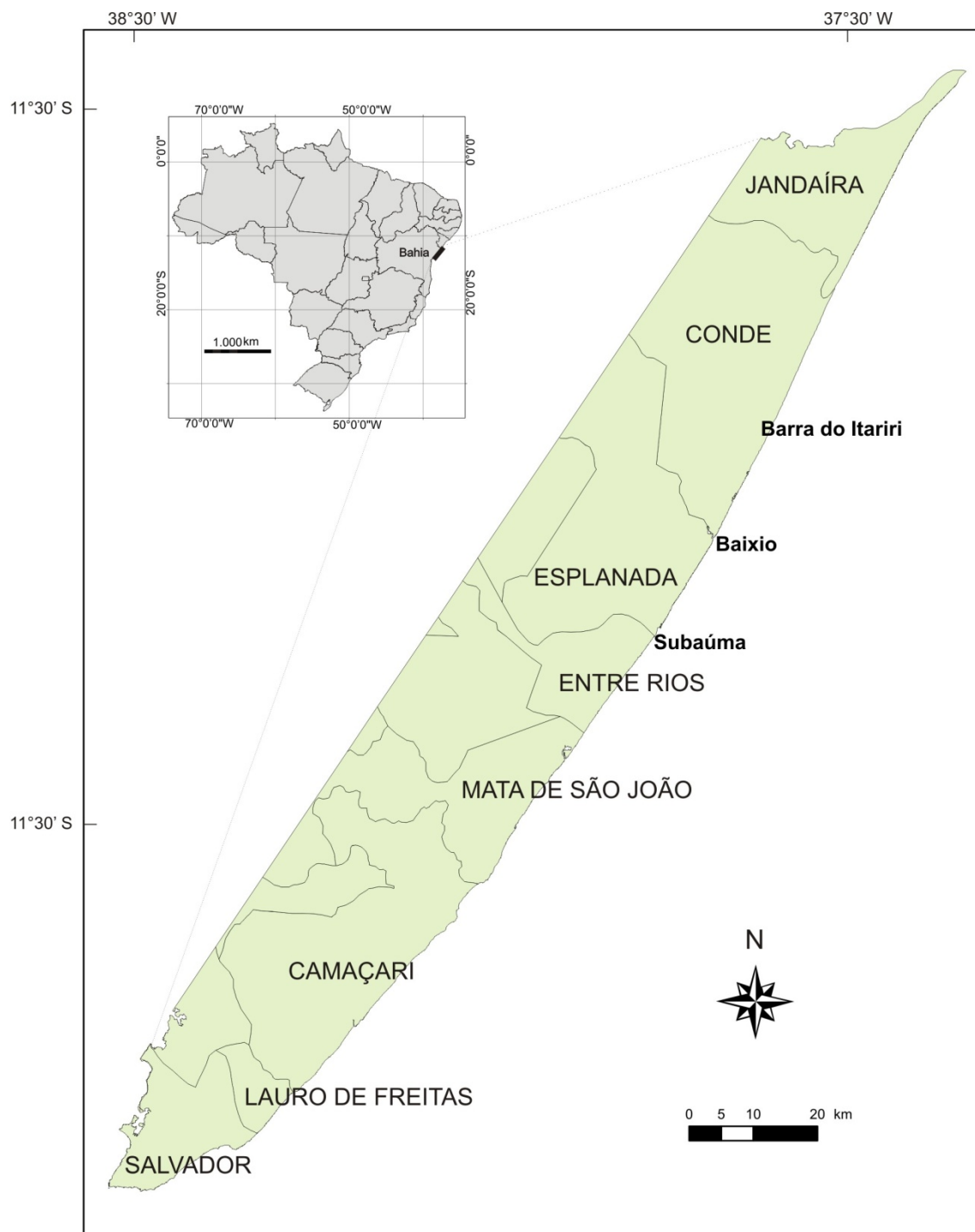


Figura 5 – Localização da área de estudo (Costa dos Coqueiros, Brasil).

Diante do exposto, elevadas densidades demográficas são observadas apenas no trecho sul da área, conforme Quadro 1. Os municípios situados ao norte, ainda apresentam

lentos processos de desenvolvimento, com destaque para Entre Rios, Esplanada, Conde e Jandaíra, onde pequenos núcleos urbanos exibem características tradicionais, apesar do aumento da especulação imobiliária (ALVA, 2003). No geral, ao norte do município de Mata de São João, a costa pode ser considerada como não urbanizada (MMA, 2002).

Quadro 1 - População residente absoluta, área total por km² e densidade demográfica (hab/km²) referentes aos municípios da Costa dos Coqueiros, Brasil, adaptado de IBGE - Censo Demográfico (2010).

Municípios integrantes	População residente absoluta	Área total (km²)	Densidade demográfica (hab/km²)
Lauro de Freitas	163.449	57,7	2.833,43
Camaçari	242.970	784,7	309,65
Mata do São João	40.183	633,2	63,46
Entre Rios	39.872	1215,3	32,81
Esplanada	32.802	1320,7	24,84
Conde	23.620	964,7	24,48
Jandaíra	10.331	641,2	16,11

A configuração econômica atual da região provém de melhorias em suas estradas de acesso, ocorridas ainda no início dos anos 70, referentes à BA-099 (Estrada do Coco), e sua posterior expansão e conclusão em 1993 (Linha Verde). Desde então, os inúmeros loteamentos residenciais e empreendimentos comerciais/turísticos implantados, tornaram-se a tônica do desenvolvimento local, permanecendo concentrados, principalmente, nos municípios próximos à Salvador (área considerada atualmente o terceiro pólo turístico do litoral baiano) (ALVA, 2003; SILVA *et al.*, 2008).

As demais vertentes econômicas de destaque na região são o amplo cultivo do coco-da-baía (daí a denominação da Costa dos Coqueiros), a pecuária, além daquelas relacionadas diretamente à zona costeira, como a pesca artesanal e o extrativismo de mariscos. Quanto à pesca, foram contabilizadas mais de 25 comunidades pesqueiras, incluindo os povoados de Subaúma, Baixio e Barra do Itariri (DOMINGUEZ, 2003).

A Costa dos Coqueiros abriga diversas acumulações sedimentares, expostas adiante na direção continente-oceano: depósitos de Formação Barreiras (idade miocênica), leques aluviais, areias litorâneas regressivas pleistocênicas, areias litorâneas regressivas

holocênicas e dunas (pleistocênicas e atuais). Nesse contexto, vale ressaltar a atuação das oscilações do nível do mar, perante a evolução geomorfológica desse cenário (DOMINGUEZ *et al.*, 1996; LYRIO, 1996).

Já a sua linha de costa apresenta um contorno retilíneo bastante regular, sendo bordejada, na sua maior parte, por um cordão duna com altura média de 5 m, constituído por areias finas (retrabalhadas pelo vento), as quais terminam retidas pela vegetação herbácea de restinga adjacente à linha de preamar máxima (conferindo-lhe um aspecto estacionário). O cordão duna possui sua morfologia alterada apenas em determinados trechos de praia com risco de erosão, como no litoral dos municípios de Entre Rios, Esplanada e Conde, apresentando uma escarpa de erosão bem definida, que pode ser vegetada ou não (LYRIO, 1996) (Figura 6). De acordo com Dominguez (2003), sua continuidade é, por vezes, interrompida, como nas desembocaduras dos rios locais, a exemplo do rio Subaúma (onde cede espaço aos pontais arenosos).



Figura 6 - Cordão duna presente na Costa dos Coqueiros, Brasil. Fotografia de Sérgio Santana Neto, UFBA/ONG Global Garbage.

Conforme modelo proposto por Wright e Short (1984) quanto à morfodinâmica praial, as praias arenosas que se estendem pela Costa dos Coqueiros podem ser predominantemente classificadas como intermediárias. Essa classificação inclui, como características principais, a presença de bancos de areia e de cavas profundas paralelas à

linha de costa, além das frequentes correntes de retorno orientadas transversalmente em relação às próprias praias (oferecendo elevados riscos de afogamento aos banhistas).

De acordo com os principais elementos morfológicos das praias, descritos por Komar (1976), a face praial, de modo geral, encontra-se atualmente recoberta por areias quartzosas médias, além de fragmentos de conchas e algas coralinas moderadamente selecionadas, apresentando morfologia plana (porém suavemente inclinada no sentido do oceano). Já a zona de pós-praia corresponde a uma faixa estreita e praticamente plana, permanecendo coberto por sedimentos quartzosos que variam de areia média a fina, com percentual inconstante de fragmentos biodetríticos (LYRIO, 1996).

A plataforma continental na região é considerada estreita, apresentando uma largura média de 20 km e um elevado gradiente batimétrico, com isóbatas aproximadamente paralelas entre si (BITTENCOURT *et al.*, 2000). As marés atuantes podem ser classificadas como micromarés semidiurnas, cujo período é de aproximadamente 12 horas (com amplitude média em torno de 2,5m). As maiores marés ocorrem nos meses entre março e setembro, de acordo com solstício e equinócio (FEMAR, 2000). Do ponto de vista hidrográfico, a Costa dos Coqueiros compreende 10 bacias compostas por rios perenes e expostos à influência das marés, principalmente nas proximidades de suas desembocaduras (locais onde são formados os estuários) (GENZ *et al.*, 2003).

Quanto às características climáticas, todo o trecho encontra-se inserido nos limites da zona intertropical do globo, descrita como quente e úmida, apresentando elevadas médias térmicas (23° e 25° C). Altos índices pluviométricos também são registrados regularmente ao longo do ano (entre 1.200 e 2.000 mm), porém com destaque para os meses entre o outono e o inverno (DOMINGUEZ *et al.*, 1996; LYRIO, 1996).

Segundo Martin e colaboradores (1998), a circulação atmosférica atuante na região encontra-se totalmente vinculada ao cinturão dos ventos alísios do Atlântico Sul (NE - E - SE), proveniente da célula de alta pressão que ocorre em suas proximidades. Entretanto, o avanço periódico da Frente Polar Atlântica durante o período de outono/inverno promove a entrada dos ventos de SSE, os quais reforçam a ação dos ventos alísios de SE. Apesar da destacada tendência a permanecer estacionária, a célula de alta pressão do Atlântico Sul sazonalmente expande e contrai seus limites,

favorecendo então, a presença de ventos provenientes de NE e E durante o período de primavera/verão, e de ventos de E e SE durante o outono/inverno, para toda a área. A partir desse padrão, as frentes de onda locais se direcionam em relação à costa (BITTENCOURT *et al.*, 2000).

A Costa dos Coqueiros abriga, entre outras Unidades de Conservação, a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia, criada em 1992, e a Área de Proteção Ambiental da Plataforma Continental do Litoral Norte, criada em 2003 (ambas classificadas como Unidades de Uso Sustentável). Diversos ecossistemas estão presentes, incluindo dunas, coqueirais, lagoas, restingas e manguezais (Figura 7). Esses últimos encontram-se restritos às desembocaduras dos rios, possuindo como espécie dominante o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) (ALVA, 2003; DOMINGUEZ, 2003).



Figura 7 - Prancha ilustrando alguns ecossistemas encontrados na Costa dos Coqueiros, Brasil: A. Lagoa do Mamucabo e dunas; B. Lagoa presente no povoado de Baixio; C. Manguezal no povoado de Baixio; D. Rio e manguezal em Baixio. Fotografias de Sérgio Santana Neto e Iracema Silva, UFBA/ONG Global Garbage.

Essa região também é reconhecida, nacionalmente, pela importância reprodutiva/alimentar para as tartarugas marinhas, compreendendo cerca de 70% das desovas ocorrentes na costa brasileira. Entre as principais espécies que frequentam suas praias estão as tartarugas-cabeçudas e as tartarugas-de-pente, e em menor número, as tartarugas-oliva e as tartarugas-verdes (PROJETO TAMAR, 2011). Já no início do inverno ocorrem visitas da baleia jubarte, que após permanecerem próximas aos pólos durante o verão, migram para os trópicos em busca de águas tranquilas e de temperatura amena para o acasalamento, nascimento dos filhotes e amamentação (INSTITUTO BALEIA JUBARTE, 2011).

A atual pesquisa abrange toda a linha de costa situada imediatamente ao norte do povoado de Subaúma e ao sul do povoado de Barra do Itariri, incluindo cerca de 35 km de praias arenosas predominantemente semidesertas. Apenas um curto trecho central da área amostrada apresenta indícios de urbanização, contudo em caráter ainda tradicional (povoado de Baixio) (Figura 8). Nessa comunidade, que se desenvolveu às margens da desembocadura do rio Inhambupe, são observados pequenos estuários e áreas de manguezais. Atualmente, Baixio atrai um grande número de turistas/diaristas que visitam a região, principalmente durante o período de verão.

As poucas edificações presentes encontram-se restritas às adjacências do próprio povoado de Baixio, as quais incluem casas de moradores locais, casas de veraneio, pequenas pousadas, além de barracas e quiosques de praia. A única exceção fica por parte da presença de um resort nas proximidades de Barra do Itariri, ressaltando ainda mais a natureza remota das praias amostradas. Quanto às atividades antrópicas mais relevantes a nível local, destacam-se atualmente: a pesca artesanal e o marisco (praticados principalmente nas proximidades dos estuários), além do cultivo do coco-da-baía (que se estende ao longo de praticamente toda região litorânea) (Quadro 2).



Figura 8 - Prancha ilustrando a linha de costa pesquisada na Costa dos Coqueiros, Brasil: A. Região central do povoado de Baixio; B. Praias desertas nas proximidades do povoado de Barra do Itariri; C. Praias desertas nas proximidades do povoado de Subaúma; D. Vista do povoado de Barra do Itariri. Fotografias de Sérgio Santana Neto e Iracema Silva, UFBA/ONG Global Garbage.

Quadro 2 - Características geoambientais dos trechos de praias entre Subaúma e Barra do Itariri.

Trecho	Características físicas e ocupacionais
Subaúma/ Baixio	Extensão total de 17,1 km
	Costa não urbanizada
	Orla exposta à ação de ventos, ondas e marés
	Ambiente praial com aproximadamente 38m de largura na maré baixa
	Pós-praia e face praial bem conservadas
	Presença de cordão duna
	Presença de vegetação herbácea de restinga no pós-praia
	Indícios de erosão (escarpas, coqueiros caídos e raízes expostas)
	Presença de pontal arenoso na desembocadura do rio Subaúma
	Ausência de edificações (exceto nas proximidades de Baixio)
	Baixa concentração de banhistas
	Baixa concentração de pescadores
	Ausência de limpeza pública

	Extensão total de 17,3 km
	Costa não urbanizada
	Orla exposta à ação de ventos, ondas e marés
	Ambiente praial com aproximadamente 29m de largura na maré baixa
	Pós-praia e face praial bem conservadas
	Presença de cordão duna
	Presença de vegetação herbácea de restinga no pós-praia
	Indícios de erosão (escarpas, coqueiros caídos e raízes expostas)
	Presença de pontais arenosos nas desembocaduras dos rios Inhambupe e Itariri
Baixio/Barra do Itariri	Ausência de edificações (exceto um resort nas proximidades do povoado de Barra do Itariri)
	Baixa concentração de banhistas
	Baixa concentração de pescadores
	Ausência de limpeza pública

4. Justificativa e objetivos

Pesquisas recentes revelaram a incidência de lixo marinho por todas as praias amostradas na Costa dos Coqueiros, abrangendo, inclusive, a atual linha de costa a ser estudada (Subaúma/Barra do Itariri). A variedade de resíduos antropogênicos encontrados na região envolveu desde plásticos, apetrechos de pesca (incluindo os *light-sticks*), até o lixo internacional ou *global garbage*.

Como esses estudos anteriores indicaram o predomínio de fonte marinha (não local), para a ampla maioria dos resíduos encontrados nos trechos remotos da Costa dos Coqueiros, a influência das correntes de deriva atuantes tende a determinar padrões de distribuição de lixo a nível local, implicando, por fim, na existência de pontos acumulativos. Nesse contexto, a linha de costa entre Subaúma/Barra do Itariri se destaca por compreender um relevante ponto nodal de inversão na corrente de deriva efetiva, a partir do qual se distinguem dois sistemas unidirecionais de transporte de sedimentos.

A região também abriga diversos bolsões de desova de tartarugas marinhas (relevante área de nidificação a nível nacional), incluindo a ocorrência das espécies *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*, todas com registros de ingestão e aprisionamento/enredamento por lixo em águas nacionais. Exemplares das duas últimas

espécies citadas ainda foram encontrados nas praias da Costa dos Coqueiros, incluídos resíduos presentes no trato gastrointestinal. Casos de ingestão também ocorrem em indivíduos da espécie *Megaptera novaeanglia*, os quais visitam a área em períodos reprodutivos (principalmente nos meses de inverno). Portanto, a contaminação da Costa dos Coqueiros pode implicar na perda de habitats reprodutivos prioritários para a conservação desses organismos marinhos.

Diante das evidências apresentadas, o objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar o padrão de distribuição do lixo marinho e sua interação com a dinâmica de ondas e deriva litorânea atuante no trecho praiado localizado entre os povoados de Subaúma e Barra do Itariri, Litoral Norte do Estado da Bahia (Costa dos Coqueiros), abrangendo ainda, como objetivos específicos:

- Reavaliar, de modo quali-quantitativo, o estoque de lixo marinho presente nas praias estudadas, incluindo a análise de variações espaço-sazonais;
- Mensurar os níveis quantitativos de ocorrência local de *pellets*;
- Ampliar o monitoramento referente às embalagens de *global garbage*;
- Identificar as prováveis fontes associadas;
- Verificar a ocorrência de um padrão geral de acúmulo desses resíduos;
- Determinar as alturas das ondas e modelar a deriva litorânea ao longo da atual linha de costa estudada.

II. Materiais e métodos

1. Amostragem e monitoramento do lixo marinho

Uma ampla variedade de métodos tem sido utilizada para a amostragem de lixo nos diversos ambientes marinhos, não favorecendo a comparação dos resultados até então encontrados (ARAÚJO *et al.*, 2006). Entretanto, de modo geral, as três principais técnicas de monitoramento aplicadas incluem a amostragem do lixo bêntico (abordando um estoque permanente e retido no leito marinho), do lixo flutuante (proporcionando informações instantâneas referentes aos resíduos passíveis de serem transportados por longas distâncias) e do lixo praiial (representando um estoque temporário em determinada região) (SANTOS *et al.*, 2008).

A amostragem de praia vem se tornando o método mais utilizado no meio científico, principalmente em monitoramentos de áreas extensas. Tal método consiste, basicamente, na delimitação de um espaço representativo para determinada localidade, no qual são dimensionados transectos perpendiculares à linha de praia, que se estendem da linha d'água até o limite superior da própria praia. As vantagens na utilização da amostragem praiial referem-se, destacadamente, ao seu caráter econômico, e a não dependência direta das condições climáticas vigentes e de equipamentos específicos para os procedimentos de coleta (IVAR do SUL *et al.*, 2011) (Quadro 3).

Esse tipo de amostragem, entre outras técnicas de monitoramento, deve ser conduzido de acordo com as particularidades de cada localidade e com os objetivos propostos pelos pesquisadores atuantes (SANTOS *et al.*, 2008; VELANDER e MOCOINI, 1999). No caso do método possuir caráter randômico/aleatório, todas as possibilidades de resultados ocorrem em probabilidades semelhantes de serem alcançadas. Caso se opte por uma aplicação induzida, os resultados tendem a variar com base em escolhas prévias (incluindo relevante grau de subjetividade) (IVAR do SUL *et al.*, 2011).

Araújo e colaboradores (2006), no intuito de otimizar o tempo, os recursos e o processamento de amostras e dados durante monitoramentos de praia, testaram diferentes larguras de transectos a serem utilizados para a avaliação de estoques de lixo praiial (particularmente para amostragem de plásticos). Os resultados, na ocasião,

indicaram que dados qualitativos tendem a se estabilizarem a partir de transectos com largura entre 15-20m (suficientes para identificação das prováveis fontes de um determinado estoque local). Contudo, os autores relataram que mesmo uma largura mínima de 5m pode adequar-se a determinadas pesquisas de caráter quali-quantitativo.

Quadro 3 - Principais vantagens e desvantagens da amostragem de lixo praial, adaptado de Santos e colaboradores (2008).

Técnica de monitoramento	Vantagens	Desvantagens
Lixo praial	Baixo custo	Representatividade insuficiente do estoque real
	Equipamentos básicos (saco coletor e luvas)	Avaliação indireta dos riscos à fauna
	Fácil obtenção de área representativa	Ausência de um método padrão
	Integração temporal	Dificuldade na comparação entre áreas distintas
	Indicação do estoque das águas marinhas próximas	Distorção dos resultados (limpeza e soterramento)

Na atual pesquisa, o lixo marinho foi coletado em caráter randômico/aleatório, mediante aplicação do método de amostragem de praia. As coletas foram realizadas a partir de caminhadas por toda extensão da área de interesse (desde as proximidades do povoado de Subaúma até Barra do Itariri), abrangendo períodos com características meteorológicas e de ocupação notavelmente distintas: verão (estação seca/turismo intensificado) e outono/inverno (estação chuvosa/turismo escasso) (BAPTISTA NETO *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Aplicou-se uma periodicidade bimensal às visitas de campo (incluindo os meses de Janeiro, Março, Maio e Julho/2011).

Ao longo da região amostral, foram alocados 33 transectos com auxílio de um navegador portátil (GPS), a cada quilômetro de praia caminhado, sendo a área de interesse dividida em dois trechos principais (Subaúma/Baixio e Baixio/Barra do Itariri). Os transectos possuíam 10m de largura, se estendendo da linha d'água até a base do cordão duna ou de qualquer outra estrutura que denotasse o limite superior do ambiente praial. Todo o lixo encontrado foi coletado manualmente, incluindo apenas

itens maiores que 1cm, visando uma otimização no processo de detecção visual (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

As únicas formas de lixo marinho, menores que 1cm, a serem incluídas nos procedimentos de amostragem, foram as esférulas plásticas ou *pellets* (Figura 9). Em campo, foram utilizados os mesmos 33 transectos anteriores, porém com a coleta ocorrendo apenas nas proximidades da linha de preamar máxima de cada transecto (totalizando 100m² de área amostral). Por limitações impostas pela logística, somente os grânulos localizados na superfície dessa faixa de praia foram coletados, em detrimento aos métodos que avaliam a contaminação em profundidades distintas (evidenciando a acumulação em frações de sedimentos) (MANZANO, 2009).

A amostragem das embalagens também mereceu atenção especial, devido ao fato de fornecerem informações relevantes a cerca das possíveis fontes do lixo local (IOC/FAO/UNEP, 1989), como evidenciado anteriormente na identificação de lixo internacional ou *global garbage*, por Santos e colaboradores (2005). Logo, o monitoramento desses resíduos incluiu a sua coleta manual por toda a extensão da área amostral (sem utilização de transectos). No entanto, assim como aplicado aos demais resíduos, a distribuição do *global garbage* foi diferenciada entre os trechos principais.



Figura 9 - *Pellets* coletados em praias da cidade de Santos, Brasil. Fotografia de Alexander Turra, USP.

Visando o reconhecimento prévio da área de interesse, e a retirada de todo o lixo até então depositado no interior dos transectos, foi realizada uma visita de campo no mês de Dezembro/2010. Assim, evitou-se a interferência de estoques antigos sobre os resultados atuais, em acordo com o método utilizado por Vieira e colaboradores (2011). Dados referentes a essa primeira coleta representaram, portanto, valores de um estoque acumulado, visto que não foram percebidas ações de limpeza pública na região.

2. Classificação do lixo marinho

A avaliação do lixo marinho foi baseada em diferentes modelos de classificação, distinguindo categorias específicas (qualificação), quantificação e pesagem. A realização da pesagem aconteceu após a retirada de toda a areia aderida aos resíduos, de modo a evitar distorções nos resultados finais (NEVES *et al.*, 2011). Já a composição do estoque coletado foi subdividida em relação ao material de origem (borracha, espuma, isopor, metal, *nylon*, papel, plástico, tecido, embalagens Tetra Pak e vidro) e à sua utilidade original (IOC/FAO/UNEP, 1989; SOARES *et al.*, 2011).

A diferenciação por utilidade original, de modo mais preciso, envolveu as seguintes categorias: atividades aquáticas/pesca, comerciais/recreativas, domésticas/industriais, relacionadas ao hábito de fumar, relacionadas à higiene pessoal e atividades hospitalares, poluidoras (incluindo itens que representem um maior risco à saúde pública), além das não identificadas (englobando destacadamente itens encontrados em estágios avançados de fragmentação) (Quadro 4). As prováveis fontes foram discutidas como atividades turísticas (fonte local), domésticas/industriais (fonte não local) e pesqueiras (fonte não local) (CLAEREBOUDT, 2004).

Em adaptação a análise proposta por Araújo e Costa (2007), os transectos amostrados também foram categorizados com relação aos seus níveis de contaminação (Quadro 5), de acordo com os seguintes critérios quali-quantitativos: A = ausência de lixo marinho; B = apenas traços de poluição (incluindo a presença de alguns itens espalhados); C = inaceitável estado de contaminação (presença amplamente distribuída com sinais de acumulações); e D = objetável (compreendendo uma área amplamente contaminada).

Quadro 4 - Classificação do lixo marinho de conforme sua utilidade original.

Categoria	Itens inclusos
Aquática / Pesca	Bóia de isopor; cabo de embarcação; cinta plástica; embalagem de óleo lubrificante; <i>light-sticks</i> ; linha de pesca
Comercial / Recreativa	Aba de boné; brinquedo; calçados; caneta; canudo; CD/DVD; copo descartável; embalagem de bala; embalagem de biscoito; embalagem de salgadinho; garrafa de vidro; garrafa plástica; garrada PET; lata; papelão; pote metálico; pote plástico; rótulo plástico; roupa; saco plástico; talher descartável; tampa metálica; tampa plástica; xuxa de cabelo
Doméstica/ Industrial	Bucha de lavar louça; embalagem alimentícia; embalagem de produto de limpeza; embalagem Tetra Pak; tampa de produto de limpeza
Hábito de fumar	Isqueiro; ponta de cigarro
Higiene pessoal / Hospitalar	Embalagem de creme dental; embalagem de desodorante; embalagem de shampoo; escova de dente
Poluidora	Cano PVC; lâmpada incandescente
Não identificada	Fragmento de isopor; fragmento de papel; fragmento metálico; fragmento plástico

Quadro 5 - Critérios quali-quantitativos para determinação dos níveis de contaminação por lixo marinho em cada transecto amostrado, adaptado de Araújo e Costa (2007).

Categorização (níveis)	Caracterização	Itens/m⁻¹
A	Ausente	0
B	Apenas traços	> 0 - 4
C	Inaceitável	> 4 - 10
D	Objetável	> 10

3. Identificação do lixo internacional (*global garbage*)

A cerca das embalagens de *global garbage* amostradas, foi realizado um registro fotográfico completo das mesmas, com atenção especial a qualquer informação presente tanto nos rótulos como em suas demais partes (inscrições contidas nas tampas, no fundo, ou na parte superficial dos itens). Após o registro, foi realizada a catalogação dos dados disponíveis, destacando-se informações como: utilidade primária, material constituinte, datas de fabricação e validade, código de barras, país fabricante, importador e/ou distribuidor responsável e seus respectivos endereços, sites e e-mails (SANTOS *et al.*, 2005).

4. Aplicação estatística

A análise da distribuição sazonal do lixo marinho na área de interesse foi realizada mediante aplicação de análises estatísticas inferenciais não paramétricas. Para tanto, foi utilizado o teste de Mann Whitney (Paleontological Statistics “PAST” - versão 1.49b), de modo a estabelecer a existência de variações significativas, entre os meses alocados no período do verão e do outono/inverno, tanto para aqueles resíduos maiores que 1cm coletados no interior dos transectos amostrais, quanto para os *pellets*.

5. Determinação das alturas das ondas ao longo da costa e modelagem da deriva litorânea

A modelagem de ondas foi elaborada com base nos diagramas de refração de ondas, construídos por Livramento (2008) e Bittencourt e colaboradores (2010), a partir de técnicas clássicas (CERC, 1984), utilizando dados referentes às frentes de onda relacionadas às principais direções dos ventos atuantes na zona costeira [NE (N45°), E (N90°), SE (N135°) e SSE (N175,5°)], e considerando períodos de 5s e alturas de 1m para frentes de onda de NE e E, e de 6.5s e 1.5m para frentes de onda de SE e SSE.

A partir desses diagramas foi estimada a altura das ondas ao longo da costa (**H**) e obtido através da Equação 1,

$$H = K \times H_0 \quad 1$$

na qual **K** é o coeficiente de refração, conforme definido na Equação 2, em que **b₀** designa a distância entre duas ortogonais às frentes de onda em águas profundas (profundidades superiores a 30m) e **b** a distância entre duas ortogonais às frentes de onda ao longo da costa (Figura 10) (BASCOM, 1954).

$$K = \sqrt{\frac{b_0}{b}} \quad 2$$

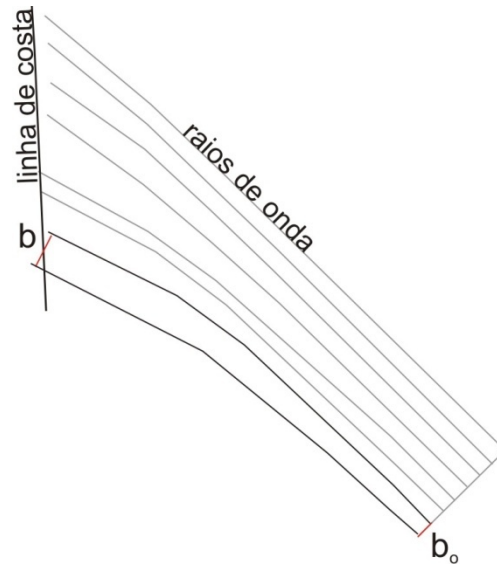


Figura 10 – Indicação das medidas de b (distância entre duas ortogonais às frentes de onda ao longo da costa) e b_0 (distância entre duas ortogonais às frentes de onda em águas profundas) entre dois raios de onda.

Por fim, a intensidade potencial da deriva litorânea efetiva, bem como seus sentidos gerais, foi determinada utilizando a Equação 3, definida por Komar (1976).

$$X = H^2 \times \text{sen}(\alpha) \times \text{cos}(\alpha) \quad 3$$

III. Resultados e discussão

1. Lixo marinho

Os primeiros esforços amostrais de campo envolveram a coleta de todo e qualquer item identificado como lixo marinho, desde que maior que 1 cm e disposto no interior dos transectos. Devido à inexistência de ações de limpeza pública na região e ao marcante acúmulo local dos resíduos observado na região superior da praia (pós-praia), o atual estoque de lixo coletado foi considerado, então, resultante de um longo período de acúmulo. Oliveira e colaboradores (2011) indica, inclusive, que a simples presença de detritos no pós-praia, potencialmente, já indica um valor acumulado.

Foi coletado um total de 601 resíduos, com peso final aproximado de 14.630 g. A aplicação de uma análise estatística descritiva, distinguindo os dois trechos principais, evidenciou maiores índices de contaminação entre Subaúma/Baixio, não somente em relação ao número total de itens amostrados, como também sobre os valores de itens/m⁻¹ e média por transecto. Já a disposição espacial do lixo demonstrou elevada variação por toda a área de interesse, não apresentando qualquer tipo de padronização (Quadro 6).

Quadro 6 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

Dezembro/2010	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	331	270
Peso (g)	7.370	7.260
Itens/m⁻¹	2,06	1,58
Média	20,6	15,8
Desvio Padrão	13,07	11,21

Tal ausência de padronização proporcionou a existência de acumulações pontuais ao longo da área amostrada (Figura 11). Enquanto as zonas mais remotas, em ambos os trechos, apresentaram menores estoques de lixo marinho, as adjacências dos povoados evidenciaram significativos índices quantitativos, principalmente em Baixio. Destacou-se também uma tendência de acúmulo nas proximidades do povoado de Subaúma, possivelmente relacionada à presença de arenitos de praia e à desembocadura do rio Subaúma (os quais atuam como barreiras naturais ao livre deslocamento dos resíduos).

Apesar dos povoados inseridos na área de interesse apresentarem apenas traços de urbanização, foi possível classificados como fonte potencial de detritos para as praias amostradas, destacadamente durante o verão (aporte turístico). Contudo, a presença do ponto nodal de divergência de deriva litorânea nas proximidades de Baixio terminou por minimizar a provável influência dos demais povoados perante os resíduos, e de modo concomitante, potencializou a contaminação oriunda do próprio povoado de Baixio.

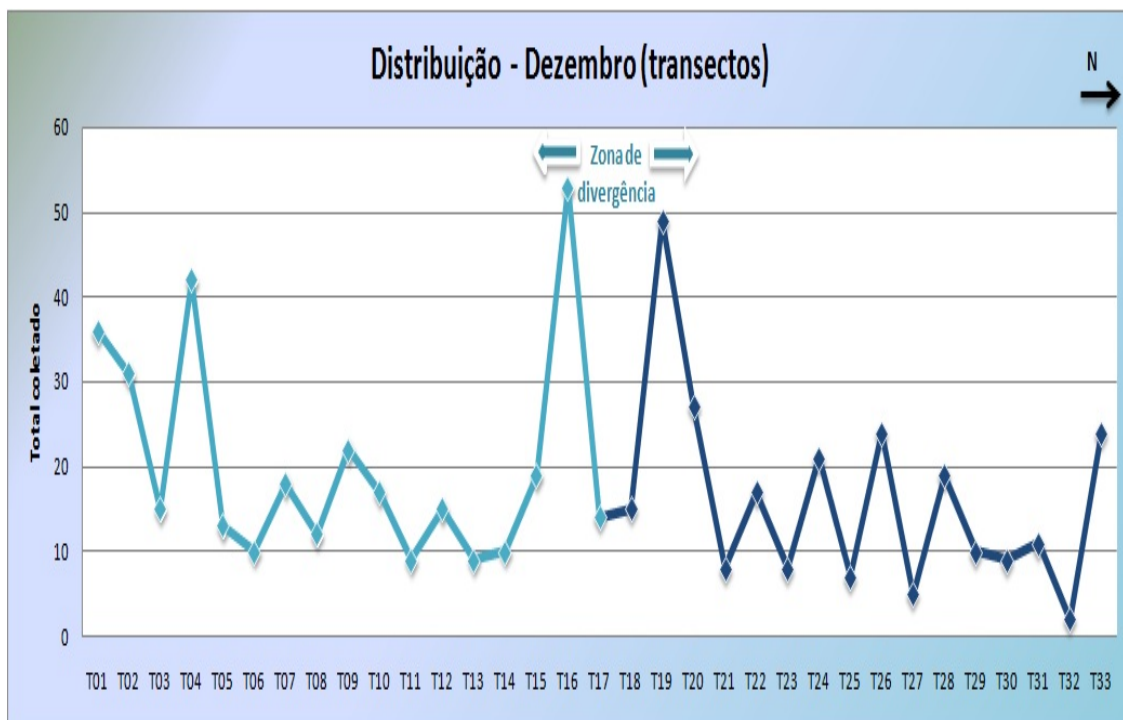


Figura 11 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010. Legenda: o azul em tonalidade mais clara representa o trecho Subáuma/Baixio; o azul em tonalidade mais escura representa o trecho Baixio/Barra do Itariri. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

A análise dos níveis de contaminação, identificados a cada transecto amostrado, indicou, por sua vez, a presença de níveis inaceitáveis de poluição em apenas três transectos (categoria C), incluindo aquele delimitado na própria orla de Baixio (T16) (Figura 12). Por outro lado, a ampla maioria dos transectos concentrou-se na categoria B, referente à simples presença de traços de poluição, com índices máximos de 4 itens/m⁻¹. As demais categorias não foram detectadas ao longo do trecho percorrido (incluindo transectos sem presença de lixo ou que estivessem amplamente contaminados).

Confirmando as expectativas, a avaliação da composição dos resíduos, por material de origem, evidenciou um vasto predomínio dos plásticos em relação às outras categorias ($n = 479$), com média aproximada de 79% entre os trechos de coleta, indicando um padrão já mundialmente aceito pela literatura científica (FRIAS *et al.*, 2011; MOORE *et al.*, 2011). Entre as principais classes de importância secundária, itens compostos por *nylon* ($n = 37$) e isopor ($n = 34$) prevaleceram, conforme exposto na Figura 13.

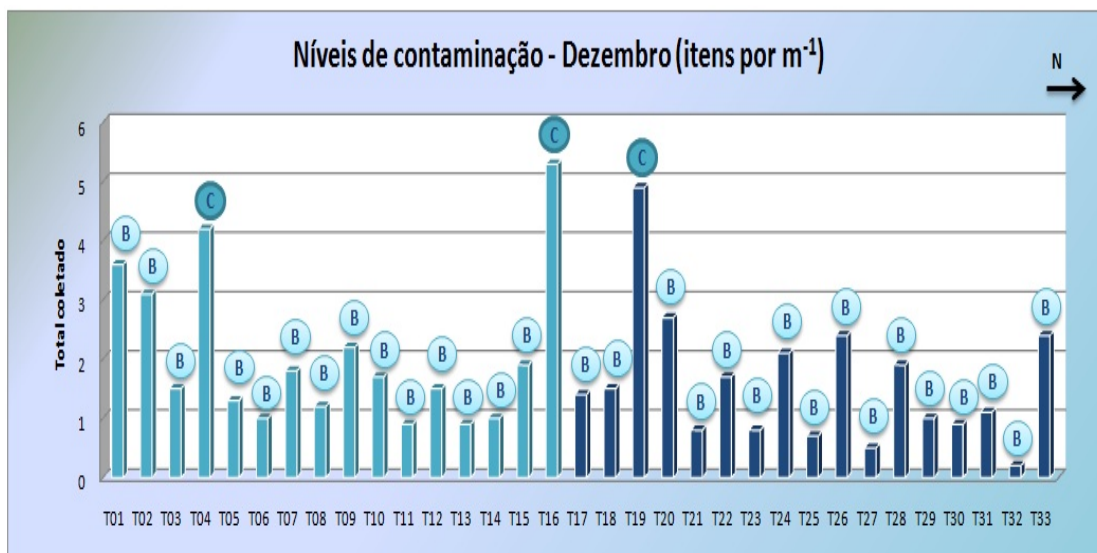


Figura 12 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m⁻¹, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010. Legenda: o azul em tonalidade mais clara representa o trecho Subaúma/Baixio; o azul em tonalidade mais escura representa o trecho Baixio/Barra do Itariri.

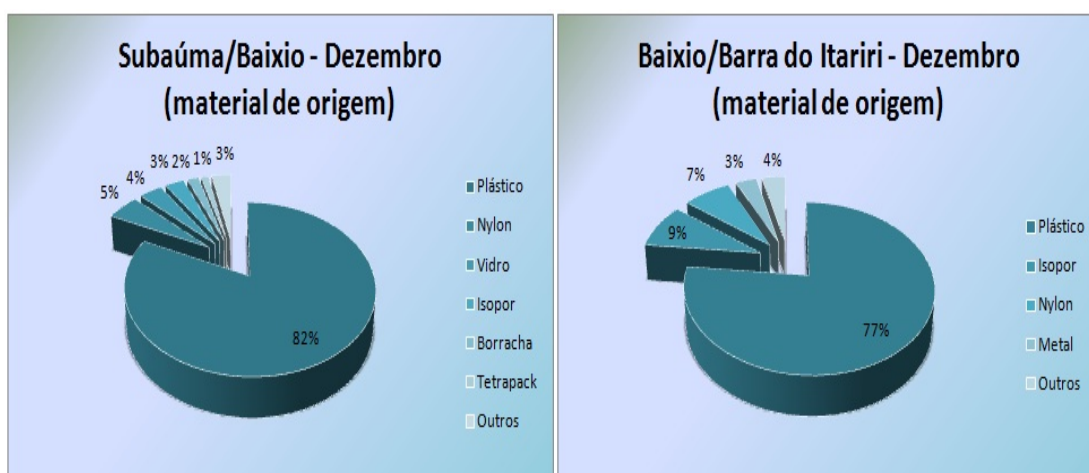


Figura 13 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

Apesar do diminuto destaque quantitativo, a categoria vidro ($n = 20$) obteve os maiores valores perante a pesagem (expressa em gramas), tanto no trecho entre Subaúma/Baixio

(4.150 g) quanto entre Baixo/Barra do Itariri (3.140 g) (Figura 14). Detritos plásticos também registraram valores relevantes (2.870 g entre Subaúma/Baixo e 2.930 g entre Baixo/Barra do Itariri), com notável contribuição das garrafas do tipo PET (1.560 g) e dos sacos (1.410 g), como evidenciado na Figura 15.

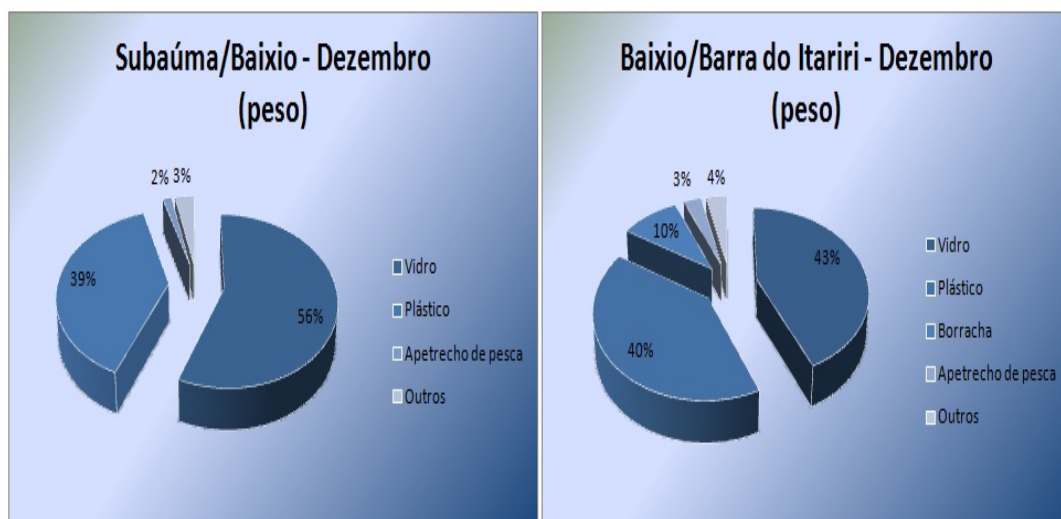


Figura 14 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

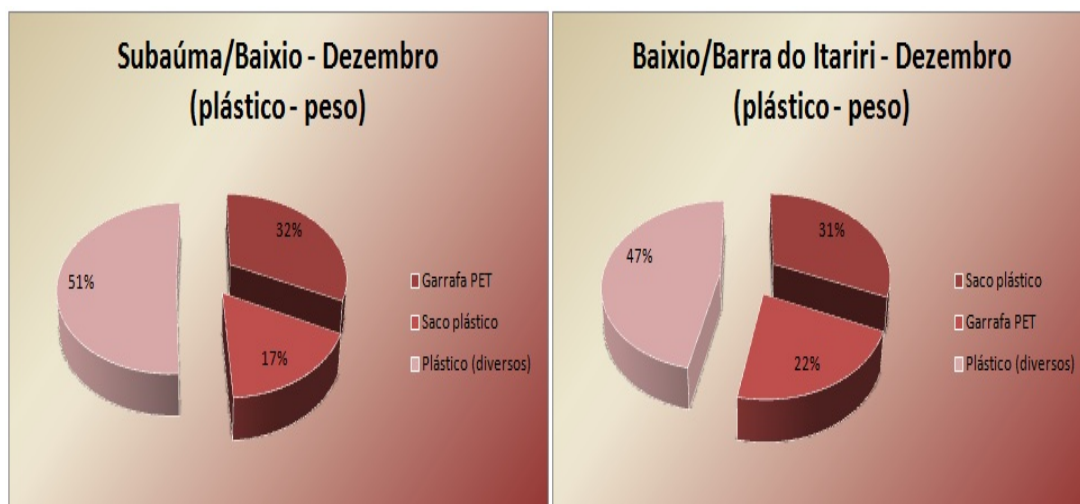


Figura 15 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

A diversidade de resíduos amostrados abrangeu 45 objetos distintos (compreendendo curiosos itens como lâmpadas incandescentes e embalagens de óleo lubrificante). Já a expressiva presença local de plásticos, por exemplo, pôde ser refletida pelo potencial processo de fragmentação imposto ao estoque de lixo local (aproximadamente 16% do total amostrado foram fragmentos). Destacaram-se ainda itens como tampas plásticas de

bebidas diversas (n = 73) e sacos plásticos (n = 68), além de canudos (n = 49) e garrafas do tipo PET (n = 47), além dos demais objetos expostos na Figura 16.

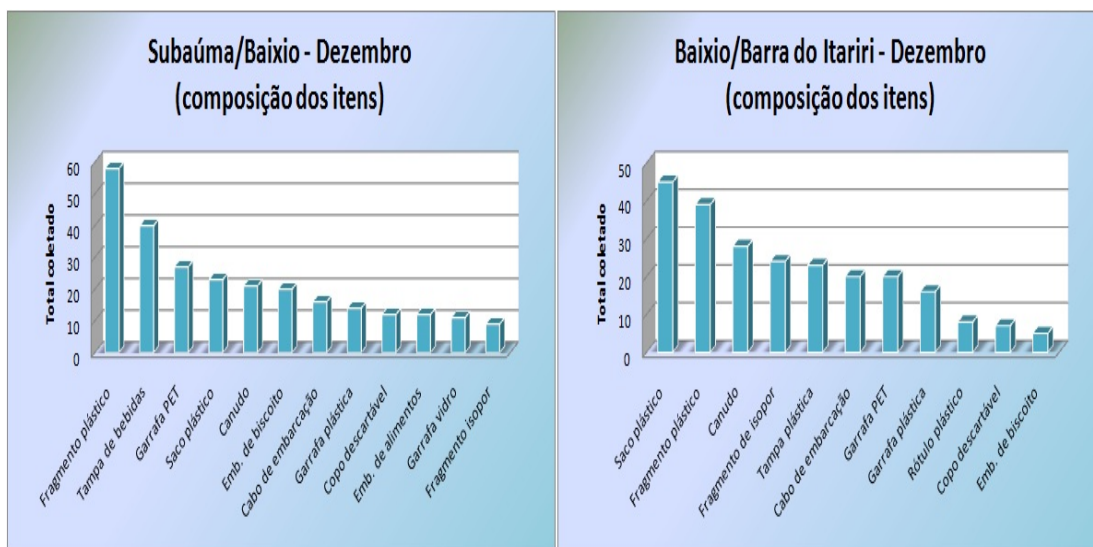


Figura 16 - Principais itens amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

A análise dos poluentes encontrados, por utilidade original, revelou uma íntima associação às atividades comerciais/recreativas (n = 373), com média aproximada de 62% entre os trechos de coleta. Os principais objetos associados incluíram garrafas do tipo PET e sacos plásticos. Já a destacada presença de itens vinculados às atividades não identificadas (n = 133) esteve relacionada à expressiva contaminação local por resíduos em estágios avançados de fragmentação (Figura 17).

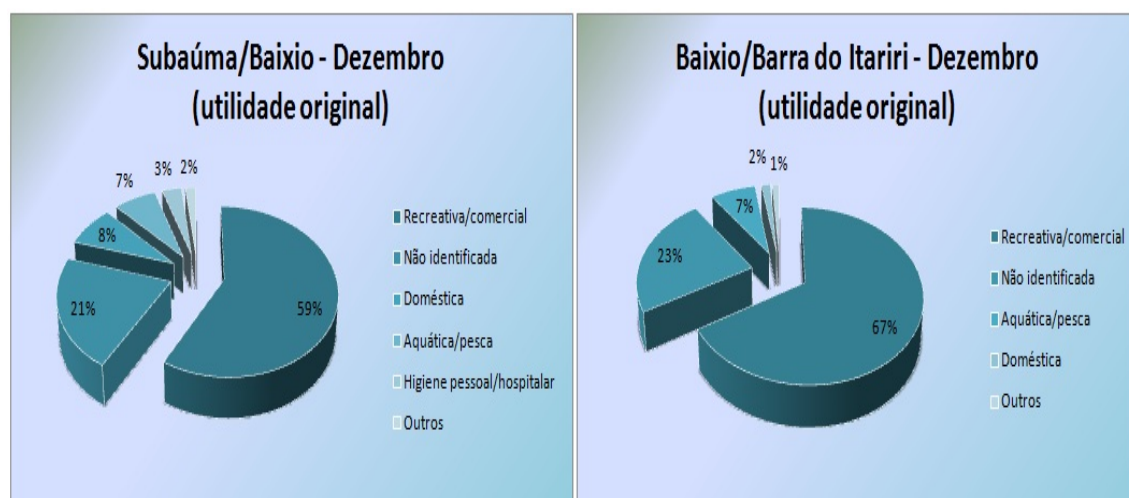


Figura 17 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

Os dados relativos às visitas de campo ocorridas durante o verão (abrangendo os meses de Janeiro e Março/2011) revelaram a presença de um estoque de lixo marinho de deposição recente, acumulado no intervalo de tempo entre a coleta inicial (Dezembro/2010) e a primeira coleta de verão (Janeiro/2011). Um agravante típico desse período foi um intenso aporte turístico (fonte local de resíduos), que, apesar do caráter apenas pontual, tendeu a contribuir com maiores índices de contaminação.

O estoque coletado incluiu 720 itens coletados, compreendendo um peso total aproximado de 13.990 g. A aplicação da análise descritiva sobre os resultados alcançados evidenciou uma diminuição na deposição de resíduos em escala temporal (410 coletados em Janeiro e 310 em Março), ocorrida de modo notável no trecho Subaúma/Baixio. Tal decréscimo foi indicado também pelos valores de peso, itens/m⁻¹ e média por transecto. Com relação à distribuição geral, foram detectadas variações espaciais em ambos os meses amostrados (destacadamente entre Baixio/Barra do Itariri durante a amostragem do mês de Março) (Quadros 7 e 8).

Quadro 7 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.

Janeiro/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	202	208
Peso (g)	6.600	3.710
Itens/m⁻¹	1,26	1,22
Média	12,6	12,2
Desvio Padrão	4,72	5,03

Quadro 8 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.

Março/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	112	198
Peso (g)	1.490	2.190
Itens/m⁻¹	0,7	1,16
Média	7	11,6
Desvio Padrão	3,22	9,97

Já a análise da distribuição sazonal indicou uma variação extremamente significativa entre os meses de Janeiro e Março ($p = 0,0015$), de acordo com o teste de Mann-

Whitney (não paramétrico). Essa variação ocorreu devido, principalmente, às diferenças encontradas acerca da disposição temporal do lixo, relativas ao trecho Subaúma/Baixio ($p = 0,0013$). Entre Baixio/Barra do Itariri, a distribuição dos detritos não apontou variações significativas (Figura 18), apesar, do acúmulo pontual nas proximidades do povoado de Baixio (T18), registrado no mês de Março. Esse transecto, inclusive, foi o único a exibir níveis inaceitáveis de poluição (categoria C). Todos os demais transectos mantiveram-se concentrados na categoria B, não ultrapassando índices superiores a 4 itens/m⁻¹, conforme exposto nas Figuras 19 e 20.

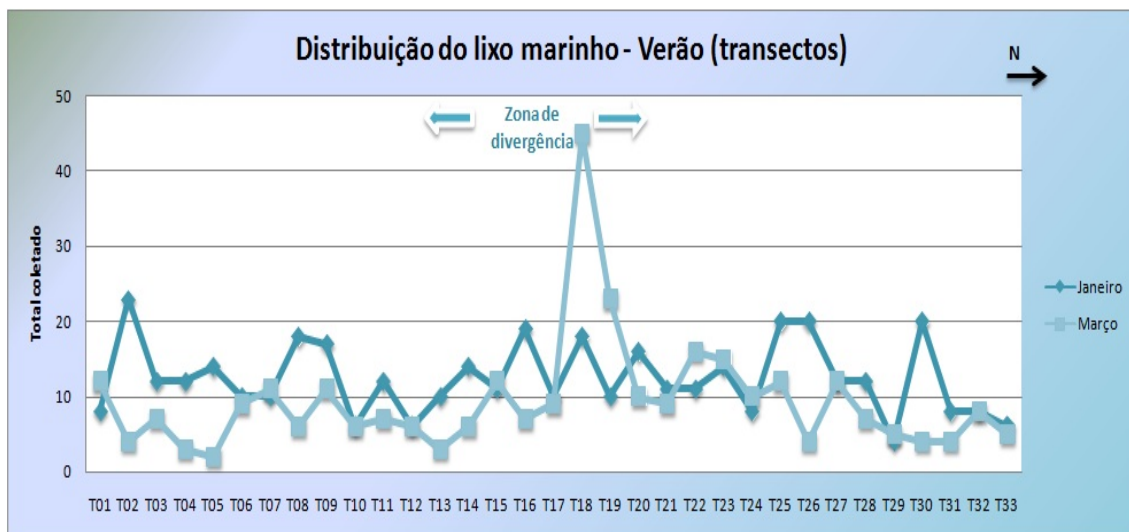


Figura 18 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

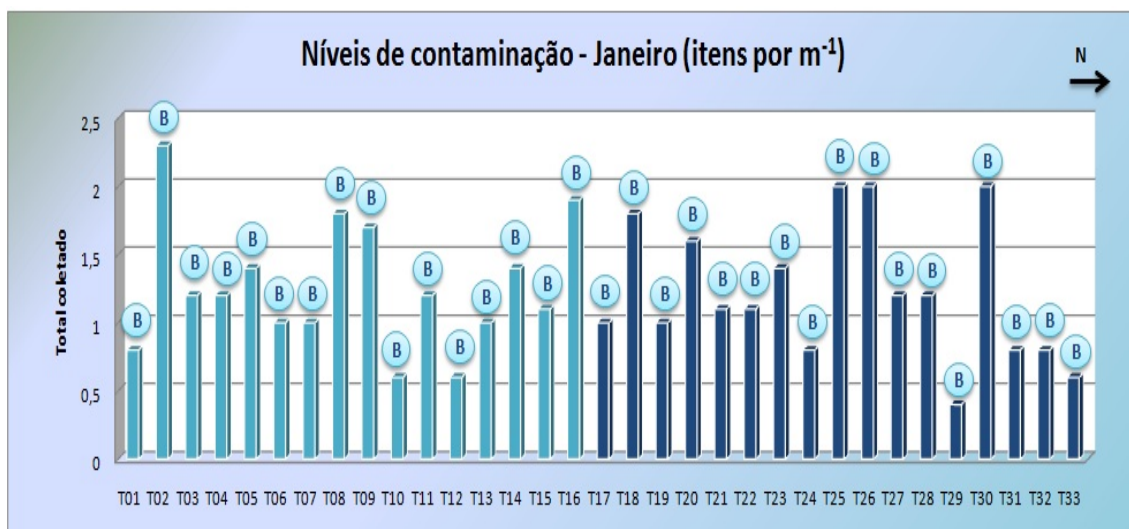


Figura 19 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m⁻¹, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.

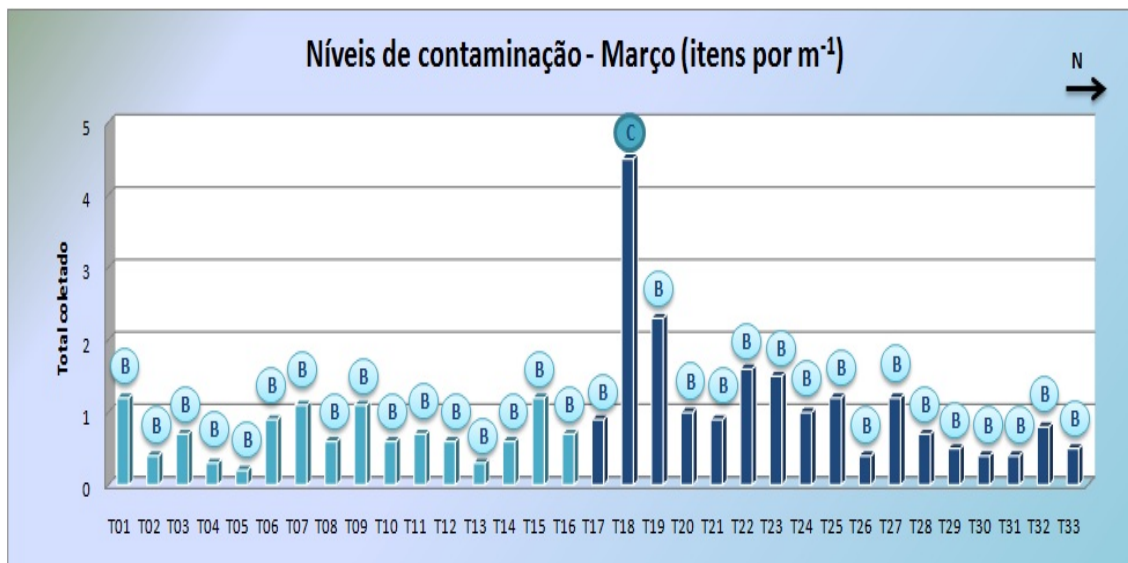


Figura 20 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m⁻¹, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.

Considerando a composição expressa por material de origem, prevaleceram resíduos constituídos por plásticos ($n = 566$), com média aproximada de 79% para os trechos e meses de coleta. As demais categorias obtiveram apenas relevância secundária, como isopor ($n = 62$), *nylon* ($n = 36$), metal ($n = 18$) e vidro ($n = 17$), conforme reportado na Figura 21. Composto a categoria “outros” estavam itens constituídos por borracha, espuma e tecido, além de embalagens Tetra Pak.

Já a pesagem do lixo amostrado revelou o predomínio do plástico como categoria de maior expressividade, para toda a área de interesse, durante o verão (6.610 g) (Figura 22). Entre os itens plásticos se destacaram aqueles de maior porte e encontrados em maiores quantidades, como as garrafas do tipo PET (2.640 g) e os sacos plásticos (1.220 g), os quais demonstraram serem fundamentais para a prevalência dos plásticos (Figura 23). Demais categorias de destaque incluíram o vidro (4.640 g) e a borracha (1.700 g).

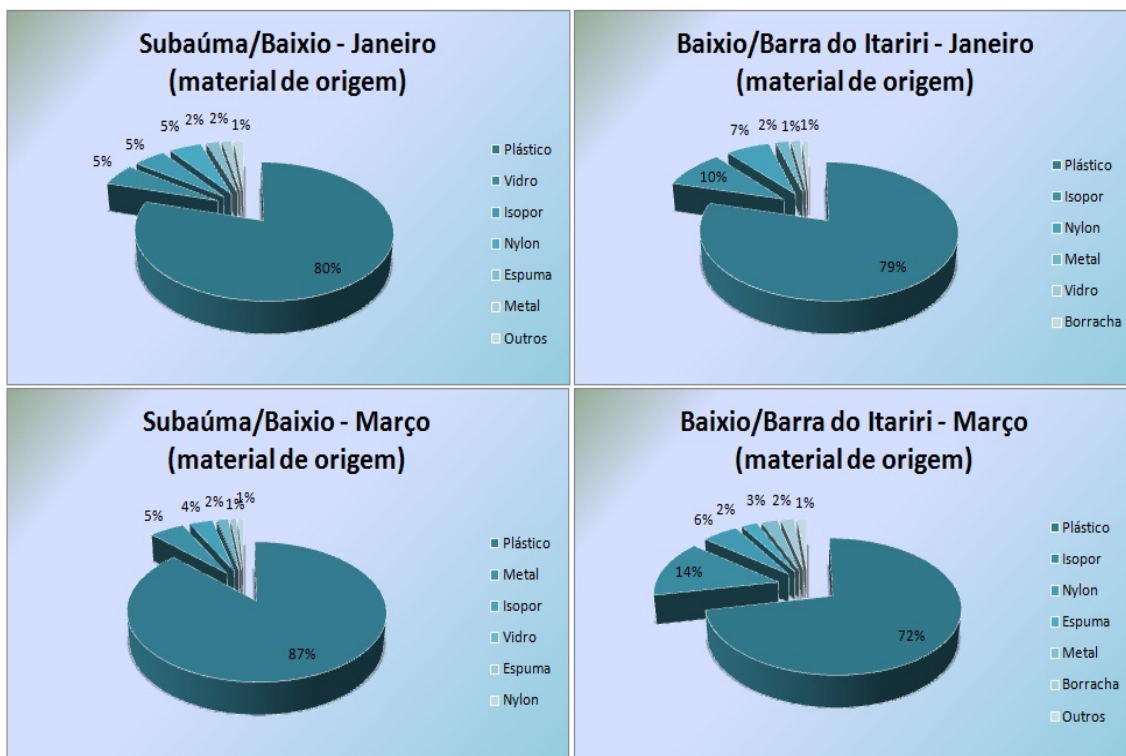


Figura 21 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

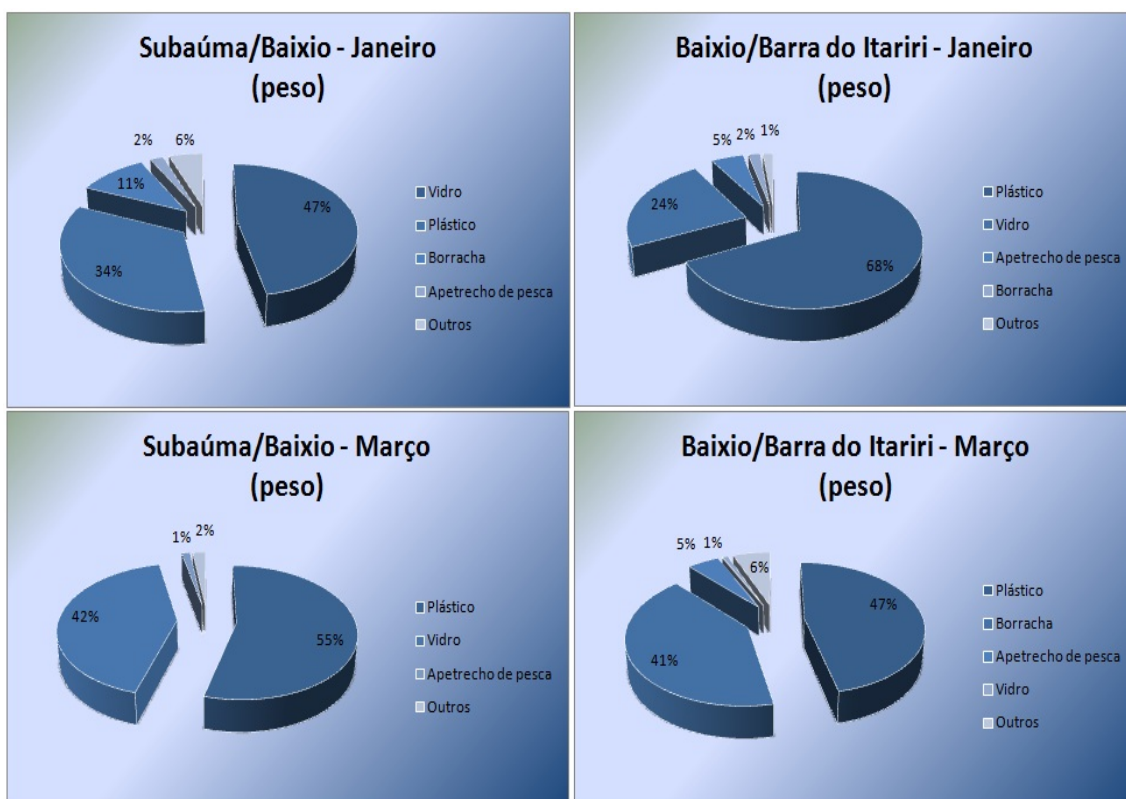


Figura 22 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

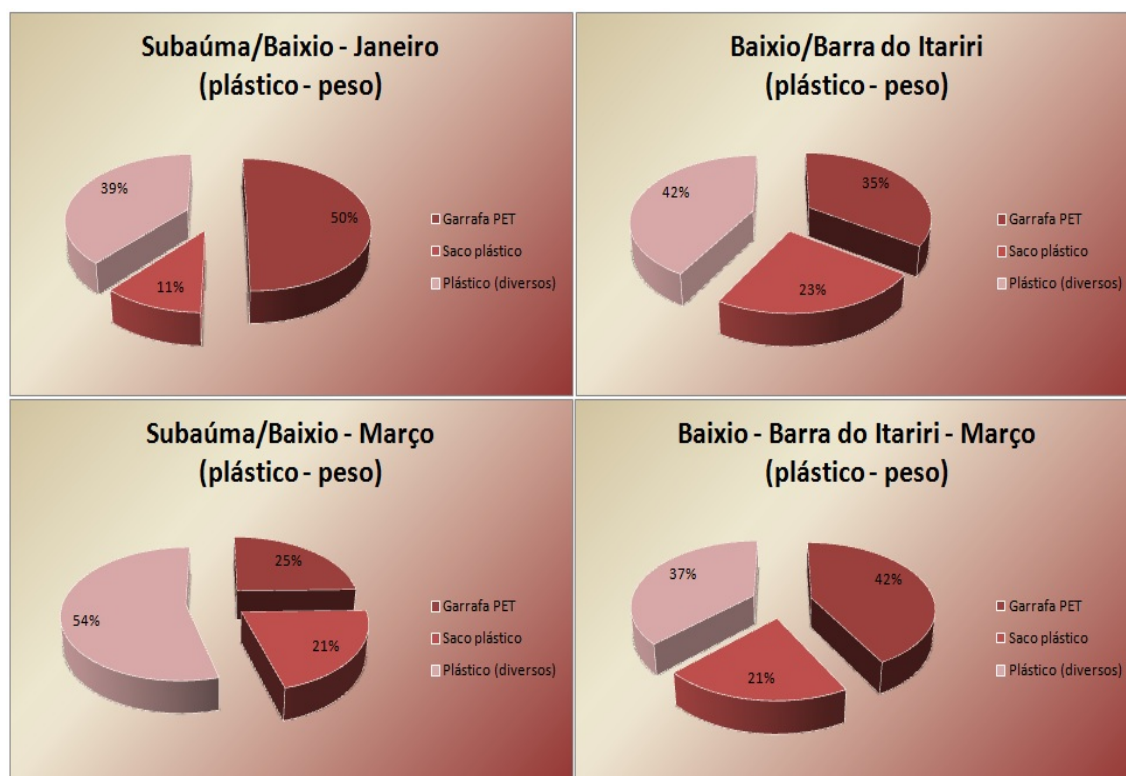


Figura 23 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

A diversidade de resíduos objetos coletados compreendeu 55 diferentes itens (incluindo cartela de remédio, embalagem de produto corrosivo, isqueiro, lâmpada incandescente, papel alumínio e fragmento oriundo de pneu). Contudo, os detritos mais frequentes foram os fragmentos de plástico ($n = 91$), as garrafas do tipo PET ($n = 83$), as tampas de bebidas diversas ($n = 81$) e os sacos plásticos ($n = 76$) (Figura 24).

A maioria dos resíduos apresentou associação direta com as atividades comerciais/recreativas ($n = 407$), com média aproximada de 54% para os trechos e meses amostrados. Os itens mais representativos incluíram garrafas do tipo PET, tampas plásticas de bebidas diversas e sacos plásticos. Demais resíduos como fragmentos plásticos e de isopor, contribuíram para uma maior representatividade das atividades não identificadas ($n = 145$), enquanto embalagens plásticas de alimentos e de produtos de limpeza estiveram relacionadas à categoria doméstica/industrial ($n = 78$) (Figura 25).

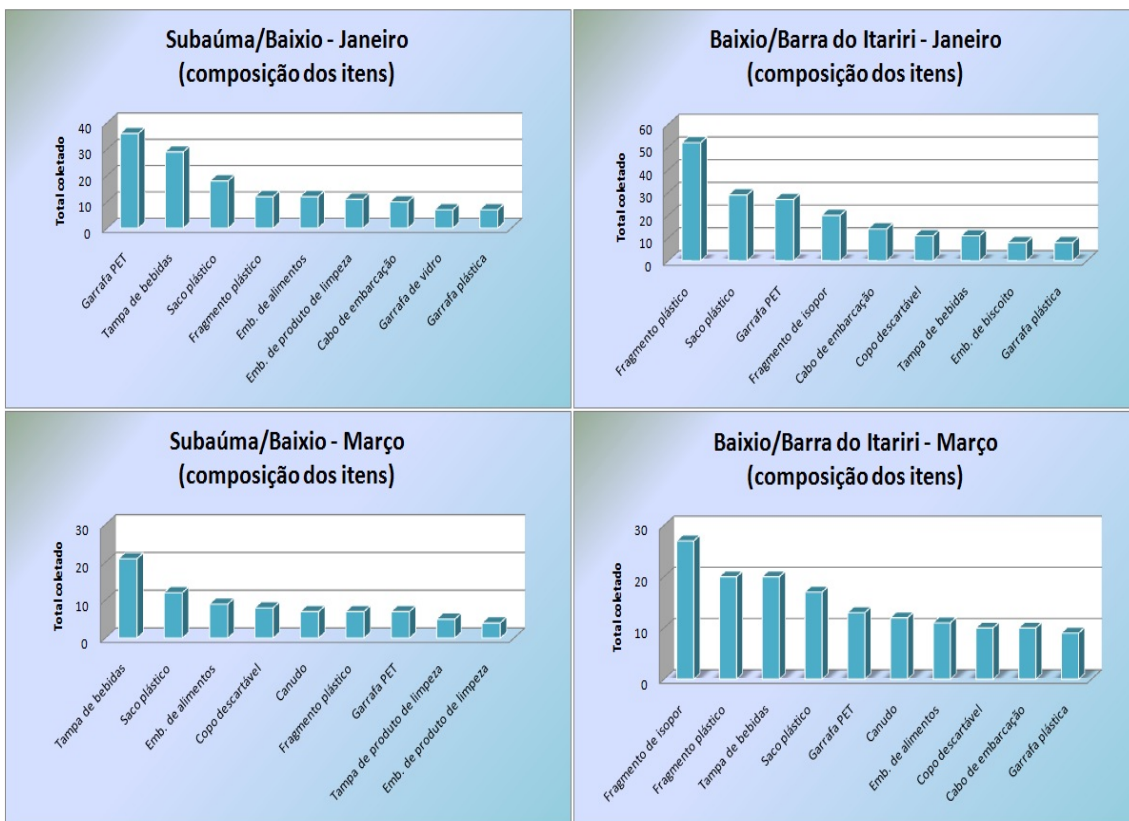


Figura 24 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixo, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

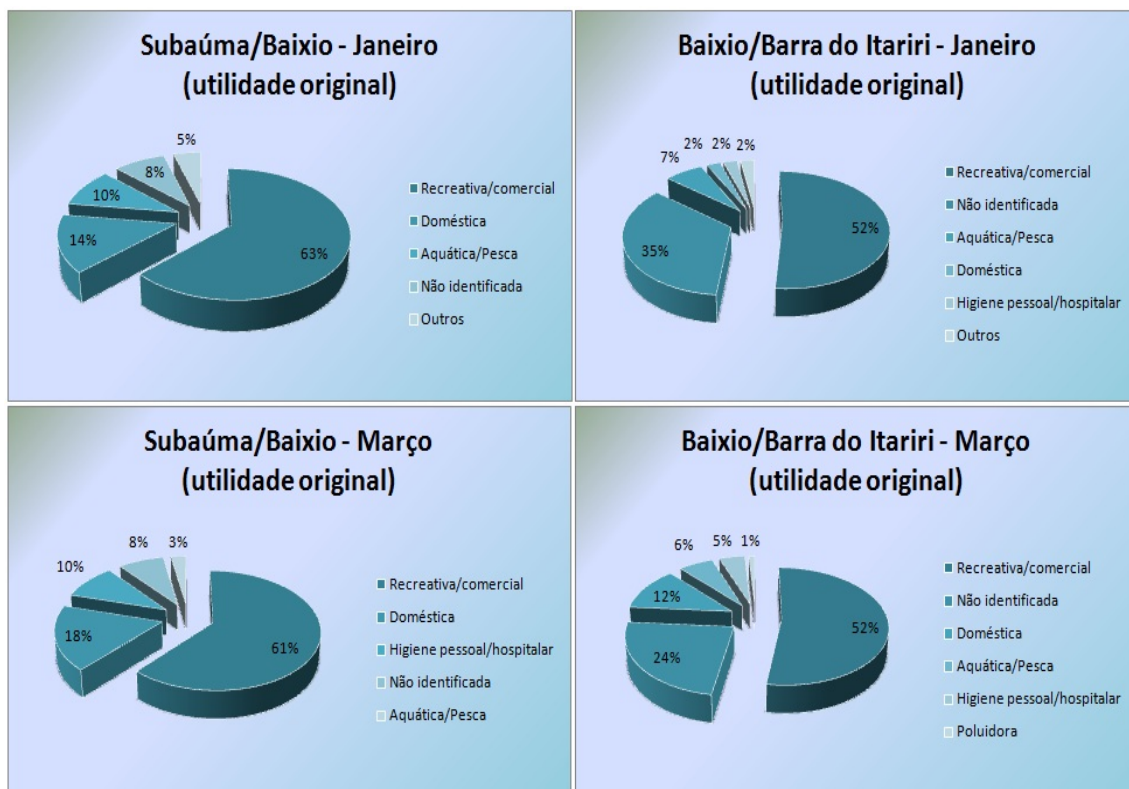


Figura 25 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

Os resultados obtidos junto às visitas de campo no inverno (compreendendo os meses de Maio e Julho), assim como observado anteriormente para o período do verão, continuaram a representar um estoque praias de caráter recente, ou seja, o lixo acumulado entre a última coleta de verão (Março/2011) e a primeira coleta de outono/inverno (Maio/2011). Contudo, o aporte turístico característico da estação passada se esvaiu, contribuindo, portanto, para uma diminuição da relevância de fontes locais quanto ao estoque amostrado.

Em termos quantitativos, foram registrados 994 itens, compreendendo um peso total aproximado de 14.510 g. A aplicação da análise descritiva não registrou, em escala temporal, elevadas alterações no estoque de lixo marinho (500 resíduos coletados em Maio e 494 em Julho). Logo, o aporte de detritos permaneceu elevado durante o outono/inverno. O trecho Baixio/Barra do Itariri manteve maiores estoques em ambos os meses, apresentando uma ampla variação espacial (Quadros 9 e 10).

Quadro 9 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.

Maio/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	176	324
Peso (g)	3.770	4.600
Itens/m⁻¹	1,1	1,9
Média	11	19
Desvio Padrão	3,93	11,97

Quadro 10 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.

Julho/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	181	313
Peso (g)	2.350	3.790
Itens/m⁻¹	1,13	1,84
Média	11,3	18,4
Desvio Padrão	4,57	8,41

A avaliação da distribuição sazonal do lixo marinho não evidenciou uma variação significativa quanto aos meses de Maio e Julho ($p = 0,8777$), mediante aplicação do teste de Mann-Whitney (não paramétrico). Logo, as concentrações permaneceram

próximas entre os meses amostrados (Figura 26). Considerando a identificação dos níveis de contaminação por transecto, apenas um único transecto exibiu níveis inaceitáveis de poluição (categoria C), sendo registrado no mês de Maio para o trecho entre Baixio/Barra do Itariri (T28). Os demais transectos corresponderam à categoria B (referente à simples presença de traços de poluição), não ultrapassando índices máximos de 4 itens/m⁻¹(Figuras 27 e 28).

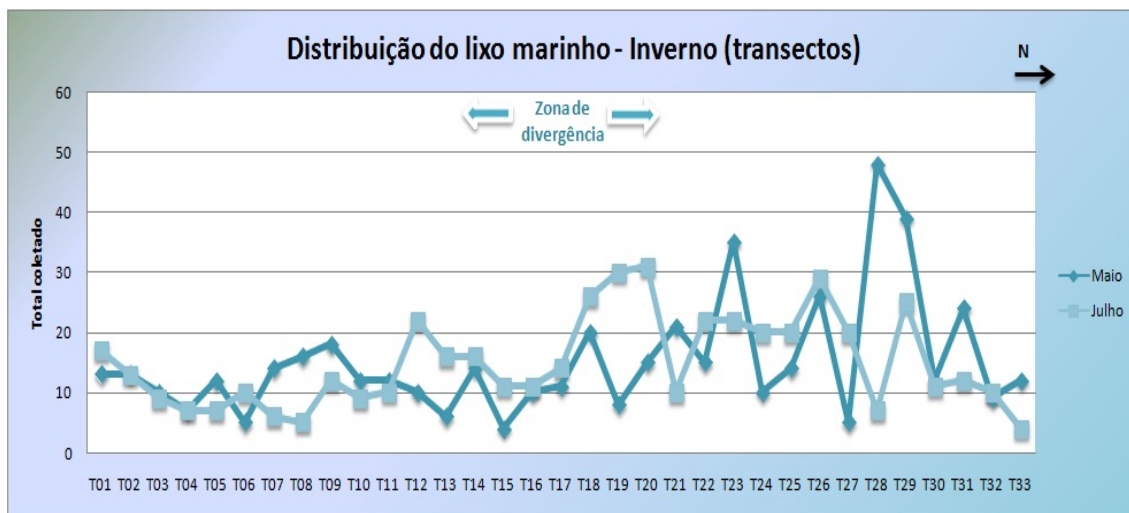


Figura 26 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

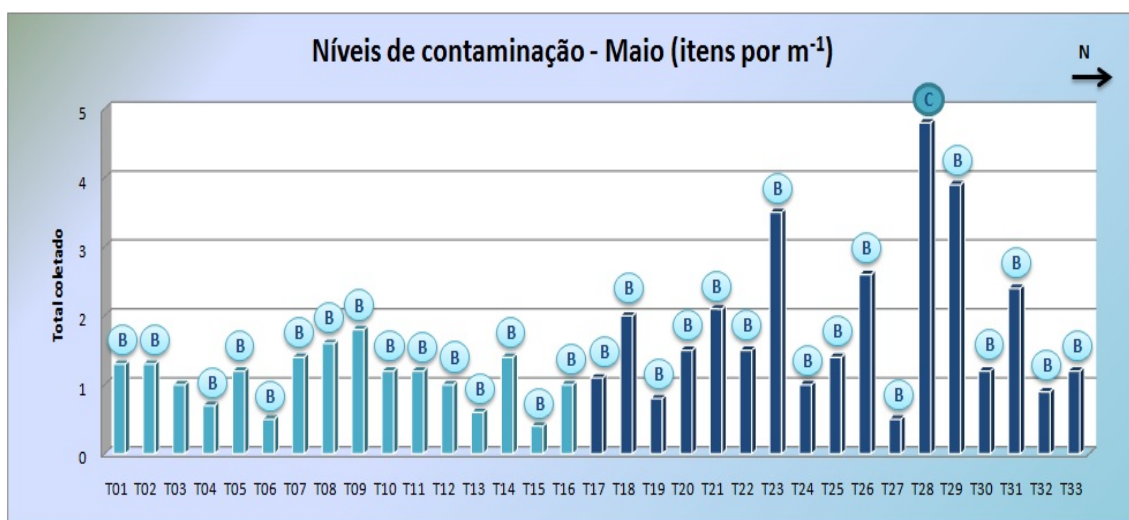


Figura 27 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m⁻¹, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.

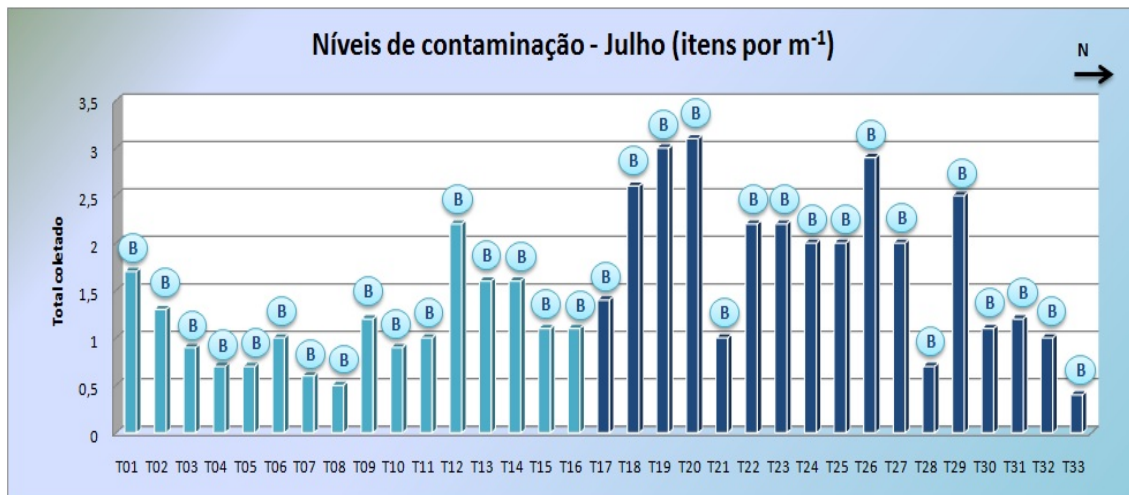


Figura 28 - Distribuição do lixo marinho amostrado, em itens/m⁻¹, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.

A composição do lixo expressa por material de origem destacou a presença de plásticos ($n = 857$), com média aproximada de 86% para os trechos e meses amostrados. Entre as categorias de importância secundária estiveram o *nylon* ($n = 59$) e o isopor ($n = 43$), como ilustrado na Figura 29. As demais classes incluídas no item “outros” foram: borracha, embalagens Tetra Pak, vidro, metal, papel, tecido e cortiça.

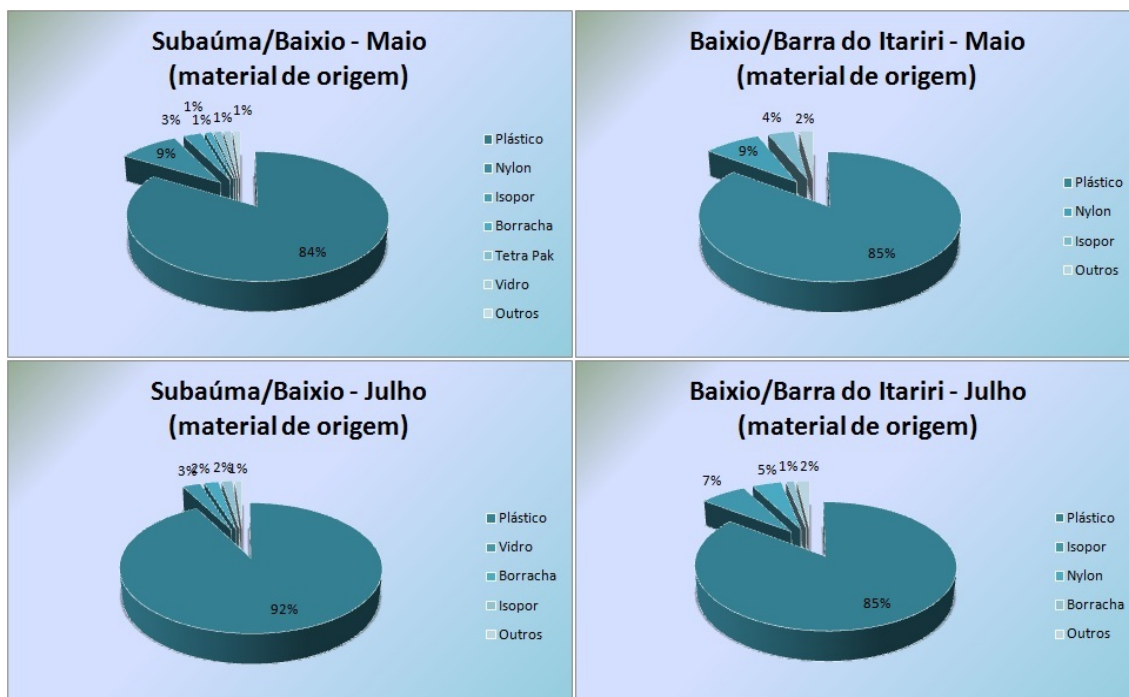


Figura 29 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Com relação ao peso, os plásticos obtiveram o destaque maior durante o período de inverno (9.740 g) (Figura 30). Quanto ao peso específico vinculado aos diferentes itens coletados, destacaram-se os sacos (3.000 g) e as garrafas do tipo PET (2.410 g) (Figura 31). Outras categorias relevantes incluíram vidro (1.840 g) e borracha (1.650 g).

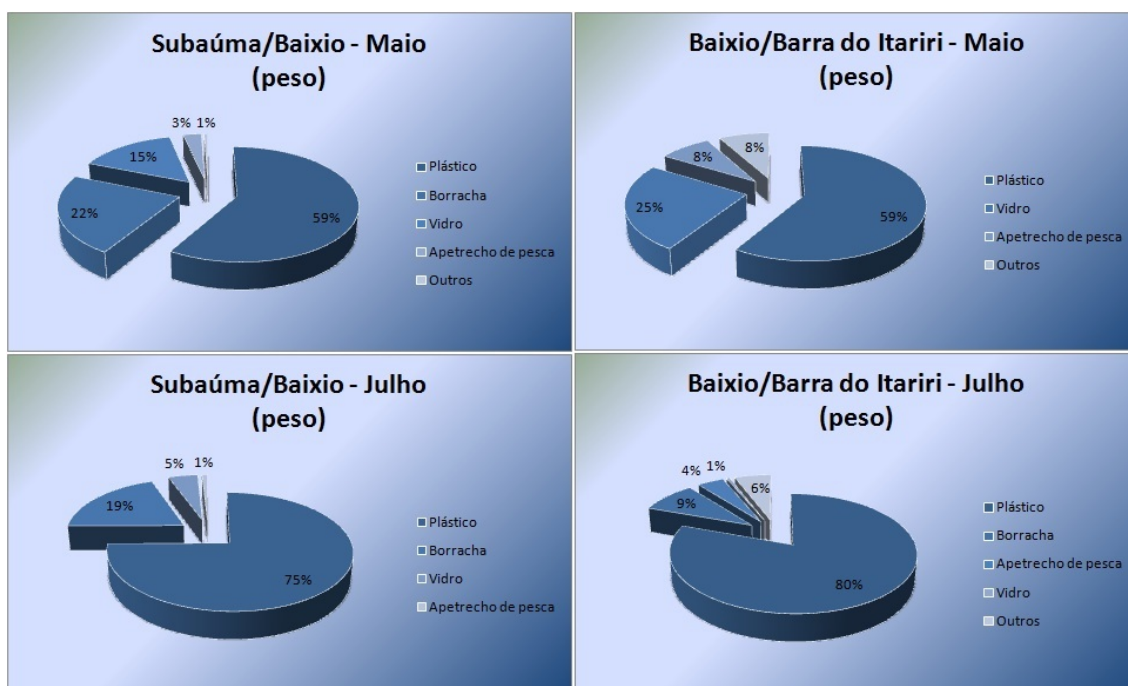


Figura 30- Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

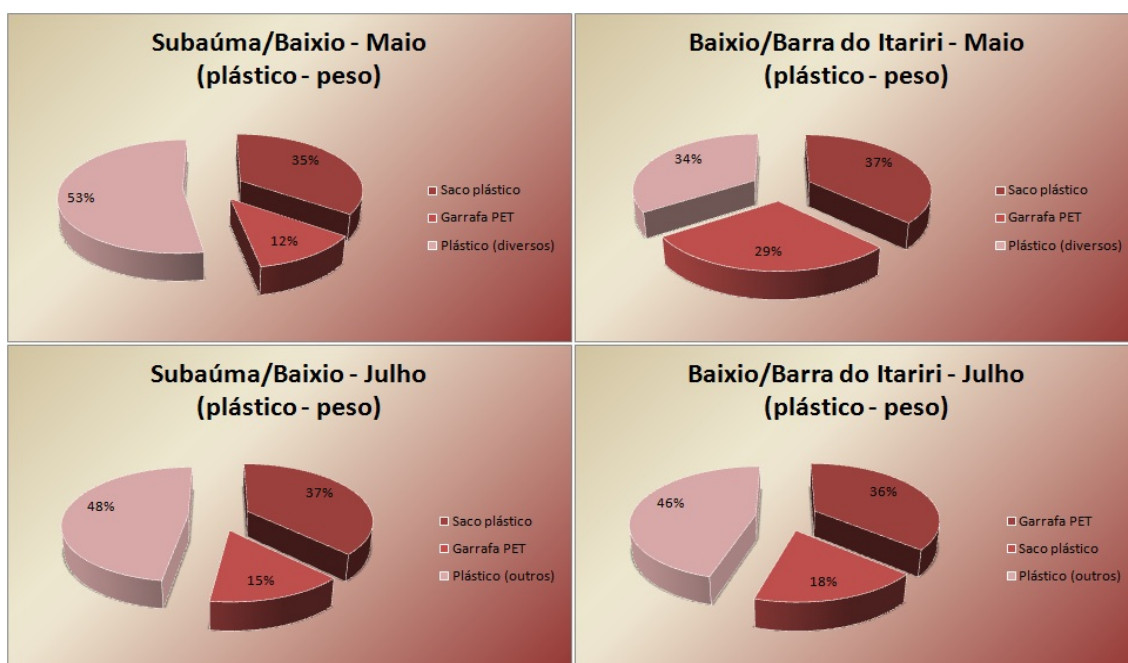


Figura 31 - Peso dos resíduos plásticos amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Com relação à diversidade entre os resíduos coletados, foram identificados 48 objetos (incluindo caixa de fósforos, capa de DVD, cartela de remédios, embalagem de creme dental e rolha de vinho). No entanto, os itens mais encontrados foram os sacos (n = 156), os fragmentos (n = 151), tampas de bebidas diversas (n = 89) e garrafas do tipo PET (n = 76), todos compostos por plástico (Figura 32).

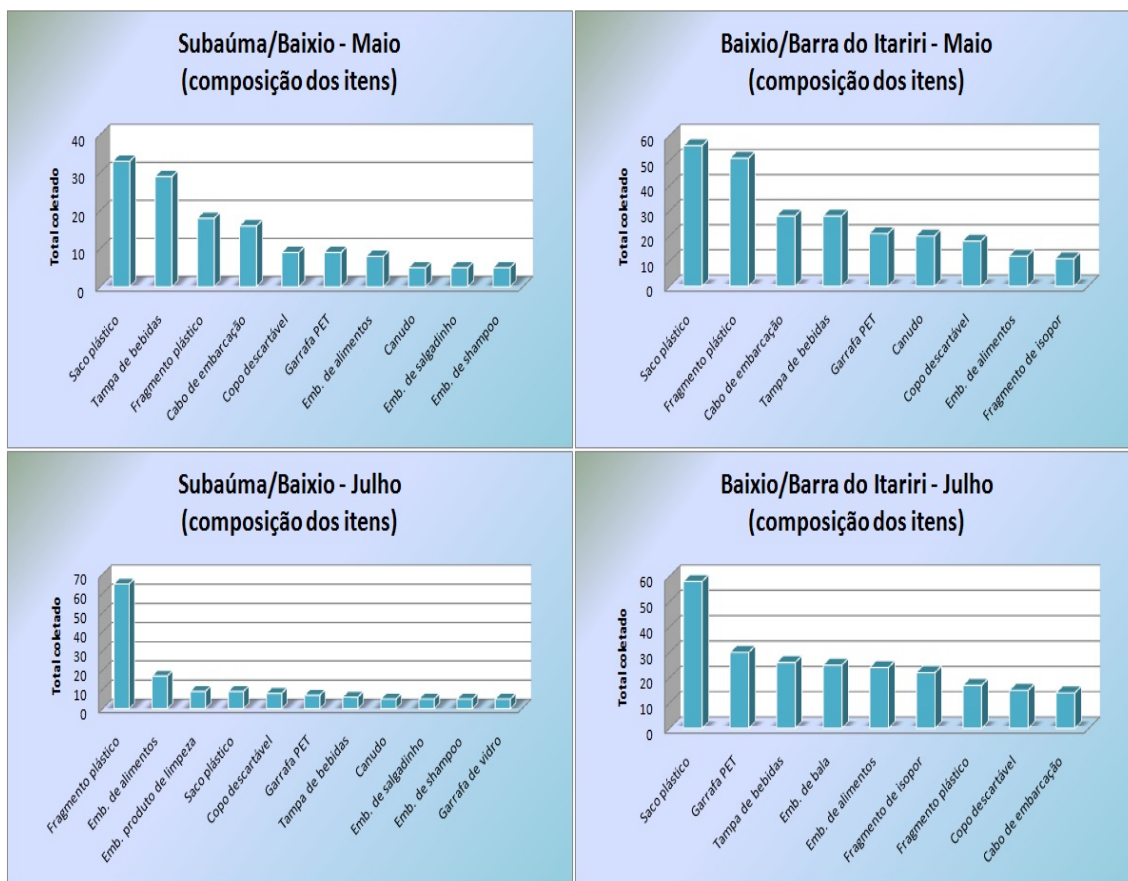


Figura 32 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixo, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

A maior parte do lixo local esteve associada às atividades comerciais/recreativas (n = 548), com média aproximada de 54% para os trechos e meses amostrados. Os principais itens relacionados a essas atividades incluíram sacos plásticos, tampas plásticas de bebidas diversas e garrafas do tipo PET. Já as atividades não identificadas (n = 190), estabeleceram relação principalmente com os fragmentos plásticos e de isopor, ao passo que embalagens plásticas de alimentos proporcionaram destaque quantitativo para as atividades domésticas/industriais (n = 111) (Figura 33).

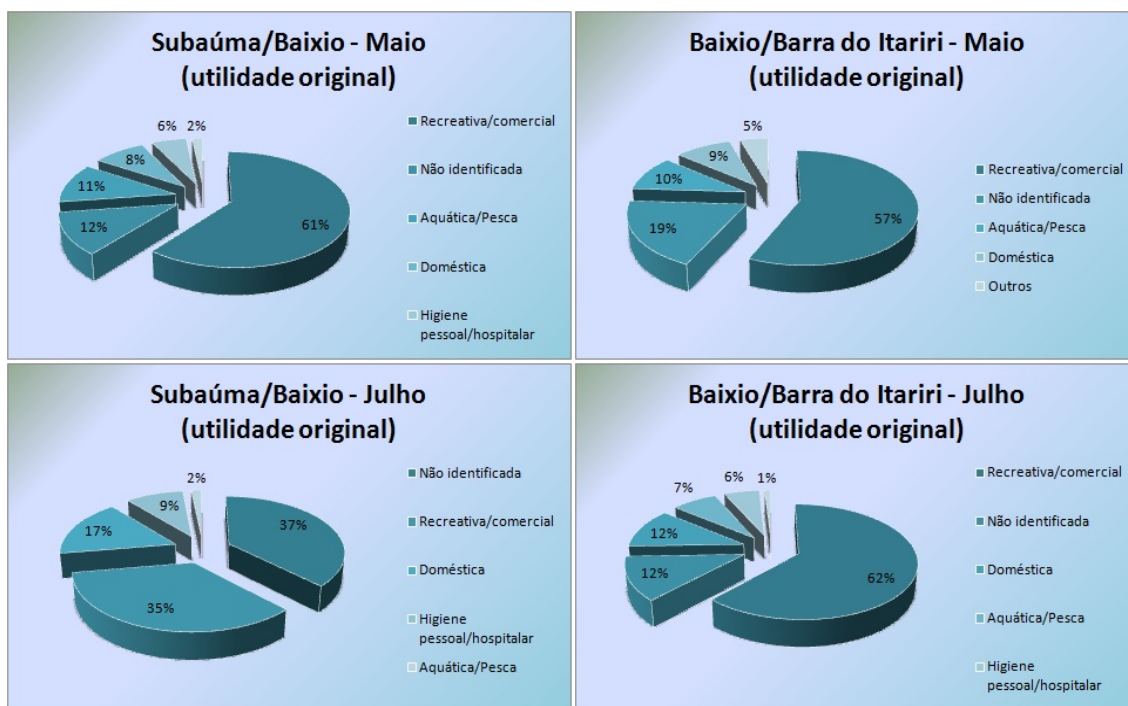


Figura 33 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011

A aplicação da análise estatística descritiva, considerando os dois períodos de amostragem, permitiu registrar um aumento quantitativo do estoque de lixo marinho em escala temporal (720 resíduos amostrados no verão e 994 no outono/inverno), o qual pôde ser projetado para ambos os trechos monitorados. Em relação à disposição praial, os valores de desvio padrão indicaram variações espaciais, independentemente da estação de coleta, com destaque para o trecho Baixo/Barra do Itariri (Quadros 11 e 12).

Quadro 11 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

Verão/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixo/Barra do Itariri
Total de itens	314	406
Peso (g)	8.090	5.900
Itens/m⁻¹	1,96	2,38
Média	19,6	23,8
Desvio Padrão	5,12	12,26

Quadro 12 - Total coletado, peso (g), itens/m⁻¹, média e desvio padrão do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Inverno/2011	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	357	637
Peso (g)	6.120	8.390
Itens/m⁻¹	2,23	3,74
Média	22,3	37,4
Desvio Padrão	5,73	14,31

Acerca da distribuição sazonal do lixo entre as estações avaliadas, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, que evidenciou uma variação extremamente significativa ($p = 0,004$), indicando, portanto, uma maior relevância ao aporte de resíduos durante o outono/inverno, contrapondo os resultados obtidos por Ivar do Sul e colaboradores (2011), que destacaram um caráter homogêneo na distribuição sazonal de resíduos em praias da Costa dos Coqueiros.

Considerando separadamente os trechos de interesse, apenas a costa situada entre Baixio/Barra do Itariri apresentou diferenças temporais significativas ($p = 0,0038$). Destacou-se ainda o acúmulo identificado para as proximidades do povoado de Baixio, durante o verão (T18), indicando que o descarte oriundo dos usuários de praias (atividades turísticas) também se fez presente. Contudo, como o turismo aplicado à região possui apenas caráter pontual, regionalmente predominam fontes marinhas (Figura 34).

Um padrão semelhante foi observado para a distribuição sazonal do plástico, *nylon* e isopor. A aplicação do teste não paramétrico de Mann-Whitney identificou, no entanto, variações significativas apenas para o plástico ($p = 0,0004$), em detrimento do *nylon* ($p = 0,1491$) e do isopor ($0,2729$). Assim como observado para a distribuição de todo o lixo marinho coletado, os plásticos apresentaram diferenças temporais significativas no trecho entre Baixio/Barra do Itariri ($p = 0,0005$), revelando um maior porte no outono/inverno (Figuras 35, 36 e 37).

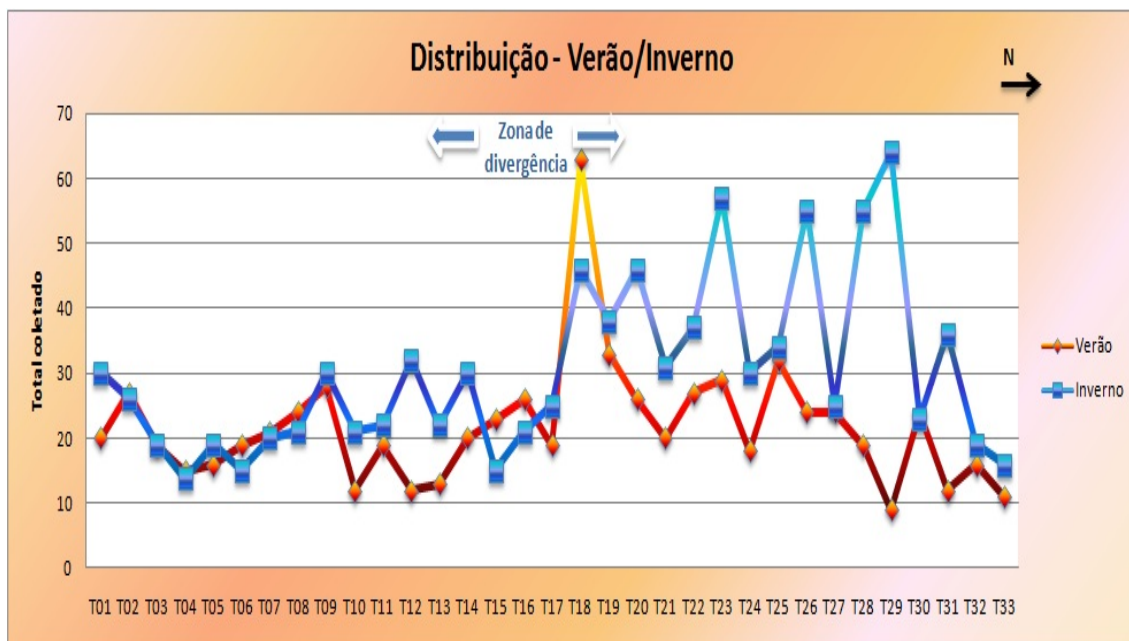


Figura 34 - Distribuição do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

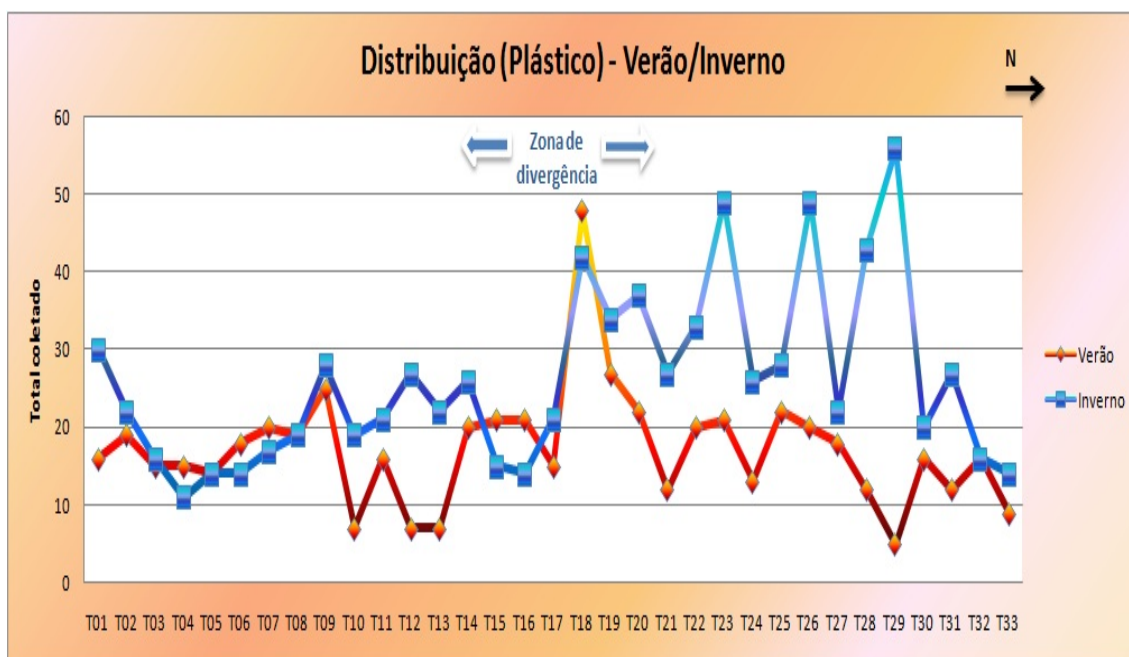


Figura 35 - Distribuição do plástico amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

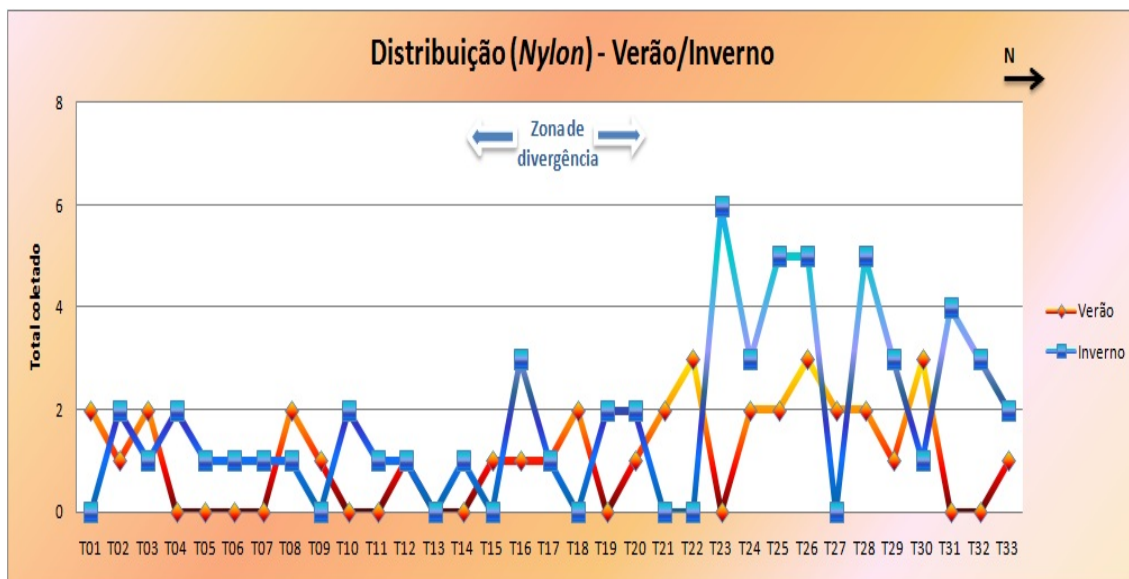


Figura 36 - Distribuição do *nylon* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

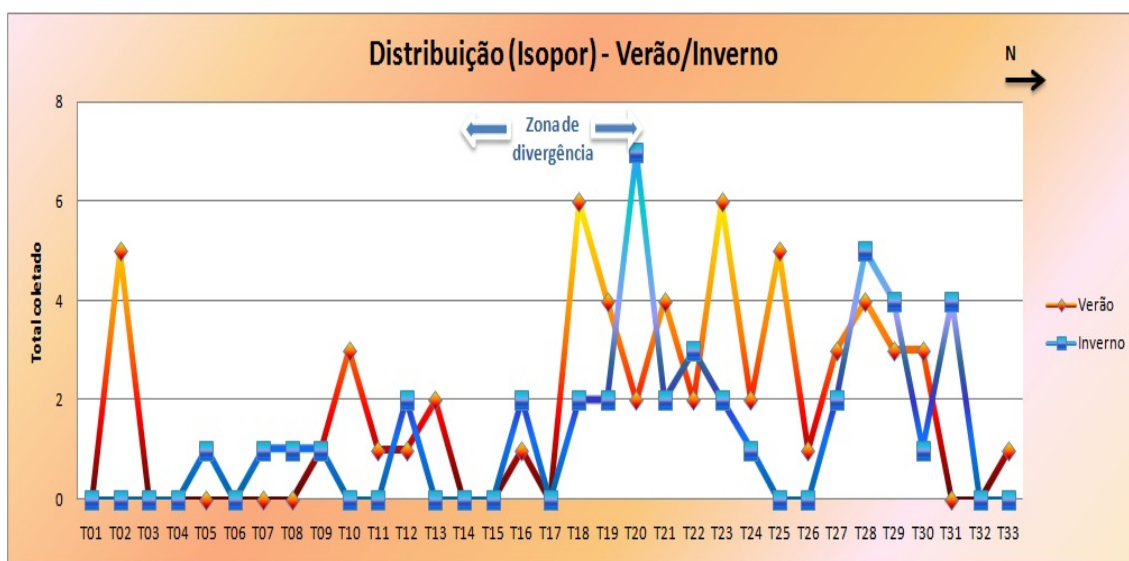


Figura 37 - Distribuição do isopor amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

A composição do lixo, expressa por material de origem, destacou a presença de plásticos (566 coletados no verão e 857 no outono/inverno), os quais apresentaram uma média de 82% para ambos os períodos amostrais, confirmando um padrão mundial (Quadro 13). Já quanto às categorias de importância secundária, predominaram o isopor (62 itens coletados no verão e 43 no outono/inverno) e o *nylon* (36 itens no verão e 59 no outono/inverno) (Figura 38).

Quadro13 - Percentual de lixo marinho representado por plástico em áreas costeiras do Brasil.

Local	Percentual de lixo marinho representado por plástico		
	Condições da praia	Percentual obtido	Referência
Estação Ecológica do Taim - RS	Remota	81	Pianowski (1997)
Praia do Cassino - RS	Urbanizada	52	Pianowski (1997)
Parque Estadual de Guarita - RS	Urbanizada	59	Pianowski (1997)
Tamandaré e Várzea do Una - PE	Urbanizada	89,4	Araújo (2003)
São Vicente - SP	Urbanizada	62,8	Cordeiro e Costa (2010)
Península de Itapagipe - BA	Urbanizada	50	Silva (2010)
Costa dos Coqueiros - BA	Urbanizada/Remota	69,8	Santos e colaboradores (2005)
Costa dos Coqueiros - BA	Urbanizada/Remota	52 - 94	Ivar do Sul (2011)
Presente estudo	Remota	82	Presente estudo

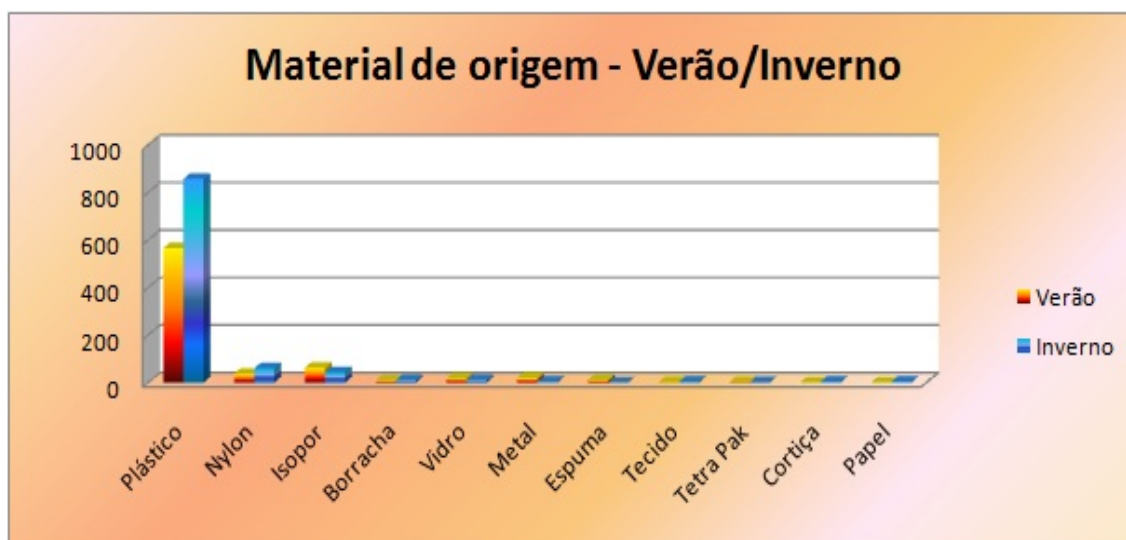


Figura 38 - Composição expressa por material de origem do lixo marinho amostrado na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.

Em relação à pesagem do lixo coletado, os plásticos também predominaram em ambos os períodos (6.610 g no verão e 9.740 g no outono/inverno), de modo concomitante ao seu destaque quantitativo. Os percentuais alcançados no verão e outono/inverno foram, respectivamente, 47% e 67%. Pesquisas realizadas em praias brasileiras, como aquela conduzida por Neves e colaboradores (2011), confirmam tal predomínio. Demais categorias incluíram vidro (4.640 g no verão e 1.840 g no outono/inverno) e borracha

(1.700 g no verão e 1.650 g no outono/inverno), devido, principalmente, ao elevado peso específico por itens dessas categorias (Figura 39).

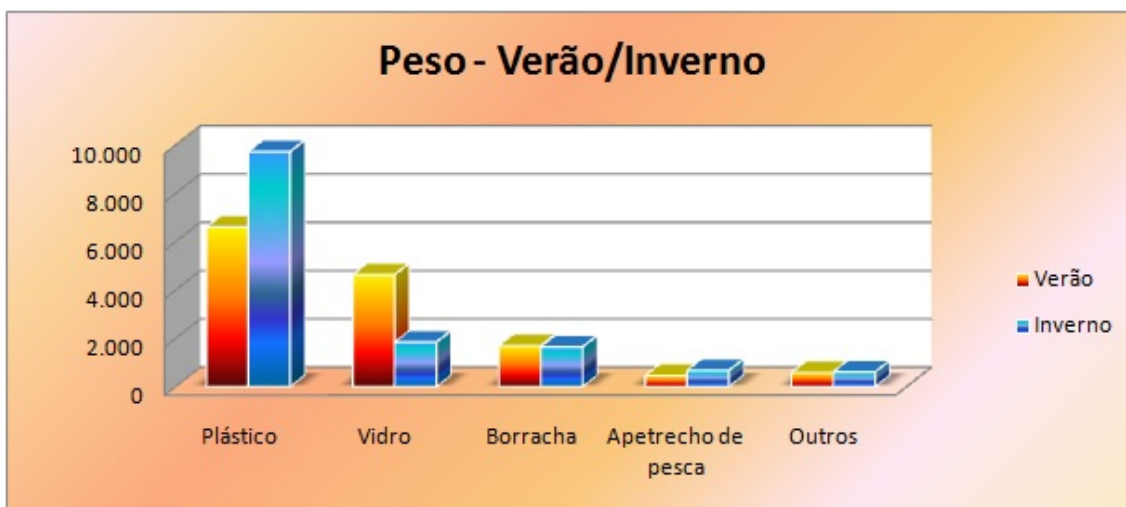


Figura 39 - Peso expresso por material de origem e/ou atividade associada, do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.

Entre os resíduos mais encontrados prevaleceram os fragmentos plásticos (91 itens amostrados no verão e 156 no outono/inverno), os sacos plásticos (76 no verão e 156 no outono/inverno), as tampas plásticas de bebidas diversas (81 no verão e 89 no outono/inverno) e as garrafas do tipo PET (83 no verão e 67 no outono/inverno). Dessa forma, apresentando um registro semelhante para os diversos itens, tanto no verão como no outono/inverno (Figura 40).

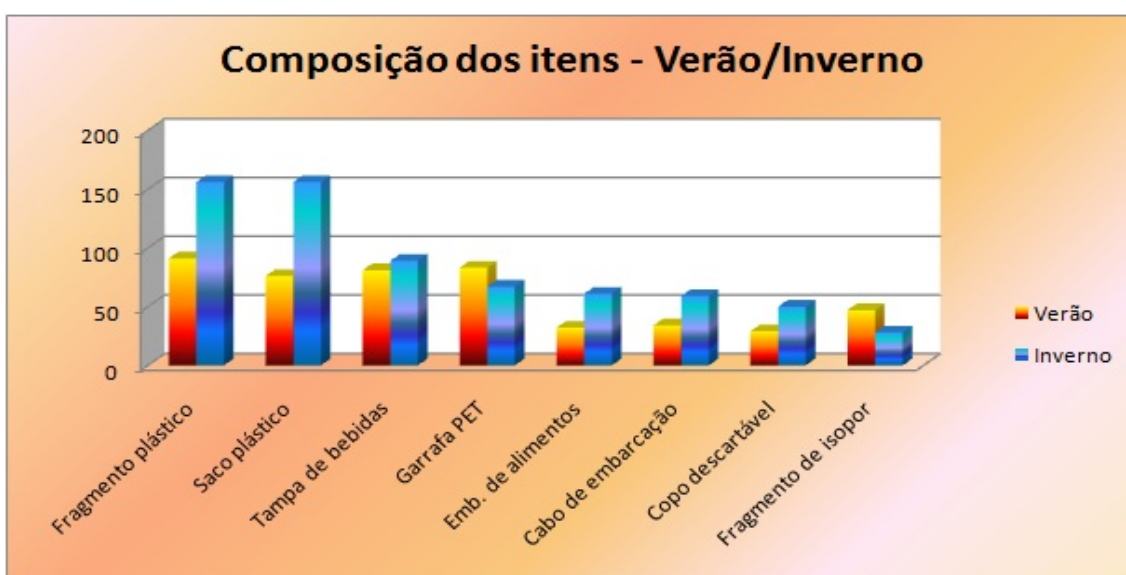


Figura 40 - Principais itens amostrados, no trecho entre os povoados de Subaúma e Baixio, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.

Apesar da diversidade identificada na composição do lixo local, a maior parcela dos itens coletados pôde ser relacionada às atividades comerciais/recreativas (407 itens amostrados no verão e 548 itens no outono/inverno), incluindo objetos como sacos plásticos, tampas de bebidas diversas e garrafas do tipo PET, além dos copos descartáveis. Com relação aos números percentuais, considerando ambas as estações, não ocorreram variações significativas (56% no verão e 55% no outono/inverno).

Já os fragmentos plásticos e de isopor (poluentes comuns na região), por dificultarem a identificação do uso original, foram incluídos junto às atividades não identificadas (145 itens no verão e 190 no outono/inverno). Entre os itens relacionados às atividades domésticas/industriais (78 no verão e 111 no outono/inverno), destacaram-se as embalagens de alimentos. As demais categorias apresentaram menor relevância, como as atividades aquáticas e de pesca, apesar da representatividade dos cabos de embarcação (Figura 41). O registro de ingestão realizado por Macedo e colaboradores, incluindo muitos desses principais itens coletados, a exemplo dos fragmentos plásticos e de isopor, por tartarugas marinhas que desovam na região, merecem atenção especial.

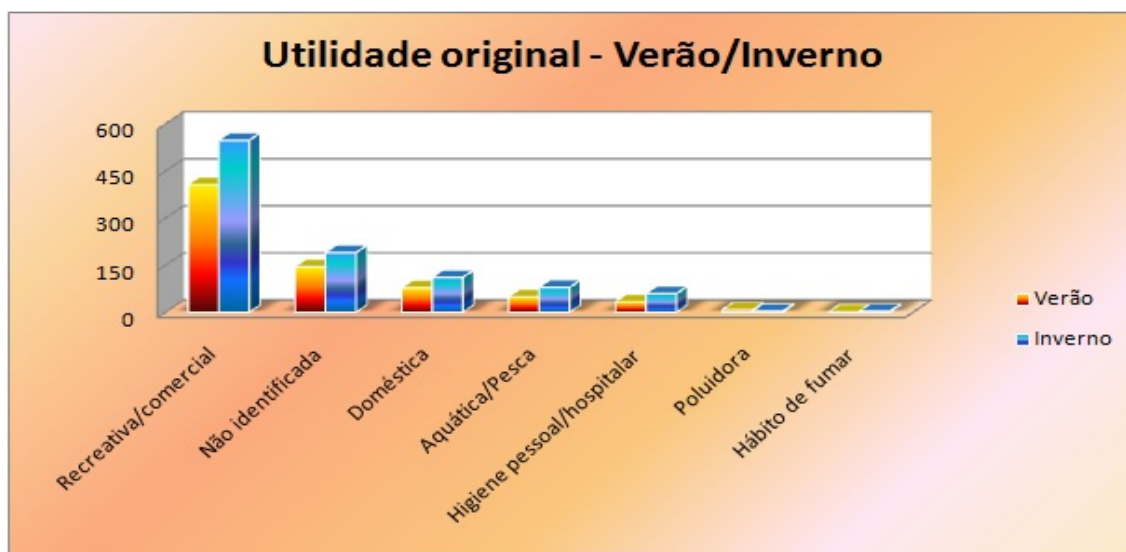


Figura 41 - Composição expressa por utilidade original do lixo marinho amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011.

2. Esférulas plásticas (*pellets*)

O acúmulo de *pellets*, depositados na superfície das proximidades da linha de preamar máxima dos transectos amostrais, também foi investigado em caráter prévio. Conforme

Manzano (2009), as esférulas tendem a se concentrar na parte superior da faixa de praia, devido, principalmente, aos processos de espraiamento ocorridos durante eventos de tempestade, que potencialmente as carregam para essa zona. McDermid e McMullen (2004) indicaram, mais precisamente, uma maior frequência de grânulos situados diretamente na linha de preamar máxima, como resultado da constante variação na altura da maré (classificada para o trecho estudado como micromaré semidiurna).

Por possuírem, no geral, densidade menor do que a da água do mar, os *pellets* acumulam-se também, com maior frequência, nas porções mais superficiais da praia, principalmente em se tratando de trechos arenosos (EPA, 1992). Manzano (2009) indicou a presença de elevadas concentrações de esférulas nos primeiros 30 cm de profundidade, considerando frações de sedimentos praias amostrados a até 2 m. Os padrões ocupacionais da atual área de interesse, inclusive, favorecem o acúmulo dos grânulos plásticos na superfície praias, visto que, de acordo com Pianowski (1997), a ausência de um aporte turístico intensificado (pisoteio) e de atividades frequentes de limpeza pública tende a favorecer tal acúmulo superficial.

Durante as visitas de campo iniciais (Dezembro/2010), foram registrados 166 *pellets* (86 coletados no trecho Subaúma/Baixio e 80 no trecho Baixio/Barra do Itariri), valor representativo de um estoque até então acumulado. Essa proximidade referente aos números totais das esférulas plásticas encontradas, para ambos os trechos, esteve refletida, ainda, nos valores de itens/m⁻¹ e média por transecto. Acerca da sua disposição espacial, não foi detectada qualquer tendência de padronização ao longo dos trechos, prevalecendo, apenas, acumulações pontuais, conforme observado no Quadro 14 e Figura 42.

Quadro 14 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

Dezembro	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	86	80
Itens/m⁻¹	0,53	0,47
Média	5,3	4,7
Desvio Padrão	5,61	3,80

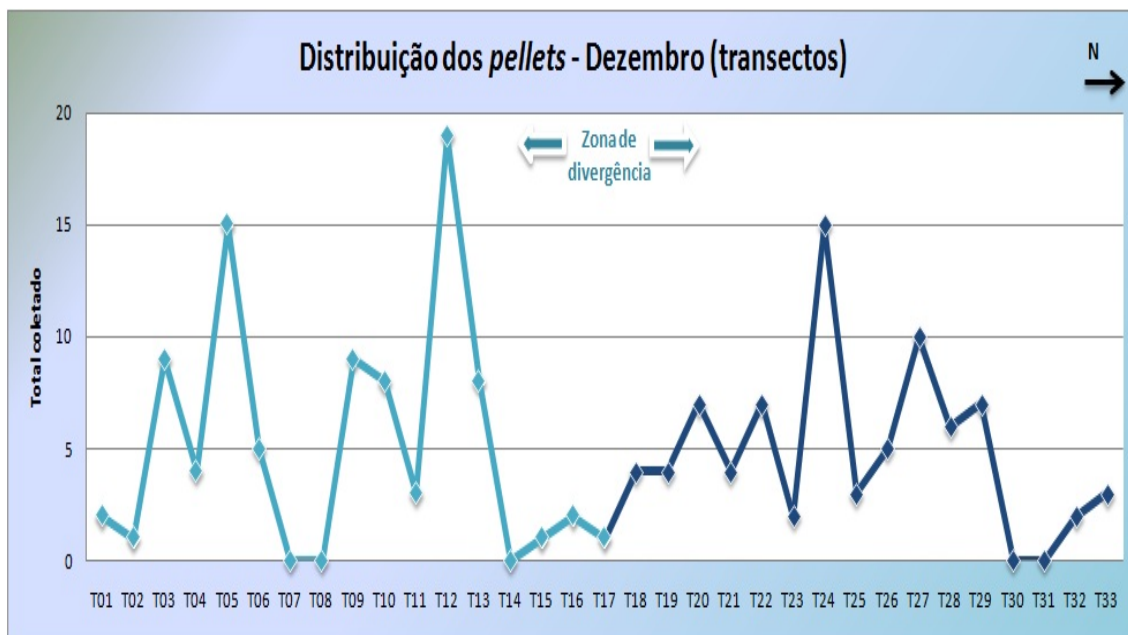


Figura 42 - Distribuição dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

Os *pellets* podem apresentar propriedades distintas, visando atender aos fins comerciais desejados, incluindo alterações nas propriedades estéticas e físicas dos seus polímeros, a exemplo da aplicação de aditivos que modificam a coloração (EPA, 1992). Frias e colaboradores (2010), ao analisarem a capacidade de esférulas esbranquiçadas, pretas e coloridas, em adsorver poluentes orgânicos persistentes (POPs), constataram que aquelas de tonalidade preta apresentavam maiores concentrações desses poluentes, apesar de todas as demais também apresentarem traços de contaminação.

Diferentes tonalidades puderam ser identificadas na presente amostragem, incluindo grânulos transparentes, esbranquiçados, além de dois exemplares coloridos (na cor azul), e uma única esférula apresentando coloração preta (coletado no trecho Subaúma/Baixio). Apesar dessa diversidade registrada, predominaram os *pellets* transparentes, em concentrações semelhantes, para ambos os trechos percorridos (n = 133) (Figura 43).

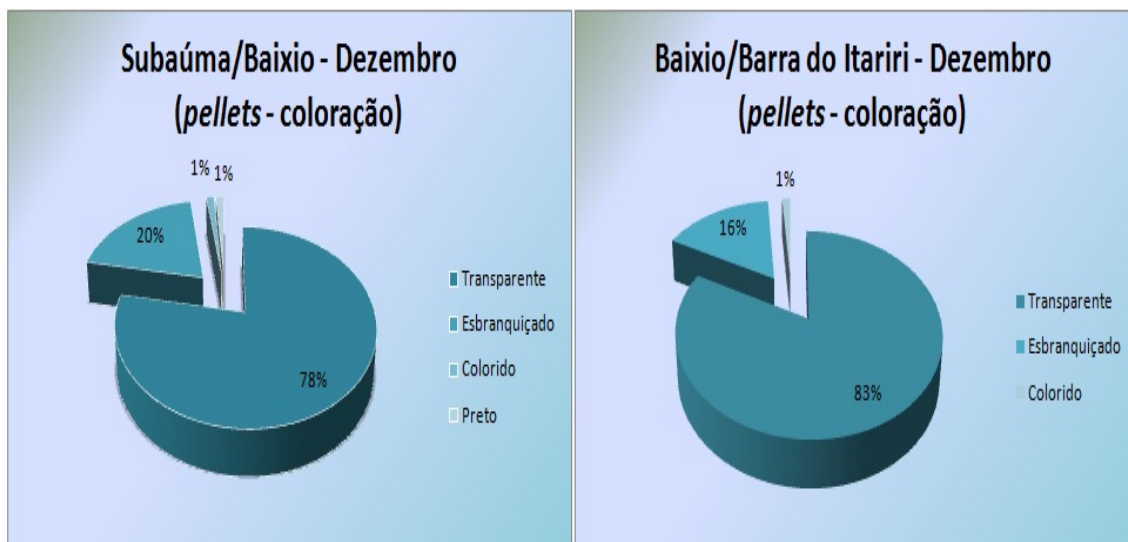


Figura 43 - Coloração dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Dezembro de 2010.

Durante as amostragens ocorridas no verão, foram registrados 592 *pellets* (322 coletados em Janeiro e 270 em Março). A superioridade quantitativa referente à coleta de Janeiro esteve presente também, nos valores de itens/m⁻¹ e média por transecto, para ambos os trechos estudados. No entanto, essa variação temporal não ocorreu de maneira significativa, conforme aplicação do teste não paramétrico de Mann-Whitney ($p = 0,4926$). Em relação à disposição espacial das esférulas, não foi percebida qualquer tendência à padronização, principalmente no trecho Subaúma/Baixio (Março). Apenas acumulações pontuais foram detectadas (Quadros 15 e 16) (Figura 44).

Já as diferentes tonalidades de *pellets* incluíram itens transparentes ($n = 514$), esbranquiçados ($n = 74$) e coloridos (nas tonalidades azul, verde e acinzentada) ($n = 4$) (Figura 45). Grânulos plásticos transparentes predominaram, de modo notável, nos dois meses amostrados, registrando altos índices de ocorrência frente às demais colorações (aproximadamente 86% do total amostrado).

Quadro 15 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.

Janeiro	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	168	154
Itens/m⁻¹	1,05	0,9
Média	10,5	9
Desvio Padrão	7,85	8,98

Quadro 16 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.

Março	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	131	139
Itens/m⁻¹	0,81	0,81
Média	8,1	8,1
Desvio Padrão	10,82	6,58

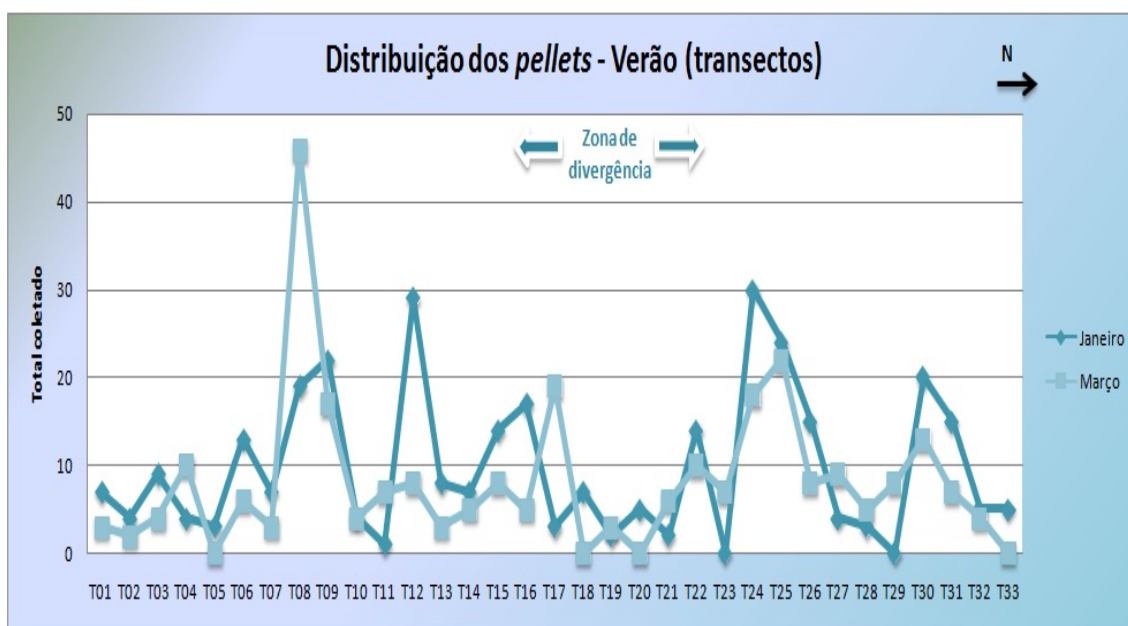


Figura 44 - Distribuição dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

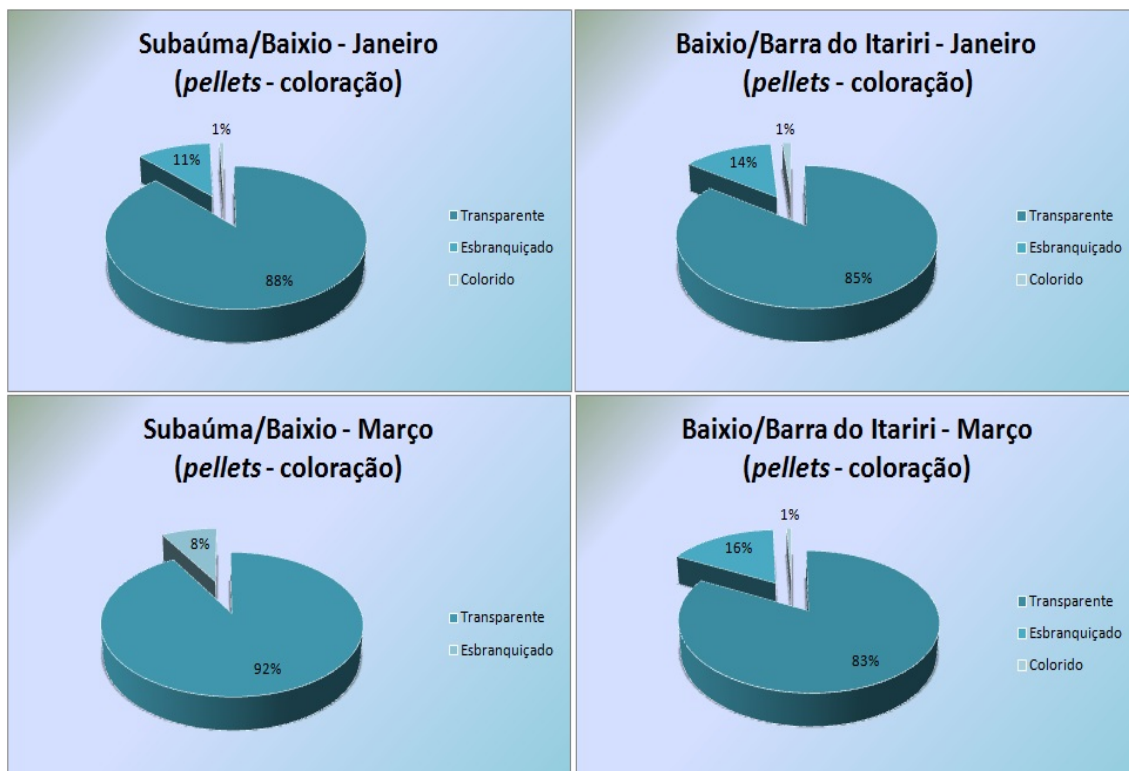


Figura 45 - Coloração dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

As coletas realizadas durante o outono/inverno registraram 555 *pellets* (359 coletados em Maio e 196 coletados em Julho). O decréscimo quantitativo referente ao mês de Julho pôde também ser observado nos valores de itens/m⁻¹ e média por transecto. A disposição espacial não demonstrou tendência à padronização, apresentando destacadas variações no trecho Baixio/Barra do Itariri (Maio). Já a aplicação do teste não paramétrico de Mann-Whitney ($p = 0,0746$) evidenciou a presença de variações temporais significativas (Quadros 17 e 18) (Figura 46).

As distintas tonalidades dos *pellets* amostrados incluíram apenas exemplares transparentes ($n = 481$) e esbranquiçados ($n = 74$) (Figura 47). Esférulas transparentes predominaram em ambos os meses e trechos amostrados, registrando elevada ocorrência frente às demais colorações (aproximadamente 85%). Grânulos com tonalidades coloridas não foram amostrados nessas últimas coletas.

Quadro 17 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.

Maio	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	101	258
Itens/m ⁻¹	0,63	1,51
Média	6,3	15,1
Desvio Padrão	5,78	14,52

Quadro 18 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.

Julho	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	85	111
Itens/m ⁻¹	0,53	0,65
Média	5,3	6,5
Desvio Padrão	3,99	7,49

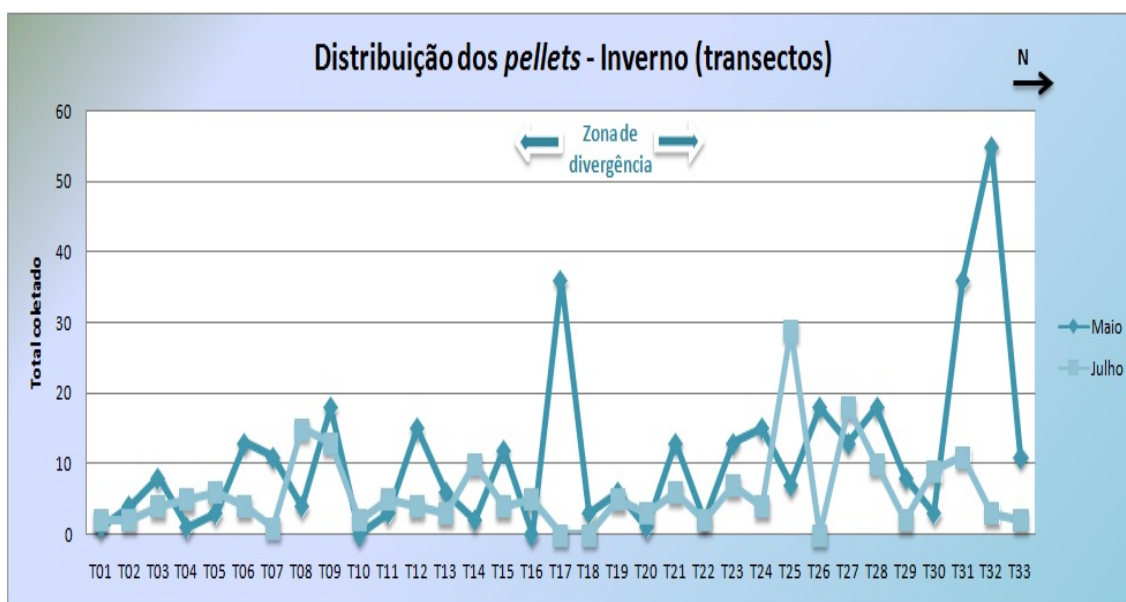


Figura 46 - Distribuição dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

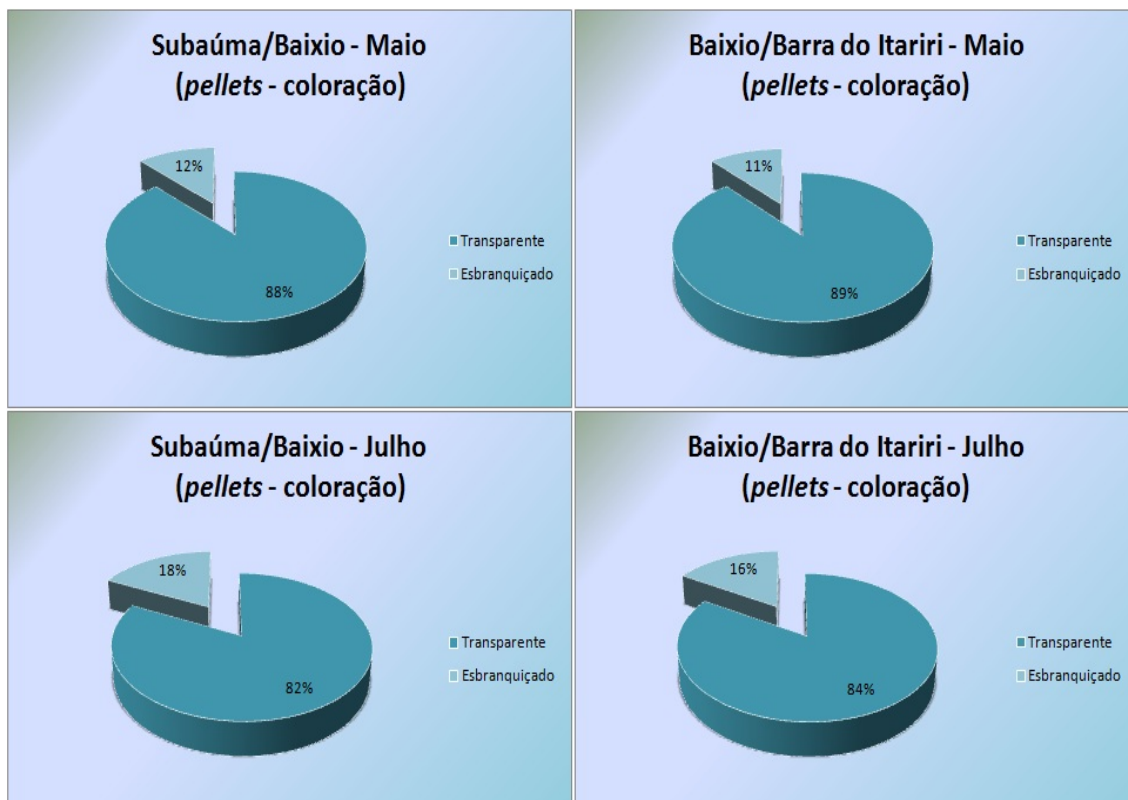


Figura 47 - Coloração dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Ao final das atividades de campo, foram amostrados 1.147 *pellets* depositados na superfície das proximidades da linha de preamar máxima dos transectos (592 coletados durante o verão e 555 no outono/inverno). Portanto, somente uma sutil variação sazonal foi verificada entre os períodos de amostragem, não sendo percebidas, de acordo com a aplicação do teste não paramétrico de Mann-Whitney, alterações significativas ($p = 0,8075$). Já a disposição espacial das esférulas coletadas apresentou apenas acumulações pontuais, sem tendências de padronização bem definidas. Contudo, foi encontrada uma ampla discrepância na distribuição dos grânulos no trecho Baixio/Barra do Itariri, em ambos os períodos de coleta (Quadros 19 e 20) (Figura 48).

Em pesquisa conduzida por Pianowski (1997), no litoral do Estado do Rio Grande do Sul, acerca dos *pellets* localizados na superfície praial, os maiores índices de *pellets*/m⁻¹ foram registrados na remota Estação Ecológica do Taim (112,3 *pellets*/m⁻¹). As demais praias pesquisadas apresentaram os seguintes valores: Parque Estadual de Guarita (7,36 *pellets*/m⁻¹), Praia do Cassino (6,66 *pellets*/m⁻¹) e Praia Grande (1,06 *pellets*/m⁻¹). Já no atual estudo, a média geral registrou um acúmulo de apenas 0,85 *pellets*/m⁻¹ para todo o trecho de interesse, conseqüentemente, abaixo dos valores obtidos nas praias citadas.

Quadro 19 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

Verão	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	299	293
Itens/m ⁻¹	1,86	1,72
Média	18,6	17,2
Desvio Padrão	16,04	14,02

Quadro 20 - Total coletado, itens/m⁻¹, média e desvio padrão dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Inverno	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	186	369
Itens/m ⁻¹	1,16	2,17
Média	11,6	21,7
Desvio Padrão	7,45	15,65

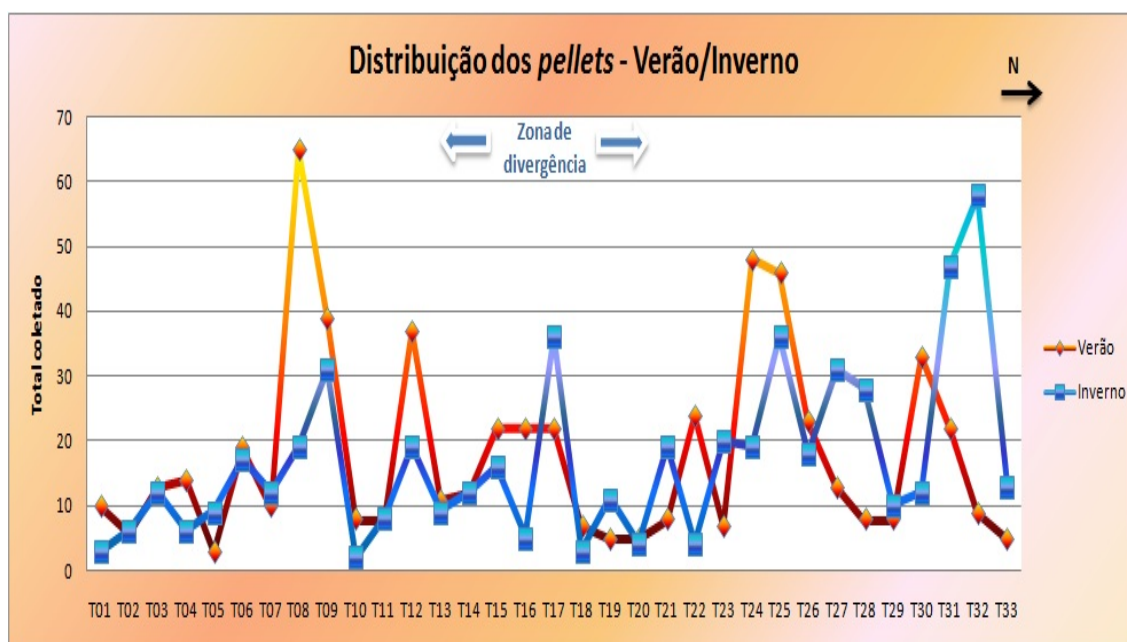


Figura 48 - Distribuição dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e o inverno de 2011. Indica também o sentido da deriva litorânea a partir da zona de divergência.

Entre as diferentes tonalidades observadas, destacaram-se os *pellets* transparentes (514 coletados no verão e 481 no inverno) e esbranquiçados (74 coletados em ambos os períodos). Portanto, esférulas de coloração transparente predominaram ao longo de todo o período amostral. Manzano (2009) relata que os *pellets* são produzidos, normalmente,

em tons claros e/ou transparentes, em acordo com os resultados atuais. Grânulos coletados por Pianowski (1997) e Shiber (1982) também se apresentaram, na ampla maioria, em tonalidades mais claras (variando do branco ao amarelo-alaranjado) (Figura 49).

Acerca dos *pellets* coloridos, somente foi registrada ocorrência durante as coletas de verão, sendo seus diminutos valores desconsiderados na Figura. De acordo com a EPA (1992), os corantes adicionados aos polímeros constituintes das esférulas plásticas podem acarretar potenciais efeitos toxicológicos para a biota marinha local. Nesse contexto, a lixiviação de tais corantes torna-se potencializada pela miscibilidade dos corantes aos próprios polímeros, e por condições ambientais vigentes (temperatura). Vale lembrar o registro da ingestão de *pellets* por peixes desembarcados em comunidades pesqueiras próximas a área de interesse, realizado por Miranda e Carvalho-Souza (2011).

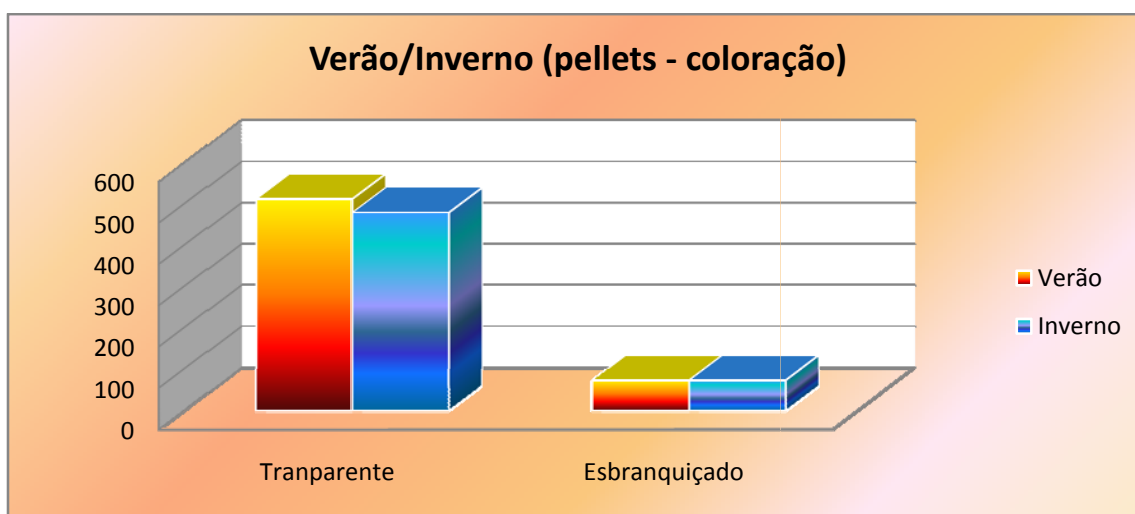


Figura 49 - Coloração dos *pellets* amostrados, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.

3. Lixo Internacional (*global garbage*)

A amostragem do *global garbage*, que incluiu toda a extensão da área de interesse (sem uso de transectos), não foi realizada em caráter prévio, visto que o contínuo monitoramento desse lixo específico, conduzido pela ONG Global Garbage em conjunto com a Associação dos Capitães da Areia, não proporciona a presença de um estoque resultante de um longo período de acúmulo. Portanto, os primeiros esforços de

coleta foram realizados apenas no período de verão (Janeiro e Março/2011), de modo simultâneo às amostragens dos demais resíduos.

O estoque de lixo internacional, coletado durante o período de verão, compreendeu um total de 164 itens (100 amostrados em Janeiro e 64 em Março). Em Janeiro, a distribuição das embalagens destacou-se entre o trecho Baixio/Barra do Itariri, incluindo mais de 4 itens/km⁻¹. Contudo, no mês de Março, os resultados indicaram uma maior presença de *global garbage* no trecho Subaúma/Baixio, porém, sem a discrepância entre os valores observada anteriormente em Janeiro (Quadros 21 e 22).

Quadro 21 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Janeiro de 2011.

Janeiro	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	24	76
Itens/km⁻¹	1,5	4,47

Quadro 22 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Março de 2011.

Março	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	39	25
Itens/km⁻¹	2,43	1,47

Acerca da composição expressa por material de origem, prevaleceram as embalagens constituídas por plástico (n = 132), com média aproximada de 77% para os trechos e meses de coleta. As demais categorias presentes foram o metal (n = 23) e o Tetra Pak (n = 9), conforme evidenciado na Figura 50.

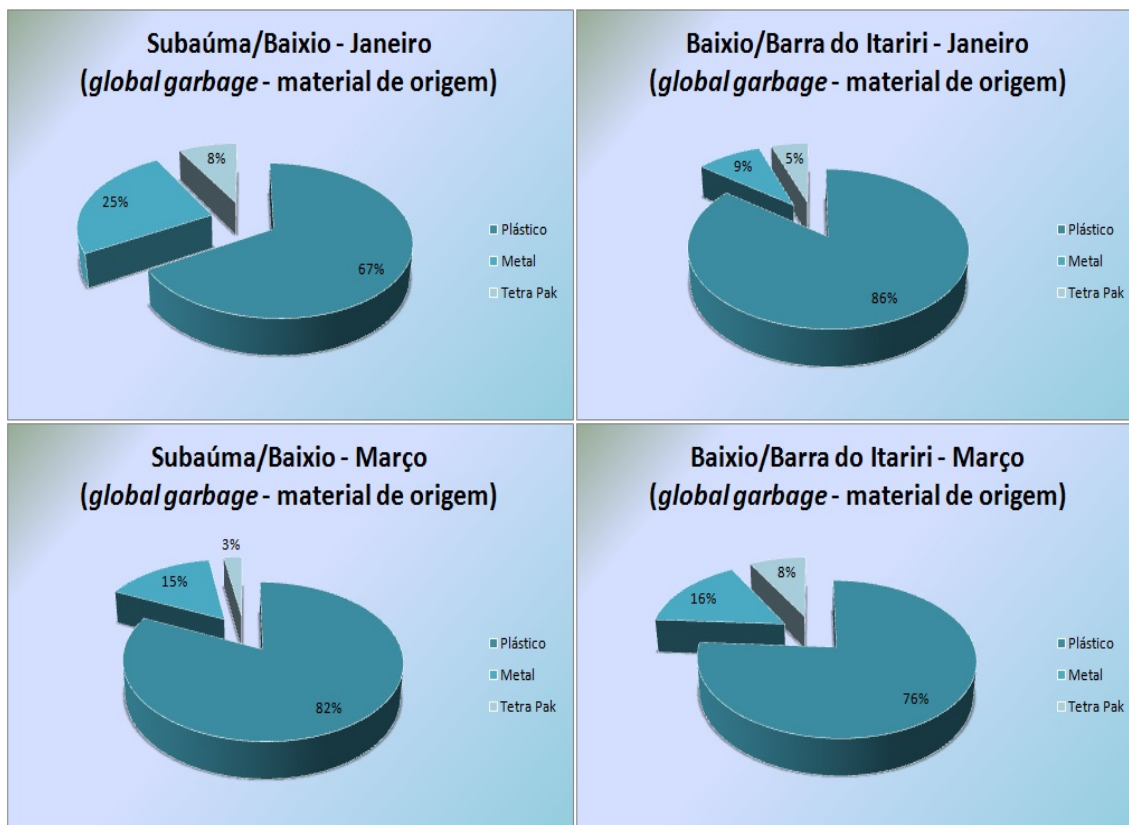


Figura 50 - Composição expressa por material de origem do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

Quanto aos produtos/gêneros vinculados ao lixo internacional, predominaram as garrafas de água mineral ($n = 96$), representando aproximadamente 53% do total amostrado entre os meses e trechos pesquisados. Entre as categorias de relevância secundária, destacaram-se embalagens de suco ($n = 22$), produtos de higiene pessoal ($n = 17$), a exemplo de embalagens de shampoo e desodorante, além de produtos de limpeza diversos ($n = 15$) (Figura 51).

A diversidade de países de origem do *global garbage* compreendeu 31 nacionalidades distintas, incluindo representantes espalhados por todos os continentes. Entre as nações que, em caráter quantitativo, se destacaram durante o verão, estão: Turquia ($n = 27$), Malásia ($n = 24$), República Popular da China ($n = 22$), Argentina ($n = 11$), Singapura ($n = 11$) e, por fim, Ilha de Taiwan ($n = 10$) (Figura 52).

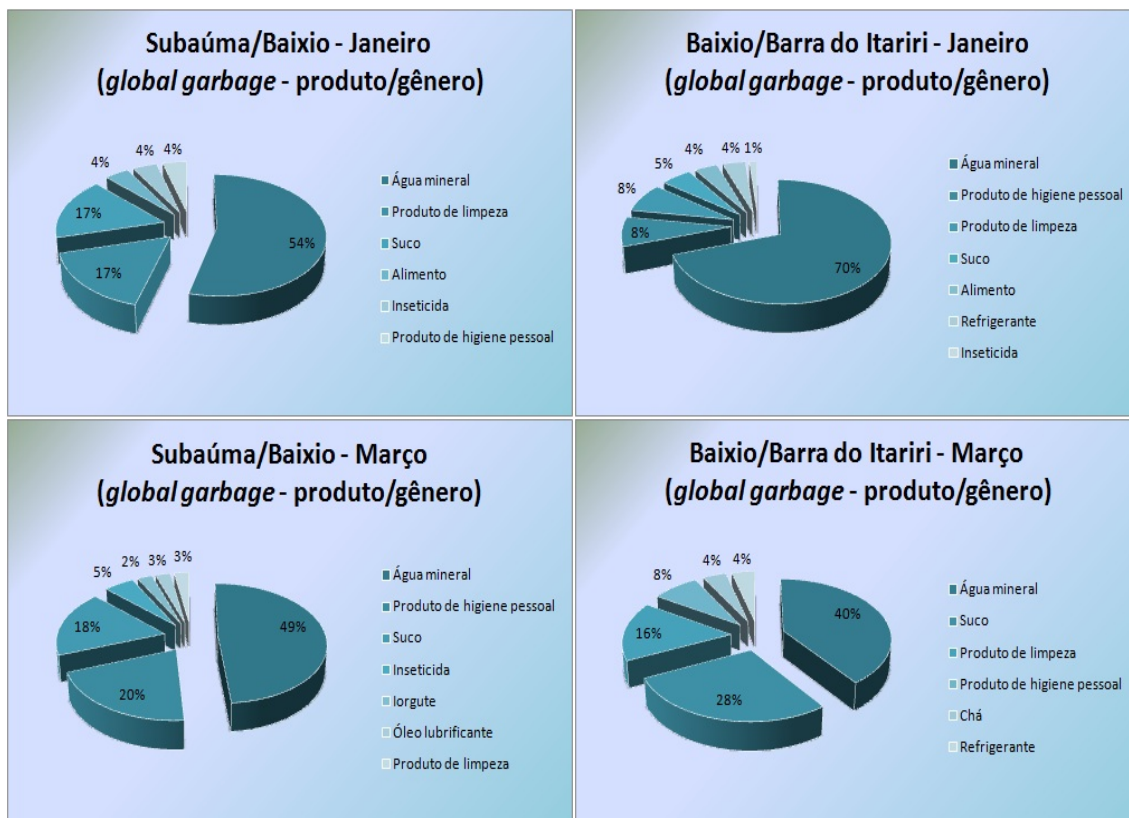


Figura 51- Composição expressa por produto/gênero do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

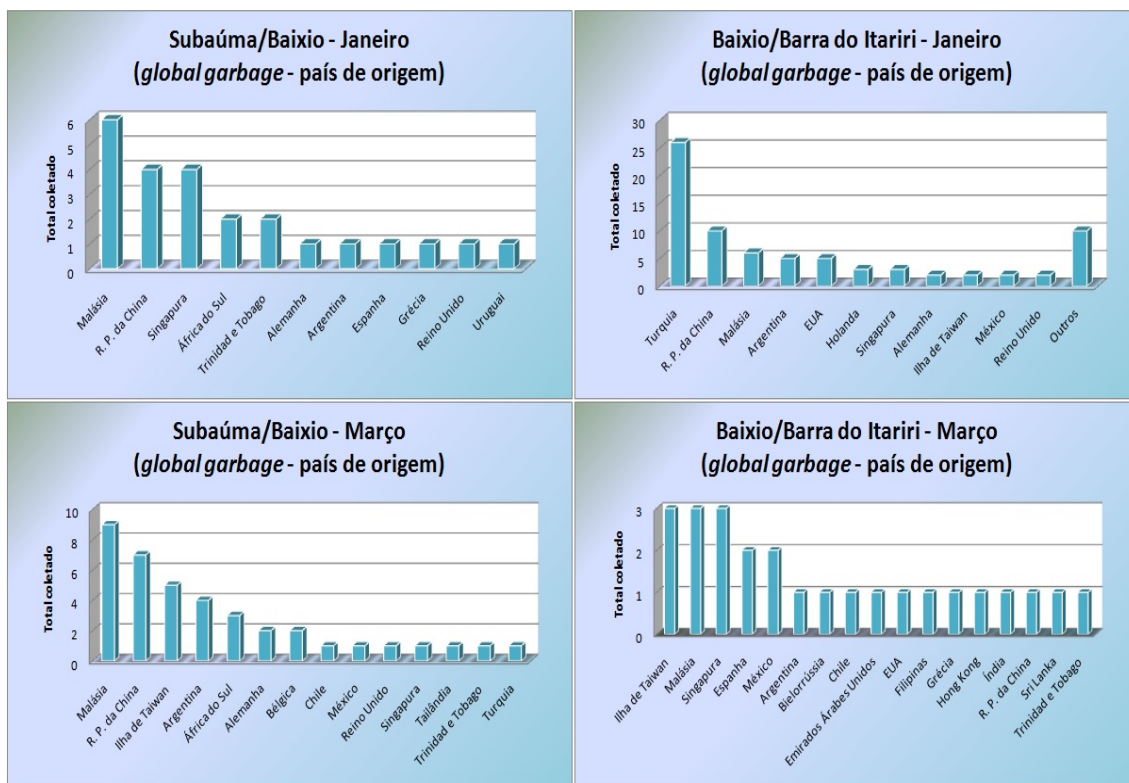


Figura 52 - Principais países de origem do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

O estoque de *global garbage*, amostrado no outono/inverno, englobou um total de 150 embalagens coletadas (98 amostradas em Maio e 52 em Julho). Em Maio, o trecho entre Baixo/Barra do Itariri evidenciou um maior acúmulo de lixo internacional em comparação à Subaúma/Baixo, com média superior a 4 itens/km⁻¹ (Quadro 23). No mês de Julho, os valores finais permaneceram próximos entre os trechos de interesse (Quadro 24).

Quadro 23 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Maio de 2011.

Maio	Trecho	
	Subaúma/Baixo	Baixo/Barra do Itariri
Total de itens	27	71
Itens/km⁻¹	1,68	4,17

Quadro 24 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, em Julho de 2011.

Julho	Trecho	
	Subaúma/Baixo	Baixo/Barra do Itariri
Total de itens	25	27
Itens/km⁻¹	1,56	1,58

A composição expressa por material de origem destacou a presença de resíduos plásticos (n = 96), incluindo uma média aproximada de 62% para os trechos e meses amostrados. Entre as classes de importância secundária predominaram o metal (n = 30) e as embalagens Tetra Pak (n = 21). Embalagens compostas por vidro e borracha também puderam ser observados na região (Figura 53).

Entre os produtos/gêneros coletados durante os meses de outono/inverno, prevaleceram as embalagens de água mineral (n = 69), representando cerca de 46% do total coletado entre os meses e trechos de amostragem. Produtos de higiene pessoal (n = 23), embalagens de suco (n = 21) e produtos de limpeza (n = 13) possuíram relevância secundária (Figura 54).

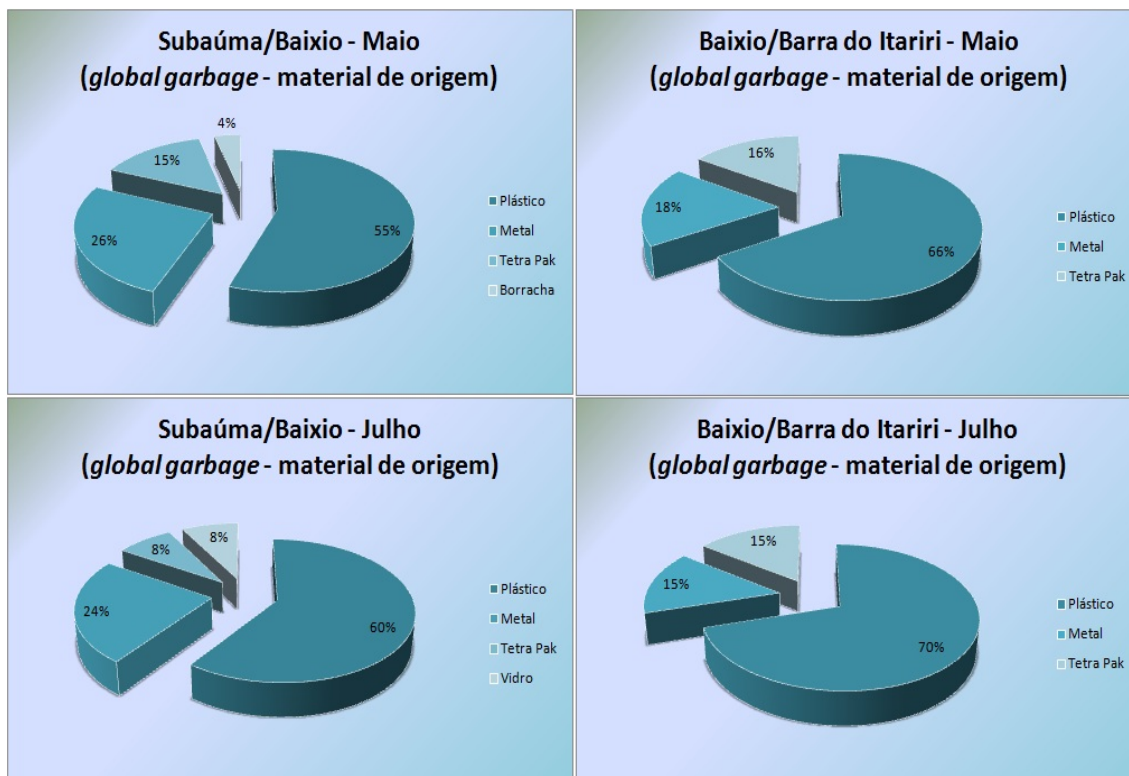


Figura 53 - Composição expressa por material de origem do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

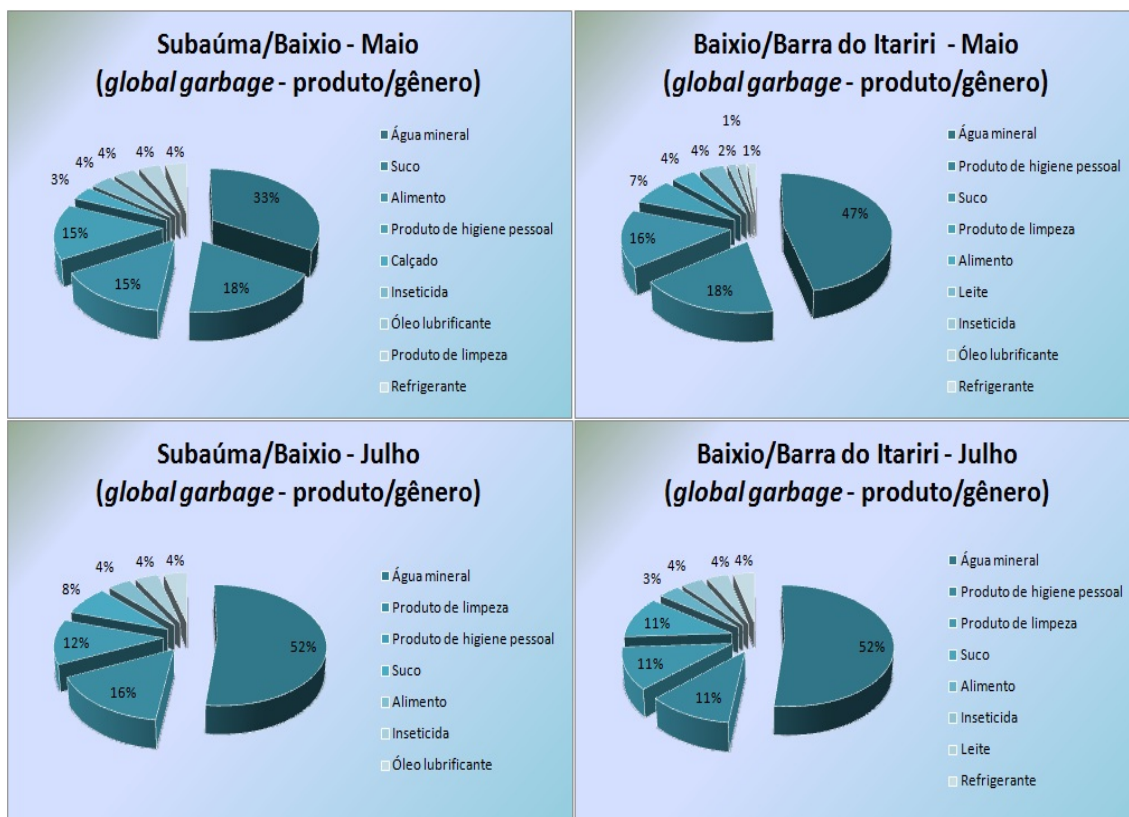


Figura 54 - Composição expressa por produto/gênero do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Um total de 32 diferentes países foi identificado como origem do *global garbage* amostrado, situados em todos os continentes. As nações que predominaram entre os fabricantes foram: República Popular da China (n = 27), Malásia (n = 20), Alemanha (n = 18) e Estados Unidos (n = 16), como reportado na Figura 55.

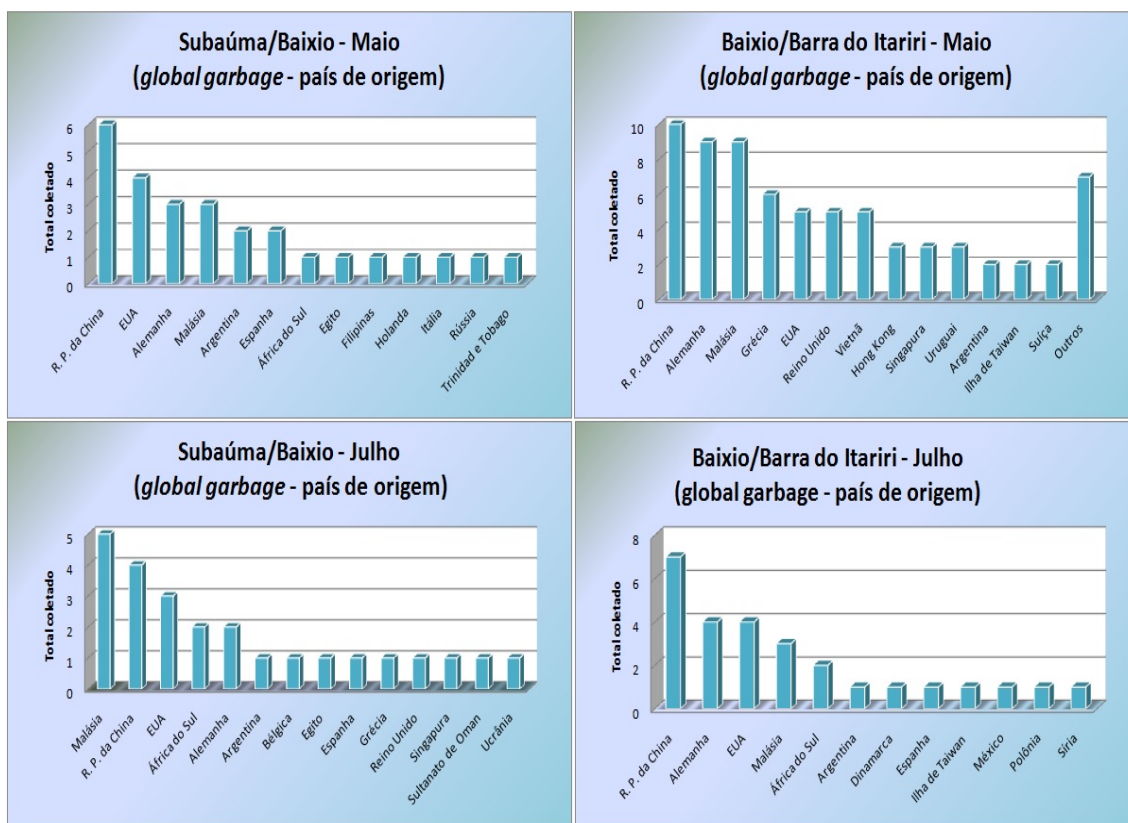


Figura 55 - Principais países de origem do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Ao final da coleta do *global garbage*, foram amostradas 314 embalagens (164 coletados durante o verão e 150 no outono/inverno). Portanto, não ocorreu uma variação sazonal elevada entre os períodos de amostragem (Quadros 25 e 26). Acerca da disposição espacial, o lixo internacional se concentrou, de acordo com os valores de itens/km⁻¹, com maior frequência, no trecho entre Baixo/Barra do Itariri, um padrão também observado para os demais resíduos avaliados, contudo, conflitante com os resultados reportados por Santos e colaboradores (2005), os quais destacaram índices de contaminação mais relevantes para o trecho Subaúma/Baixio (14,6 itens/km⁻¹).

Quadro 25 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão de 2011.

Verão	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	63	101
Itens/km⁻¹	3,93	5,94

Quadro 26 - Total coletado e média de itens/km⁻¹ do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o inverno de 2011.

Inverno	Trecho	
	Subaúma/Baixio	Baixio/Barra do Itariri
Total de itens	52	98
Itens/km⁻¹	3,25	5,76

A composição do lixo internacional, expressa por material de origem, destacou a presença de plásticos (132 coletados no verão e 96 no outono/inverno), que apresentaram uma média aproximada de 69% para ambos os períodos amostrais, percentual semelhante ao encontrado por Santos e colaboradores (2005). Entre as demais categorias, prevaleceram o metal (62 itens coletados no verão e 43 no outono/inverno) e as embalagens Tetra Pak (36 itens no verão e 59 no outono/inverno) (Figura 56).

Esse predomínio do plástico esteve intimamente associado à incidência de garrafas de água mineral (96 coletadas no verão e 69 no outono/inverno), que representaram cerca de 49% do total coletado entre os meses e trechos de amostragem. No geral, embalagens de suco (22 amostradas no verão e 21 no outono/inverno) e produtos de higiene pessoal (17 amostrados no verão e 23 no outono/inverno) também se destacaram (Figura 57). Tais resultados seguem o mesmo padrão de aporte reportado por Ivar do Sul (2005) e Santos e colaboradores (2005), que destacaram as mesmas categorias entre os produtos/gêneros então amostrados (com exceção das embalagens Tetra Pak).

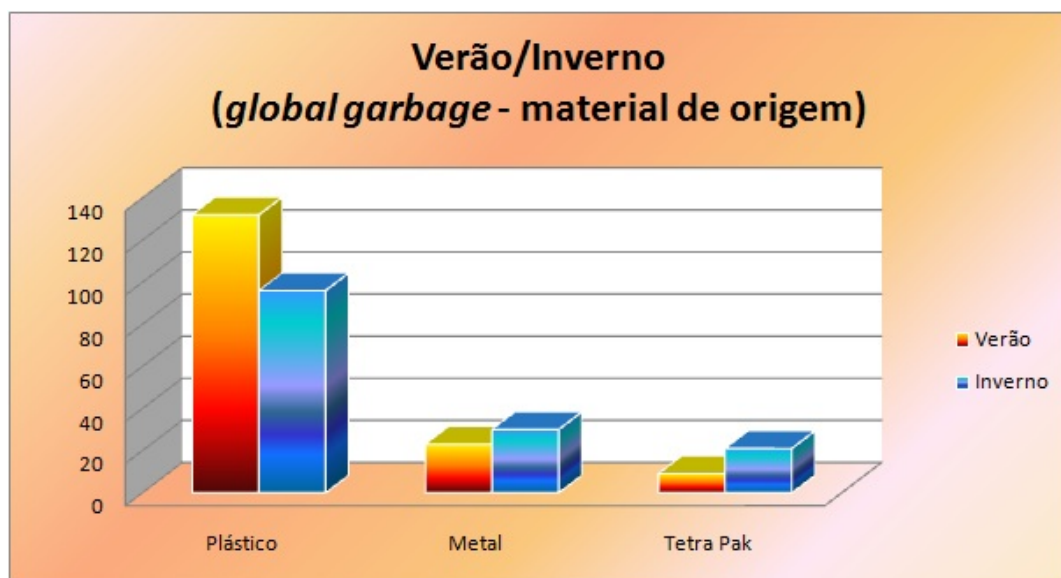


Figura 56 - Composição expressa por material de origem do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.

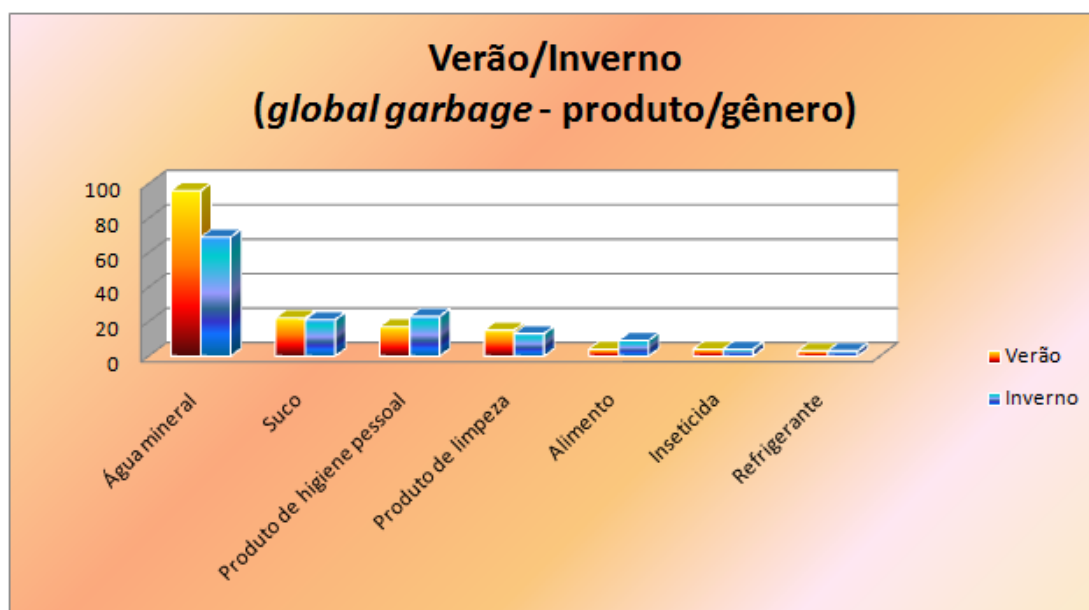


Figura 57 - Composição expressa por produto/gênero do *global garbage* amostrado, por trecho percorrido, na Costa dos Coqueiros, Brasil, durante o verão e inverno de 2011.

O Quadro 27 apresenta o histórico da contaminação da Costa dos Coqueiros por lixo internacional. Com base em uma análise conjunta com os dados relatados por Santos e Colaboradores (2005), as médias de itens/km⁻¹ decresceram nos resultados mais recentes, fato inesperado, visto a cada vez maior utilização de resíduos plásticos a nível mundial, que vem acompanhada de um significativo aporte de lixo em zonas costeiras, mares e oceanos. Em relação aos países fabricantes, os cinco que mais se destacaram foram: República Popular da China, Malásia, Turquia, Alemanha e Estados Unidos.

Quadro 27 - Histórico da contribuição percentual dos países de origem do *global garbage* amostrado na Costa dos Coqueiros, Brasil, modificado de Santos e colaboradores (2005).

	2001	2002	2003	2004	2011 (Verão)	2011 (Inverno)	Total
Total coletado	94	730	522	628	164	150	2288
Distância amostrada (km)	10,3	62,7	82,1	69,3	34,4	34,4	293,2
Itens/km⁻¹	9,1	11,6	6,4	9,1	4,7	4,4	7,5
R. P. da China	0	0	0	0	13,4	18	5,2
Malásia	3,2	2,9	1,9	4,5	14,6	13,3	6,7
Turquia	0	0	0	0	16,4	0,6	2,8
Alemanha	8,5	5,9	5,7	4,6	3,1	12	6,6
EUA	10,6	13,7	14,8	8,6	3,6	10,6	10,3
Argentina	5,3	4,2	5,2	8,9	6,7	4	5,7
Singapura	0	1,4	5,7	5,1	6,7	2,6	3,5
Ilha de Taiwan	4,3	7,3	2,1	2,9	6,1	2	4,1
África do Sul	9,6	6,2	5,2	7,2	3,1	3,3	5,7
Grécia	0	0	0	0	1,8	4,6	1,1
Reino Unido	6,4	4,4	5,9	3,5	2,4	4	4,4
Espanha	4,3	4	3,6	3	1,82	2,6	3,2
Itália	3,2	9,6	3,8	9,2	0	0,6	4,4

O *global garbage* que incide nos trechos de praia pesquisados, possivelmente, tem sido lançado recentemente ao mar em áreas próximas à própria Costa dos Coqueiros, visto que a estreita plataforma continental possibilita um tráfego de embarcações nas águas costeiras. Tal hipótese provem do bom estado de conservação das embalagens coletadas que, em sua maioria, indicavam anos de produção e validade variando entre os anos de 2010 e 2012. Já a origem marinha foi vinculada, como mencionado por Santos e colaboradores (2005), à ausência de importadores brasileiros nos rótulos analisados, e ao próprio padrão ocupacional, de caráter tradicional, característico da região.

4. Modelagem de ondas e de transporte litorâneo

Para a Costa dos Coqueiros, Livramento (2008) e Bittencourt e colaboradores (2010) elaboraram diagramas de refração e, posteriormente, identificaram dois sistemas unidirecionais de transporte litorâneo efetivo de sedimentos, com sentidos inversos e com o ponto nodal de divergência localizado nas proximidades do povoado de Baixio.

O cálculo da altura das ondas, após a refração, realizado a partir desses diagramas (Figura 58), para a região entre os povoados de Barra do Itariri e Subaúma, indicou alturas para as ondas vindas de leste (direção N 90°), as quais ocorrem durante praticamente todo o ano, nessa faixa costeira, variando entre 0,94 e 1,18m, com valores médios de 1,04m. As alturas das ondas vindas de nordeste (direção N 45°), predominantes durante o verão, variaram de 0,64 a 1,29m, com valores médios de 0,95m. As ondas vindas de sudeste (direção N 135°), predominantes durante o inverno, apresentaram alturas variando entre 1,22 e 2,04m, com valores médios de 1,49m. As ondas de sul-sudeste (direção N 157,5°), que chegam ao litoral com as frentes-frias, variaram de 1,21 a 1,94m de altura, com valores médios de 1,46m.

Tais resultados encontrados indicaram, dessa forma, maiores alturas para as ondas atuantes na área de interesse, durante o período de inverno, provenientes de sudeste e sul-sudeste (frentes-frias), apresentando, conseqüentemente, uma maior energia e, portanto, uma maior competência de transporte de resíduos.

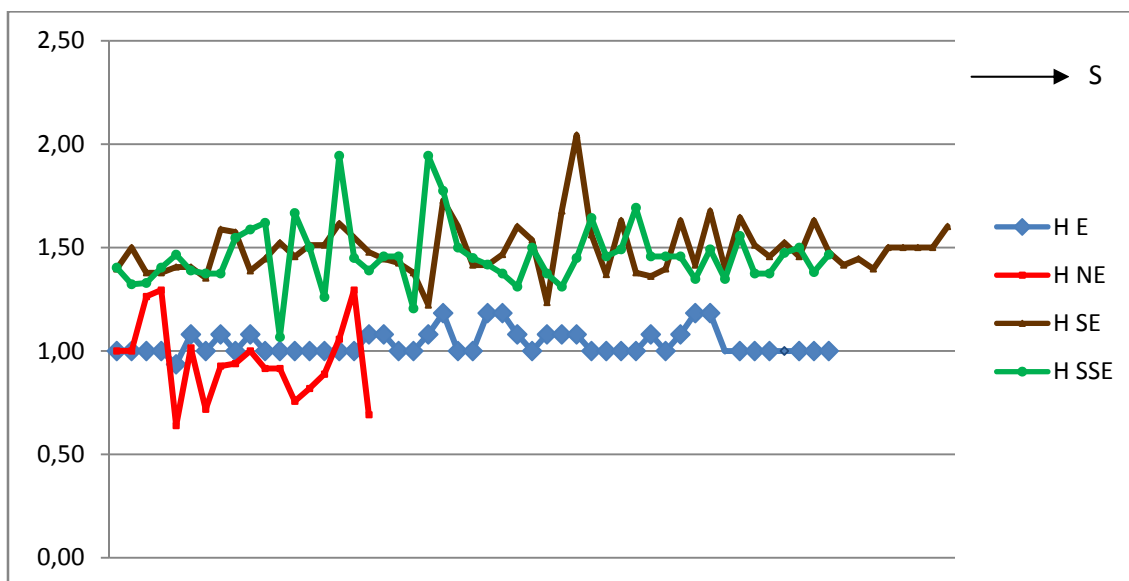


Figura 58 - Variação da altura das ondas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste (em metros) ao longo da Costa dos Coqueiros, Brasil.

Para o trecho estudado, as ondas apresentaram ângulos de incidência (α) médio - medido após o processo de refração - de 24°, 69°, 74° e 59°, respectivamente, para as ondas oriundas de nordeste, leste, sudeste e sul-sudeste, respectivamente. A partir dos valores de alturas e ângulos de incidência encontrados ao longo do litoral (após a

refração) foi calculada a intensidade potencial da deriva litorânea gerada por cada uma dessas frentes de onda (Quadro 28).

Quadro 28 – Altura das ondas, ângulo de incidência e intensidade potencial da deriva, para ondas vindas de leste, nordeste, sudeste e sul-sudeste, na Costa dos Coqueiros, Brasil.

H E	H NE	H SE	H SSE	α E	α NE	α SE	α SSE	Deriva E (N-S)	Deriva NE (N-S)	Deriva SE (S-N)	Deriva SSE (S-N)
1,00	1,00	1,40	1,40	69	23	68	55	33	36	68	93
1,00	1,00	1,50	1,32	69	23	68	55	33	36	78	82
1,00	1,26	1,38	1,33	69	23	68	55	33	57	66	83
1,00	1,29	1,38	1,40	70	23	66	59	32	60	71	87
0,94	0,64	1,41	1,47	70	26	72	59	28	16	58	95
1,08	1,02	1,41	1,39	74	25	72	59	31	39	58	85
1,00	0,72	1,35	1,37	71	35	72	59	31	24	54	83
1,08	0,93	1,59	1,37	70	25	75	59	37	33	63	83
1,00	0,94	1,57	1,55	70	25	74	59	32	34	66	106
1,08	1,00	1,39	1,59	70	25	74	59	37	38	51	111
1,00	0,92	1,45	1,62	70	22	75	59	32	29	52	116
1,00	0,92	1,52	1,07	70	24	75	54	32	31	58	54
1,00	0,76	1,46	1,67	70	27	72	54	32	23	62	132
1,00	0,82	1,51	1,50	70	26	72	59	32	26	67	99
1,00	0,89	1,51	1,26	71	20	72	59	31	25	67	70
1,00	1,06	1,62	1,94	72	20	72	59	29	36	77	167
1,00	1,29	1,55	1,45	73	20	72	59	28	54	70	93
1,08	0,69	1,48	1,39	70	23	72	59	37	17	64	85
1,08	-	1,45	1,46	70	-	72	59	37	-	61	94
1,00	-	1,43	1,46	70	-	72	62	32	-	60	88
1,00	-	1,38	1,21	70	-	72	62	32	-	56	60
1,08	-	1,22	1,94	70	-	72	65	37	-	44	145
1,18	-	1,73	1,77	67	-	78	60	50	-	61	136
1,00	-	1,60	1,50	67	-	78	57	36	-	52	103
1,00	-	1,42	1,45	67	-	78	57	36	-	41	96
1,18	-	1,42	1,42	70	-	78	57	45	-	41	92
1,18	-	1,47	1,37	70	-	78	61	45	-	44	80
1,08	-	1,60	1,31	70	-	82	61	37	-	35	73
1,00	-	1,54	1,50	69	-	81	61	33	-	36	95
1,08	-	1,23	1,37	69	-	80	60	39	-	26	82
1,08	-	1,68	1,31	69	-	80	66	39	-	48	64
1,08	-	2,04	1,45	69	-	73	65	39	-	117	80
1,00	-	1,56	1,64	69	-	73	61	33	-	68	114
1,00	-	1,37	1,46	69	-	73	61	33	-	52	90

1,00	-	1,63	1,49	69	-	73	61	33	-	74	94
1,00	-	1,38	1,69	69	-	78	57	33	-	39	131
1,08	-	1,36	1,46	69	-	84	57	39	-	19	97
1,00	-	1,40	1,46	69	-	81	57	33	-	30	97
1,08	-	1,63	1,46	69	-	81	57	39	-	41	97
1,18	-	1,42	1,35	69	-	77	59	47	-	44	80
1,18	-	1,68	1,49	69	-	76	59	47	-	66	98
1,00	-	1,40	1,35	69	-	76	63	33	-	46	74
1,00	-	1,65	1,56	69		75	59	33	-	68	107

Assumindo valores médios e considerando os percentuais de incidência anual de 47% para as ondas de leste, 18% para as de nordeste, 30% para as de sudeste e 5% para as de sul-sudeste (DHN,1993), as ondas de leste geraram uma deriva de 1547 no trecho Baixo/Barra do Itariri e de 1738 entre Baixo/Subaúma, ambas com sentido de norte para sul; as ondas de nordeste geraram uma deriva de 684 no trecho Baixo/Barra do Itariri e de 567 entre Subaúma/Baixo, também com sentido de norte para sul; as ondas de sudeste geraram uma deriva de 1901 no trecho entre Baixo/Barra do Itariri e de 1578 entre Subaúma/Baixo, com sentido de sul para norte; e, por fim, as ondas de sul-sudeste geraram uma deriva de 474 no primeiro trecho e de 464 no segundo, com sentido de sul para norte (Figura 59).

A determinação da deriva efetiva (intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária, ou seja, a resultante anual da deriva litorânea), através dessa modelagem, indicou, como já apontado por Livramento (2009) e Bittencourt e colaboradores (2010), uma zona de divergência, com sentido da deriva de sul para norte entre Barra do Itariri e Baixo e, de norte para sul, entre Baixo e Subaúma (Quadro 29) (Figura 60).

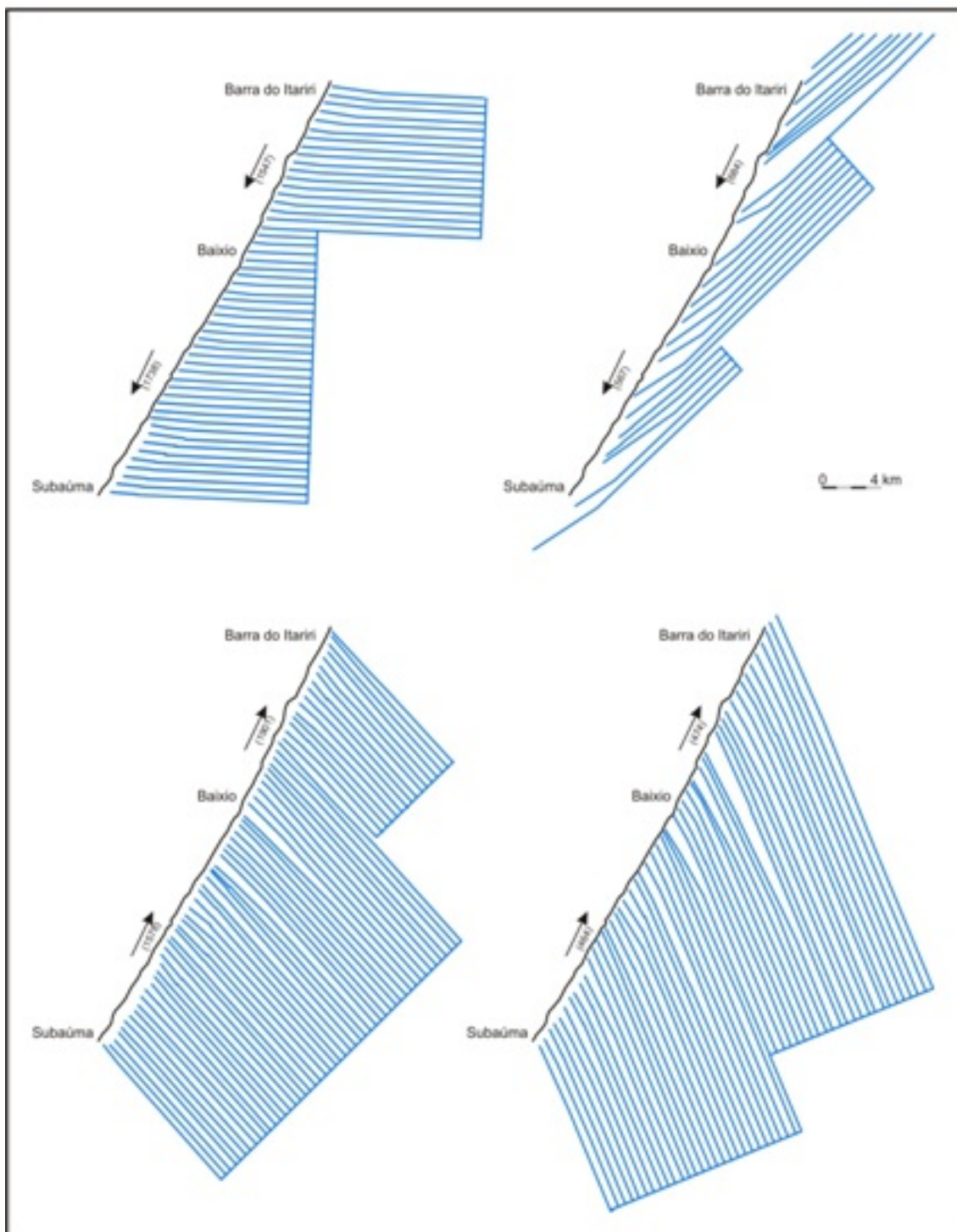


Figura 59 – Sentido e valor potencial da deriva gerada por ondas vindas de leste, nordeste, sudeste e sudeste para o litoral entre Barra do Itariri e Subaúma (Costa dos Coqueiros, Brasil), a partir dos diagramas de refração elaborados por Livramento (2008).

Quadro 29 – Altura média das ondas, ângulo médio de incidência, intensidade potencial da deriva e deriva litorânea efetiva para os trechos costeiros entre Barra do Itariri/Baixio e entre Baixio/Subaúma, Costa dos Coqueiros, Brasil.

Trecho	H E	H NE	H SE	H SSE	α E	α NE	α SE	α SSE	D E*	D NE*	D SE*	D SSE*	D E**
BI/B	1,02	0,99	1,46	1,45	70	25	72	58	1547	684	1901	474	-144 S-N
B/S	1,05	0,93	1,51	1,47	69	23	76	60	1738	567	1578	464	263 N-S

* Valor médio da deriva ($H^2 \cdot \text{sen}\alpha \cdot \text{cos}\alpha$) multiplicado pelo percentual anual de incidência das ondas (E 47%; NE 18%; SE 30%; SSE 5%) .

**Deriva efetiva: intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária.

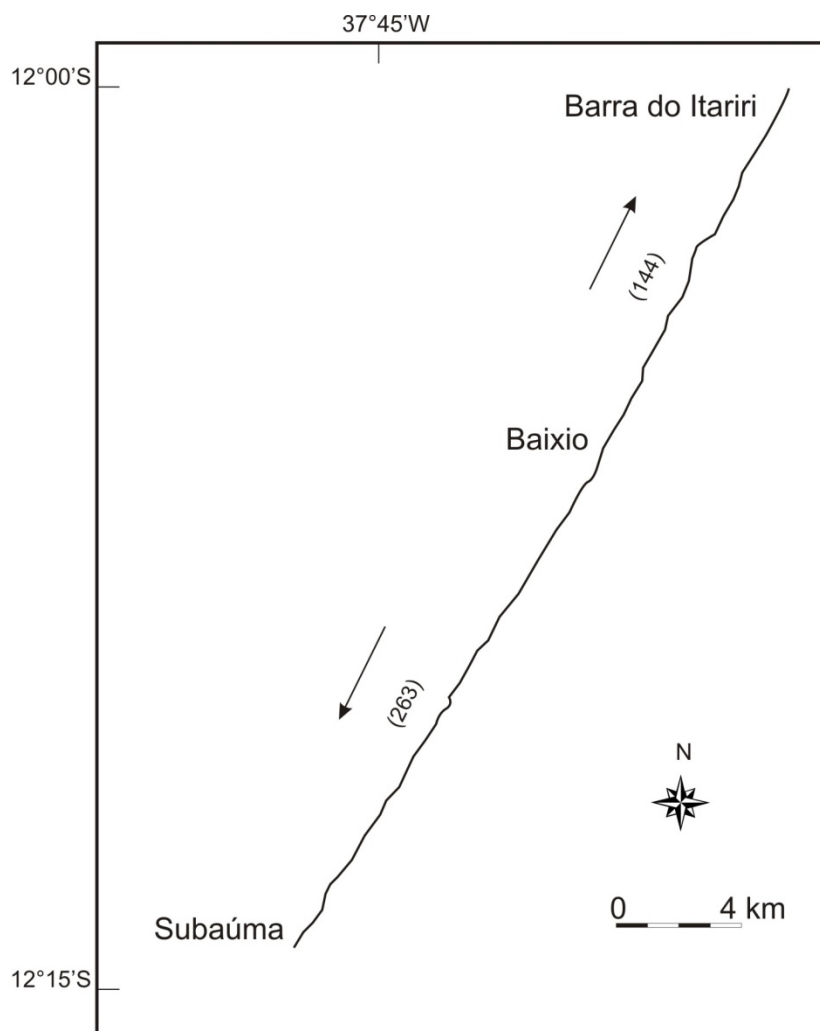


Figura 60 – Sentido e valor potencial da deriva litorânea efetiva (intensidade da deriva dominante menos a da deriva secundária) para o trecho Subaúma/Barra do Itariri, Costa dos Coqueiros, Brasil.

IV. Conclusões

Os resultados provenientes dos primeiros esforços amostrais de campo revelaram um marcante acúmulo local de resíduos na parte superior da praia, supostamente depositados em momentos posteriores a eventos de tempestade. Tal padrão pôde ser constatado ao longo de todo o período de coleta.

Foi registrado um aumento quantitativo no estoque de lixo marinho, em escala sazonal, do período de verão para o período de outono/inverno, em ambos os trechos monitorados. Logo, o intenso aporte turístico, percebido pontualmente durante o verão, não foi suficiente para contribuir com maiores índices de contaminação a nível regional. Esse aumento quantitativo, no entanto, não determinou a existência de elevados níveis de contaminação entre os transectos, durante o outono/inverno. Na ampla maioria dos casos, os valores mantiveram-se inferiores a 4 itens/m⁻¹.

Com relação à composição dos itens coletados, expressa por material de origem, destacaram-se os itens plásticos, em ambos os períodos amostrais, confirmando um padrão anteriormente identificado na própria região da Costa dos Coqueiros e, mundialmente, reconhecido pela literatura científica. Entre os resíduos mais frequentemente encontrados prevaleceram os fragmentos plásticos, os sacos plásticos, as tampas plásticas de bebidas diversas e as garrafas do tipo PET, tanto no verão como no outono/inverno, revelando uma homogeneidade no aporte. Tais itens indicaram uma relação íntima com as atividades comerciais/recreativas. Entre as categorias de relevância secundária, predominaram o isopor e o *nylon*, intimamente vinculados às atividades aquáticas/pesca, incluindo bóias e cabos de embarcação.

Acerca da pesagem do lixo coletado, os plásticos também predominaram em ambos os períodos amostrais, de modo concomitante ao seu destaque quantitativo (com notável contribuição de garrafas do tipo PET e sacos). Demais categorias de relevância incluíram o vidro e a borracha, que apesar de terem sido coletados em pequenas quantidades, apresentam um peso específico elevado em relação às demais categorias.

A expressiva presença de plásticos pôde também ser refletida no potencial processo de fragmentação imposto ao estoque de lixo local. Devido às dificuldades de identificação

da utilidade original impostas pela fragmentação, todos os fragmentos coletados foram incluídos junto às atividades não identificadas, também destacada ao longo das amostragens. A presença desses diminutos resíduos pode ser explicada pelas constantes modificações aos quais são expostos, como o soterramento e a remobilização pelas ondas. Mesmo fragmentados, os plásticos persistem nas praias por serem não biodegradáveis, potencializando os riscos à biota costeira e marinha.

Já o registro do acúmulo de *pellets*, depositados nas proximidades da linha de preamar máxima dos transectos amostrados, não possibilitou a identificação de uma variação sazonal significativa entre os períodos de coleta. As esférulas apresentaram apenas acumulações pontuais nos trechos percorridos, sem tendências de padronização bem definidas. Contudo, um maior aporte foi destacado para o trecho Baixio/Barra do Itariri. Por conta da amostragem ter sido conduzida somente na faixa superficial da praia, os índices de contaminação podem estar subestimados, cabendo então, uma análise mais detalhada em frações mais profundas.

Pellets transparentes e esbranquiçados predominaram ao longo de todo o período amostral, em concordância aos modelos atuais de produção, que priorizam a fabricação desses grânulos em tons claros/transparentes. Já as esférulas coloridas foram encontradas apenas no verão, em percentuais muito inferiores às demais colorações. Pesquisas acerca dos potenciais efeitos toxicológicos oriundos da ingestão por organismos marinhos ainda se fazem necessárias.

Com relação ao monitoramento das embalagens de *global garbage*, não foi apresentada uma variação sazonal significativa entre os períodos avaliados. Contudo, um maior aporte pôde ser observado no trecho Baixio/Barra do Itariri, tanto no verão como no outono/inverno, confirmando uma tendência ao acúmulo de resíduos nessa área.

A composição do lixo internacional, por material de origem, destacou a elevada presença de embalagens plásticas, as quais estiveram intimamente associadas ao aporte de garrafas de água mineral, que predominaram por toda a duração da coleta. Os resultados atuais confirmam padrões semelhantes aos observados em monitoramentos anteriores, quanto ao produto/gênero, na Costa dos Coqueiros.

Foram ainda identificados países fabricantes das embalagens internacionais espalhados por todos os continentes. A falta de indicação de importadores brasileiros nos rótulos, em conjunto com as datas de fabricação e validade registradas e o bom estado de conservação da maioria dos itens coletados, indicaram um lançamento recente, via embarcações, das embalagens em águas próximas à costa brasileira.

A modelagem da deriva litorânea, para o trecho estudado, indicou um sentido de transporte i) de norte para sul, gerado pelas ondas vindas de leste, com ocorrência durante todo o ano, e de nordeste, com ocorrência durante o verão, e ii) de sul para norte, gerado pelas ondas de sudeste, com ocorrência durante o outono e inverno, e de sul-sudeste, associadas às frentes frias. O cálculo da deriva efetiva (balanço anual) confirmou a existência de uma zona de divergência, com sentido predominante de sul para norte entre Baixio/Barra do Itariri e, de norte para sul, entre Baixio/Subaúma.

O predomínio das ondas de sudeste e sul-sudeste, com maiores alturas e, portanto, maior competência, entre Baixio/Barra do Itariri, pode ser um fator determinante para a maior ocorrência de lixo marinho nesse trecho, especialmente durante o período de outono/inverno. As ondas vindas de leste (apesar do seu alto percentual anual de incidência) e de nordeste, com menores alturas, possuiriam, então, uma menor competência no transporte do lixo.

A ausência de importantes fontes terrígenas de lixo indicou uma origem predominantemente marinha para os resíduos amostrados (fonte não local). Logo, torna-se evidente o descumprimento de restrições internacionais, como aquelas implantadas pelo Anexo V da *MARPOL*, o qual proíbe, como exemplo, qualquer descarga de plásticos no ambiente marinho, desde que proveniente de embarcações. A falta de instalações adequadas na maioria dos portos brasileiros e de fiscalização sobre embarcações potencializa ainda mais o despejo deliberado de lixo nos oceanos.

Pela relevância da Costa dos Coqueiros como área de reprodução/alimentação para tartarugas e cetáceos marinhos (ambos com registros de ingestão de resíduos no litoral do Estado da Bahia), a contaminação local pode implicar na perda de habitats prioritários para sua conservação. Apesar dos recentes esforços iniciais publicados acerca da avaliação de conteúdos gastrointestinais de organismos marinhos presentes na

região, deve ser incentivada a realização de um monitoramento constante de casos de ingestão/aprisionamento, visando uma melhor avaliação dos danos associados.

V. Referências

ALVA, E. N. (Coord.). **Vetor Norte: um projeto de desenvolvimento sustentável para o Litoral Norte da Bahia**. Salvador: Fundação OndAzul - Ministério do Meio Ambiente - Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, 60 p., 2003.

ANANTHASWAMY, A. Junk Food - A diet of plastic pellets plays havoc with animals immunity. **New Scientist**, v. 169, n. 2274, p. 18.

ARAÚJO, M. C. B., COSTA, M. F. Lixo no ambiente marinho. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 191, p. 64-67, 2003.

ARAÚJO, M. C. B., COSTA, M. F. Análise quali-quantitativa do lixo deixado na Baía de Tamandaré - PE - Brasil, por excursionistas. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, Itajaí - SC, v. 3, p. 58-61, 2004.

ARAÚJO, M. C. B., COSTA, M. F. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Waste Management**, v. 27, n. 6, p. 833-839, 2007. DOI:10.1016/j.wasman.2006.04.018

ARAÚJO, M. C. B., SANTOS, P. J. P., COSTA, M. F. Ideal width of transects for monitoring source-related categories of plastics on beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, n. 8, p. 957-961, 2006. DOI:10.1016/j.marpolbul.2006.04.008

BAPTISTA NETO, J. A., FONSECA, E. M. 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. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 31-39, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-189_Neto.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2011.

BARBIERI, E. Occurrence of plastic particles in Procellariiforms, South of São Paulo State (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 2, p. 341-348, 2009. ISSN 1516-8913

BASCOM, W. The Control of stream outlets by wave refraction. **Journal of Geology**, v. 62, n. 6, p. 600-605, 1954.

BECHARA, E. J. H., LOUREIRO, A. P. M., SILVA, A. L. M., BAGATTINI, R., STEVANI, C. V., CAMPOS, I. P. A., BARRETTO, F. P. Atratores luminosos: poluição na costa brasileira. **Revista Ciência Hoje**, v. 43, n. 257, p. 42-48, 2009.

BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., MARTIN, L., SILVA, I. R. Patterns of sediment dispersion coastwise the State of Bahia - Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, n. 2, p. 271-287, 2000. ISSN 0001-3765

BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., MARTIN, L., SILVA, I. R. Longshore transport on the northeastern brazilian coast and implications to the location of large scale accumulative and erosive zones: an overview. **Marine Geology**, v. 219, n. 4, p. 219-234, 2005. DOI:10.1016/j.margeo.2005.06.006

BITTENCOURT, A. C. S. P., LIVRAMENTO, F. C., DOMINGUEZ, J. M. L., SILVA, I. R. Tendências de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: Litoral Norte do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, p. 125-137, 2010. ISSN 2177-4382

BUGONI, L., KRAUSE, L., PETRY, M. V. Marine debris and human impacts on sea turtles in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, n.12, p. 1330-1334, 2001. DOI:10.1016/S0025-326X(01)00147-3

CARDOSO, A. T. C., VOOREN, C. M. Cintas plásticas e pesca fantasma em tubarões-azuis (*Prionace glauca*) e espadartes (*Xiphias gladius*) no Atlântico Sudoeste. **Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia**, Rio Grande, Brasil, 2010.

CARVALHO-SOUZA, G. F., TINÔCO, M. S. Avaliação do lixo marinho em costões rochosos na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 135-143, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-231_Carvalho-Souza.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.

CERC - Coastal Engineering Research Center. **Shore Protection Manual**. U.S. Army Corps of Engineers. Washington, D.C. v. I, 597 p. c. II, 603 p., 1984.

CESAR-RIBEIRO, C., PALANCH-HANS, M. F. Chronic toxicity test with sea urchin *Echinometra lucunter* and *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea), exposed to light-stick - flag paternoster used for longline surface fishing. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 56, p. 71-75, 2010. ISSN 1679-8759

CHESHIRE, A. C., ADLER, E., BARBIÈRE, J., COHEN, Y., EVANS, S., JARAYABHAND, S., JEFTIC, L., JUNG, R. T., KINSEY, S., KUSUI, E. T., LAVINE, I., MANYARA, P., OOSTERBAAN, L., PEREIRA, M. A., SHEAVLY, S., TKALIN, A., VARADARAJAN, S., WENNEKER, B., WESTPHALEN, G. **UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter**. 120 p., UNEP Regional Seas Reports and Studies, n. 186, IOC Technical Series n. 83, 2009. ISBN 978-92-807-3027-2

CLAEREBOUDT, M. R. Shore litter along sandy beaches of the Gulf of Oman. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, p. 770-777, 2004. DOI:10.1016/j.marpolbul.2004.06.004

COE, J. M., ROGERS, D. B. **Marine pollution**. Clarendon Press, U.K., 161 p., 1997.

CORCORAN, P. L., BIESINGER, M. G., GRIFI, M. Plastics and beaches: a degrading relationship. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n.1, p. 80-84, 2009. DOI:10.1016/j.marpolbul.2008.08.022

CORDEIRO, C. A. M. M., COSTA, T. M. Evaluation of solid residues removed from mangrove swamp in the São Vicente Estuary, SP, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n.10, p. 1762-1767, 2010. DOI:10.1016/j.marpolbul.2010.06.010

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. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00220-5

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Atlas de Cartas Piloto**. Oceano Atlântico, de Trindade ao Rio da Prata. 13 p., 1993.

DOMINGUEZ, J. M. D. L., LEÃO, Z. M. A. N., LYRIO, R. S. L. Roteiro da excursão E 4 Litoral Norte do Estado da Bahia - Litoral Norte do Estado da Bahia - Evolução costeira e problemas ambientais. **XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia**, 32 p., 1996.

DOMINGUEZ, J. M. L. (Coord.). **Projeto de Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico oceanográfico e proposição de disciplinamento de usos da faixa marinha do Litoral Norte do Estado da Bahia**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Centro de Recursos Ambientais, 134 p., 2003.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P., SANTOS, A. N., ANDRADE, A. C. S., LAVENERE-WANDERLEY, A. A. O., SILVA, I. R., QUEIROZ, I. G., FREITAS, L. M. B., NASCIMENTO, L., SILVA, R. P. Tendência de erosão costeira no Estado da Bahia. In: MUEHE, D. (Org.). **Atlas de Erosão Costeira do Brasil**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

EPA. **Plastics pellets in the Aquatic Environment: sources and recommendations**. Washington: EPA/842-B-92-010. Final Report. Environmental Protection Agency, 1992.

FARRAPEIRA, C. M. R. Invertebrados macrobentônicos detectados na costa brasileira transportados por resíduos flutuantes sólidos abiogênicos. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-200_Farrapeira.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.

FEMAR. **Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras**. Fundação de Estudos do Mar, 2000. Disponível em: <www.femar.org.br>. Acesso em: 10 jan. 2011.

FERREIRA, J. A., SILVA, C. A., RESENDE, A. T. Projeto Baía Limpa: monitoração de ambientes marinhos degradados por resíduos sólidos na Baía de Guanabara, Rio de

Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 103-113, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-202_Ferreira.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2011.

FILHO, M. D., SILCA-CAVALCANTI, J. S., ARAUJO M. C. B., SILVA, A. C. M. Avaliação da percepção pública na contaminação por lixo marinho de acordo com o perfil do usuário: estudo de caso em uma praia urbana no Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-190_Filho.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.

FRIAS, J. P. G. L., MARTINS, J., SOBRAL, P. Research in plastic marine debris in mainland Portugal. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 145-148, 2011. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-267_Frias.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2011.

FRIAS, J. P. G. L., SOBRAL, P., FERREIRA, A. M. Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 11, p. 1988-1992, 2010. DOI:10.1016/j.marpolbul.2010.07.030

GENZ, F., LESSA, G. C., CIRANO, M., LIMA, G. M. P. As tendências de longo prazo das vazões fluviais do Estado da Bahia. **Anais do II Congresso sobre o planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa**, Recife, Brasil, 2003.

GOLDSMITH, V. 1976. Continental shelf wave climate models: a critical link between shelf hydraulics and shoreline processes. In: DAVIS-JÚNIOR, R. A. (Ed.). **Beach and nearshore sedimentation**, SEPM Spec Publ 24, p. 39-69.

GRIGGS, G. B., TRENHAILE, A. S. Coastal cliffs and platforms. In: CARTER, C., WOODDROFFE (Ed.). **Coastal Evolution - Late Quaternary shoreline morphodynamics**, R Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain, p. 425 - 450, 1994.

IBGE. **Censo demográfico 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Bahia.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

INSTITUTO BALEIA JUBARTE. **Distribuição e populações**. 2011. Disponível em: <<http://www.baleiajubarte.org.br/baleiajubartev02/portugues/jubarte/distribuicao.aspx>>. Acesso em: 22 jun. 2011.

IOC/FAO/UNEP. **Report of the IOC/FAO/UNEP review meeting on the persistent synthetic materials pilot survey**. Programme for pollution monitoring and research in the Mediterranean. Athens: IOC/FAO/UNEP, 1989.

IVAR DO SUL, J. A. **Lixo marinho na área de desova de tartarugas marinhas do Litoral Norte da Bahia: consequências para o meio ambiente e moradores locais**. Monografia de graduação, 62 p., Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org/monografia_juliana_ivar_do_sul.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2011.

IVAR DO SUL, J. A., SANTOS, I. R., FRIEDRICH, A. C., MATTHIENSEN, A., FILLMANN, G. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, p. 814-823, 2011. DOI: 10.1007/s12237-011-9392-8

IVAR DO SUL, J. A., RODRIGUES, O., SANTOS, I. R., MATTHIENSEN, A., FILLMANN, G. Skin irritation and histopathologic alterations in rats exposed to lightstick contents, UV radiation and seawater. **V International Conference on Marine Pollution and Ecotoxicology**. Hong Kong, China, 2007.

KOEHLER, P. H. W., ASMUS, M. L. Gestão ambiental integrada em portos organizados: uma análise baseada no caso do porto de Rio Grande, RS - Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.

10, n. 2, p. 201-215, 2010. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-171_Koehler.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.

KOMAR, P. D. **Beach processes and sedimentation**. New Jersey, Prentice-Hall, 429 p., 1976.

LAIST, D. W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: LIVRAMENTO, F. C. **Padrões de dispersão de sedimentos ao longo do litoral norte do Estado da Bahia: subsídios para o gerenciamento costeiro**. Monografia de graduação, 51 p., Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2008.

LYRIO, R. S.. **Modelo sistêmico integrado para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia**. Dissertação de mestrado, 86 p., Universidade Federal da Bahia, Bahia, 1996.

MACEDO, G. R., PIRES, T. T., ROSTÁN, G., GOLDBERG, D. W., LEAL, D. C., GARCEZ-NETO., A. F., FRANKE, C. R. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Revista Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1938-1943, 2011. ISSN 0103-8478

MACHADO, A. A., FILLMANN, G. Estudo da contaminação por resíduos sólidos na ilha de Arvoredo, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo - SC, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 10, n. 3, p. 381-393, 2010. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-215_Machado_small.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.

MADER, A. SANDER, M., CASA JR., G. E., ALTENHOFEN, R. J., ANJOS, C. S., LEÃO, P. P., BICCA, L. B. Impacto antrópico em tartarugas marinhas no sul do Brasil. **Anais do XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar**, Florianópolis, Brasil, 2007.

MANZANO, A. B. **Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil**.

Dissertação de mestrado, 124 p., Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 2009. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org/dissertacao_aruana_bittencourt_manzano.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2011.

MARCOVALDI, M. A., CHALOUPKA, M. Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. **Endangered Species Research**, v. 3, p. 133-143, 2007.

MARTIN, L., BITTENCOURT, A. C. S. P., VILAS-BOAS, G. S. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, n. 2, p. 249-266, 1998. ISSN 0001-3765

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/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 8, n. 2, p. 221-231, 2008. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-138_Mascarenhas.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.

MCDERMID, K. J., MCMULLEN, T. L. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, p. 790-794, 2004. DOI:10.1016/j.marpolbul.2003.10.01

MELO, C. M. F., SANTOS, R. M. B., AMORA, T. D., OLIVEIRA, R. A. S. Estudo do impacto fisiológico do lixo na tartaruga verde através da análise do aparelho digestivo. **Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia**, Rio Grande, Brasil, 2010.

MMA. **Projeto Orla. Fundamentos para gestão integrada**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Urbanos. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Secretaria do Patrimônio da União, 76 p., 2002.

MIRANDA, D. A., CARVALHO-SOUZA, G. F. Presença de *pellets* plásticos em conteúdos estomacais de peixes desembarcados na costa de Salvador, Bahia, Brasil. **Anais do XIV Latino-Americano de Ciências do Mar**, Santa Catarina, Brasil, 2011.

MOORE, C. J., LATTIN, G. L., ZELLERS, A. F. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 65-73, 2011. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-194_Moore.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2011.

NEVES, R. C., SANTOS, L. A. S., OLIVEIRA, K. S. S., NOGUEIRA, I. C. M., LOUREIRO, D. V., FRANCO, T., FARIAS, P. M., BOURGUINON, S. N., CATABRIGA, G. M., BONI, G. C., QUARESMA, V. S. Análise qualitativa da distribuição de lixo na praia de Barrinha (Vila Velha - ES). **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 57-64, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-193_Neves.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2011.

NOGUEIRA, R. M. Primeiro registro de golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) G. Cuiver, 1812 (*Cetacea, Delphinidae*), no litoral do Estado da Bahia, incluindo uma revisão da espécie em água brasileiras. **Revista do Instituto de Ciências Biológicas e Química**, v. 14, n. 1, p. 34-43, 2000. ISSN 0102-9568

OLIVEIRA, A. L. **Resíduos sólidos e processos sedimentares na praia de Massaguaçu, Caraguatatuba - São Paulo**. Monografia de graduação, 50 p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 2008.

OLIVEIRA, A. L., TESSLER, M. G., TURRA, A. Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas - Estudo de caso na praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 75-84, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-199_Oliveira.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2011.

PIANOWSKI, F. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**. Monografia de graduação, 79 p., Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 1997. Disponível em: <<http://www.nema-rs.org.br/teses/residuos.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2011.

PORTZ, L., MANZOLLI, R. P., IVAR DO SUL, J. A. Marine debris on Rio Grande do Sul North coast, Brazil: spatial and temporal patterns. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 41-48, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-187_Portz.pdf>. Acesso em 16 abr. 2011.

PROJETO TAMAR. **Espécies encontradas no Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://www.tamar.org.br/especies.php?cod=98>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

RIBIC, C. A., SHEAVLY, S. B., RUGG, D. J. Trends in marine debris in the U.S. Caribbean and the Gulf of Mexico 1996-2003. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 7-19, 2011. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-181_Ribic.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2011.

SANTANA NETO, S. P., CERQUEIRA, M. B., TINÔCO, M. S., SILVA, P. M. S. Sensibilizando estudantes do Ensino Fundamental I quanto à poluição por lixo marinho. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 26, p. 281-292, 2011a. ISSN 1517-1256. Disponível em: <<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol26/art21v26.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.

SANTANA NETO, S. P., SILVA, I. R., CERQUEIRA, M. B., TINÔCO, M. S. Perfil sócio-econômico de usuários de praia e percepção sobre a poluição por lixo marinho: praia do Porto da Barra, BA, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 2, p. 197-206, 2011b. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-240_Neto.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2011.

SANTOS, I. R., FRIEDRICH, A. C., FILLMANN, G., WALLNER, M., SHILLER, R. V., COSTA, R. C. Geração de resíduos sólidos pelos usuários da praia do Cassino, RS, Brasil. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, Itajaí - SC, v. 3, p. 12-14, 2004.

SANTOS, I. R., BAPTISTA NETO, J. A., WALLNER-KERSANACH, M. Resíduos Sólidos. In: BAPTISTA NETO, J. A., WALLNER-KERSANACH, M., PATCHINEELAM, S. M. (Org.). **Poluição marinha**. Rio de Janeiro, Interciência, p. 309-334, 2008.

SANTOS, I. R. Praia local, lixo global: embalagens internacionais encontradas em praias da Bahia evidenciam a falta de respeito às leis de prevenção de poluição marinha. **O Contêiner**, Santos, p. 32-35, 2005.

SANTOS, I. R., FRIEDRICH, A. C., BARRETTO, F. P. Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 783-786, 2005. DOI:10.1016/j.marpolbul.2005.04.044

SAZIMA, I., GADIG, O. B. F., NAMORA, R. C., MOTTA, F. S. Plastic debris collars on juvenile carcharhinid sharks (*Rhizoprionodon lalandii*) in southwest Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, p. 1147-1149, 2002. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00141-8

SERRA, S. D., DÓREA-REIS, L. W., PEREIRA, A. R., KOGA, A. K. Sacos plásticos e lacres de metais em conteúdos estomacais de cetáceos encontrados na Baía de Todos os Santos e região metropolitana. **Anais do III Congresso de la Sociedad Latinoamericana de Mamíferos Acuáticos/9ª Reunión de Trabajo de Especialistas em Mamíferos Acuáticos de América del Sur**, Buenos Aires, Argentina, 2000.

SHEAVLY, S. B., REGISTER, K. M. Marine debris & plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. **Journal of polymers and the environment**, v. 15, n. 4, p. 301-305, 2007. DOI: 10.1007/s10924-007-0074-3

SHIBER, J. G. Plastic pellets on Spain's Mediterranean beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, n. 2, p. 84-86, 1982. DOI: 10.1016/0025-326X(87)90.573X

SILVA, I. R., BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., MARTIN, L. Principais padrões de dispersão de sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento - sul do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, p. 243-248, 2001. ISSN 2177-4382

SILVA, I. R., BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., SILVA, S. B. M. Potencial de Danos Econômicos Face à Erosão Costeira, Relativo às Praias da Costa do Descobrimento – Litoral Sul do Estado da Bahia. **Revista Pesquisas em Geociências**, v. 34, n. 1, p. 35-44, 2007. ISSN 1807-9806.

SILVA, I. R., FLEXOR, M. H. O., NASCIMENTO, S., SOUZA-FILHO, J. R., SANTANA NETO, S. P., ALVES, J. E. Subsídios para a gestão e o aproveitamento do espaço costeiro na Península de Itapagipe, Salvador, Bahia. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 10, n. 4, p. 505-519, 2010. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-216_Silva_small.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2011.

SILVA, S. B. M., SILVA, B. C. N, CARVALHO, S. S. Metropolização e turismo no Litoral Norte de Salvador: de um deserto a um território de enclaves? In: CARVALHO, I., PEREIRA, G. C. (Ed.). **Como anda Salvador**. Salvador, Edufba, p. 189-211, 2008.

SOARES, M. O., PAIVA, C. C., GODOY, T., SILVA, M. B. Atol das Rocas (Atlântico Sul Equatorial): um caso de lixo marinho em áreas remotas. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 149-152, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-233_Soares.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-147_Souza.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2011.

THIEL, M., BRAVO, M., HINOJOSA, I. A., LUNA, G., MIRANDA, L., NÚÑEZ, P., PACHECO, A. S., VÁSQUEZ, N. Anthropogenic litter in the SE Pacific: an overview

of the problem and possible solutions. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 115-134, 2011. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-207_Thiel.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2011.

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. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00365-X

TOURINHO, P. S., IVAR DO SUL, J. A., FILLMANN, G. Frequência de ingestão e tipos de resíduos sólidos em tartarugas-verdes na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: distribuição e fragmentação no trato gastrointestinal. **Anais do III Congresso Brasileiro de Oceanografia - I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia**, Fortaleza, Brasil, 2008.

TURRA, A., MALUF, A. MANZANO, A. B. Invasão de plásticos nos oceanos. **Ciência Hoje**, v. 41, n. 246, p. 40-45, 2008.

UNEP. **Marine litter: A global challenge**. Nairobi: UNEP, 232 p., 2009. ISBN 978-92-807-3029-6

VELANDER, K., MOCOJNI, M. Beach litter sampling strategies: is there a 'best' method? **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 12, p. 1134-1140, 1999. DOI:10.1016/S0025-326X(99)00143-5

VIEIRA, B. P., DIAS, D., HANAZAKI, N. Homogeneidade de encalhe de resíduos sólidos em um manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 1, p. 21-30, 2011. ISSN 1646-8872. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-188_Vieira.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2011.

WETZEL, L., FILLMANN, G., NIENCHESKI, L. F. H. 2004. Litter contamination on the Brazilian southern coast: processes and management perspectives. **International Journal of Environment and Pollution**, v. 21, n. 2, p. 153-165, 2004. DOI:10.1504/IJEP.2004.004182

WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: KOMAR, P. D. (Ed.). **Handbook of Coastal Process and Erosion**. CRC Press, Boca Raton, p. 35-66, 1984.

VI. Apêndice

Apêndice A. Lista de resíduos sólidos amostrados, ao longo dos meses de coleta, na Costa dos coqueiros.

Dezembro/2010	Material de origem	Utilidade original	Trecho Subaúma/Baixio			Trecho Baixio/Barra do Itariri		
			Total	(%)	Itens m ⁻¹	Total	(%)	Itens m ⁻¹
Aba de boné	PLA	COM/REC	04	1,20%	0,02	00	0,00%	00
Bóia	ISSO	AQUA/PESCA	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Brinquedo	PLA	COM/REC	01	0,30%	0,006	01	0,30%	0,005
Bucha de lavar louça	ESP	DOM	03	0,90%	0,02	00	0,00%	00
Cabo de embarcação	NYL	AQUA/PESCA	16	4,80%	0,1	20	7,40%	0,12
Calçado	BOR	COM/REC	06	1,80%	0,04	02	0,70%	0,01
Caneta	PLA	COM/REC	03	0,90%	0,02	00	0,00%	00
Cano PVC	PLA	POL	04	1,20%	0,02	01	0,30%	0,005
Canudo	PLA	COM/REC	21	6,30%	0,13	28	10,30%	0,16
Capa de DVD	PLA	COM/REC	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Cinta/lacre	PLA	AQUA/PESCA	02	0,60%	0,01	00	0,00%	00
Copo descartável	PLA	COM/REC	12	3,60%	0,07	07	2,50%	0,04
Emb. Alimentícia	PLA	DOM	12	3,60%	0,07	00	0,00%	00
Emb. de bala	PLA	COM/REC	04	1,20%	0,02	00	0,00%	00
Emb. de biscoito	PLA	COM/REC	20	6,00%	0,12	05	1,80%	0,03
Emb. de creme dental	PLA	HGP/HOS	02	0,60%	0,01	00	0,00%	00
Emb. de leite de rosas	PLA	HGP/HOS	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de óleo	PLA	AQUA/PESCA	04	1,20%	0,02	00	0,00%	00
Emb. de produto de limpeza	PLA	DOM	07	2,10%	0,04	00	0,00%	00
Emb. de salgadinho	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	03	1,10%	0,02
Emb. de shampoo	PLA	HGP/HOS	07	2,10%	0,04	01	0,30%	0,005
Emb. Tetra Pak	TPK	DOM	04	1,20%	0,02	00	0,00%	00
Escova de dente	PLA	HGP/HOS	01	0,30%	0,006	01	0,30%	0,005
Fragmento de isopor	ISSO	NID	09	2,70%	0,06	24	8,80%	0,14
Fragmento de papel	PAP	NID	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Fragmento metálico	MET	NID	02	0,60%	0,01	00	0,00%	00
Fragmento plástico	PLA	NID	58	17,50%	0,36	39	14,40%	0,23
Garrafa	PLA	COM/REC	14	4,20%	0,09	16	5,90%	0,09
Garrafa	VID	COM/REC	11	3,30%	0,07	08	2,90%	0,05
Garrafa PET	PLA	COM/REC	27	8,10%	0,17	20	7,40%	0,12
Isqueiro	PLA	FUM	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Lâmpada incandescente	VID	POL	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Lata	MET	COM/REC	01	0,30%	0,006	05	1,80%	0,03
Linha de pesca	NYL	AQUA/PESCA	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Papelão	PAP	COM/REC	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00

Pote	MET	COM/REC	00	0,00%	00	03	1,10%	0,02
Pote	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	04	1,40%	0,02
Rótulo	PLA	COM/REC	01	0,30%	0,006	08	2,90%	0,05
Roupa	TEC	COM/REC	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00
Saco	PLA	COM/REC	23	6,90%	0,14	45	16,60%	0,26
Talher descartável	PLA	COM/REC	01	0,30%	0,006	01	0,30%	0,005
Tampa de bebidas	MET	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,30%	0,005
Tampa de bebidas	PLA	COM/REC	40	12,00%	0,25	23	8,50%	0,13
Tampa de produto de limpeza	PLA	DOM	01	0,30%	0,006	04	1,40%	0,02
Xuxa de cabelo	TEC	COM/REC	01	0,30%	0,006	00	0,00%	00

Janeiro/2011	Material de origem	Utilidade original	Trecho Subaúma/Baixio			Trecho Baixio/Barra do Itariri		
			Total	(%)	Itens m ⁻¹	Total	(%)	Itens m ⁻¹
Bóia	ISSO	AQUA/PESCA	05	2,47%	0,03	00	0,00%	00
Brinquedo	PLA	COM/REC	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Bucha de pia	ESP	DOM	04	1,98%	0,02	00	0,00%	00
Cabo de embarcação	NYL	AQUA/PESCA	10	4,95%	0,06	14	6,73%	0,08
Caco	VID	NID	03	1,48%	0,02	00	0,00%	00
Cano PVC	PLA	POL	00	0,00%	00	02	0,96%	0,01
Canudo	PLA	COM/REC	06	2,97%	0,04	02	0,96%	0,01
Cinta/lacre	PLA	AQUA/PESCA	03	1,48%	0,02	00	0,00%	00
Copo descartável	PLA	COM/REC	06	2,97%	0,04	11	5,28%	0,06
Emb. de água oxigenada	PLA	HGP/HOS	01	0,49%	0,006	01	0,48%	0,005
Emb. de alimentos	PLA	DOM	12	5,94%	0,07	03	1,44%	0,02
Emb. de bala	PLA	COM/REC	02	0,99%	0,01	00	0,00%	00
Emb. de biscoito	PLA	COM/REC	02	0,99%	0,01	08	3,84%	0,05
Emb. de desodorante	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,48%	0,005
Emb. de esmalte	PLA	HGP/HOS	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de lubrificante	MET	AQUA/PESCA	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de picolé	PLA	COM/REC	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de produto de limpeza	PLA	DOM	11	5,44%	0,07	01	0,48%	0,005
Emb. de óleo	PLA	AQUA/PESCA	02	0,99%	0,01	00	0,00%	00
Emb. de salgadinho	PLA	COM/REC	01	0,49%	0,006	03	1,44%	0,02
Emb. de shampoo	PLA	HGP/HOS	05	2,47%	0,03	01	0,48%	0,005
Emb. Tetra Pak	TPK	DOM	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Escova de dente	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,48%	0,005
Fragmento	BOR	NID	00	0,00%	00	02	0,96%	0,01
Fragmento	ISSO	NID	05	2,47%	0,03	20	9,61%	0,11
Fragmento	PLA	NID	12	5,94%	0,07	52	25,00%	0,3
Garrafa	VID	COM/REC	07	3,46%	0,04	03	1,44%	0,02
Garrafa	PLA	COM/REC	07	3,46%	0,04	08	3,84%	0,05
Garrafa PET	PLA	COM/REC	36	17,82%	0,22	27	12,98%	0,15

Isqueiro	PLA	FUM	00	0,00%	00	01	0,48%	0,005
Latinha	MET	COM/REC	02	0,99%	0,01	03	1,44%	0,02
Pincel de esmalte	PLA	COM/REC	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Pneu	BOR	POL	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Pote	PLA	COM/REC	02	0,99%	0,01	02	0,96%	0,01
Rótulo	PLA	COM/REC	02	0,99%	0,01	00	0,00%	00
Saco	PLA	COM/REC	18	8,91%	0,11	29	13,94%	0,17
Sandália	BOR	COM/REC	01	0,49%	0,006	00	0,00%	00
Tampa de creme dental	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,48%	0,005
Tampa de produto de limpeza	PLA	DOM	01	0,49%	0,006	01	0,48%	0,005
Tampinha	PLA	COM/REC	29	14,35%	0,18	11	5,28%	0,06

Março/2011	Material de origem	Utilidade original	Trecho Subárea/Baixio			Trecho Baixio/Barra do Itariri		
			Total	(%)	Itens m ⁻¹	Total	(%)	Itens m ⁻¹
Bandeja	ISSO	COM/REC	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Bexiga	BOR	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Bijuteria	PLA	COM/REC	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Bocal de caneta	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	02	1,01%	0,01
Bóia	ISSO	AQUA/PESCA	01	0,89%	0,006	01	0,50%	0,005
Brinquedo	PLA	COM/REC	02	1,78%	0,01	00	0,00%	00
Bucha de pia	ESP	DOM	01	0,89%	0,006	05	2,52%	0,03
Cabo de embarcação	NYL	AQUA/PESCA	01	0,89%	0,006	10	5,05%	0,05
Canudo	PLA	COM/REC	07	6,25%	0,04	12	6,06%	0,07
Cartela de remédio	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Cinta/lacre plástico	PLA	AQUA/PESCA	01	0,89%	0,006	01	0,50%	0,005
Copo descartável	PLA	COM/REC	08	7,14%	0,05	10	5,05%	0,05
Cotonete	PLA	HGP/HOS	02	1,78%	0,01	00	0,00%	00
Emb. de alimentos	PLA	DOM	09	8,03%	0,06	11	5,55%	0,06
Emb. de bala	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Emb. de biscoito	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	02	1,01%	0,01
Emb. de colírio	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Emb. de creme dental	PLA	HGP/HOS	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de desodorante	MET	HGP/HOS	03	2,67%	0,02	01	0,50%	0,005
Emb. de desodorante	PLA	HGP/HOS	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de picolé	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Emb. de produto corrosivo	PLA	POL	01	0,89%	0,006	01	0,50%	0,005
Emb. produto de limpeza	MET	DOM	00	0,00%	00	00	0,00%	0
Emb. produto de limpeza	PLA	DOM	04	3,57%	0,02	02	1,01%	0,01
Emb. de salgadinho	PLA	COM/REC	02	1,78%	0,01	01	0,50%	0,005
Emb. de shampoo	PLA	HGP/HOS	02	1,78%	0,01	03	1,51%	0,02
Emb. Tetra Pak	TPK	DOM	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Escova de dente	PLA	HGP/HOS	01	0,89%	0,006	01	0,50%	0,005

Fragmento	ISO	NID	02	1,78%	0,01	27	13,63%	0,15
Fragmento	PLA	NID	07	6,25%	0,04	20	10,10%	0,11
Garrafa	VID	COM/REC	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Garrafa	PLA	COM/REC	02	1,78%	0,01	09	4,54%	0,05
Garrafa PET	PLA	COM/REC	07	6,25%	0,04	13	6,56%	0,07
Lâmpada incandescente	VID	POL	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Latinha	MET	COM/REC	01	0,89%	0,006	02	1,01%	0,01
Light-stick	PLA	AQUA/PESCA	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Linha de pesca	NYL	AQUA/PESCA	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Papel alumínio	MET	COM/REC	00	0,00%	00	02	1,01%	0,01
Pente	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005
Pote	VID	COM/REC	01	0,89%	0,006	00	0,00%	00
Rótulo	PLA	COM/REC	02	1,78%	0,01	06	3,03%	0,04
Saco	PLA	COM/REC	12	10,71%	0,07	17	8,58%	0,1
Sandália	BOR	COM/REC	00	0,00%	00	03	1,51%	0,02
Tampa de creme dental	PLA	HGP/HOS	01	0,89%	0,006	01	0,50%	0,005
Tampa de produto de limpeza	PLA	DOM	05	4,46%	0,03	05	2,52%	0,03
Tampinha	PLA	COM/REC	21	18,75%	0,13	20	10,10%	0,11
Xuxa de cabelo	TEC	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,50%	0,005

Maio/2011	Material de origem	Utilidade original	Trecho Subárea/Baixo			Trecho Baixo/Barra do Itariri		
			Total	(%)	Itens m ⁻¹	Total	(%)	Itens m ⁻¹
Aba de boné	PLA	COM/REC	01	0,57%	0,006	02	0,62%	0,01
Bocal de caneta	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	02	0,62%	0,01
Bóia	ISSO	AQUA/PESCA	02	1,14%	0,01	02	0,62%	0,01
Cabo de embarcação	NYL	AQUA/PESCA	16	9,09%	0,1	28	8,64%	0,16
Caixa de fósforos	PAP	FUM	01	0,57%	0,006	00	0,00%	00
Canudo	PLA	COM/REC	05	2,84%	0,03	20	6,17%	0,12
Capa de DVD	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Cartela de remédio	PLA	HGP/HOS	01	0,57%	0,006	02	0,62%	0,01
Cinta/lacre	PLA	AQUA/PESCA	02	1,14%	0,01	03	0,92%	0,02
Copo descartável	PLA	COM/REC	09	5,11%	0,05	18	5,55%	0,1
Emb. de água oxigenada	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	03	0,92%	0,02
Emb. de alimentos	PLA	DOM	08	4,54%	0,05	12	3,70%	0,07
Emb. de amônia	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Emb. de bala	PLA	COM/REC	02	1,14%	0,01	09	2,77%	0,05
Emb. de biscoito	PLA	COM/REC	04	2,27%	0,02	09	2,77%	0,05
Emb. de creme dental	PLA	HGP/HOS	01	0,57%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de lente de contato	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Emb. de picolé	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Emb. produto de limpeza	PLA	DOM	04	2,27%	0,02	08	2,46%	0,05
Emb. de salgadinho	PLA	COM/REC	05	2,84%	0,03	02	0,62%	0,01

Emb. de shampoo	PLA	HGP/HOS	05	2,84%	0,03	04	1,32%	0,02
Emb. Tetra Pak	TPK	DOM	02	1,14%	0,01	00	0,00%	00
Escova de dente	PLA	HGP/HOS	02	1,14%	0,01	00	0,00%	00
Fragmento	ISO	NID	03	1,70%	0,02	11	3,39%	0,06
Fragmento	PLA	NID	18	10,22%	0,11	51	15,74%	0,3
Garrafa	VID	COM/REC	01	0,57%	0,006	03	0,92%	0,02
Garrafa	PLA	COM/REC	04	2,27%	0,02	00	0,00%	00
Garrafa PET	PLA	COM/REC	09	5,11%	0,05	21	6,47%	0,12
Injetor de creme vaginal	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Isqueiro	PLA	FUM	01	0,57%	0,006	01	0,31%	0,005
Lâmpada incandescente	VID	POL	01	0,57%	0,006	00	0,00%	00
Lata	MET	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Pincel de esmalte	PLA	HGP/HOS	01	0,57%	0,006	00	0,00%	00
Pote	PLA	COM/REC	01	0,57%	0,006	02	0,62%	0,01
Rolha de vinho	COR	COM/REC	00	0,00%	00	02	0,62%	0,01
Rótulo	PLA	COM/REC	01	0,57%	0,006	08	2,46%	0,05
Roupa	TEC	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Saco	PLA	COM/REC	33	18,75%	0,2	56	17,27%	0,33
Sandália	BOR	COM/REC	02	1,14%	0,01	00	0,00%	00
Tampa de bebidas	MET	COM/REC	01	0,57%	0,006	00	0,00%	00
Tampa de bebidas	PLA	COM/REC	29	16,47%	0,18	28	8,63%	0,16
Tampa de creme dental	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	02	0,62%	0,01
Tampa de produto de limpeza	PLA	DOM	01	0,57%	0,006	08	2,46%	0,05

Julho/2011	Material de origem	Utilidade original	Trecho Subárea/Baixio			Trecho Baixio/Barra do Itariri		
			Total	(%)	Itens m ⁻¹	Total	(%)	Itens m ⁻¹
Aba de boné	PLA	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Bandeja	ISO	COM/REC	00	0,00%	00	02	0,63%	0,01
Bóia	ISO	AQUA/PESCA	00	0,00%	00	03	0,95%	0,01
Cabo de embarcação	NYL	AQUA/PESCA	01	0,55%	0,006	14	4,47%	0,08
Canudo	PLA	COM/REC	05	2,76%	0,03	02	0,63%	0,01
Carretel de pesca	PLA	AQUA/PESCA	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Cartela de remédio	PLA	HGP/HOS	02	1,10%	0,01	01	0,31%	0,005
Cinta/lacre	PLA	AQUA/PESCA	02	1,10%	0,01	03	0,95%	0,01
Copo descartável	PLA	COM/REC	08	4,41%	0,05	15	4,79%	0,08
Emb. de água oxigenada	PLA	HGP/HOS	02	1,10%	0,01	00	0,00%	00
Emb. de alimentos	PLA	DOM	17	9,39%	0,1	24	7,66%	0,14
Emb. de amônia	PLA	HGP/HOS	01	0,55%	0,006	00	0,00%	00
Emb. de bala	PLA	COM/REC	03	1,65%	0,02	25	7,98%	0,14
Emb. de biscoito	PLA	COM/REC	01	0,55%	0,006	07	2,23%	0,04
Emb. de creme dental	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Emb. de desodorante	PLA	HGP/HOS	04	2,20%	0,02	04	1,27%	0,02

Emb. de enxaguatório bucal	PLA	HGP/HOS	01	0,55%	0,006	02	0,63%	0,01
Emb. de lente de contato	PLA	HGP/HOS	01	0,55%	0,006	01	0,31%	0,005
Emb. de óleo lubrificante	PLA	POL	00	0,00%	00	03	0,95%	0,01
Emb. de picolé	PLA	COM/REC	03	1,65%	0,02	03	0,95%	0,01
Emb. produto de limpeza	PLA	DOM	09	4,97%	0,06	05	1,59%	0,03
Emb. de salgadinho	PLA	COM/REC	05	2,76%	0,03	10	3,19%	0,05
Emb. de shampoo	PLA	HGP/HOS	05	2,76%	0,03	05	1,59%	0,03
Fragmento	ISO	NID	03	1,65%	0,02	17	5,43%	0,1
Fragmento	PLA	NID	65	35,91%	0,4	22	7,02%	0,13
Garrafa	VID	COM/REC	05	2,76%	0,03	00	0,00%	00
Garrafa	PLA	COM/REC	01	0,55%	0,006	00	0,00%	00
Garrafa PET	PLA	COM/REC	07	3,86%	0,04	30	9,58%	0,17
Lata	MET	COM/REC	00	0,00%	00	02	0,63%	0,01
Lightstick	PLA	AQUA/PESCA	00	0,00%	00	02	0,63%	0,01
Papelão	PAP	COM/REC	01	0,55%	0,006	01	0,31%	0,005
Pincel de esmalte	PLA	HGP/HOS	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Pote	PLA	COM/REC	01	0,55%	0,006	01	0,31%	0,005
Rolha de vinho	COR	COM/REC	00	0,00%	00	01	0,31%	0,005
Rótulo	PLA	COM/REC	03	1,65%	0,02	04	1,27%	0,02
Roupa	TEC	COM/REC	00	0,00%	00	02	0,63%	0,01
Saco	PLA	COM/REC	09	4,97%	0,06	58	18,53%	0,34
Sandália	BOR	COM/REC	04	2,20%	0,02	04	1,27%	0,02
Talher descartável	PLA	COM/REC	01	0,55%	0,006	00	0,00%	00
Tampa de creme dental	PLA	HGP/HOS	01	0,55%	0,006	03	0,95%	0,01
Tampa de bebidas	PLA	COM/REC	06	3,31%	0,04	26	8,30%	0,15
Tampa de produto de limpeza	PLA	DOM	01	0,57%	0,006	08	2,46%	0,05