

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS DO LITORAL  
SUL DE PERNAMBUCO: ORIGENS E  
CONSEQUÊNCIAS**

**MARIA CHRISTINA BARBOSA DE ARAÚJO**

**RECIFE-PE**

**2003**

**Maria Christina Barbosa de Araújo**

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS DO LITORAL SUL DE  
PERNAMBUCO: ORIGENS E CONSEQUÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências, na área de Oceanografia Abiótica (Química).

**Orientadora: Dra. Monica Ferreira da Costa**

**RECIFE-PE**

**2003**

A662r **Araújo, Maria Christina Barbosa de.**  
Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco : origens e  
consequências / Maria Christina Barbosa de Araújo. - Recife : O Autor,  
2003.  
xiii, 104 folhas : il.

Inclui bibliografia , fotografias, tabelas e anexos.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Centro de  
Tecnologia e Geociências. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia.  
2003 .

1. Resíduos sólidos – Praia de Tamandaré , PE. – Teses. -
2. Oceanografia – Teses. – I. Título.

551.46 (CDD 21.ed.)

004/2003 UFPE-CTG-BT

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS DO LITORAL SUL DE  
PERNAMBUCO: ORIGENS E CONSEQUÊNCIAS**

**por**

**Maria Christina Barbosa de Araújo**

**Dissertação apresentada à comissão examinadora abaixo-assinada**

---

**Dra. Monica Ferreira da Costa**

---

**Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo**

---

**Dr Luis Felipe Hax Nienchenski**

**Recife, 21 de fevereiro de 2003.**

*Mar de vida....*  
*de insondáveis riquezas,*  
*Mar de lixo....*  
*ferido de morte.*

Ao meu **pai** (*in memoriam*),  
que do outro lado me acompanha.

Aos meus amores  
**Natália, Katharina e Maria Eugênia,**  
os melhores presentes que recebi.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque nunca me faltou.

À minha mãe Odete e irmãs, Taninha e Ana, pela presença, carinho e apoio incondicional em todos os momentos.

A Aderbal, pela cumplicidade, carinho e apoio, indispensáveis à realização desse trabalho; e a Natália, pela paciência nas minhas ausências, e por fazer valer todos os meus esforços.

À minha orientadora, Dra. Monica Costa, pela segura e dedicada orientação, e por ter sido além de tudo uma grande amiga.

Aos meus amigos e companheiros de tantos anos, Nelson, Ricardo, Gracinha, João, Inês, e Luciana. Devo à deliciosa vivência com vocês, muitas das minhas alegrias.

Aos colegas de turma, em especial a Carlinha, Lidriana, Paulinha, Jorge, Alex, e Fábio, que se tornaram amigos queridos; por todas as horas de alegria, brincadeiras e amizade no departamento e fora dele. Nossa convivência tornou mais leve e feliz o caminho até aqui.

Aos amigos Max, Nilsão, Stella, Marquinhos, Marcelo, Héliida, Manoel, Fabi, Aidil, Bira e Tâmara, pelas boas risadas e momentos de descontração que passamos juntos.

Aos amigos que me ajudaram na realização desse trabalho, desde a etapa de campo, até a preparação dos mapas esquemáticos.

Aos professores do DOCEAN, em especial à Dra. Beatrice P. Ferreira e Dra. Lilia P. S. Santos pela disponibilidade nos momentos solicitados.

Ao Dr. Paulo J. P. Santos pela gentileza de dispor do seu tempo para ajudar no tratamento estatístico dos dados.

Ao coordenador do Projeto Recifes Costeiros, Dr. Mauro Maida, e também à Maria Helena, Fabiana, Leonardo e técnicos, por todo suporte que me foi dado com relação ao trabalho de campo.

Ao CEPENE / IBAMA pela cessão de suas instalações.

Ao CNPq pela bolsa de estudos durante meu curso de Mestrado.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

Abstract

<b>CAPÍTULO 1: Introdução</b>	1
1.1. Justificativa	7
1.2. Objetivos	10
<b>CAPÍTULO 2: Descrição das áreas de estudo</b>	12
2.1. Caracterização geral das áreas (Tamandaré e Várzea do Una)	13
2.1.1. Localização e características morfológicas	13
2.1.2. Aspectos fisiográficos	16
2.1.2.1. Clima	16
2.1.2.2. Ventos	17
2.1.2.3. Hidrografia	18
2.1.2.4. Vegetação	19
2.1.3. Condições oceanográficas	20
2.1.3.1. Marés	20
2.1.3.2. Ondas	20
2.1.3.3. Correntes	20
2.1.4. Importância ambiental e econômica da área.	21
2.1.4.1. Importância ambiental	21
2.1.4.2. Importância econômica	22
<b>CAPÍTULO 3: Material e Métodos</b>	23
3.1. Localização e caracterização dos transectos de amostragem.	24
3.1.1. Na área 1 (baía de Tamandaré)	24
3.1.2. Na área 2 (Várzea do Una)	25
3.2. Descrição da metodologia	26

3.2.1.	Análise quali-quantitativa do lixo total na baía de Tamandaré.	26
3.2.2.	Análise quali-quantitativa dos plásticos e outros derivados do petróleo, com associação às suas prováveis fontes (de acordo com a origem e uso), e determinação da largura ideal do transecto amostral.	27
3.2.3.	Setorização das praias de Tamandaré e Várzea do Una, através de caminhamento, em graus de contaminação.	29
3.2.4.	Análise da relação entre o custo e benefício da limpeza urbana nas praias do município.	30
	<b>CAPÍTULO 4: Resultados e discussão</b>	31
4.1.	Análise quali-quantitativa do lixo total na baía de Tamandaré (Estudo Piloto).	31
4.2.	Análise quali-quantitativa dos plásticos e outros derivados do petróleo, e associação às suas prováveis fontes de acordo com a origem e o uso.	41
4.3.	Determinação da largura ideal do transecto amostral.	57
4.4.	Setorização das praias de Tamandaré e Várzea do Una, através de caminhamento e classificação em graus de contaminação por resíduos sólidos.	70
4.5.	Análise preliminar da relação entre custo e benefício da limpeza urbana nas praias do município.	85
	<b>CAPÍTULO 5</b>	93
5.1	Considerações finais	93
5.2.	Conclusão	95
5.3.	Recomendações	95
	Referências bibliográficas	97
	ANEXO I	
	ANEXO II	

## Lista de Figuras

	Pg.
<b>01</b> Mapa das áreas de estudo (Tamandaré e Várzea do Una). Fonte: carta da SUDENE 1:100.000.	15
<b>02</b> Precipitação total mensal (mm) para Recife, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002.	16
<b>03</b> Precipitação média mensal (mm) para Recife, entre 1961 e 1990.	17
<b>04</b> Percentuais da variação mensal do vento de quatro pontos da costa de Tamandaré, amostrados simultaneamente, durante o ano de 2001.	18
<b>05</b> Corte transversal de um transecto de coleta.	24
<b>06</b> Percentual médio dos plásticos em relação ao total de itens para os três meses amostrados.	33
<b>07</b> Tampinhas dos mais variados produtos, recolhidas nos transectos da baía de Tamandaré em julho de 2001.	35
<b>08</b> Isopor sendo usado como revestimento de fundo de jangada. Setembro de 2002.	37
<b>09</b> Bastão de luz ( <i>light stick</i> ) usado em redes de pesca comercial.	38
<b>10</b> Comparação do número total de itens plásticos amostrados nos períodos chuvoso e seco para cada transecto de 2.500m <sup>2</sup> .	45
<b>11</b> Contaminação por plásticos na praia de Várzea do Una. Setembro de 2001.	46
<b>12</b> Comparação do total de itens nos períodos chuvoso e seco para o transecto de Várzea do Una.	47
<b>13</b> Presença de lixo de origem doméstica na baía de Campas (Tamandaré). Julho de 2002.	50
<b>14</b> Resíduo hospitalar (seringa hipodérmica) encontrada na praia de Várzea do Una. Janeiro de 2001.	52
<b>15</b> Acúmulo de recipientes plásticos (principalmente de margarina e doce) na linha de deixa, registrado em toda a extensão da baía de Tamandaré, em 18 de maio de 2001.	55
<b>16</b> Média do número de categorias para cada intervalo do transecto A na baía de Tamandaré.	61

<b>17</b>	Média do número de categorias para cada intervalo do transecto B na baía de Tamandaré.	62
<b>18</b>	Média do número de categorias para cada intervalo do transecto C na baía de Tamandaré.	63
<b>19</b>	Média do número de categorias para cada intervalo do transecto D na baía de Tamandaré.	64
<b>20</b>	Média do número de categorias para cada intervalo do transecto em Várzea do Una.	65
<b>21</b>	Mapa esquemático da área 1 (Tamandaré) com classificação dos trechos em graus de contaminação. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000.	72
<b>22</b>	Mapa esquemático da área 2 (Várzea do Una) com classificação dos trechos em graus de contaminação. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000.	73
<b>23</b>	Resíduos plásticos depositados pela maré, na linha de deixa, na baía de Tamandaré. Julho de 2002.	74
<b>24</b>	Resíduos sólidos localizados em terreno particular, além da pós-praia. Setembro de 2002.	75
<b>25</b>	Resíduos sólidos retidos pela vegetação da praia. Setembro de 2002.	79
<b>26</b>	Lixo misturado à vegetação de mangue, na baía de Campas (Tamandaré). Julho de 2002.	82
<b>27</b>	Mapa da área 1 (Tamandaré) com principais referências utilizadas na setorização. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000.	84
<b>28</b>	Comparação entre o número total de itens plásticos recolhidos na baía de Tamandaré no período anterior e posterior à implantação do serviço de limpeza urbana nas praias.	87
<b>29</b>	Campanha Praia Limpa no município de Tamandaré. Janeiro de 2000.	90

## Lista de Tabelas

	Pg.
01 Dados demográficos e alguns indicadores sociais de cinco municípios do litoral sul de Pernambuco.	12
02 Precipitação total mensal (mm) para Recife, estação 82900, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002.	16
03 Classificação dos itens que representam cada categoria de acordo com a fonte/uso.	28
04 Critérios quali-quantitativos para determinação dos graus de contaminação por resíduos sólidos.	29
05 Quantidade mensal de itens de resíduos sólidos em 2.000m <sup>2</sup> de praia distribuídos em quatro transectos (A, B, C e D) perpendiculares à praia, nos meses de fevereiro, março e abril de 2001.	32
06 Percentual mensal dos plásticos em relação aos outros itens do lixo.	33
07 Percentual dos plásticos em relação aos outros itens do lixo, em Tamandaré e outras regiões do mundo.	34
08 Variação quantitativa mensal dos resíduos sólidos nos quatro transectos.	36
09 Percentual das nove frações plásticas mais numerosas em relação ao plástico total.	37
10 Variação quantitativa dos plásticos mensalmente em cada transecto.	39
11 Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto A.	43
12 Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto B.	43
13 Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto C.	43
14 Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto D.	44
15 Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto em Várzea do Una.	44
16 Valores de recolonização do transecto de Várzea do Una por itens plásticos.	47
17 Classificação e percentual das categorias mais freqüentes para cada local de amostragem.	49
18 Variação da largura do transecto amostral em alguns trabalhos.	58
19 Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto A, na baía de Tamandaré.	61

<b>20</b>	Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto B, na baía de Tamandaré.	62
<b>21</b>	Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto C, na baía de Tamandaré.	63
<b>22</b>	Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto D, na baía de Tamandaré.	64
<b>23</b>	Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto em Várzea do Una.	65
<b>24</b>	Percentual acumulativo das categorias selecionadas, presentes nos intervalos até a largura de 50 metros em cada transecto amostral.	66
<b>25</b>	Resultados do teste de Friedman.	67
<b>26</b>	Grupos homogêneos resultantes do teste de Tukey.	68
<b>27</b>	Localização dos trechos no litoral de Tamandaré (1 ao 15) e Várzea do Una (16) com respectivos graus de contaminação.	71
<b>28</b>	Itens plásticos recolhidos em quatro transectos de 2.500m <sup>2</sup> na baía de Tamandaré-PE.	87

## RESUMO

Os ambientes costeiros são regiões suscetíveis ao acúmulo de resíduos sólidos principalmente derivados do petróleo que se originam de inúmeras fontes. O presente estudo analisa a questão do lixo, no período de fevereiro de 2001 a setembro de 2002 em duas praias do litoral sul de Pernambuco – Brasil; Tamandaré e Várzea do Una. Tamandaré é uma praia de fácil acesso, bastante freqüentada durante o verão e que dispõe de limpeza urbana na orla, o contrário do que ocorre na Várzea do Una. Ambas estão inseridas nas bacias de drenagem de vários rios. O estudo abordou os seguintes aspectos: análise quali-quantitativa do lixo total, associação dos plásticos às prováveis fontes, determinação da largura ideal de um transecto amostral para pesquisa dos plásticos com relação à sua origem/uso, setorização das áreas em graus de contaminação por plásticos, e análise da relação custo e benefício da limpeza urbana da orla. Os transectos amostrais foram em número de quatro para Tamandaré e um para Várzea do Una, com área de aproximadamente 2.500m<sup>2</sup> abrangendo desde a duna frontal (incluindo a vegetação) até próximo a linha d'água na maré baixa. Os resultados demonstraram que os itens plásticos foram maioria (> 80%) para as duas áreas, semelhante ao que ocorre em outros locais do mundo. Desses itens os mais freqüentes estavam relacionados à alimentação, pesca, limpeza doméstica e esgoto/higiene pessoal, indicando a forte contribuição de fontes baseadas em terra. A largura ideal do transecto amostral para esse tipo de pesquisa demonstrou ser de no mínimo 20 metros. Com relação a setorização, o litoral de Tamandaré apresentou os menores índices de contaminação na sua porção mediana, área mais vulnerável á erosão costeira com muitas construções e obras de contenção, provavelmente devido a menor largura da praia e ausência de vegetação. Várzea do Una obteve o grau máximo de contaminação devido à proximidade com a foz do Rio Una. A análise da eficiência da limpeza urbana no litoral de Tamandaré, demonstrou que houve redução significativa do lixo principalmente na parte sul da orla, mas que a limpeza é apenas um paliativo que não se mostrou eficaz para resolver definitivamente o problema.

## ABSTRACT

Coastal environments are vulnerable to the accumulation of solid wastes, especially plastics and other materials made from petroleum hydrocarbons from a variety of sources. The present study focus on the solid wastes problem, during the period from February 2001 to September 2002 on two beaches of Pernambuco States south coast, Brazil, Tamandaré and Várzea do Una Beach. Tamnadaré is a beach of easy access, intensely used during the summer and which counts upon public cleaning services, at Várzea do Una there is the opposite scenario. Both beaches are under the influence of the drainage basins of a number of rivers. The study approached the following aspects: quali-quantitative analysis of the solid wastes; association of the plastic itens to their probable source; determination of the width of an ideal sampling transect aiming the investigation of their source; classification of beach sectors into degrees of contamination by solid wastes and; a simple analysis of the costs and benefits of establishing a public service for cleaning the beach. The sampling transects were in number of four at Tamandaré and one at Várzea do Una beaches, with an area of approximately 2500m<sup>2</sup> from the frontal dune (including the vegetation) down to the water line at low tide. The results show that plastic items were the majority among the solid wastes (80%) at both areas, similar to the registered in the scientific literature for other parts of the world. Form those items, the most frequent were related to food, fisheries, domestic cleaning and sewage/personal hygiene, suggesting a strong contribution of land-based sources. The ideal width of a sampling transect for the assessment of marine debris sources was found to be of at least 20m. In respect to the classification of the beach in sectors according to their degree of contamination, the littoral at Tamandaré presented the lesser indexes at its middle portion, an area more vulnerable to coastal erosion, with a large number of houses and sea-defenses, probably due to the smaller beach width and absence of vegetation. The highest degree of contamination was observed at Várzea do Una beach due to the proximity to the mouth of river Una. The analysis of the efficiency of the public cleaning service on Tamandaré beach showed that there was a significant reduction of the amount of solid wastes, especially at the southern part of the beach, but this action is serving now just as a palliative which has not effectively solved the problem.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O artigo 1º. da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) define poluição marinha como sendo a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energias no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreio. A abrangente definição induz à idéia de que a principal fonte de poluição marinha é baseada em terra. Do ponto de vista jurídico, só ocorre poluição se houver efeitos nocivos (prejuízo detectável) ou conseqüência séria. Na prática, para caracterizá-la, é preciso avaliar o contexto – região, localidade e interesse afetado – e a intensidade – grau de poluição, caráter do conflito, potencial de dano único ou desconhecido (CNIO, 1998).

De acordo com a CNUDM (1982), os estados signatários ficam obrigados a evitar e controlar a poluição marinha e, são responsáveis pelos danos provocados pela violação de suas obrigações internacionais de combate à poluição (CMIO, 1999).

No Brasil, na concepção do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), estabelecido pela Lei 6.938/1981, ressalta-se que o estado tem papel destacado, cabendo-lhe a competência do licenciamento ambiental de atividades poluidoras, como ponto de partida fundamental de toda a estrutura de controle e gestão ambiental (CNIO, 1998).

Considerando o Capítulo 17 da Agenda 21 e documentos elaborados em reuniões preparatórias com a participação de peritos, convocou-se, de 23 de outubro a 3 de novembro de 1995, em Washington, uma conferência intergovernamental para adoção do Programa de Ação Global para a Proteção do Meio Marinho frente às Atividades Baseadas em Terra (PGA). Em seu documento final, estão definidos os contaminantes e as fontes de contaminação, e outras formas de degradação do ambiente marinho provenientes de terra. Entre os contaminantes são citados: esgoto sanitário, poluentes orgânicos persistentes, radioatividade, metais pesados, nutrientes, óleo (hidrocarbonetos), movimentação de sedimentos, e lixo (CNIO, 1998).

Dentre os diversos materiais que podem ser encontrados no lixo marinho, os derivados sólidos do petróleo (como plásticos, borracha, isopor e *nylon*) constituem a grande maioria (Debrot *et al.* 1999; Garrity & Levings, 1993; Ross *et al.* 1991; Thornton & Jackson, 1998). Aproximadamente 10 milhões de toneladas de resíduos sólidos são descartadas dentro do oceano a cada ano, sendo que 10% dessa quantidade corresponde a plásticos (Laws, 1993).

Esse tipo de resíduo sólido é hoje uma das cinco maiores prioridades a ser alvo de um monitoramento permanente a nível mundial (Gregory, 1999b). Juntamente com outras formas de poluição extremamente danosas, os plásticos compõem uma das maiores preocupações com o mar em termos de poluição marinha, por causa de suas propriedades intrínsecas como baixa densidade (que facilita sua flutuação, e conseqüente dispersão), acumulação lenta, persistência, aporte crescente com o tempo, e ampla disseminação do uso (Dixon & Dixon, 1981; Gregory, 1999b; Guia didático sobre o lixo no mar, 1997). O tempo de vida dos plásticos no ambiente marinho é muito variável dependendo do material usado na fabricação do produto, das condições físicas e das taxas de decomposição. Apesar de não serem biodegradáveis, eles sofrem lenta fragmentação quando expostos à radiação ultravioleta, porém alguns tipos têm sua vida útil expandida pela adição de estabilizantes para a luz e antioxidantes (Dixon & Dixon, 1981).

Problemas relacionados à ocorrência de lixo no ambiente marinho e adjacências têm sido abordados em várias partes do mundo (mais intensamente a partir da década de 1980) sob vários aspectos tais como avaliação quali-quantitativa (Dixon & Dixon, 1981; Corbin & Singh, 1993; Debrot *et al.* 1999; Galil *et al.* 1995); classificação pelo uso e origem geográfica (Garrity & Levings, 1993; Williams & Simmons, 1997a ; Debrot *et al.* 1999; Gregory, 1999b); associação com a fonte (Ross *et al.* 1991; Garrity & Levings, 1993); efeitos sobre a biota (Laist, 1987; Beck & Barros, 1991; Bjorndal *et al.* 1994; Guia didático sobre o lixo no mar, 1997) e dinâmica dos resíduos, sob a ação de ventos e correntes (Bowman *et al.*, 1998; Williams & Simmons, 1996).

O lixo marinho é um termo genérico para todo lixo do mar e não se relaciona a nenhuma fonte em particular. Já o lixo da praia consiste somente do lixo depositado na face praial, como resultado da deposição direta do usuário ou indireta pelo aprisionamento do lixo marinho (Williams & Simmons, 1997a).

A presença de resíduos sólidos nos ambientes costeiros está diretamente relacionada a diversos fatores. Depende no entanto de questões complexas que envolvem desde a infra-estrutura de cada região, o que engloba a existência ou não de uma eficiente

coleta e destinação adequada do lixo associada a programas de reciclagem e sistemas de drenagem urbana, até aspectos menos específicos que se relacionam com o nível educacional e poder aquisitivo da população. Deve-se considerar ainda, que um grande número de pessoas não exerce os princípios básicos de cidadania e trata o espaço público como um bem que não lhe pertence isentando-se, portanto, da responsabilidade de mantê-lo limpo.

O atual estilo de vida das populações é o principal responsável pela crescente degradação ambiental que se tem observado. Enquanto a natureza se mostra eficiente em reaproveitamento e reciclagem, os homens o são em produção de resíduos em geral, especialmente esgoto e lixo. No Brasil, nos últimos anos, a produção média de lixo por pessoa por dia, aumentou de 0,5 para 1,2kg nas capitais. O consumo de embalagens de alimento cresceu mais de 100% (Jornal do Comércio, 06/01/2002).

Lamentavelmente, o tamanho dos oceanos causou nas pessoas, a falsa impressão de que o mar teria uma capacidade ilimitada de assimilar sem limites poluentes e lixo. Apesar de orgânicos, não existem microorganismos naturais capazes de biodegradar plásticos, qualquer que seja o seu tipo.

A praia é o mais democrático dos espaços destinados ao lazer. Sua exploração como recurso turístico gera empregos, demanda por serviços e renda para as populações locais. A maior parte da população mundial vive nas zonas costeiras, havendo uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica nessas regiões. O crescimento populacional acelerado do litoral aliado à falta de planejamento e infraestrutura dos órgãos competentes, e à desinformação da população de forma geral, implicam em um crescente aumento da degradação ambiental da zona costeira, trazendo inúmeras conseqüências para todo o ambiente terrestre e marinho adjacentes.

A permanência de resíduos sólidos nos ambientes costeiros fere aos princípios básicos da sustentabilidade, pois evidentemente não estamos nos mostrando comprometidos a deixar para nossos descendentes um planeta mais limpo do que aquele que recebemos de nossos pais.

Entre os fatores que influenciam na produção e destinação do lixo estão, número de habitantes no território, área de produção, variação sazonal dos hábitos de consumo, condições climáticas, hábitos e costumes, nível educacional, poder aquisitivo, frequência e eficiência do sistema de coleta, disciplina e controle dos pontos produtores, leis e regulamentações específicas, com efetiva aplicação. Já a acumulação é influenciada pelas características físicas da costa, orientação do vento dominante, distância de fontes

potenciais e dos centros populacionais (Ryan, 1987; Corbin & Singh, 1993)). A topografia da praia, a localização em relação a ventos e correntes deve ser observada, porque o lixo pode acumular-se em algumas áreas dependendo da localização e aspecto da praia (Velander & Mocogni, 1999).

Apesar do lixo das praias ser atualmente bastante estudado no mundo todo, esse estudo se limita quase que exclusivamente às praias. O lixo do fundo é pouco conhecido. Durante um cruzeiro do navio RV *Meteor* em 1993 para amostrar o bentos na costa Mediterrânea, houve a oportunidade de se estudar a extensão do lixo marinho na região. Foram coletados então 277 itens de resíduos sólidos, (desse total, 36% correspondeu à fração dos plásticos), sendo alguns originários de vários países como Austrália, Alemanha, Grecia, Itália e Taiwan (Galil *et al.* 1995). Materiais sintéticos têm o potencial para permanecer no ambiente por longos períodos e viajar grandes distâncias (Whiting, 1998).

Uma vez liberado no oceano, o lixo flutuante pode ser concentrado por processos naturais ao longo das linhas de convergência entre massas d'água, no centro dos principais giros ou em praias e afloramentos recifais (Laist, 1987). Embora seja difícil avaliar a quantidade de lixo diretamente no oceano, isto não ocorre nas praias, dessa forma a avaliação do lixo costeiro produz informações valiosas sobre a quantidade e o tipo de lixo presente nos oceanos. Nas praias remotas, cuja poluição não decorre de fontes baseadas em terra, a informação pode ser usada para determinar a longevidade do lixo e as grandes distâncias que ele pode percorrer. As ilhas Pitcaírnias estão entre as mais remotas do mundo, sendo raramente visitadas, mas o lixo encontrado em suas praias é muito diferente do produzido localmente e provavelmente viajou consideráveis distâncias antes de ser depositado ali. Os animais dessas ilhas remotas podem ter pequena chance de encontrar humanos, mas têm grande chance de se deparar com os resíduos que geramos (Benton, 1995). Price (1999) realizou um levantamento dos resíduos sólidos no arquipélago de Chagos (grupo isolado de ilhas no oceano Índico) e constatou a ocorrência de uma grande quantidade de plásticos e outros resíduos, concluindo que nem ilhas oceânicas remotas estão livres dos efeitos das atividades humanas.

Segundo Gregory (1999b), são inúmeros os impactos causados pelo lixo persistente nos ambientes costeiro e marinho, sendo os principais: prejuízos ao turismo, atividades de lazer e recreação; perda estética; riscos para a saúde; toxicidade ecológica e química; danos aos pescadores e riscos à navegação; aprisionamento de animais e perigos de ingestão; e dispersão (inclusive transoceânica) de organismos exóticos de um local para outro.

No passado, o lixo nas praias, rios e córregos era considerado esteticamente contestável, desagradável para os olhos, porém, isento de risco. Agora, as pessoas já compreendem que sua presença no ambiente marinho surte efeitos graves sobre a fauna, o ambiente e a nossa economia. As comunidades costeiras são economicamente prejudicadas quando ocorre perda do valor estético e turístico de suas praias, quando a presença de resíduos na água e/ou na areia afeta a saúde dos frequentadores ou quando se vêem obrigadas a gastar recursos públicos na limpeza da praia (Guia didático sobre o lixo no mar, 1997).

Do ponto de vista sanitário, são os frequentadores da praia os mais afetados. Acúmulos de lixo formam cenários propícios ao desenvolvimento de microorganismos patogênicos como fungos, vírus e bactérias. Esses, por sua vez, causam doenças aos seres humanos, como micoses, hepatite, e tétano. O lixo acumulado nas praias também serve de abrigo a animais vetores como moscas, ratos e baratas. Com relação ao lixo hospitalar, o problema é ainda mais sério. As unidades prestadoras de serviços de saúde (hospitais, clínicas e laboratórios), produzem diariamente uma grande quantidade de resíduos classificados como perigosos, que incluem materiais perfurantes e cortantes (seringas e bisturis), frascos de remédios e outros produtos, e restos cirúrgicos como curativos, tecidos e sangue. No Brasil, embora exista uma legislação específica (Resolução N<sup>o</sup>. 5 de 05/08/1993) determinada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que trata da destinação final do lixo perigoso, e determina a sua incineração em local apropriado, ela muitas vezes não é cumprida. Quando este tipo de lixo não é descartado de forma segura, pode se espalhar por diversos locais. É freqüente a ocorrência de seringas e frascos de medicamentos, misturados a outros resíduos hospitalares nas praias, com conseqüências óbvias para a população que a freqüenta.

Com relação aos efeitos sobre a vida marinha, os problemas são inúmeros, mas os mais graves se referem ao aprisionamento (enredamento) e a ingestão, principalmente de plásticos. O enredamento pode causar estrangulamento, asfixia, ferimentos e infecções, normalmente impedindo ou prejudicando a movimentação do animal para buscar alimentos, respirar (no caso de animais pulmonados) ou fugir de predadores. Os efeitos da ingestão podem ser óbvios tais como, obstrução do trato gastrintestinal, redução da assimilação do alimento, e intoxicação (Gregory, 1999b; Laist, 1997; Laist *et al.* 1999; Balazs, 1985).

O exame do trato digestivo de 51 carcaças de tartarugas da costa leste e oeste da Flórida revelou a ocorrência de lixo antropogênico em 25 delas. O lixo foi encontrado em

24 das 43 tartarugas verdes (*Chelonia midas*) como também em uma *Caretta caretta* e incluiu principalmente plástico, linhas de pesca, borracha e arpões. O lixo estava localizado na boca, esôfago, estômago e intestinos (Bjorndal *et al.* 1994). Outro estudo realizado por Beck & Barros (1991), relata a presença de lixo em 64 peixes-boi de um total de 439 analisados entre 1978 e 1986 na costa da Flórida, sendo que 4 tiveram a morte como resultado direto da ingestão de lixo. Esses animais freqüentam canais e áreas perto da costa onde o lixo normalmente se acumula, e como se alimentam de uma grande variedade de plantas e algas, provavelmente ingerem acidentalmente lixo durante a alimentação.

Uma grande variedade de fatores naturais e humanos aumenta a probabilidade de interações entre o lixo e certas espécies marinhas, que muitas vezes são naturalmente atraídas por determinados tipos de plásticos, além disso, as correntes oceânicas concentram ou prendem o lixo flutuante em ilhas ou outras áreas de importância para estas espécies. Embora a ameaça causada pelo lixo para as espécies marinhas seja relativamente clara, a magnitude desse efeito é menos aparente. Isto porque esses animais interagem com os resíduos em áreas geográficas muito vastas, que são de difícil visualização para o homem, e também porque os animais feridos ou mortos são provavelmente rapidamente consumidos por predadores ou se decompõem no mar, impedindo uma quantificação satisfatória da mortalidade causada pelo contato com o lixo (Laist, 1987).

Como uma tentativa de minimizar o grande impacto causado ao ambiente marinho, em decorrência da enorme quantidade de resíduos sólidos diariamente lançados nas regiões costeiras, foram criadas campanhas mundiais de limpeza das praias. Essas campanhas surgiram da preocupação de grupos ambientalistas com a crescente poluição dos mares. Os programas envolvem ações de coleta de lixo, realizada sempre por voluntários, em mais de 75 países (CPRH, 2002).

O evento *Clean Up the World*, do qual faz parte o Dia Mundial de Limpeza das Praias, foi idealizado pelo australiano Ian Kiernan. O Dia de Limpeza da Austrália se uniu ao Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (PNUMA) com o objetivo de promover um dia internacional de limpeza de praias. O primeiro evento mundial ocorreu em 1993, contando com a participação de 80 países (CPRH, 2002).

O Centro de Conservação da Vida Marinha (*Center for Marine Conservation*), organização sem fins lucrativos, realizou, em 1986, o primeiro Dia Mundial de Limpeza de Praias (*The International Coastal Clean Up*) na costa do Texas, Estados Unidos. Desde então, o evento ocorre sempre no terceiro final de semana de setembro e, em 1989, já

havia se transformado numa grande campanha ambiental, contando com a participação de países como Japão, Polônia, Argentina, Egito e Vietnã, onde voluntários realizaram atividades em suas comunidades, com a finalidade de promover a limpeza dos ambientes costeiros. No Brasil, suas atividades tiveram início em 1993. Participaram da Campanha 2002 os estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CPRH, 2002).

A Companhia Pernambucana do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), vem a alguns anos coordenando ou apoiando projetos direcionados à zona costeira. O programa Fazendo Educação Ambiental (implementado em 1988) é o principal componente das ações educativas executadas por esse órgão, cujo principal objetivo é desencadear de forma simultânea nos 7 municípios do Litoral Sul, um movimento de esclarecimento e controle das ações degradadoras decorrentes do significativo aumento da poluição nas praias.

A Campanha Praia Limpa é uma parceria do Governo do Estado, através da CPRH, com as prefeituras litorâneas, o Banco do Nordeste, o BID e o Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste- Prodetur/NE/PE. A iniciativa vem sendo desenvolvida desde 1998 durante os meses de maior frequência de banhistas nas praias pernambucanas (janeiro a março) e envolve municípios de todo o litoral pernambucano, principalmente os mais visitados pelos turistas.

Em novembro de 1997, outro programa coordenado pela CPRH – Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO) - realizou no município de Ipojuca-PE, o Seminário para Concepção do Plano de Ação Integrada do Litoral Sul de Pernambuco. Como resultado deste seminário, surgiu a necessidade de que a curtíssimo prazo fossem desencadeadas ações urgentes quanto ao problema da disposição, tratamento e destino final do lixo gerado na orla marítima, sendo criado então o “Movimento Onda Limpa”.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

Excluindo-se as atividades voluntárias e esporádicas que se dispõem à simples retirada do lixo do ambiente praiial, grande parte das abordagens científicas que tratam desse tipo de poluição se restringem a análises quali-quantitativas do lixo presente nos ambientes marinhos. Porém, não existe um padrão amplamente aceito que permita que os resultados obtidos com o simples recolhimento do lixo, e sua classificação em categorias

(plástico, papel, vidro e metal) sejam usados em benefício, ou como subsídio, à prevenção e manejo dos ambientes envolvidos. No caso de praias e recifes isso é em parte conseqüência desses ambientes variarem enormemente de tamanho, estrutura física e dinâmica (energias); a localização do lixo nos ambientes é muito dependente de uma combinação de variáveis oceanográficas e meteorológicas; os tipos, quantidades e fontes do lixo variam e conseqüentemente fazem sua composição e quantidade variar nos locais de deposição.

Essas diferenças resultaram em uma enorme quantidade de métodos de medida e avaliação desses ambientes em relação ao lixo (Dixon & Dixon, 1981; Rees & Pond, 1995; Ribic & Ganio, 1996; Earll *et al.* 1997; Williams & Simmons, 1997b; Velander & Mocogni, 1999). Há por isso a necessidade de se criar, testar, divulgar e recomendar metodologias de diretrizes unificadas, que permitam não só a comparação de lugares distantes, mas também a detecção dos sinais adequados para se atingir os objetivos da prevenção na fonte. Uma das soluções propostas é a criação de graus e categorias padrão, que sejam facilmente replicáveis, mesmo por grupos de voluntários, quando liderados por um técnico capacitado.

O Brasil tem uma área de aproximadamente 442.000 km<sup>2</sup> de zona costeira. São 7.408 km de extensão de linha de costa, sem levar em conta os recortes litorâneos (baías, reentrâncias e golfões), que muito ampliam a mencionada extensão, elevando-a para mais de 8,5 mil km voltados para o Oceano Atlântico. Cinco das nove maiores regiões metropolitanas brasileiras encontram-se a beira-mar, o que significa, 15% da população do país. Na verdade, metade da população brasileira reside a não mais que 200 km do mar (CNIO, 1998). Os 70 milhões de habitantes da zona costeira brasileira geram cerca de 56.000 toneladas de lixo por dia, sendo coletados apenas 42.000 toneladas. Desse total coletado, 90% vai para os lixões a céu aberto ou outros tipos de aterros continentais. 50% desses lixões se localizam junto a rios, lagoas, mar ou áreas de preservação ambiental (CNIO, 1998).

O país tem, portanto, todos os atributos necessários para torná-lo um poluidor em potencial de sua própria costa e conseqüentemente das águas oceânicas com as quais ela se comunica, o que faz com que seja um provável contribuinte na quantidade total de resíduos que circulam no Oceano Atlântico. Apesar disso, a poluição da costa brasileira por resíduos sólidos ainda não tem recebido a devida atenção. Embora no mundo todo vários trabalhos científicos tenham sido desenvolvidos desde os anos 70, poucos foram feitos no Brasil, mais freqüentemente na região sul. A praia do Cassino localizada em Rio

Grande (RS), foi a área escolhida para a realização de trabalhos envolvendo o aspecto quali-quantitativo (Pianowski, 1997; Wetzel, 1995) a percepção dos frequentadores sobre o lixo (Santos *et al.* 2001) e problemas relacionados à ingestão de plásticos por pássaros (Zarzur, 1995).

Embora a região Nordeste apresente características climáticas que fazem com que suas praias sejam bastante frequentadas durante a maior parte do ano, o que acarreta o aumento do lixo deixado por usuários (sejam eles moradores, turistas ou veranistas) a poluição por resíduos sólidos aqui é ainda menos discutida do que no sul. Em 1999 foi realizado na baía de Tamandaré-PE, um trabalho (Araújo & Costa, 2000), cujo principal objetivo foi analisar quali-quantitativamente o lixo deixado na praia por excursionistas durante o domingo. Sua importância se deve ao fato de ter sido o ponto de partida para avaliar e caracterizar esse tipo de poluição nas praias turísticas do estado.

O presente trabalho, realizado na mesma região é bem mais amplo e aborda a questão da poluição dos ambientes costeiros pelo lixo (principalmente com relação aos plásticos) sob vários aspectos, desde a análise quali-quantitativa do lixo total presente nas praias do município de Tamandaré; como a associação de cada tipo de resíduo à sua provável fonte/uso; a determinação da largura ideal de um transecto amostral para caracterizar os resíduos de acordo com a origem/uso; a setorização da praia em graus de contaminação; e a análise dos custos e benefícios da limpeza urbana nas praias.

O município de Tamandaré, situado no litoral sul de Pernambuco, foi escolhido como um dos locais da pesquisa devido a diversos fatores, dos quais se destacam:

- grande importância ambiental, já que está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe, criada pelo Decreto Estadual no. 19635 de 13 de março de 1997 e na APA Marinha Costa dos Corais, criada pelo Decreto Lei de 23 de outubro de 1997;
- pólo turístico durante a temporada de estação seca (novembro a fevereiro), quando a população passa de 17 mil habitantes para aproximadamente 60 mil;
- grande extensão litorânea com áreas contrastantes no que diz respeito à ocupação urbana;

- presença de bacias hidrográficas em seu entorno; cujos rios cruzam municípios costeiros vizinhos nos quais não há sistematização da coleta e destinação adequada do lixo.

Além do litoral de Tamandaré, uma outra área, localizada às margens da desembocadura do rio Una, foi incluída no trabalho por se tratar de uma praia com características bastante diferentes daquelas encontradas para Tamandaré, ou seja, está inserida em um pequeno vilarejo denominado Várzea do Una, habitado praticamente por pescadores, não é freqüentada por banhistas, tem a pós-praia conservada com uma faixa de vegetação rasteira e livre de construções, e não dispõe de nenhum sistema de coleta dos resíduos, servindo portanto, para fins de comparação com as praias de Tamandaré.

## 1.2. OBJETIVOS

- Realizar um levantamento quali-quantitativo (estudo piloto) dos itens do lixo total na baía de Tamandaré e classificá-los nas categorias plástico, vidro, alumínio, estanho/aço, papel e madeira, a fim de se determinar a fração mais representativa.
- Associar os resíduos às suas prováveis fontes, nas duas áreas estudadas (Tamandaré e Várzea do Una) através da triagem e classificação em categorias específicas (artefatos de pesca, alimentação, perigosos, esgoto/higiene pessoal, limpeza doméstica, usuário da praia, de casa e outros) favorecendo abordagens preventivas.
- Determinar a largura ideal de um transecto amostral para representar adequadamente a poluição por plásticos com relação à fonte/uso.
- Setorizar as áreas estudadas em graus de contaminação por resíduos sólidos de acordo com os seguintes parâmetros: A = ausente; não há evidência; B = traços; predominantemente ausente, com a presença de alguns itens espalhados; C = inaceitável; amplamente distribuído com algumas

acumulações; D = objetável; pesadamente contaminado com várias acumulações (Earll *et al.*1997), estabelecendo relação entre os parâmetros geográficos, oceanográficos e populacionais (fluxo de pessoas) atuantes, com o padrão de distribuição dos resíduos na praia.

- Avaliar a relação custo x benefício do sistema de limpeza urbana implantado a partir de julho de 2001 nas praias do município de Tamandaré.
- Sugerir uma metodologia de fácil transferência para programas de monitoramento de outros ecossistemas semelhantes.

## CAPÍTULO 2

### DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O litoral sul de Pernambuco abrange sete municípios. São eles Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande. Ocupa cerca de 2,13% da superfície estadual, totalizando 2.097 km<sup>2</sup> (CPRH - GERCO/PE, 1998).

Dos municípios citados, quatro estão localizados próximos à Tamandaré, sendo dois ao norte (Sirinhaém e Rio Formoso) e dois ao sul (Barreiros e São José da Coroa Grande). Dados gerais desses municípios, inclusive de Tamandaré, estão na tabela 1.

Tabela 1: Dados demográficos e alguns indicadores sociais de cinco municípios do litoral sul de Pernambuco.

<b>Município</b>	<b>Sirinhaém</b>	<b>Rio Formoso</b>	<b>Tamandaré</b>	<b>Barreiros</b>	<b>São José C. Grande</b>
Área em km <sup>2</sup>	355.24 km <sup>2</sup>	339.62 km <sup>2</sup>	98.51 km <sup>2</sup>	229 km <sup>2</sup>	74.65 km <sup>2</sup>
População residente	33.046	20.764	17.281	39.139	13.971
Domicílios permanentes	6.749	4.362	3.879	8.734	3.061
Domicílios com coleta de lixo	3.404	1.736	1.933	5.888	1.421
Domicílios com esgotamento sanitário	143	20	18	1.157	10
Domicílios com abastecimento d'água	3.206	1.918	2.084	6.435	1.608
Hospitais	02	02	-	03	-
Unidades ambulatoriais	07	04	03	13	03

Fonte: IBGE, Censo 2000

## 2.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS (Tamandaré e Várzea do Una).

### 2.1.1. Localização e características morfológicas

Tamandaré localiza-se no litoral sul do estado de Pernambuco – Brasil ( $8^{\circ} 47'20''$  S e  $35^{\circ}06'45''$  W ), a 110 Km da cidade de Recife. Sua costa é formada pela baía de Tamandaré, praia de Campas e pela praia dos Carneiros, totalizando aproximadamente 9 Km de extensão (Maida e Ferreira, 1997). A divisão física entre essas praias são duas pequenas cúspides que não chegam a isolar os três embaiamentos. Todo o trecho é bem protegido por recifes costeiros, tanto linhas de arenito quanto recifes de algas calcáreas e de coral (Figura 1).

O município possui  $99 \text{ Km}^2$  de área de unidade territorial, com densidade demográfica de  $173,22 \text{ hab/km}^2$ . Sua população é representada por 17.064 habitantes, sendo 11.538 residentes no perímetro urbano e 5.526 espalhados pela zona rural (IBGE, 2000). As principais vias de acesso à área do município são as rodovias BR-101 (Sul) e PE-60.

Segundo classificação dos tipos de litorais (Santos-Filho, 1969) a região de Tamandaré é do tipo Atlântico. Nesta região podem ser visualizados barrancos, morros elevados e enseadas, assim como recifes e/ou cordões de arenitos (*beach rocks*) ao longo da sua linha de costa.

A baía de Tamandaré apresenta forma semicircular, com concavidade voltada para leste e tem com principais limites o “Pontal do Lira” ao norte, a ponta de Mamucabinha ao sul, formações recifais a leste, e a oeste, a linha de praia (Moura, 1991). O limite leste desta enseada, conhecido como Barra, caracteriza-se pelo barramento natural oferecido pelos recifes, os quais permitem a comunicação com o mar aberto através de dois canais naturais (Ramos-Porto e Oliveira, 1984). Uma estreita restinga se forma entre a praia e o leito do rio Ilhetas, que corre paralelo à linha de praia.

Ao norte da baía de Tamandaré estão as praias de Campas e Carneiros. A primeira apresenta a pós-praia bastante reduzida, medindo 2,5 m de largura, estando completamente impermeabilizada por interferência antrópica; a escarpa de berma tem desnível médio de 0,90 m, sendo ocasionalmente suprimida, ora pela ação das ondas incidentes, ora por ação antrópica; a praia por sua vez, exhibe uma largura média de 50 m, com declividade baixa

( $\pm 3^\circ$ ). A segunda é menos ocupada, possuindo longos trechos com a pós-praia preservada. O sul da baía corresponde à praia de Mamucabinhas, com águas tranquilas e de baixa profundidade (CPRH/GERCO, 1998).

A planície costeira na qual se encontra Tamandaré, é constituída por material sedimentar, originário da ação dos rios e do mar, fazendo com que predominem os solos arenosos. Os sedimentos no setor da pós-praia em sua maioria são constituídos pela fração areia. As praias apresentam topografia suave e ondas relativamente fracas (Farias, 2002).

De acordo com o Projeto Orla (2001) idealizado pelo Ministério do Meio Ambiente, e que classifica a orla de acordo com a energia de ondas (hidrodinâmica) e níveis de ocupação, Tamandaré se enquadra na sua maior parte como orla semi-abrigada em processo de urbanização. O centro do município, no entanto, pode ser considerado como orla semi-abrigada com urbanização consolidada e em seus limites norte e sul, como orla exposta não urbanizada (Farias, 2002).

Várzea do Una é um pequeno vilarejo localizado no município de Barreiros, nas proximidades da desembocadura do rio Una, o qual estabelece limite entre os municípios de São José da Coroa Grande e Barreiros. A população dessa área é constituída basicamente por pescadores e suas praias se mantêm praticamente desertas mesmo na alta estação, principalmente devido à dificuldade de acesso (Figura 1).

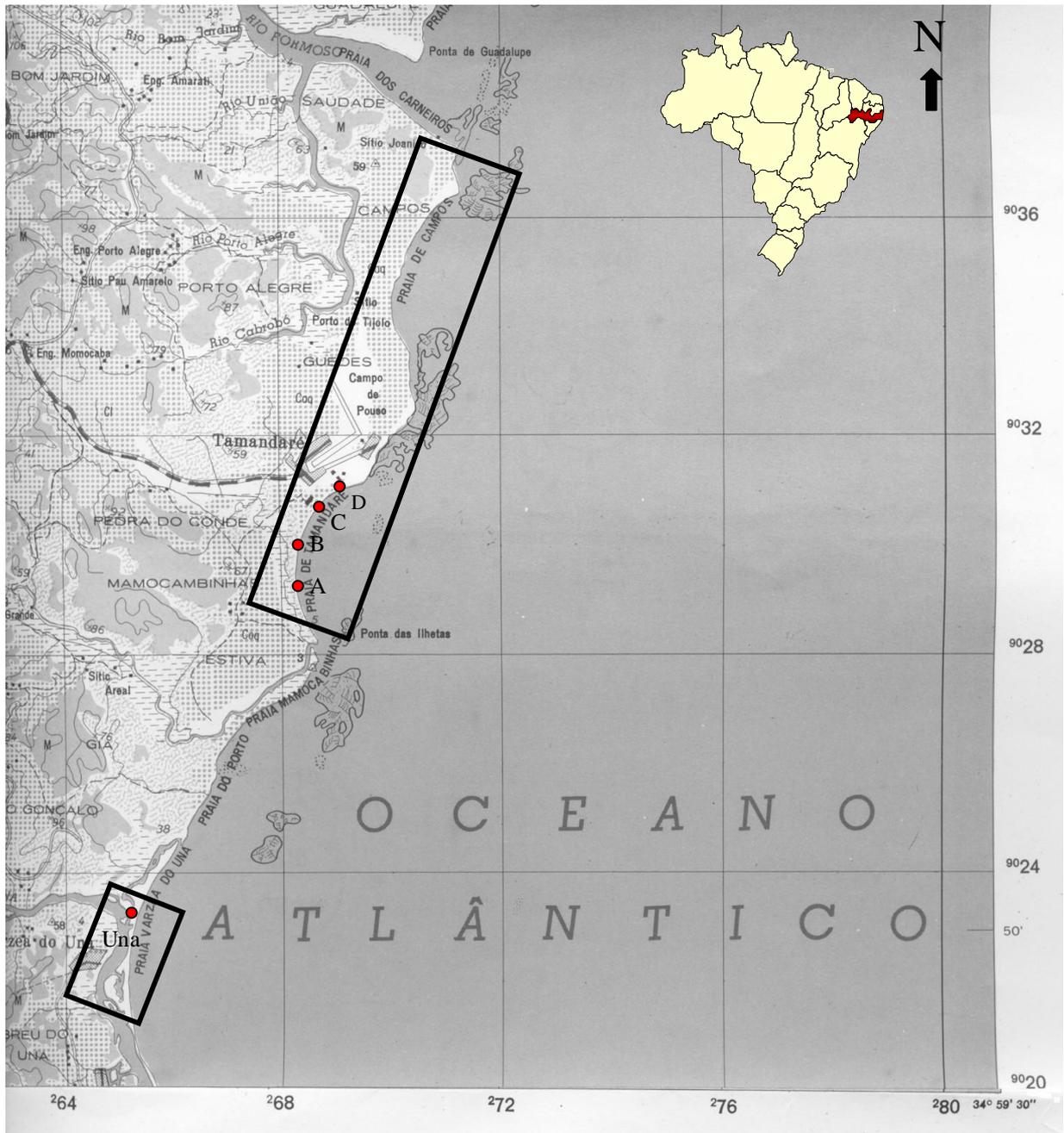


Figura 1: Mapa das áreas de estudo (Tamandaré e Várzea do Una). Fonte: Carta SUDENE 1:100.000.

Legenda: ● Localização dos transectos

▭ Área caminhada

## 2.1.2. Aspectos fisiográficos

### 2.1.2.1. Clima

O litoral sul de Pernambuco possui clima tropical quente e úmido do tipo As' pelo sistema de Köppen de classificação climática (Moura, 1991).

A precipitação pluviométrica anual na faixa costeira de Pernambuco é muito elevada, oscilando em torno dos 2000 mm devido às chuvas de monção (Lima, 2001).

Dos meses de abril a agosto, tem-se o período chuvoso, com a maior densidade de precipitação pluviométrica, já o período seco se estende de setembro a março quando mais de 95% da precipitação fica abaixo dos 400 mm (Tabela 2).

No ano de 2000, a densidade de precipitação pluviométrica foi completamente atípica, perfazendo um dos maiores índices da história do Estado (Figura 2), se comparado à precipitação média observada entre 1961 e 1990 (Figura 3).

Tabela 2: Precipitação total mensal (mm) para Recife, estação 82900, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2000	275,4	87,9	174,0	435,4	265,4	634,9	675,0	442,9	336,1	58,2	45,1	181,2
2001	58,7	56,5	133,7	327,7	59,5	432,4	355,5	210,8	106,3	103,6	32,1	108,3
2002	231,6	200,5	409,8	140,2	304,2	583,5	281,6	121,0	42,5	49,0	87,7	33,1

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

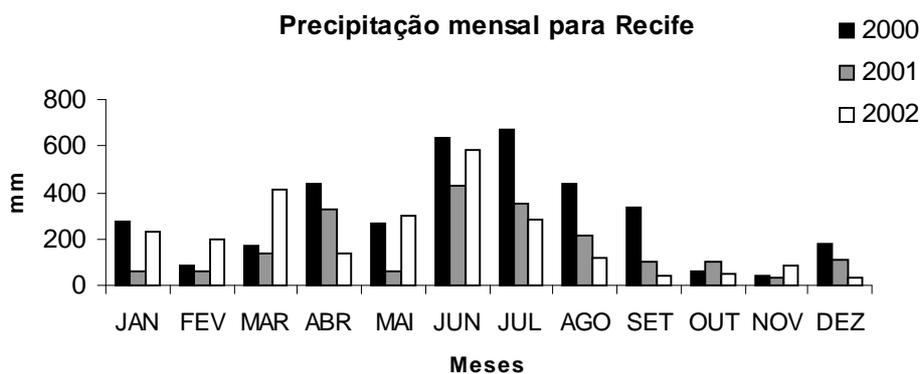


Figura 2: Precipitação total mensal (mm) para Recife, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

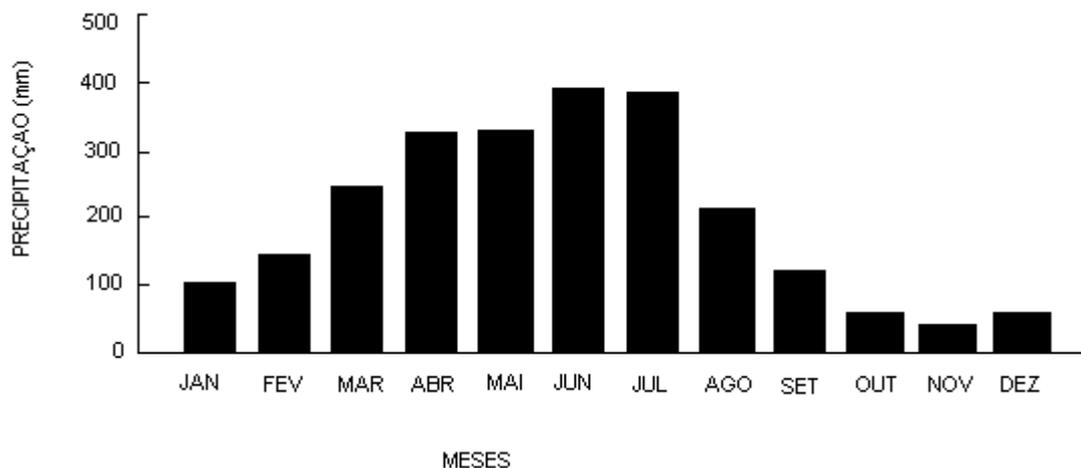


Figura 3: Precipitação média mensal (mm) no Recife entre 1961 e 1990. Fonte: INMET ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br) , acesso em 07/01/03).

#### 2.1.2.2. Ventos

Caracterizam-se principalmente pela sua direção e velocidade. Originam as ondas e conseqüentemente as correntes litorâneas.

A zona costeira de Pernambuco, cuja localização é em baixa latitude e, na sua maior parte ao nível do mar, se caracteriza por baixas pressões atmosféricas e influência dos ventos alísios cujas velocidades médias variam de 6,1 a 9,3 nós (3,1 a 4,7 m/s) vindos principalmente do E-SE no período de abril a setembro, e E-NE de outubro a março (Cavalcanti & Kempf, 1970). Este fato pode ser constatado através da Figura 4, que mostra a direção do vento na costa de Tamandaré, durante os períodos seco e chuvoso.

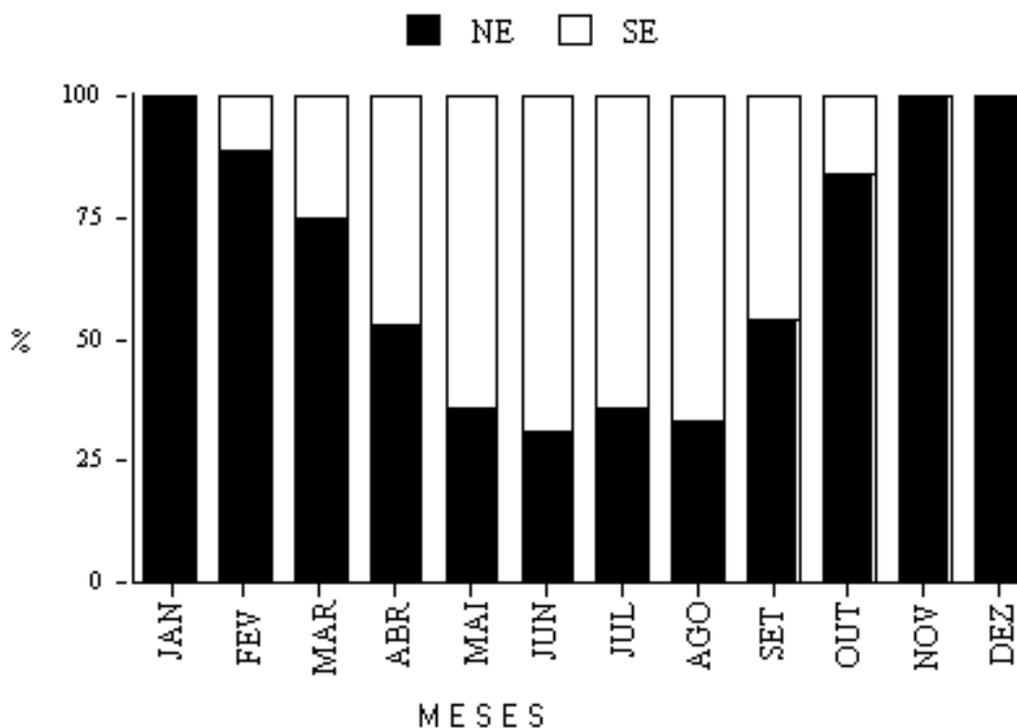


Figura 4: Percentuais da variação mensal da direção do vento de quatro pontos da costa de Tamandaré, amostrados simultaneamente, durante o ano de 2001. Fonte: Projeto Recifes Costeiros – Relatório de Progresso n°. 8 – Atividades do Componente 3: Elaboração do Plano de Manejo da Área Marinha Protegida. Março/2002.

### 2.1.2.3. Hidrografia

Vários rios contribuem na dinâmica costeira das regiões estudadas, os principais são: o rio Formoso que se localiza ao norte, e os rios Ilhetas, Mamucabas e Una que ficam ao sul. Esses rios são bacias litorâneas de pequena extensão e perenes devido ao clima úmido dominante na região.

O estuário do rio Formoso possui uma área de 2.724 ha, sendo constituído de uma planície costeira, de morfologia sinuosa e influenciada por pequenas descargas continentais. O sistema estuarino é abastecido principalmente pelo rio Formoso, que conta com uma vazão relativamente pequena e se estende por um canal de 12 km de extensão perpendicular à linha de costa. Os outros rios que integram o sistema são o rio dos Passos e o Ariquindá (CPRH / GERCO / PE, 1998).

O rio Ilhetas, ou Carro Quebrado nasce no município de Barreiros dirigindo-se para o sul por cerca de 8,6 km. Ao aproximar-se da linha de costa, inflete para nordeste, passando a correr paralelamente à restinga numa extensão aproximada de 3 km assim permanecendo até a desembocadura, na extremidade sul da baía de Tamandaré, próximo à foz do Mamucabas. O rio Mamucabas nasce próximo à Reserva Biológica de Saltinho, à cerca de 15 km a noroeste da baía de Tamandaré. Os estuários dos dois rios se unem formando um só (CPRH - GERCO / PE, 1998).

O rio Una tem suas nascentes na Serra da Boa Vista no município de Capoeiras, na mesoregião do Agreste Pernambucano e se desloca na direção da Zona da Mata, onde têm lugar mais de 50% de seu percurso, tornando-se perene até a desembocadura no litoral de Barreiros. É na Zona da Mata que o Una banha centros urbanos de maior expressão demográfica e econômica. Esses centros são Palmares e Barreiros (CPRH - GERCO / PE, 1998). Ao todo o rio banha 32 municípios por cerca de 200 km de extensão até a foz na Várzea do Una apresentando uma área de drenagem de 6.292,89 km<sup>2</sup>. Sua bacia faz a divisa entre São José da Coroa Grande e Barreiros. Muitas usinas de açúcar e fábricas foram instaladas na sua bacia como a Usina Central Barreiros, a Usina Pumaty, a Destilaria São Luiz entre outras ([www.museudouna.com.br](http://www.museudouna.com.br)).

#### 2.1.2.4. Vegetação

A costa de Tamandaré apresenta na sua porção norte, uma maior concentração de edificações com conseqüente diminuição da vegetação natural; já as áreas localizadas ao sul, são praticamente livres de construções na faixa de praia, fato que favorece a manutenção de uma vegetação rasteira mais ou menos uniforme, composta pela salsa-da-praia, bredo-da-praia e capins como *Paspalum maritimum*, além de coqueirais e de uma vegetação de mangue que se mantém ainda bem conservada junto aos estuários dos rios Formoso, ao norte, e Mamucabas e Ilhetas, ao sul (Lima, 2001).

A praia de Várzea do Una possui em toda sua extensão, a presença da vegetação típica de praia.

### 2.1.3. Condições oceanográficas

#### 2.1.3.1. Marés

As marés se caracterizam pela oscilação periódica do nível do mar e apresentam período e amplitude que variam no tempo e no espaço.

A costa de Pernambuco é do tipo mesomaré, dominada por ondas, portanto com uma amplitude de maré que interfere bastante na dinâmica costeira.

#### 2.1.3.2. Ondas

A natureza dinâmica do ambiente praiial resulta principalmente da ação das ondas. Elas geram diversos tipos de correntes e diferentes padrões de circulação.

No inverno, onde as ondas atingem maiores amplitudes e as ressacas são mais freqüentes, há retirada de sedimentos da praia ou, até mesmo da duna frontal e deposição na antepraia. No verão, as ondas são mais fracas e menos esbeltas, sendo mais construtivas. Os sedimentos migram da antepraia para a praia, chegando à pós-praia. O perfil da praia tende então a aumentar (Lima, 2001).

Nas praias do município de Tamandaré, as ondas apresentam um intervalo de tempo relativamente curto, 15s, contando com uma altura pouco elevada, em torno de 0,66m, sendo consideradas de baixa intensidade, face aos cordões de recifes que servem como amortecedores da força das mesmas (Farias, 2002).

#### 2.1.3.3. Correntes

Parte da energia dissipada pelas ondas incidentes na zona de surfe é transferida para a geração de correntes costeiras tanto longitudinais (*longshore currents*) como transversais (correntes de retorno, *rip currents* ou *rips*). Estas correntes representam importantes agentes transformadores, gerando campos de velocidade efetivos na modificação do relevo praiial e no transporte de materiais (Hoefel *apud* Farias, 2002 ).

Próximo ao litoral, a influência de vários fatores, como ventos, marés, descarga de água doce e a interação destes com a morfologia do ambiente, torna os fluxos bastante

complexos, necessitando de estudos detalhados sobre o modelo de circulação (Lima, 2001).

A água doce que penetra na baía proveniente do continente dirige-se para o norte, como que obedecesse à força de Coriolis, para o hemisfério sul. Contudo é mais provável que essas águas sejam influenciadas pela *rip current* que na região dirige-se para o norte (Moura, 1991).

Dentro da baía de Tamandaré, os ventos causam correntes circulares (Trab. Oceanog., 1970).

#### 2.1.4. Importância ambiental e econômica da área.

##### 2.1.4.1. Importância ambiental

Com exceção da barra de Catuama e do e do tabuleiro de Ponta de Pedra, a costa pernambucana apresenta-se baixa, chegando a atingir em vários pontos cotas inferiores ao nível do mar. Nesta região costeira se insere uma multiplicidade de ecossistemas produtivos sendo considerada a “Região Verde”, abrangendo seguimentos de planícies recobertas pelo coqueiral, estuários com extensos manguezais, recifes de corais, coroas, restingas, ilhas, entre outras. (PNMA, 1995).

A zona costeira de Pernambuco possui extensão total de 187 km, apresenta superfície de 4.410 km<sup>2</sup> e foi dividida em três setores: norte, metropolitano e sul. O município de Tamandaré localiza-se no setor sul (PNMA, 1995) apresentando os manguezais e ambientes recifais como os ecossistemas mais relevantes.

Os recifes dessa região e áreas adjacentes abrigam algumas espécies de corais que são endêmicas do Brasil, e mais uma infinidade de organismos que fazem desse ecossistema um dos mais ricos em biodiversidade da costa nordeste do Brasil. Este fato justifica a importância dessa área e a necessidade de protegê-la contra qualquer tipo de intervenção.

O litoral de Tamandaré e de outros nove municípios para o sul, nos estados de Pernambuco e Alagoas, faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Marinha Costa dos Corais, criada através de um Decreto Federal de 23 de outubro de 1997, e integrante do projeto Recifes Costeiros, o qual consiste em uma iniciativa de manejo integrado para os ambientes recifais do sul de Pernambuco e norte de Alagoas, cuja proposta é a preservação e uso sustentável dos ecossistemas marinhos e costeiros da região de Tamandaré (PE) e Paripueira (AL), a capacitação das comunidades costeiras e a

implantação de programas de educação ambiental marinha. A APA é delimitada a oeste pela linha de 33m, a leste pela quebra da plataforma, a norte pelo rio Formoso e a sul pelo município de Paripueira. O município também está inserido na APA de Guadalupe, criada pelo Decreto Estadual no. 19635 de 13 de março de 1997.

#### 2.1.4.2. Importância econômica

A Enseada de Tamandaré, como tantas outras com características semelhantes localizadas na região Nordeste, possui uma série de condições naturais como águas mornas, sol na maior parte do ano e ambientes recifais formando piscinas naturais acessíveis; que servem de atrativo para o turismo de uma forma geral, o que resulta em um grande fluxo de pessoas vindo dos mais diversos locais.

O município, cuja emancipação de Rio Formoso se deu pela Lei no. 11.257 de 28 de setembro de 1995, apresenta uma população fixa em torno de 17 mil habitantes (IBGE, 2000). Durante a alta estação (novembro a fevereiro) ocorre um significativo aumento no número de pessoas presentes no município (chegando a aproximadamente 60 mil, segundo dados da Secretaria Municipal de Turismo). Essas pessoas abrangem turistas, de Pernambuco, de outras regiões do Brasil, ou do exterior; veranistas que passam a temporada em hotéis, casas próprias ou alugadas e; diaristas que vêm passar apenas um dia, geralmente o domingo. O turismo gera recursos, através do aumento na demanda por serviços e da geração de empregos diretos e indiretos, sendo uma importante fonte de renda para o município.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos, o presente trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

- Análise quali-quantitativa do lixo total na baía de Tamandaré-PE (Estudo Piloto).
- Análise quali-quantitativa dos plásticos e outros derivados do petróleo na baía de Tamandaré e Várzea do Una, e associação às suas prováveis fontes, de acordo com a origem e o uso.
- Determinação da largura ideal do transecto amostral.
- Setorização das praias de Tamandaré e Várzea do Una através de caminhamento, e classificação em graus de contaminação por resíduos sólidos.
- Análise preliminar da relação entre custo e benefício da limpeza urbana nas praias do município.

Os resultados de cada etapa, com respectiva discussão estão inseridos no capítulo 4. O capítulo 5 traz todas as conclusões referentes a cada etapa desenvolvida neste estudo, e recomendações sugeridas.

### 3.1. Localização e caracterização dos transectos amostrais.

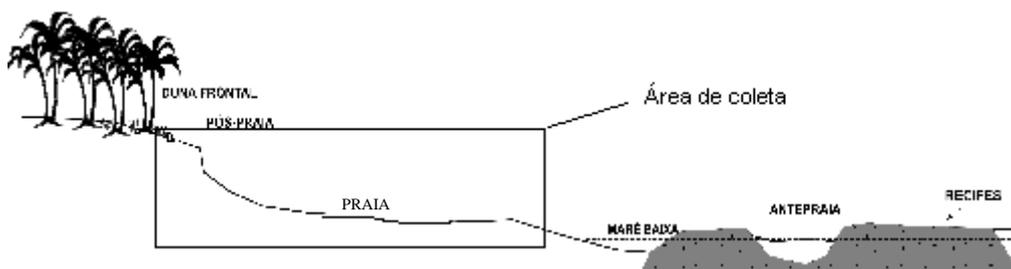


Figura 5: Corte transversal de um transecto de coleta.

A área amostral incluiu desde a vegetação (quando presente), até a área próxima à linha de maré baixa (Figura 5).

As coordenadas de localização dos transectos se referem à extremidade superior direita (olhando-se do mar em direção a terra) de cada um deles.

#### 3.1.1. Na área 1: Baía de Tamandaré (4 transectos)

##### **Transecto A**

Localização: 8°46'24,1" S

35°06'24,9" W

É a área de amostragem mais ao sul da baía e o mais próximo da desembocadura do rio Mamucabinhas, sendo o menos freqüentado por banhistas. Apresenta ausência de construções na pós-praia. O ambiente praiial nesse ponto apresenta 67m de extensão, da vegetação (19m) até a linha d'água na maré baixa.

##### **Transecto B**

Localização: 8°45'58,1" S

35°06'17,7" W

Área frontal ao limite sul da propriedade do Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste (CEPENE). É pouco freqüentada por banhistas. Apresenta pós-praia

bem conservada, com vegetação e ausência de construções. O ambiente praiial atinge 60m de extensão, da vegetação (12m), até a linha d'água na maré baixa.

### **Transecto C**

Localização: 8°45'36,6" S  
35°05'59,4" W

Fica ao lado do píer do CEPENE. É bastante freqüentado por banhistas, principalmente por excursionistas vindos de outras regiões. Possui a pós-praia bem conservada, com vegetação e ausência de construções. O ambiente praiial nesse ponto apresenta em torno de 60m de extensão, da vegetação (12m) até a linha d'água na maré baixa.

### **Transecto D**

Localização: 8°45'30,8" S  
35°05'47,3" W

É o transecto mais ao norte da baía. Em alguns aspectos apresenta características diversas das anteriormente citadas, ou seja, não possui a faixa de vegetação encontrada nas outras áreas e apresenta a pós-praia praticamente toda ocupada por residências de veranistas, sendo bastante freqüentado principalmente durante a alta estação. O ambiente praiial apresenta em torno de 49m de extensão (até a linha d'água, na maré baixa).

#### 3.1.2. Na área 2: Várzea do Una (1 transecto)

Localização: 8°50'01,9" S  
35°08'04,8" W

A área fica próxima à desembocadura do rio Una. O ambiente praiial nesse ponto apresenta mais de 70m de extensão (incluindo a vegetação até a linha d'água na maré baixa). Ocorre uma faixa contínua de vegetação nativa (restinga) bem conservada logo acima da pós-praia, sendo a área totalmente desprovida de construções, e não freqüentada por banhistas.



### 3.2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

#### 3.2.1. Análise quali-quantitativa do lixo total na baía de Tamandaré

Para esta etapa somente a baía de Tamandaré foi considerada. Os locais de amostragem foram determinados de acordo com as características de cada um (presença ou não de pós-praia, obras de contenção e vegetação, frequência de banhistas) e também porque já eram anteriormente monitorados para morfodinâmica em outros trabalhos realizados na área.

Em cada local escolhido para amostragem foi demarcado um transecto de 10m de largura, que se estendia desde a duna frontal (incluindo a vegetação, quando existente) e cujo limite inferior ficou próximo ao nível do mar na maré baixa. Sua área total ficando em torno de 500m<sup>2</sup>.

As coletas se deram na lua nova dos meses de fevereiro, março e abril de 2001. Todos os resíduos sólidos, incluindo fragmentos foram coletados manualmente, colocados em sacos de 100 litros e retirados do local para posterior triagem. O período de lua nova foi escolhido porque corresponde aos níveis mais baixos de maré, o que acarreta uma maior exposição do ambiente praiado e conseqüentemente dos resíduos.

Os itens foram classificados e agrupados em uma tabela segundo sua matéria-prima nas seguintes categorias: plástico, vidro, alumínio, estanho/aço, papel e madeira.

Foi então calculada a abundância de cada categoria (a fim de se determinar a mais expressiva), o percentual de cada uma, a variação quantitativa mensal em cada transecto e o acumulado nos três meses.

3.2.2. Análise quali-quantitativa dos plásticos e outros derivados do petróleo, com associação às suas prováveis fontes (de acordo com a origem e uso), e determinação da largura ideal do transecto amostral.

Nessa etapa foram utilizadas duas áreas: a baía de Tamandaré e a Várzea do Una. Como a análise preliminar do lixo total constatou a predominância dos plásticos (> 80%) em relação aos outros itens (capítulo 4, item 4.1), optou-se por considerar apenas os plásticos e outros derivados do petróleo, nas coletas a partir de julho de 2001.

Os transectos amostrais na baía continuaram os mesmos, porém a área de cada um passou para aproximadamente 2.500m<sup>2</sup> (a largura aumentou de 10 para 50m) a fim de se melhor representar a área em estudo. Na Várzea do Una apenas um transecto foi demarcado, devido à grande uniformidade observada em toda a área com relação aos parâmetros quantidade de resíduos, características da praia, ausência de edificações e presença de vegetação nativa.

As coletas continuaram a ocorrer na lua nova. Os meses amostrados foram: julho, setembro, novembro (2001); janeiro, março, abril, maio, junho, julho, setembro (2002) para a baía de Tamandaré, e setembro (2001); janeiro, março, maio, julho, setembro (2002) para a Várzea do Una.

Cada transecto teve sua largura total (50m) subdividida em oito intervalos, cujas larguras foram de 0-2,5m , 2,5-5m , 5-10m , 10-15m , 15-20m , 20-30m , 30-40m , e 40-50m a fim de se determinar qual a largura mínima de um transecto, necessária para caracterizar qualitativamente a área com relação à poluição por resíduos sólidos (Earll *et al*, 1997). Foi utilizada uma análise de variância não-paramétrica (teste de Friedman).

Os itens foram classificados e agrupados em uma tabela segundo sua fonte (origem/uso) nas seguintes categorias: artefatos de pesca, alimentação, perigosos, esgoto/higiene pessoal, limpeza doméstica, usuário da praia, de casa (geral) e outros. A relação dos itens mais comuns e que melhor representam cada categoria se encontra na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação dos itens que representam cada categoria de acordo com a fonte/uso.

CATEGORIAS	ITENS MAIS COMUNS
Pesca	Cabos de nylon; redes; bóias; <i>light-stick</i> ; isopor; recipientes de óleo.
Alimentação	Embalagens de biscoitos, salgadinhos, picolés e sacolés; garrafas do tipo PET; garrafas de água; tampas de bebidas diversas; potes e tampas de margarina e doces; canudos; copos e pratos descartáveis.
Perigosos	Seringas hipodérmicas; bolsas de soro fisiológico; frascos de medicamentos; embalagens de produtos químicos, biocidas e agrotóxicos; aplicadores ginecológicos.
Esgoto/higiene pessoal	Cotonetes; aplicadores de tampão; absorventes; preservativos; recipientes de shampoo, creme, desodorante e acetona; pentes.
Limpeza doméstica	Embalagens de água sanitária; detergentes de uso geral; ceras; tampas de produtos de limpeza.
Usuário da praia	Recipientes de óleo bronzeador, protetor solar, água oxigenada; sandálias e óculos de sol.
De casa (geral)	Utensílios de cozinha; brinquedos; lacres de botijão de gás; canetas; baldes; bacias; prendedores de roupa; partes de eletrodomésticos.
Outros	Itens cuja identificação não foi possível.

Na associação dos resíduos à fonte/uso, foram considerados os dados relativos ao número total de itens plásticos de cada categoria em todo o transecto (~2.500m<sup>2</sup>), sem considerar os intervalos. O número acumulativo de categorias para cada intervalo dentro dos 50m de largura foi discutido na parte que determina a largura ideal do transecto amostral (capítulo 4, item 4.3).

Devido à inexistência de ações de recolhimento do lixo na região da Várzea do Una, esperava-se determinar a taxa mensal de recolonização do transecto pelos resíduos ao longo do estudo. Para tal, os plásticos foram totalmente retirados da área de estudo nos

meses de setembro (2001) e março, maio e julho de 2002, sendo deixado no local apenas no mês de janeiro de 2002. Pretendia-se dessa forma observar se havia um padrão no acréscimo dos resíduos e diferenças entre o período seco e o chuvoso.

### 3.2.3. Setorização das praias de Tamandaré e Várzea do Una, através de caminhamento, em graus de contaminação.

Através de caminhamento, a áreas correspondentes ao ambiente praias no litoral de Tamandaré (baía de Tamandaré, baía de Campas e praia dos Carneiros) e Várzea do Una foram segmentadas em trechos, e posteriormente classificadas em graus de contaminação por resíduos sólidos de acordo com os parâmetros listados na Tabela 4. Esse procedimento foi repetido semestralmente (fevereiro e julho de 2001; janeiro e julho de 2002) e suas variações correlacionadas com parâmetros geográficos, oceanográficos e populacionais predominantes na ocasião.

Tabela 4: Critérios quali-quantitativos para determinação dos graus de contaminação por resíduos sólidos.

Graus utilizados	Características	No. de itens / metro
A	Ausente; não há evidência.	0
B	Traços; predominantemente ausente, com presença de alguns itens espalhados.	> 0 – 4
C	Inaceitável; amplamente distribuído com algumas acumulações.	> 4 – 10
D	Objetável; pesadamente contaminado com várias acumulações.	> 10

Fonte: Baseado no trabalho de Earll et al, 1997.

Adotou-se o horário das marés mais baixas para realizar o caminhamento porque há locais da faixa litorânea de Tamandaré onde, nas marés altas, o mar alcança as casas, chocando-se nas obras de proteção, dificultando a passagem.

As coordenadas dos pontos iniciais de cada trecho (no sentido norte → sul) foram determinadas utilizando-se o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System*) GPS – 45 Garmin, e se encontram na Tabela 27.

#### 3.2.4. Análise da relação entre o custo e benefício da limpeza urbana nas praias do município.

Foram utilizados os dados referentes exclusivamente aos plásticos e outros derivados do petróleo coletados na baía de Tamandaré nos quatro transectos anteriormente citados, nos meses de fevereiro, março, abril e julho de 2001 (antes da implantação do serviço de limpeza urbana nas praias contratado pela Prefeitura Municipal de Tamandaré), e janeiro, março, abril e maio de 2002 (depois da implantação do serviço de limpeza nas praias). Cada período (antes e depois da limpeza) englobou dois meses correspondentes à estação seca e dois meses correspondentes à estação chuvosa.

Para efeito de comparação quantitativa com os outros meses, a área de cada transecto, nos três primeiros meses do período anterior à limpeza, foi extrapolada para 2.500m<sup>2</sup> aproximadamente (a largura do transecto passou para 50m).

Foi realizado um teste de “t” para se determinar se as duas situações eram significativamente diferentes (Haynes, 1982).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DO LIXO TOTAL NA BAÍA DE TAMANDARÉ - (Estudo Piloto).

Os resultados na Tabela 5 foram obtidos em três meses de amostragem (fevereiro, março e abril de 2001) e correspondem a um estudo preliminar (estudo piloto) que teve como objetivo determinar quali-quantitativamente todos os tipos de resíduos sólidos distribuídos em quatro transectos amostrais na baía de Tamandaré, a fim de se determinar se havia uma categoria mais expressiva como é comum na literatura internacional (Debrot *et al*, 1999; Gabrielides *et al*, 1991; Ross *et al*, 1991; Williams & Simmons, 1997a) e assim direcionar os esforços na sua caracterização. As categorias (plástico, vidro, alumínio, estanho/aço, papel e madeira) foram baseadas no trabalho de Gregory (1991).

Durante esses três meses, ainda não havia sido implantado o sistema de limpeza pública periódica da areia nas principais praias do município, fato que só veio a ocorrer a partir de agosto do mesmo ano. Portanto, os resíduos presentes na baía, independentemente de sua origem (usuários, fluvial ou marítima) apresentavam flutuações de acumulação, facilmente observáveis, já que não eram recolhidos sistematicamente.

Tabela 5: Quantidade mensal de itens de resíduos sólidos em 2.000m<sup>2</sup> de praia distribuídos em 4 transectos (A, B, C e D) perpendiculares à praia, nos meses de fevereiro, março e abril de 2001.

	Fevereiro					Total	Março					Total	Abril					Total
	A	B	C	D	A		B	C	D	A	B		C	D				
<b>PLÁSTICOS</b>																		
1. Garrafas	7	23	15	7	<b>52</b>	5	6	20	2	<b>33</b>	4	8	9		<b>21</b>			
2. Frascos	9	18	20	5	<b>52</b>	3	8	16	2	<b>29</b>	8	14	6	1	<b>29</b>			
3. Tampas	14	57	20	13	<b>104</b>	11	13	14	13	<b>51</b>	18	30	7	4	<b>59</b>			
4. Baldes	1				<b>1</b>	1	2			<b>3</b>	3	1			<b>4</b>			
5. Pratos	1	5	3		<b>9</b>	1	2	4		<b>7</b>	2	3	1		<b>6</b>			
6. Copos	20		46	7	<b>73</b>	4	1	44	1	<b>50</b>	5	23	3		<b>31</b>			
7. Canudos		15	8	7	<b>30</b>	3	7	7	16	<b>33</b>	2	6	8	12	<b>28</b>			
8. Potes (margarina)						2			5	<b>7</b>	2		1	1	<b>4</b>			
9. Tampas (margarina)				2	<b>2</b>	3	2	2		<b>7</b>	1				<b>1</b>			
10. Celofane	24	43	51	30	<b>148</b>	17	19	30	20	<b>86</b>	12	24	19	11	<b>66</b>			
11. Sacos	18	10	27	14	<b>69</b>	5	3	15	4	<b>27</b>	1	5	6	10	<b>22</b>			
12. Folha plástica	3	18	7		<b>28</b>	2	9	17	1	<b>29</b>	11	7	6		<b>24</b>			
13. Anel garrafa									4	<b>4</b>								
14. Brinquedos/pentes		5	2	2	<b>9</b>	1	3			<b>4</b>		4			<b>4</b>			
15. Linhas de pesca			1		<b>1</b>								2		<b>2</b>			
16. Fitas		3	1	1	<b>5</b>	4	4			<b>8</b>	3	2			<b>5</b>			
17. Cabos (nylon)	4	10	6		<b>20</b>	1	14	2	1	<b>18</b>	5	3			<b>8</b>			
18. Redes			1	1	<b>2</b>			1		<b>1</b>								
19. Light stick	1	1	2		<b>4</b>							2			<b>2</b>			
20. Borracha		1	1		<b>2</b>	2		2	2	<b>6</b>		1		1	<b>2</b>			
21. Sandálias		7	1	1	<b>9</b>		1			<b>1</b>								
22. Espuma		3			<b>3</b>	1			1	<b>2</b>	1	5			<b>6</b>			
23. Isopor	20	16	34	18	<b>88</b>	7	15	5	18	<b>45</b>	6	4	6	18	<b>34</b>			
24. Fragmentos	9	11	1	1	<b>22</b>	1	5	8	10	<b>24</b>	9	2	3		<b>14</b>			
25. Outros	3	3	3	3	<b>12</b>		1	1	1	<b>3</b>	3	3	1		<b>7</b>			
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>249</b>	<b>250</b>	<b>112</b>	<b>745</b>	<b>71</b>	<b>116</b>	<b>190</b>	<b>101</b>	<b>478</b>	<b>85</b>	<b>150</b>	<b>80</b>	<b>64</b>	<b>379</b>			
<b>VIDRO</b>																		
Garrafas		4	5		<b>9</b>		4	2		<b>6</b>		1	1		<b>2</b>			
Lâmpadas		1			<b>1</b>													
Fragmentos		15	9		<b>24</b>		1	3		<b>4</b>		4			<b>4</b>			
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>			
<b>ALUMÍNIO</b>																		
Latas																		
Quentinhas		2	1	2	<b>5</b>		3			<b>3</b>		1		1	<b>2</b>			
Outros			2		<b>2</b>	1	1			<b>2</b>				1	<b>1</b>			
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			
<b>ESTANHO / AÇO</b>																		
Latas			2		<b>2</b>	1	1	2		<b>4</b>				1	<b>1</b>			
Tambores																		
Fios																		
Tampas				1	<b>1</b>						1			2	<b>3</b>			
Outros			1		<b>1</b>						1				<b>1</b>			
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>			
<b>PAPEL</b>																		
Papelão		1	3	9	<b>13</b>		2	1		<b>3</b>	1	1	4	2	<b>8</b>			
Outros											3				<b>3</b>			
Longa vida		1			<b>1</b>	1	1	3		<b>5</b>								
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>11</b>			
<b>MADEIRA</b>																		
Pedaços		9			<b>9</b>		3	1	4	<b>8</b>	1			5	<b>6</b>			
Palitos de picolé	3	5	7	8	<b>23</b>	2	6		9	<b>17</b>			4	12	<b>16</b>			
Outros																		
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>22</b>			

A análise da composição dos resíduos sólidos em relação ao número total de itens (Tabela 6 e Figura 6) demonstra a predominância da categoria plástico para todos os transectos nos três meses amostrados.

Tabela 6: Percentual mensal dos plásticos em relação aos outros itens do lixo.

Categorias	Fevereiro	Março	Abril
Plásticos	89,1	91,4	88,9
Outros itens	10,9	8,6	11,1

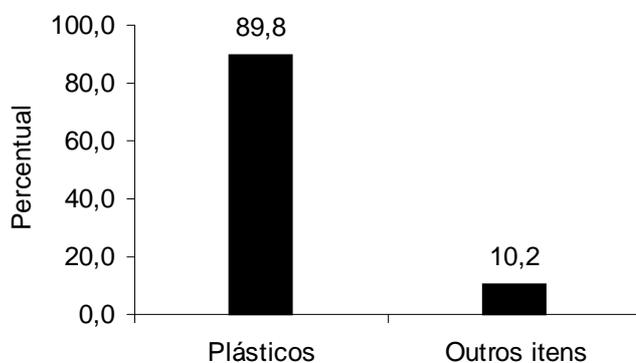


Figura 6: Percentual médio dos plásticos em relação ao total de itens para os três meses amostrados.

Os dados refletem uma tendência mundial, como mostra a Tabela 7, que compara o percentual dos plásticos em relação aos outros itens dos resíduos sólidos, em várias regiões do mundo.

Tabela 7: Percentual dos plásticos em relação aos outros itens do lixo, em Tamandaré e outras regiões do mundo.

<b>Local</b>	<b>Ano da pesquisa</b>	<b>Percentual</b>	<b>Referência</b>
Tamandaré-PE	Presente estudo	> 80%	
Tamandaré-PE	1999 / 2000	> 80%	Araújo & Costa (2000)
Cassino-RS	1996 / 1997	52%	Pianowski (1997)
Curaçao	1992 / 1993	64,2%	Debrot et al (1999)
Taim-RS	1996 / 1997	81%	Pianowski (1997)
Mar do Norte	1991	79%	Dixon & Dixon (1983)
Costa do Mediterrâneo	1988 / 1989	49 – 71%	Gabrielides et al (1991)
Panamá	1990 / 1991	82%	Garrity & Levings (1993)
Porto de Halifax	1989	53,8%	Ross et al (1991)
New Jersey - USA	1994 / 1995	42,5%	Thornton & Jackson (1998)
Rio Taff (Gales do Sul-UK)	1994 / 1995	82%	William & Simmons (1996)
Austrália	1996 / 1997	45%	Whiting (1998)
Ilha de St. Lucia (Caribe)	1991 / 1992	82%	Corbin & Singh (1993)

Mesmo considerando-se que cada uma dessas regiões possui características oceanográficas próprias e níveis de urbanização/industrialização diferentes, os valores indicam um mesmo padrão quantitativo, que coloca esse tipo de resíduo como o mais abundante.

O fato da categoria dos plásticos ser indicada sempre como o grupo mais expressivo se justifica por sua crescente utilização nos últimos 50 anos, fato comprovado pela enorme variedade de produtos cujas embalagens e respectivas tampas são de material plástico (Figura 7).

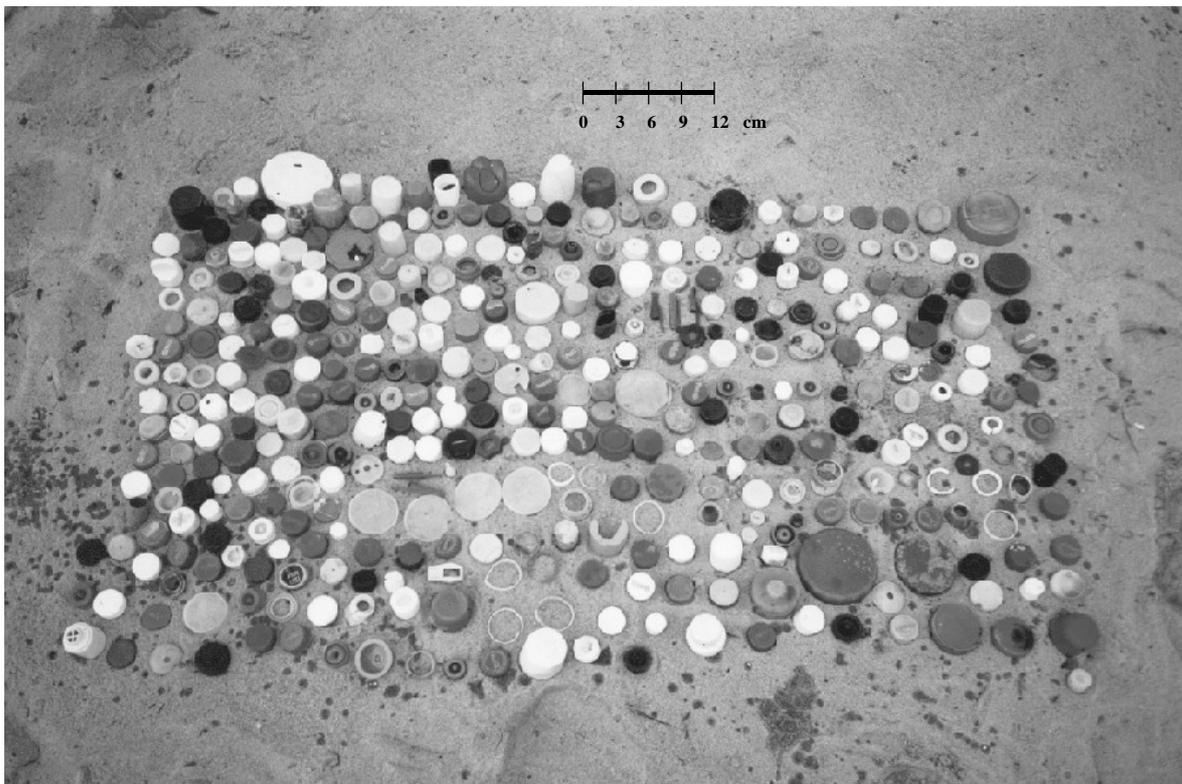


Figura 7: Tampinhas dos mais variados produtos, recolhidas nos transectos da baía de Tamandaré. Julho de 2001. Foto: Christina Araújo.

Por causa de sua grande fluabilidade, lenta degradação, fácil dispersão e aumento da produção através do tempo, os efeitos no ambiente são cumulativos e os problemas relacionados ao lixo plástico estão se tornando crônicos e globais, em vez de agudos e regionais (Gregory, 1991).

No presente estudo, em ordem decrescente de ocorrência (considerando-se os três meses e a soma dos itens nos quatro transectos), ficaram as categorias plástico, madeira, vidro, papel, alumínio e estanho/aço (Tabela 8). O segundo lugar obtido pela categoria madeira em termos de número de itens se deve ao fato da grande quantidade de palitos de picolé descartados na areia pelos usuários da praia.

Tabela 8: Variação quantitativa mensal dos resíduos sólidos nos quatro transectos.

<b>Categorias</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>
Plástico	745	478	379
Madeira	32	25	22
Vidro	34	10	06
Papel	14	08	11
Alumínio	07	05	03
Estanho / aço	04	04	05
<b>Total</b>	<b>836</b>	<b>530</b>	<b>426</b>

Com exceção dos plásticos (1602 itens), a soma de todos os itens das demais categorias (190) correspondeu a um percentual de apenas 11,8%, o que faz com que tenham importância secundária na geração dos problemas relacionados à presença de resíduos sólidos nos ambientes costeiro e marinho. Dessas categorias secundárias, apenas vidro e metais se constituem em uma maior preocupação, devido à baixa degradabilidade que possuem, quando comparados a papel e madeira.

Um fato importante de ser destacado é com relação à ausência de latinhas de alumínio durante as amostragens. Embora o consumo de cerveja e refrigerantes nesse tipo de recipiente seja bastante difundido na praia, sua ausência como componente do lixo provavelmente se deve ao fato de que elas são eficientemente recolhidas por catadores, e encaminhadas para reciclagem, já que o Brasil possui um mercado promissor para esse tipo de atividade, o que justifica sua colocação como o país que mais recicla alumínio no mundo.

Com relação aos plásticos, das 25 frações identificadas (Tabela 5), nove se destacam (celofane, tampas, isopor, canudos, sacos, frascos, garrafas, copos e folhas plásticas), ou seja, quase 1/3 delas abrangem mais que 80% do número de itens (Tabela 9). Dessas, apenas uma é relacionada à pesca (isopor), quatro são relacionadas exclusivamente à alimentação e as outras não têm o uso explícito.

Tabela 9: Percentual das 9 frações plásticas mais numerosas em relação ao plástico total

	Fevereiro	Março	Abril
Plástico total (25 frações)	745	478	379
Soma das 9 frações mais numerosas	644	383	314
Percentual	86,4	80,1	82,8

Das cinco frações dos plásticos cujos resíduos se originam de atividades da pesca, o isopor se destaca pela quantidade e se coloca como o 3º item plástico mais numeroso quando se considera o total final (soma dos três meses). Este tipo de resíduo, sem nenhuma utilidade para fins de reciclagem, é encontrado com frequência em toda a baía na forma de pedaços dos mais diversos tamanhos e tem sua origem nas jangadas que o utilizam como preenchimento do fundo (Figura 8), e nas bóias utilizadas para flutuação das redes de pesca. Por ser compacto e de baixa densidade, seu transporte se dá facilmente tanto pelo vento como pela água. Vários outros locais costeiros no mundo também apresentam consideráveis quantidades de isopor como parte integrante do lixo, como por exemplo, a costa do Panamá, onde esse tipo de resíduo representou 31% dos itens derivados do petróleo identificados (Garrity & Levings, 1993).



Figura 8: Isopor sendo usado como revestimento de fundo de jangada. Setembro de 2002.

Foto: Christina Araújo.

A pesca não contribui portanto, de forma significativa na contaminação da orla, quando se considera o aspecto qualitativo, embora o isopor se destaque pela quantidade de itens.

Embora em quantidade bastante inferior, em relação ao isopor, ocorreu também a presença de bastões de luz (*light stick*) de material plástico, em cujo interior a combinação de certas substâncias químicas produz luz. Esses bastões são utilizados em redes e espinhéis de pesca comercial para atrair peixes, mas acidentalmente se destacam e ficam a deriva chegando facilmente à praia (Figura 9). Raros a até pouco tempo, são agora encontrados com freqüência nas praias do nosso litoral e de outros estados.

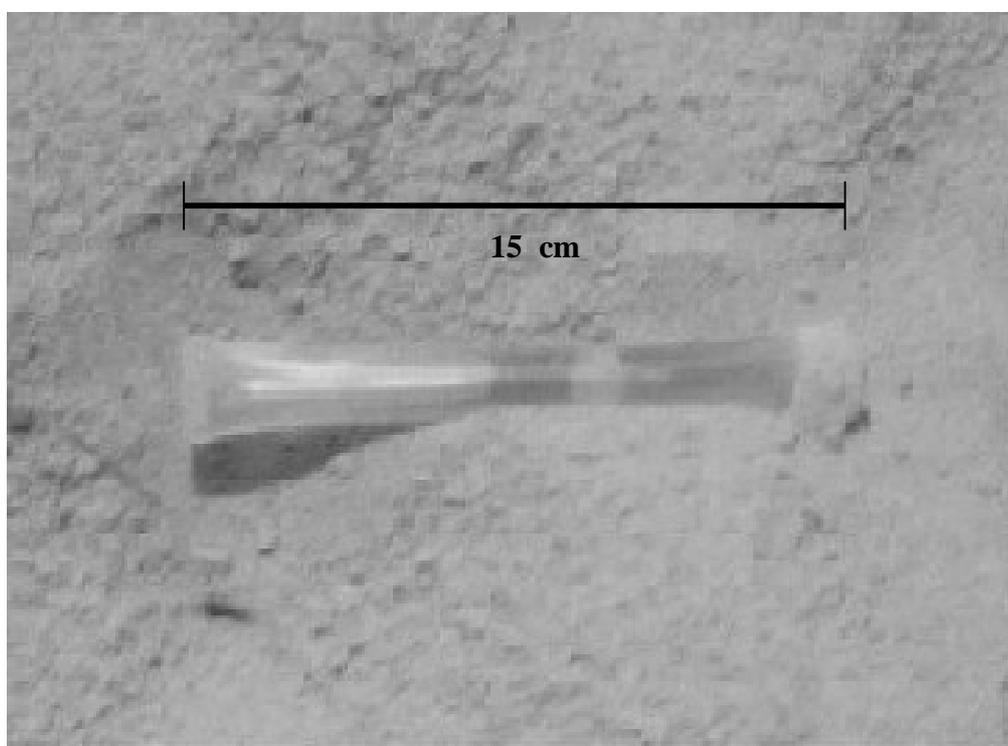


Figura 9: Bastão de luz (*light stick*) utilizado em redes de pesca comercial. Foto: Stella Teles

Ainda com relação aos plásticos, pode-se observar que embora ocorra um decréscimo no total de itens a partir do mês de fevereiro (Tabela 9), o mesmo não é observado quando os perfis de coleta (transectos A, B, C e D) são avaliados separadamente, podendo-se constatar que para dois transectos (A e B) isto não ocorreu (Tabela 10). Para saber se os meses são significativamente diferentes com relação ao número de itens foi realizado um teste F com os dados (Tabela 10). O valor obtido foi de

2,8 para 11 graus de liberdade; sendo portanto, menor do que o valor tabelado. Assim a hipótese nula deve ser aceita. Para 95% de confiança eles são semelhantes.

Tabela 10: Variação quantitativa dos plásticos mensalmente em cada transecto.

<b>Transecto</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>
A	134	71	85
B	249	116	150
C	250	190	80
D	112	101	64
Média	186,2	119,5	94,7
Desvio padrão	73,5	50,5	37,9

Embora em algumas pesquisas realizadas por outros autores, o peso dos resíduos tenha sido determinado (Thornton & Jackson, 1998; Corbin & Singh, 1993), neste trabalho preferiu-se não considerar essa abordagem pelo fato de que quando as categorias são pesadas isoladamente produzem uma informação de pouco valor, já que o peso não está relacionado com a quantidade de itens de cada categoria, parâmetro este, de maior importância na caracterização da poluição por resíduos sólidos. Certos materiais como, o vidro e alguns metais, apresentam peso superior ao dos plásticos; por exemplo, uma garrafa de vidro de 1 litro (whisky) pesa o equivalente a 11 garrafas de refrigerante de 2 litros (do tipo PET).

Outra questão importante é com relação aos fragmentos. Normalmente, pedaços de plástico com tamanhos muito pequenos não são incluídos nas amostragens, mas esta porção é responsável pelo aumento na quantidade total na praia, principalmente devido à fragmentação dos plásticos ao longo do tempo.

As evidências sugerem que garrafas feitas principalmente de termoplásticos como polietileno de grande densidade são fotodegradáveis fora da água (Dixon & Dixon, 1981). A fotodegradação é o principal processo na degradação dos plásticos, a radiação ultravioleta reduz o peso molecular dos polímeros, causando a desintegração, porém a biodegradação é quase impossível devido ao elevado peso molecular e rigidez de suas estruturas o que impossibilita a ação dos microorganismos (Williams & Simmons, 1996). Dessa forma é provável que uma grande quantidade de fragmentos ocorra misturada à areia, muitas vezes completamente enterrados, dificultando inclusive sua quantificação, o que pode justificar a baixa quantidade encontrada para os fragmentos plásticos em relação aos itens inteiros (Tabela 5).

A partir desse estudo piloto, cujos dados foram importante subsídio na caracterização da baía de Tamandaré com relação aos resíduos sólidos, foi possível, nas etapas seguintes, um estudo direcionado exclusivamente aos plásticos e outros derivados do petróleo, dando ênfase a sua relação com a fonte/uso.

#### 4.2. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS PLÁSTICOS E OUTROS DERIVADOS DO PETRÓLEO, E ASSOCIAÇÃO ÀS SUAS PROVÁVEIS FONTES DE ACORDO COM A ORIGEM E O USO.

Segundo Earll *et al.* (1997), ligar o lixo a sua fonte é o ponto chave para a minimização efetiva desse problema em áreas costeiras e no mar. No entanto, a não ser que os itens amostrados sejam adequadamente identificados, não se pode ligá-los a sua fonte, ou mesmo passar a entender detalhadamente os processos que regem sua distribuição e acumulação.

Embora o descarte do lixo no oceano e pelos usuários das praias tenha sido pesquisado com relação à identificação do problema e quantificação dos resíduos, poucos trabalhos têm focado as fontes, sobretudo aquelas baseadas em terra provenientes de esgotos ou dos rios. Não se podem analisar os oceanos isoladamente da terra. A saúde dos oceanos deteriorou-se principalmente em virtude da poluição causada por atividades de origem terrestre, a qual é transportada para o mar. Estima-se que 77% da poluição marinha tenha origem em terra, o que indica que é cada vez mais necessário pensar em termos de sistemas, associando os oceanos ou pelo menos as regiões costeiras e as bacias hidrográficas (CMIO, 1999).

A praia é um ambiente suscetível à acumulação de resíduos que chegam de inúmeras fontes. O lixo não obedece à fronteiras geopolíticas, espalha-se rápida e indiscriminadamente, dependendo apenas da conjunção de condições oceanográficas favoráveis, e atinge até locais pouco prováveis como praias desertas, ilhas oceânicas e recifes costeiros. As fontes podem ser diversas, mas o destino final é geralmente o ambiente marinho.

A circulação nos ambientes costeiros é complexa e resulta principalmente da ação dos ventos, das marés, das descargas fluviais do continente e da interação entre esses fatores e o relevo e morfologia do ambiente. A circulação condiciona não só o transporte e o padrão de distribuição de sedimentos como também de organismos, poluentes e outros materiais (Rollnic, 2002).

Existe um crescente entendimento da relação entre as fontes originais do lixo aquático, e a mistura complexa resultante no ambiente aquático. Por muitos anos as ações de manejo do lixo se limitaram a um caráter imediatista ou curativo, como a limpeza física das praias, sem abordar a questão do ponto de vista preventivo. Entretanto, os custos e o caráter temporário da limpeza têm feito com que se procure caminhos mais efetivos de

prevenção do acúmulo lixo. Dependendo do local a praia pode tornar-se novamente poluída muito rapidamente, pois a fonte dos resíduos não foi neutralizada.

Portanto, a fonte é talvez a questão mais importante relacionada ao problema do lixo em ambientes costeiros, porque tem uma relação direta na estratégia que deve ser empregada no seu controle e solução.

A proveniência dos resíduos depende da localização da praia estudada, da sua conformação geomorfológica e variáveis oceanográficas, e da sua utilização. Na costa leste Européia, por exemplo, que possui um período de veraneio curto, mas um tráfego de navios intenso ao largo, a origem dos resíduos é predominantemente marinha. Já para as praias de Israel, onde o tráfego de navios é menor e a temporada de verão é longa, os resíduos têm origem na sua maior parte, nos usuários da praia Golik & Gartner *apud* Pianowski, 1997). A Espanha, além de apresentar o mesmo tipo de fonte identificada para Israel, soma a incidência por deriva de restos urbanos de cidades próximas (IOC/FAO/UNEP *apud* Pianowski, 1997).

O Brasil não é diferente. Segundo Wetzel (1995), em um estudo realizado na praia do Cassino (RS), a origem dos resíduos variou sazonalmente. Durante os meses de verão os materiais plásticos aumentaram devido ao aporte turístico, já nos meses de inverno e primavera o acréscimo se deu provavelmente por aporte marinho ou por retrabalhamento de material anteriormente depositado.

Os resultados obtidos no presente estudo correspondem à quantidade total de itens de cada categoria relacionada à fonte/uso, considerando-se a área total de cada transecto, tanto para a baía de Tamandaré como para a Várzea do Una. Os dados bimestrais foram agrupados em duas estações (chuvosa e seca) estando representados nas Tabelas 11 a 15.

Apenas o mês de julho de 2001 corresponde ao período anterior à implantação do serviço de limpeza nas praias, apresentando, portanto, um volume de resíduos muito superior aos demais meses para a baía de Tamandaré.

Tabela 11: Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto A.

Categorias	Estação chuvosa					Total	Estação seca					Total
	jul/01	abr/02	mai/02	jun/02	jul/02		set/01	nov/01	jan/02	mar/02	set/02	
Artefatos de pesca	52	9	10	3	8	<b>82</b>	13	10	13	14	8	<b>58</b>
Alimentação	139	41	30	16	17	<b>243</b>	22	170	46	35	38	<b>311</b>
Perigosos	5	0	1	0	0	<b>6</b>	0	0	1	2	1	<b>4</b>
Esgoto/higiene pessoal	39	5	3	4	7	<b>58</b>	3	10	10	1	7	<b>31</b>
Limpeza doméstica	25	8	7	9	3	<b>52</b>	6	8	8	0	4	<b>26</b>
Usuário da praia	4	3	1	5	5	<b>18</b>	2	6	4	1	6	<b>19</b>
De casa (geral)	28	5	10	3	3	<b>49</b>	9	4	4	2	3	<b>22</b>
Outros	3	2	0	1	2	<b>8</b>	3	2	3	0	1	<b>9</b>
<b>Total</b>	<b>295</b>	<b>73</b>	<b>62</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	<b>516</b>	<b>58</b>	<b>210</b>	<b>89</b>	<b>55</b>	<b>68</b>	<b>480</b>

Tabela 12: Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto B.

Categorias	Estação chuvosa					Total	Estação seca					Total
	jul/01	abr/02	mai/02	jun/02	jul/02		set/01	nov/01	jan/02	mar/02	set/02	
Artefatos de pesca	81	18	15	5	5	<b>124</b>	17	2	17	31	14	<b>81</b>
Alimentação	143	53	46	17	27	<b>286</b>	62	32	104	99	41	<b>338</b>
Perigosos	8	0	1	0	1	<b>10</b>	2	2	4	1	0	<b>9</b>
Esgoto/higiene pessoal	47	12	11	7	8	<b>85</b>	7	0	11	4	9	<b>31</b>
Limpeza doméstica	43	8	11	8	4	<b>74</b>	13	5	8	1	8	<b>35</b>
Usuário da praia	38	3	5	2	3	<b>51</b>	3	3	6	5	6	<b>23</b>
De casa (geral)	59	13	13	3	2	<b>90</b>	18	0	9	13	4	<b>44</b>
Outros	8	6	5	5	5	<b>29</b>	5	0	0	0	5	<b>10</b>
<b>Total</b>	<b>427</b>	<b>113</b>	<b>107</b>	<b>47</b>	<b>55</b>	<b>749</b>	<b>127</b>	<b>44</b>	<b>159</b>	<b>154</b>	<b>87</b>	<b>571</b>

Tabela 13: Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto C.

Categorias	Estação chuvosa					Total	Estação seca					Total
	jul/01	abr/02	mai/02	jun/02	jul/02		set/01	nov/01	jan/02	mar/02	set/02	
Artefatos de pesca	44	28	19	13	11	<b>115</b>	38	31	23	17	12	<b>121</b>
Alimentação	138	52	67	30	48	<b>335</b>	92	141	99	116	64	<b>512</b>
Perigosos	4	2	2	1	0	<b>9</b>	2	0	1	0	1	<b>4</b>
Esgoto/higiene pessoal	32	10	9	32	6	<b>89</b>	22	9	13	6	6	<b>56</b>
Limpeza doméstica	68	12	15	31	2	<b>128</b>	21	10	20	6	7	<b>64</b>
Usuário da praia	13	6	7	18	1	<b>45</b>	9	10	6	5	6	<b>36</b>
De casa (geral)	43	9	9	3	3	<b>67</b>	38	17	2	1	5	<b>63</b>
Outros	8	8	2	1	1	<b>20</b>	21	0	0	0	2	<b>23</b>
<b>Total</b>	<b>350</b>	<b>127</b>	<b>130</b>	<b>129</b>	<b>72</b>	<b>808</b>	<b>243</b>	<b>218</b>	<b>164</b>	<b>151</b>	<b>103</b>	<b>879</b>

Tabela 14: Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto D.

Categorias	Estação chuvosa					Estação seca						
	jul/01	abr/02	mai/02	jun/02	jul/02	Total	set/01	nov/01	jan/02	mar/02	set/02	Total
Artefatos de pesca	20	17	9	6	8	<b>60</b>	5	11	3	6	3	<b>28</b>
Alimentação	99	44	31	16	14	<b>204</b>	23	83	32	71	13	<b>222</b>
Perigosos	1	0	1	3	0	<b>5</b>	0	1	0	0	0	<b>1</b>
Esgoto/higiene pessoal	18	5	2	21	7	<b>53</b>	1	6	2	6	1	<b>16</b>
Limpeza doméstica	27	11	1	17	9	<b>65</b>	2	8	1	3	0	<b>14</b>
Usuário da praia	23	3	1	9	2	<b>38</b>	6	5	11	0	6	<b>28</b>
De casa (geral)	13	3	2	9	4	<b>31</b>	1	10	0	0	4	<b>15</b>
Outros	6	4	3	2	3	<b>18</b>	3	2	1	0	4	<b>10</b>
<b>Total</b>	<b>207</b>	<b>87</b>	<b>50</b>	<b>83</b>	<b>47</b>	<b>474</b>	<b>41</b>	<b>126</b>	<b>50</b>	<b>86</b>	<b>31</b>	<b>334</b>

Tabela 15: Quantidade mensal de itens por categoria para o transecto em Várzea do Una.

Categorias	Estação chuvosa			Estação seca				
	mai/02	jun/02	Total	set/01	jan/02	mar/02	set/02	Total
Artefatos de pesca	38	46	<b>84</b>	65	39	76	39	<b>219</b>
Alimentação	319	503	<b>822</b>	385	273	550	306	<b>1514</b>
Perigosos	18	5	<b>23</b>	41	7	35	4	<b>87</b>
Esgoto/higiene pessoal	125	159	<b>284</b>	119	85	217	132	<b>553</b>
Limpeza doméstica	126	180	<b>306</b>	106	87	233	90	<b>516</b>
Usuário da praia	87	57	<b>144</b>	42	24	94	17	<b>177</b>
De casa (geral)	68	36	<b>104</b>	114	58	99	12	<b>283</b>
Outros	18	3	<b>21</b>	11	3	0	3	<b>17</b>
<b>Total</b>	<b>799</b>	<b>989</b>	<b>1788</b>	<b>883</b>	<b>576</b>	<b>1304</b>	<b>603</b>	<b>3366</b>

Como a partir do início da coleta pública periódica não havia mais acúmulo de lixo de um mês para outro na área da baía, pôde-se comparar quantitativamente o total de resíduos recolhidos em quatro meses da estação chuvosa (abril, maio, junho e julho de 2002) com também quatro meses da estação seca (setembro e novembro de 2001, janeiro e março de 2002) e observar que houve um aumento na quantidade de resíduos, com a chegada do verão (Figura 10), o qual condiciona o período de alta estação turística na região. A categoria alimentação é o principal termômetro dessa sazonalidade, apresentando, com raras exceções, níveis bem mais elevados nos meses da estação seca (verão no litoral NE).

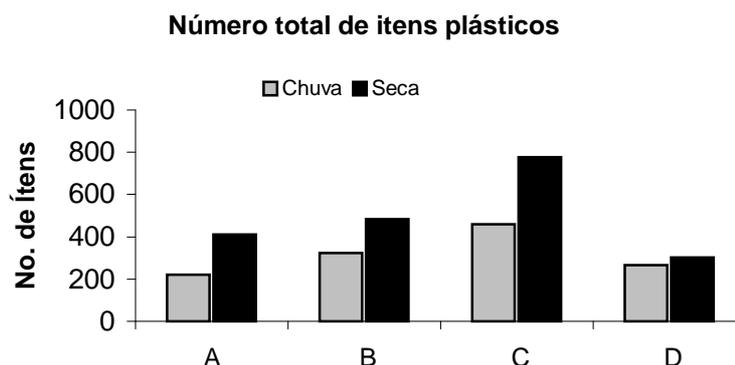


Figura 10: Comparação do número total de itens plásticos amostrados nos períodos chuvoso e seco para cada transecto de 2.500m<sup>2</sup>.

Considerando o total de itens dos quatro transectos na baía de Tamandaré, o valor correspondente à estação chuvosa foi equivalente a 64% do encontrado na estação seca. Esse padrão é reflexo do uso da praia, que na época da alta estação recebe um intenso afluxo de visitantes provenientes de cidades próximas, outros estados e países.

Segundo Gabrielides *et al* (1991), a quantidade do lixo na praia é inversamente relacionada com a distância geográfica dos centros populacionais e diretamente relacionada ao número de freqüentadores que visitam a área. No entanto há controvérsias. Segundo Benton (1995), em um estudo realizado em praias remotas do Pacífico Sul, a quantidade de resíduos encontrada foi semelhante aos valores relatados para praias próximas a centros urbanizados, indicando que o lixo pode deslocar-se por longas distâncias antes de ser depositado no litoral.

O transecto C, pelo fato de se localizar em uma área preferencialmente freqüentada por excursionistas que, principalmente durante os finais de semana, chegam em ônibus fretados dos mais diversos locais, apresenta os maiores índices com relação ao número total de resíduos.

É correto afirmar que os freqüentadores da praia contribuem diretamente em alguns casos de forma alarmante, na contaminação da orla, quando deixam os resíduos decorrentes de sua estadia na areia da praia. Dados de algumas pesquisas demonstram que praias recreacionais têm 50% mais lixo que praias isoladas (Corbin & Singh, 1993).

A contribuição dos freqüentadores na contaminação da orla, principalmente por plásticos, foi comprovada por Pianowski (1997) nas praias do Cassino e Praia Grande

(ambas do Rio Grande Sul), onde o turismo é intenso e acarreta uma elevada produção de resíduos durante o verão.

Já o transecto D, além de não apresentar vegetação, possui parte da pós-praia ocupada por construções (casas de veraneio) o que o torna diferente dos anteriores. As áreas frontais das residências são constantemente limpas pelos caseiros, o que justifica os menores valores totais encontrados.

Para o único transecto localizado na praia de Várzea do Una, a análise quantitativa evidenciou significativas diferenças com relação à baía de Tamandaré. O total mensal de itens foi muito superior aos valores encontrados para cada transecto na baía, mesmo quando não havia limpeza na orla (julho/2001).

A praia de Várzea do Una, é pouquíssimo freqüentada inclusive pelos moradores locais (que se concentram nas áreas de mangue) e corresponde a área de desembocadura do rio Una. Como a interferência antrópica direta nessa região é mínima, o elevado índice de poluição por plásticos resulta provavelmente do aporte fluvial (Figura 11).



Figura 11: Contaminação por plásticos na praia de Várzea do Una. Setembro 2001. Foto: Christina Araújo.

De acordo com a Tabela 16, observa-se que ao contrário do que ocorre em Tamandaré, há um aumento mensal no número de itens que reaparecem a cada

amostragem, até atingir o máximo em julho. Isto se deve provavelmente ao aumento na vazão do rio, que ocorre no período chuvoso.

A contribuição do rio, pode ser evidenciada a partir dos dados demonstrados na Figura 12, que compara dois meses do período chuvoso (mai/jul/02), com dois meses do período seco (set/01, jan/02).

Tabela 16: Valores de recolonização do transecto de Várzea do Una por itens plásticos.

Período	Total de itens novos (recolonização)	Total mensal
set/01 a jan/02	576	144
jan/02 a mar/02	728	364
mar/02 a mai/02	799	399.5
mai/02 a jul/02	989	494.5
jul/02 a set/02	603	301.5

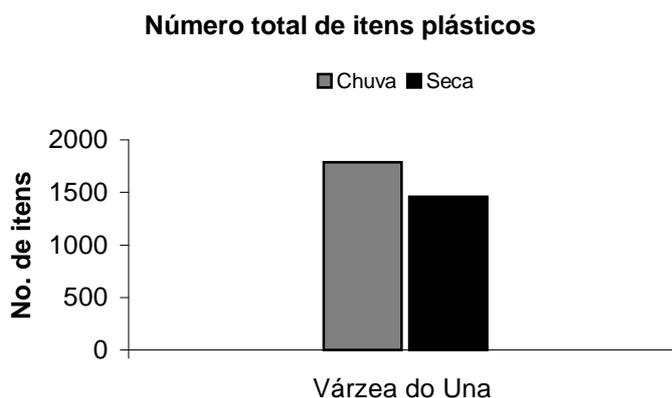


Figura 12: Comparação do total de itens nos períodos chuvoso e seco para o transecto na Várzea do Una.

Para Várzea do Una, o número total de resíduos na estação seca correspondeu a 81% do encontrado na estação chuvosa.

O lixo ribeirinho é um assunto ainda relativamente novo. Em áreas estuarinas ou aonde ocorrem enxurradas, o lixo derivado destas fontes entra na praia e constitui o principal componente do lixo. No sul do País de Gales, por exemplo, 80% do lixo da praia

é de origem fluvial com os plásticos sendo a categoria dominante (> 70%) Simmons & Williams (1997).

Estima-se que, a nível global, até 80% do lixo encontrado em praias teve origem nos rios mais próximos, dependendo dos padrões predominantes de circulação costeira. Houve uma mudança no enfoque sobre a percepção das fontes desse lixo, pois no início achava-se, corretamente em muitos casos, que a principal fonte de lixo marinho encontrasse dispersa no mar, resultante de atividades de pesca, navios e operações na plataforma continental ou em mar aberto (CMIO, 1999).

Qualquer região com grandes rios entretanto, receberá grandes quantidades de lixo dessa fonte para o do sistema costeiro. Um aspecto particular do lixo ribeirinho o qual causa o efeito estético desagradável, é o aprisionamento dos plásticos ao longo do rio. Eles são transportados por consideráveis distâncias até serem presos pela vegetação das margens ou do fundo. As características físicas de alguns itens plásticos fazem com que fiquem presos na vegetação, e quando o nível da água baixa resulta no efeito “árvore de Natal” principalmente nos meses de inverno (Williams & Simmons, 1996).

Eventos como enxurradas e inundações resultam em um movimento do lixo em larga escala, principalmente de plásticos e itens de higiene feminina. O nível de inundação influencia diretamente o movimento e deposição do lixo. Com as maiores inundações causando as maiores deposições. O transporte tende a ser de longas distâncias, sendo que a deposição continua por algum tempo seguinte a um evento de inundação (Williams & Simmons, 1996).

O efeito “árvore de Natal” descrito pelos autores supracitados também foi observado nos manguezais de Tamandaré e municípios vizinhos, após o período chuvoso de 2000, ano atípico com relação aos níveis de precipitação, que atingiram valores acima de 600 mm nos meses de junho e julho (Figura 2), muito acima das médias observadas para o período de 1961 a 1990 (Figura 3). Além disso, a dinâmica de subida e descida da maré impede em parte a saída dos resíduos da área estuarina e, normalmente já faz com que os resíduos fiquem presos entre as raízes e galhos da vegetação, muitas vezes por longos períodos.

A análise qualitativa dos dados, para as duas áreas estudadas, mostra a existência de um padrão na qualidade do lixo amostrado e conseqüentemente na origem do mesmo. Cinco categorias (alimentação, pesca, limpeza doméstica, esgoto/higiene pessoal, e de casa) foram as mais freqüentes, diferindo apenas quanto à classificação de ocorrência para cada transecto, como mostra a Tabela 17.

Tabela 17: Classificação e percentual das categorias mais frequentes para cada local de amostragem.

Classificação (grau de ocorrência)	Transectos				
	A	B	C	D	Una
1	Alimentação 55,6%	Alimentação 47,2%	Alimentação 50,2%	Alimentação 52,7%	Alimentação 45,0%
2	Pesca 14,0%	Pesca 15,5%	Pesca 13,9%	Pesca 10,8%	Esgoto 16,4%
3	Esgoto 8,9%	De casa 10,1%	Limpeza 11,3%	Limpeza 9,7%	Limpeza 16,0%
4	Limpeza 7,8%	Esgoto 8,7%	Esgoto 8,5%	Esgoto 8,5%	De casa 7,1%

A categoria alimentação mostrou-se a mais abundante nas duas áreas estudadas e em todos os transectos da baía de Tamandaré, provavelmente porque é a única que se origina de múltiplas fontes (aporte fluvial, freqüentadores da praia, navios).

Os itens relacionados à pesca ficaram em segundo lugar entre os mais frequentes na baía de Tamandaré, como reflexo da grande ocorrência de bastões de luz (*light stick*) e pedaços de isopor na área, como já descrito no estudo piloto.

A mistura dos itens encontrados no lixo ribeirinho ou costeiro é freqüentemente derivado de uma variedade de fontes (Earll *et al*, 1997). Porém, das cinco categorias mais abundantes, três (limpeza doméstica, esgoto/higiene pessoal e de casa) estão relacionadas exclusivamente ao aporte fluvial.

O grande número de itens provenientes da limpeza doméstica (como recipientes de água sanitária), higiene pessoal (frascos de desodorantes e cremes capilares) e esgoto (aplicadores de tampão e absorventes), dificilmente o tipo de lixo deixado por freqüentadores, pode indicar ineficiência nos serviços públicos de recolhimento, disposição e tratamento do lixo (Figura 13).



Figura 13: Presença de lixo de origem doméstica na baía de Campas (Tamandaré). Julho de 2002. Foto: Christina Araújo .

O incremento no uso de absorventes íntimos e protetores diários de calcinha na última década têm contribuído para o aumento na quantidade do lixo nos esgotos, e conseqüentemente nos sistemas hídricos.

O conceito de poluição e percepção pública do lixo costeiro no valor estético da praia foi enfatizado por Herring & House *apud* Williams & Nelson (1997). Eles concluíram que os contaminantes derivados do esgoto têm um maior impacto que alguns outros itens na apreciação de uma praia para visitantes. Constatações feitas a partir de levantamentos na praia sugere que o público em geral é mais afetado pela mistura do lixo genérico, definido como itens gerais descartados pelo visitante e esgoto como preservativos e absorventes, segundo os mesmos autores.

Os resultados obtidos nesse estudo apresentam semelhanças com outros encontrados em vários locais no mundo. Ross *et al* (1991), pesquisando resíduos sólidos no porto de Halifax (Canadá), coletaram dados referentes às prováveis fontes, sendo que 62% foram de origem doméstica (bolsas plásticas, aplicadores de tampão, embalagens de alimento, folhas e garrafas).

Dos resíduos coletados por Williams & Simmons, (1997a) no canal de Bristol (Reino Unido), os plásticos corresponderam a 47%, sendo 10% apenas de itens sanitários

(limpeza doméstica). Em outro estudo realizado também por Williams & Simmons (1999) no rio Taff (País de Gales, Reino Unido), os plásticos constituíram a metade de todo o lixo encontrado. Quando divididos dentro de categorias, os plásticos em folhas (sacos) formaram 57% do plástico total. Produtos de higiene feminina sozinhos constituíram 22% de todo o lixo coletado.

Segundo estudo realizado por Dixon & Dixon (1981), a composição do lixo nas praias do oeste europeu é diversa, e principalmente constituído de embalagens de vários tipos e larguras. Embalagens de plástico, vidro e metal ocorreram em mais de 80% das praias amostradas. Desses, mais de 44% foram plásticos. Embalagens de limpeza sanitária e doméstica ocuparam o primeiro e segundo lugar respectivamente em ordem de abundância em cada amostragem. Outros recipientes freqüentemente encontrados incluem óleos diesel e lubrificantes, tambores de metal e outros.

É um consenso entre pesquisadores que a maioria do lixo marinho, tem origem de fontes baseadas em terra. Embalagens plásticas de produtos de pintura, herbicidas e limpeza doméstica têm provavelmente origem no transporte através dos rios. (Williams & Simmons, 1996).

A categoria “embalagens” do lixo recuperado durante um estudo realizado por Gregory (1999a) em ilhas isoladas do Pacífico Sul incluiu itens de uso doméstico e pessoal cosméticos e de higiene.

Garrity & Levings, (1993) em pesquisas realizadas na costa do Panamá, investigaram o lixo classificando-o de acordo com a fonte (doméstico, médico, industrial, pesca comercial). O lixo hospitalar foi encontrado em todas as 19 praias amostradas.

Lixo hospitalar em pequena quantidade também ocorreu em 9 dos 19 transectos amostrados por Ross *et al* (1991), no Canadá.

Freqüentemente lixo hospitalar infectado vindo de hospitais e outros estabelecimentos como clínicas e laboratórios é disposto junto com o lixo regular (WHO, 1997). No Brasil, por exemplo, dos 3466 municípios que coletam lixo hospitalar, 1193 não fazem nenhum tipo de tratamento, como incineração (IBGE, 2000).

Neste estudo, a presença desse tipo de resíduo (incluído na categoria “perigosos”) ocorreu em todas as amostragens na Várzea do Una (em quantidades bastante significativas) e em todos os transectos na baía de Tamandaré para alguns meses amostrados. Os itens mais freqüentes foram frascos de medicamentos e seringas hipodérmicas (Figura 14). Embora em número bastante inferior quando comparados aos

outros itens, os resíduos classificados como perigosos são os que apresentam os maiores riscos, por questões óbvias, quando irregularmente dispostos em qualquer ambiente.



Figura 14: Resíduo hospitalar (seringa hipodérmica) encontrada na praia de Várzea do Una. Janeiro, 2001. Foto: Monica Costa.

Um fato importante a ser destacado, embora tenha ocorrido de forma esporádica (e nem sempre dentro dos transectos de amostragem), foi a presença de lixo estrangeiro, representado por embalagens principalmente de alimentos e de higiene pessoal, tanto na baía de Tamandaré como na Várzea do Una. Esses provavelmente tiveram origem nos navios. Outro tipo de resíduo também detectado em algumas ocasiões, como por exemplo, em setembro de 2001 na orla de Tamandaré, foi o piche, encontrado tanto na forma de pelotas como aderido a objetos plásticos. Embora Pernambuco não possua campos de exploração de óleo no mar, ou terminais de operações marítimas e refinarias, é rota de passagem para navios que transportam óleo e derivados.

Existem, segundo Rees & Pond (1995) duas principais fontes de lixo marinho: vindo do oceano e lixo terrestre vindo de uso costeiro e centros urbanos. Tamandaré contempla as duas situações.

O município recebe grande aporte fluvial nos seus limites norte e sul. É importante ressaltar que nas áreas compreendidas nessas bacias de drenagem localizam-se vários

centros urbanos, os quais apresentam, tal como Tamandaré, precária infra-estrutura no que diz respeito ao esgotamento sanitário e coleta de lixo (Tabela 1).

Segundo o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos dos Municípios do Litoral Sul do Estado de Pernambuco (CPRH, 2000 - Relatório I) os resíduos sólidos coletados em todos os municípios são depositados em vazadouros a céu aberto, os chamados “lixões”, acarretando diversos problemas sociais, sanitários e ambientais.

Outra importante questão é a sazonalidade populacional existente nos municípios. Como a população visitante (turistas e veranistas) nas praias significa um incremento da ordem de 4,5 vezes a população permanente, esta situação se reflete em igual aumento da quantidade de resíduos sólidos. Importante salientar que os resíduos gerados por esta população possuem um percentual bem maior de reaproveitamento que os resíduos domiciliares comuns, haja vista a grande quantidade de produtos descartáveis existentes.

Ainda de acordo com o relatório supracitado, o serviço de limpeza pública no município de Tamandaré é basicamente constituído pela coleta domiciliar, limpeza de vias e logradouros, remoção e transporte de entulhos, limpeza da drenagem e da orla marítima. No entanto, não há serviço de tratamento do lixo. A destinação final resume-se a um vazadouro a céu aberto localizado a cerca de 2 km da sede do município, nas proximidades da rodovia PE-076, em um sítio particular denominado de Retiro dos Quatro, Não há qualquer manejo adequado. A forma adotada é a disposição simples do material coletado no solo, sem nenhuma cobertura. A produção média *per capita* do lixo, é de 0,82 kg/hab/dia, incluindo os serviços públicos e de saúde. A produção total é de 19,02 toneladas/dia.

O município não dispõe de legislação dirigida especificamente para resíduos sólidos e não há coleta segregada de resíduos especiais, apesar das exigências da CPRH e da legislação Estadual e Federal.

Para os outros municípios próximos a Tamandaré, a situação não é diferente. Em Sirinhaém não existe qualquer separação dos resíduos infectados ou especiais; a coleta em unidades de saúde é realizada conjuntamente à coleta domiciliar. Os resíduos são lançados em um lixão junto ao povoado de Santo Amaro. Também não há qualquer tratamento do lixo e nem legislação específica. A produção de lixo é de 26,32 toneladas/dia.

Em Barreiros também não existe coleta especial dos serviços de saúde. O lixo coletado é destinado ao lixão localizado às margens da rodovia PE-60 (trecho entre Barreiros e Tamandaré). A produção é de 31,58 toneladas/dia.

Esse mesmo padrão de precariedade no manejo de resíduos sólidos, perigosos ou não, também se repete para os municípios de Rio Formoso e São José da Coroa Grande.

Associado à infra-estrutura deficitária, soma-se o crescimento demográfico e a expansão funcional dessas cidades, principalmente Barreiros e Sirinhaém. A principal conseqüência dessa situação é o aumento significativo da pressão sobre os ambientes costeiros.

Segundo o Diagnóstico Sócio-Ambiental do Litoral Sul de Pernambuco (GERCO/PE-1998) elaborado pela CPRH, a elevada taxa de urbanização de Barreiros é um reflexo da polarização exercida por essa cidade na área que se estende de Sirinhaém (Mata Sul), até o litoral norte de Alagoas, decorrente de seu papel de centro comercial e de prestação de serviços aos municípios que integram sua área de influência.

Os efeitos da carga poluidora gerada no município de Barreiros (último a ser atravessado pelo rio Una) são sentidos não só no próprio rio Una, onde a mesma tem provocado a morte da fauna fluvial e o fim da atividade pesqueira no trecho à jusante da cidade, como em todo o litoral da APA de Guadalupe para onde é levada pelas correntes marítimas superficiais que se deslocam predominantemente do sul para o norte (Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil, 1996), margeando a costa. Atesta esse fato, a grande quantidade de lixo de origem urbana (vasilhames de água sanitária, detergentes e produtos de beleza, latas de óleo, etc.) encontrado na Praia do Porto juntamente com tufo secos de plantas aquáticas fluviais (aguapés). Lixo que pode estar sendo produzido também nos aglomerados urbanos situados na desembocadura do rio.

Ainda de acordo com o GERCO/PE, o rio Una banha em seu percurso inúmeros centros urbanos, desde sua nascente no município de Capoeiras, até a desembocadura no litoral de Barreiros. Assim, ao atingir o baixo curso, já é portador de uma elevada carga de poluentes que, acrescida daquela recebida em seu trecho terminal, torna-o uma fonte permanente de degradação de seus recursos biológicos e de ameaça do potencial turístico das áreas atingidas.

Ação igualmente degradadora exercem os resíduos domésticos e industriais produzidos pela cidade de Sirinhaém e, por razões idênticas às de Barreiros, lançados diretamente no rio Sirinhaém, ou para este carreados por processos naturais, afetando os ecossistemas da área. Em termos de problemas e tendências, Sirinhaém guarda semelhança com Tamandaré visto que, resguardada a diferença de porte, ambas acham-se submetidas a processos idênticos de expansão demográfica e estruturação econômica dos respectivos espaços, ainda que em ritmos diversos (GERCO/PE, 1998).

Os dados fornecidos no presente estudo apontam para duas situações relevantes no que diz respeito à poluição por resíduos sólidos nas áreas abordadas; primeiro, o Una se comporta como um permanente suprimento de resíduos, principalmente para as áreas ao norte de sua foz, o lixo é importado do local de descarte e sofre imigração passiva através do rio; segundo, Tamandaré torna-se o depósito final dos resíduos gerados muitas vezes, a quilômetros de distância, além de suas fronteiras (Figura 15).



Figura 15: Acúmulo de recipientes plásticos (principalmente de margarina e doce) na linha de deixa, registrado em toda a extensão da baía de Tamandaré no dia 18 de maio de 2001. Foto: Monica Costa.

Aos recursos hídricos dessas áreas estão associados ecossistemas essenciais à manutenção, com qualidade, da vida das populações locais, dependendo da preservação dos referidos ecossistemas a sustentabilidade da área.

Os municípios supracitados fazem parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe, e parte deles da APA Marinha Costa dos Corais. As Unidades de Conservação compreendem áreas de grande importância ecológica e são criadas objetivando a preservação ambiental.

A quantidade e variedade dos resíduos plásticos que foram encontrados nessas áreas comprometem a saúde ambiental desses ecossistemas e fornecem indícios para se avaliar a qualidade dessas áreas.

Patenteia-se assim, a importância enquanto elemento impactante das áreas de proteção ambiental, não só dos núcleos urbanos próximos a estas, mas também dos rios que deságuam na contigüidade sul e norte de seu litoral, o Una e o Sirinhaém, principalmente, cujas bacias extrapolam os limites do litoral sul e da própria mata úmida de Pernambuco (CPRH - GERCO/1998).

#### 4.3. DETERMINAÇÃO DA LARGURA IDEAL DO TRANSECTO AMOSTRAL.

Embora exista um consenso sobre a necessidade de se realizar um monitoramento permanente da poluição por resíduos sólidos nos ambientes costeiros, não tem havido a preocupação com uma padronização dos métodos usados para este fim, quando se trata de trabalhos com objetivos semelhantes. Provavelmente isso ocorre porque as praias são extremamente variáveis em tamanho, estrutura e processos dinâmicos, além de que a quantidade, o tipo e a localização do lixo também variam dependendo de inúmeros fatores, como atividade humana, tipo de uso e localização da praia, fisiografia, inclinação e outros.

Inúmeros trabalhos já desenvolveram listas ou tabelas de campo para a coleta de dados referentes a resíduos sólidos em praias. Infelizmente a quase totalidade dessas listas apresenta algumas fraquezas como, por exemplo, focar o lixo apenas sob o ponto de vista da sua matéria prima, e não com relação à sua fonte (Earll *et al*, 1997). Os métodos de quantificação do lixo variam, mas freqüentemente computam apenas o número de itens reconhecíveis e o peso (Galil *et al*, 1995).

Os estudos são freqüentemente desenhados para obter dados sobre grandes áreas geográficas ou para coletar informações em regiões específicas (Earll *et al*, 1997), sem a preocupação da transferência da metodologia e padronização da medida para possibilitar comparações de resultados experimentais e gerenciais.

Isto tem conduzido a uma ampla variedade de métodos usados para descrever e medir o lixo em praias, cujos resultados não são diretamente comparáveis por causa das situações ou objetivos diferentes. Mesmo em trabalhos cujos objetivos são semelhantes, os métodos de amostragem variam, principalmente com relação à área e alinhamento dos transectos (Tabela 18).

Tabela 18: Variação da largura do transecto amostral em alguns trabalhos.

<b>Autores</b>	<b>Largura do transecto</b>	<b>Objetivos</b>
Corbin & Singh (1993 )	5 m	Lixo geral
Debrot <i>et al</i> (1999)	Variando de 8,5 a 150 m	Tipo e fonte
Dixon & Dixon (1983)	100 m	Distribuição na água
Gabrielides <i>et al</i> (1991)	5 m	Lixo geral
Rosse <i>et al</i> (1991)	200 m	Tipo e fonte
Thornton & Jackson (1998)	5 m / 10 m	Tipo e função
Williams & Nelson (1997)	5 m	Lixo geral
Williams & Simmons (1997a)	5 m	Lixo geral
Williams & Simmons (1999)	5 m	Lixo fluvial
Wetzel (1995)	5 m	Lixo geral
Pianowski (1997)	5 m	Lixo geral

Os transectos usados em pesquisas de lixo em praias normalmente apresentam 5 metros de largura. Segundo Earll *et al* (1997), a escolha desse valor foi baseada em trabalhos de ecologia geral e adaptada para pesquisas sobre lixo, sem que houvesse uma discussão prévia mais profunda com relação à sua representatividade amostral. Isto provavelmente se deve ao caráter relativamente novo das pesquisas com lixo marinho, que tiveram início na década de 1970.

Velander & Mocogni (1999), testaram 10 métodos diferentes de amostragem e concluíram que existem vantagens e desvantagens em cada método e que o objetivo do estudo é que vai determinar o melhor método. Há portanto, grande necessidade de se trabalhar o desenho experimental e de adequar a metodologia amostral ao objetivo da pesquisa e recursos disponíveis. A medição é uma importante etapa e contribuição do manejo total na questão da poluição por resíduos sólidos, pois segundo Earll *et al* (1997), não se pode administrar o que não se pode medir.

A Terceira Conferência Internacional sobre Lixo Marinho, realizada em 1994 (Rees & Pond, 1995), concluiu que não é apropriado padronizar os métodos de amostragem, e que cada estudo deve ter diferentes abordagens dependendo dos objetivos propostos.

Essa informação é importante, pois é fundamental na otimização do tempo e do custo dos levantamentos e processamento das amostras.

Pesquisas que necessitam de trabalhos de campo são onerosas, pois envolvem além dos custos com deslocamento e outras necessidades, o tempo gasto, principalmente quando envolve muitas pessoas. Obviamente quanto maior a área amostral, maiores serão os gastos. Portanto, o esforço de coleta deve ser planejado com o objetivo de poupar recursos tanto econômicos quanto humanos.

O planejamento deve estabelecer o esforço mínimo necessário para a coleta dos dados, de forma que produza resultados satisfatórios e cuja metodologia possa ser repetida, de maneira clara e econômica para atividades de gerenciamento ou outras pesquisas.

Se o objetivo do estudo é o de pesquisar a presença de tipos específicos de lixo nas praias e ambientes aquáticos, alguns métodos são melhores que outros. No entanto, quando se restringe a um levantamento quantitativo ou qualitativo do lixo, enfocando apenas sua composição mais geral relacionada às frações plástico, vidro, metal, papel e madeira, o tamanho da área amostral parece não influenciar a representatividade dos resultados obtidos, segundo a bibliografia consultada (Tabela 18).

Como neste estudo, além da caracterização geral dos resíduos sólidos, foi realizada a classificação dos plásticos em categorias específicas de acordo com a fonte/uso a fim de se melhor avaliar a fonte da poluição por esse tipo de resíduos nas áreas de estudo, buscou-se testar como o tamanho da área amostral poderia interferir no aparecimento das 8 categorias selecionadas (artefatos de pesca, alimentação, perigosos, esgoto/higiene pessoal, limpeza doméstica, usuário da praia, de casa (geral) e outros).

Para tal, a largura total do transecto (50 m), foi subdividida em intervalos (como já descrito no capítulo 3) sendo anotada a quantidade acumulada de categorias presentes (das oito estabelecidas) em cada intervalo, ou seja, até 2,5 m, até 5 m, até 10 m e assim por diante. Para esta parte do estudo, a quantidade total de itens plásticos de cada categoria não foi considerada, aspecto já discutido no item 4.2 deste mesmo capítulo.

Em Tamandaré, apenas nos meses de julho de 2001 e abril de 2002 foi possível computar os resíduos nos intervalos predeterminados em todos os transectos estabelecidos (A, B, C, D). Nos outros meses, no mínimo para um dos transectos, foi considerada apenas a quantidade total (Tabelas do Anexo I), sem validade para a questão aqui abordada. O fato decorreu da interferência dos garis que efetuam a limpeza da orla. Em muitas ocasiões, no momento da amostragem, os resíduos já haviam sido amontoados a espera do recolhimento, o que impossibilitou o trabalho. Isto justifica o número diferente de meses descritos para cada transecto. O transecto D, por exemplo, apresenta o menor valor (4 meses) porque era frequentemente limpo tanto pelos garis como pelos caseiros das residências de veraneio, localizadas em sua pós-praia.

Os resultados obtidos (Tabelas 19 a 23), indicam que o aumento da largura do transecto aumenta o número de categorias encontradas, ou seja, a diversidade das categorias é diretamente proporcional ao tamanho da área amostral.

Importante salientar também que, embora sem especificar qual a categoria presente, os números em cada intervalo demonstram que mesmo em transectos com largura de 2,5 metros de largura na praia, há praticamente 100% de chance de algum resíduo plástico ser encontrado.

Foi observado que determinadas categorias como, por exemplo, alimentação e artefatos de pesca foram as mais freqüentes em quase todos os intervalos para a maioria dos transectos na baía de Tamandaré. Já para a praia de Várzea do Una, as mais freqüentes foram alimentação, esgoto/higiene pessoal e limpeza doméstica. No caso de itens raros, como os designados na categoria perigosos, a ocorrência só foi detectada com o aumento da área amostral. Esses dados estão nas tabelas localizadas no Anexo I; elas foram utilizadas em campo e detêm informações relacionadas tanto ao número total de itens de cada categoria nos 50 metros de largura, como a quantidade de itens de cada categoria por intervalo.

Tabela 19: Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto A, na baía de Tamandaré.

A	Largura do intervalo (m)							
	até 2,5	até 5	até 10	até 15	até 20	até 30	até 40	até 50
Meses								
jul/01	1	3	5	6	7	8	8	8
set/01	1	1	4	5	6	7	7	7
nov/01	1	2	4	6	7	7	7	7
jan/02	1	1	4	5	6	7	7	8
abr/02	1	1	2	3	5	7	7	7
mai/02	1	1	1	4	5	5	6	7
set/02	1	1	3	4	5	7	8	8
<b>média</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>3,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,9</b>	<b>6,9</b>	<b>7,1</b>	<b>7,4</b>
desvpad	0,0	0,8	1,4	1,1	0,9	0,9	0,7	0,5

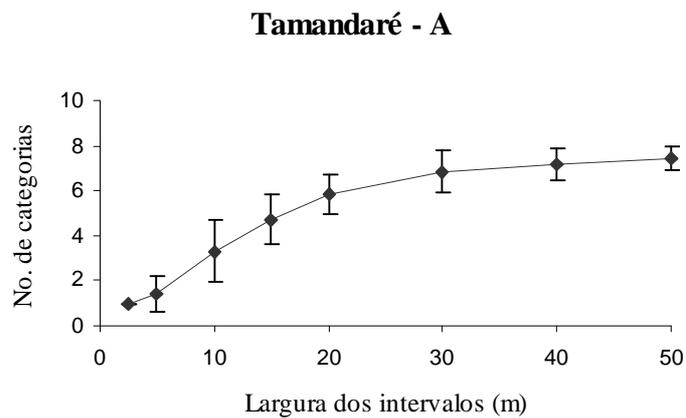


Figura 16: Média do número de categorias para cada intervalo do transecto A, na baía de Tamandaré.

Tabela 20: Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto B, na baía de Tamandaré.

<b>B</b>	Largura do intervalo (m)							
	<b>até 2,5</b>	<b>até 5</b>	<b>até 10</b>	<b>até 15</b>	<b>até 20</b>	<b>até 30</b>	<b>até 40</b>	<b>até 50</b>
Jul/01	2	3	5	8	8	8	8	8
set/01	1	5	5	7	8	8	8	8
jan/02	1	2	5	7	7	7	7	7
abr/02	1	3	3	5	7	7	7	7
mai/02	1	3	5	6	7	8	8	8
set/02	1	2	3	5	6	7	7	7
<b>média</b>	<b>1,2</b>	<b>3,0</b>	<b>4,3</b>	<b>6,3</b>	<b>7,2</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>
desvpad	0,4	1,1	1,0	1,2	0,8	0,5	0,5	0,5

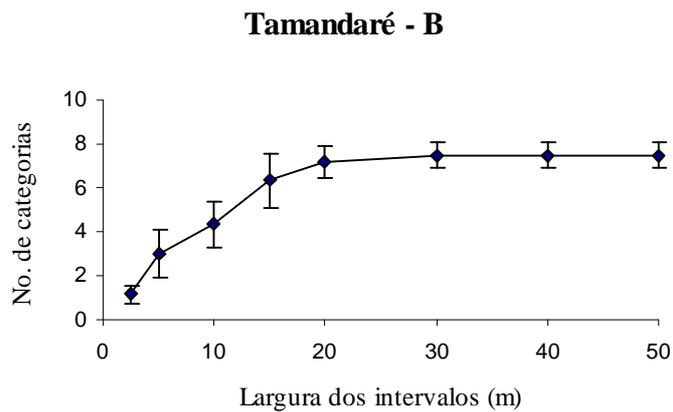


Figura 17: Média do número de categorias para cada intervalo do transecto B, na baía de Tamandaré.

Tabela 21: Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto C, na baía de Tamandaré.

C	Largura do intervalo (m)							
	até 2,5	até 5	até 10	até 15	até 20	até 30	até 40	até 50
Jul/01	3	4	6	6	7	8	8	8
set/01	3	4	6	7	7	8	8	8
nov/01	1	2	5	6	6	6	6	6
jan/02	1	1	3	5	6	7	7	7
abr/02	1	2	5	6	7	7	8	8
mai/02	0	3	5	7	7	7	8	8
jun/02	1	1	4	5	6	7	7	8
Jul/02	1	1	2	4	6	6	6	6
set/02	1	2	4	6	7	8	8	8
<b>média</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>	<b>4,4</b>	<b>5,8</b>	<b>6,6</b>	<b>7,1</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>
desvpad	1,0	1,2	1,3	1,0	0,5	0,8	0,9	0,9

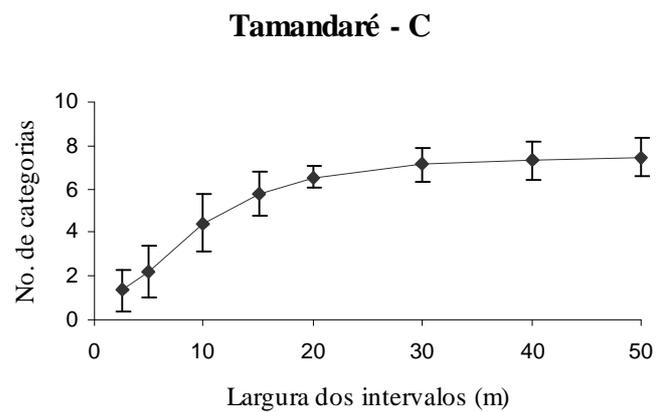


Figura 18: Média do número de categorias para cada intervalo do transecto C, na baía de Tamandaré.

Tabela 22: Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto D, na baía de Tamandaré.

<b>D</b>	<b>Largura do intervalo (m)</b>							
	<b>até 2,5</b>	<b>até 5</b>	<b>até 10</b>	<b>até 15</b>	<b>até 20</b>	<b>até 30</b>	<b>até 40</b>	<b>até 50</b>
Jul/01	1	2	4	6	6	7	8	8
Nov/01	1	2	4	6	6	6	7	8
Abr/02	1	2	2	4	5	7	7	7
Jun/02	1	1	6	7	8	8	8	8
<b>média</b>	<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>4,0</b>	<b>5,8</b>	<b>6,3</b>	<b>7,0</b>	<b>7,5</b>	<b>7,8</b>
desvpad	0,0	0,5	1,6	1,3	1,3	0,8	0,6	0,5

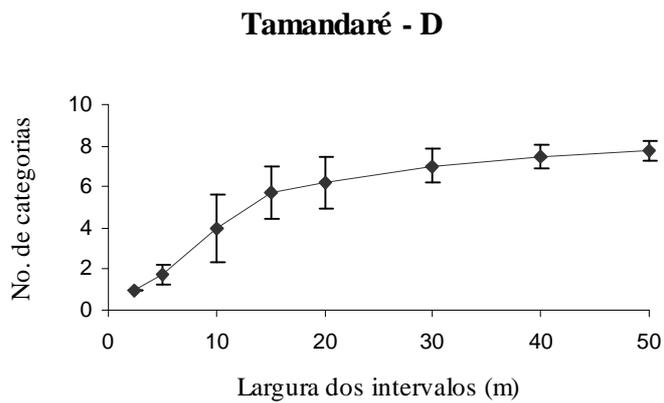


Figura 19: Média do número de categorias para cada intervalo do transecto D, na baía de Tamandaré.

Tabela 23: Quantidade acumulada de categorias para cada intervalo dentro do transecto em Várzea do Una.

Várzea do Una	Largura do intervalo (m)							
	até 2,5	até 5	até 10	até 15	até 20	até 30	até 40	até 50
set/01	4	6	7	8	8	8	8	8
jan/02	3	5	6	7	7	8	8	8
mar/02	4	6	7	7	7	7	7	7
mai/02	4	5	7	7	8	8	8	8
jul/02	3	5	6	6	8	8	8	8
set/02	3	3	5	6	7	8	8	8
<b>Média</b>	<b>3,5</b>	<b>5,0</b>	<b>6,3</b>	<b>6,8</b>	<b>7,5</b>	<b>7,8</b>	<b>7,8</b>	<b>7,8</b>
desvpad	0,5	1,1	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,4

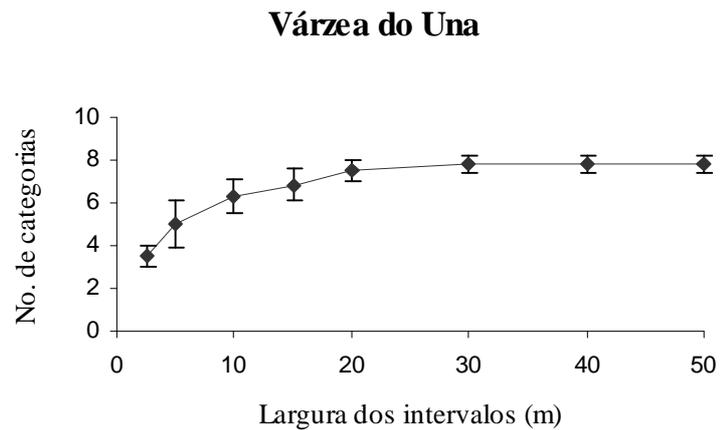


Figura 20: Média do número de categorias para cada intervalo do transecto em Várzea do Una.

Quando se considera o percentual acumulativo das categorias para cada intervalo em todos os transectos (Tabela 24), pode ser constatado que até 5 metros, largura mais comumente usada em trabalhos com lixo em praias, os valores são pouco representativos principalmente para Tamandaré. Com percentuais tão baixos, fica evidente que 5 metros de largura são insuficientes para identificar de forma segura a fonte dos resíduos.

Com relação aos transectos localizados na baía de Tamandaré, os maiores percentuais foram àqueles provenientes dos transectos B e C, comprovadamente os mais poluídos (considerando o total de itens) de acordo com os resultados apresentados neste trabalho (item 4.2).

Comparando-se as duas áreas de estudo, observou-se que para três dos transectos em Tamandaré, o percentual de categorias presentes até 5 metros de largura, é menor que a metade do encontrado em Várzea do Una (Tabela 24).

Tabela 24: Percentual acumulativo das categorias selecionadas, presentes nos intervalos até a largura de 50 metros em cada transecto amostral.

TRANSECTO	Percentual acumulativo das categorias presentes em cada intervalo							
	até 2,5m	até 5m	até 10m	até 15m	até 20m	até 30m	até 40m	até 50m
A	12,5	17,5	41,2	58,7	73,7	86,2	88,7	92,5
B	15,0	37,5	53,7	78,7	90,0	93,7	93,7	93,7
C	16,2	27,5	55,0	72,5	82,5	88,7	91,2	92,5
D	12,5	22,5	50,0	72,5	78,7	87,5	93,7	97,5
Várzea do Una	43,7	62,5	78,7	85,0	93,7	97,5	97,5	97,5

Essa diferença entre as duas áreas deve estar relacionada com a localização de ambas em relação às fontes poluidoras em potencial (como no caso do rio Una), e sugere que quanto maior o nível de contaminação local, maior a probabilidade de ocorrência das categorias, mesmo nos transectos de menor largura.

À medida que a largura do transecto vai aumentando, essa diferença começa a desaparecer, e os valores parecem ser pouco dependentes da localização da área. Esse fato pode também ser reforçado pela análise dos gráficos correspondentes a cada um dos transectos e que representam a média dos meses amostrados (Figuras 16 a 20). Seus dados indicam que ocorre um aumento significativo do número de categorias nos intervalos iniciais e que esse número parece tender à estabilização a partir dos 20 metros.

Quando se considera a densidade (itens/m<sup>2</sup>) dos plásticos dentro dos intervalos (Tabelas do Anexo II) verifica-se que ela se mantém de certa forma constante dentro de cada transecto independentemente do tamanho da área, o que não é observado com relação às categorias. Por exemplo, para o transecto A, a densidade apresenta valor de 0,3 para as áreas de 125, 250 e 500 m<sup>2</sup>.

Isso mostra que, se o objetivo do estudo fosse apenas a quantificação dos resíduos na praia, transectos com 5 metros de largura já produziram excelentes resultados.

A fim de se determinar de forma mais segura se haviam ou não diferenças significativas entre os intervalos amostrais com relação à presença das categorias selecionadas, ou seja, se a ocorrência dessas categorias dependia da largura do transecto, foi feito o tratamento estatístico dos dados. Como existia variação entre os meses, optou-se por um método estatístico não-paramétrico.

Para tal, realizou-se uma análise de variância de Friedman, a qual indicou significativas diferenças entre as várias larguras testadas, no que se refere ao número de categorias encontradas. Os resultados obtidos para um nível de significância de 0,01 (para 99% de intervalo de confiança) estão na Tabela 25.

Tabela 25: Resultados do teste de Friedman

Transecto	No. de observações	Teste (Friedman)	p
A	7	47,48	4,48 x 10 <sup>-8</sup>
B	6	39,80	1,37 x 10 <sup>-6</sup>
C	9	59,78	1,66 x 10 <sup>-10</sup>
D	4	26,61	3,90 x 10 <sup>-4</sup>
Várzea do Una	6	38,15	2,83 x 10 <sup>-6</sup>

Para todos os transectos  $p \ll 0,01$ . Portanto,  $H_0$  (a distribuição das categorias é semelhante independentemente da área amostral) deve ser rejeitada.

O teste de Tukey aplicado *a posteriori* indicou diferenças entre os intervalos, permitindo o agrupamento dos mesmos em grupos homogêneos para cada transecto amostral (Tabela 26).

Tabela 26: Grupos homogêneos resultantes do teste de Tukey.

Intervalos (m)	Transectos									
	A		B		C		D		Várzea do Una	
até 2,5	X		X		X		X		X	
até 5	X		X		X		X		X	
até 10		X		X		X		X		X
até 15		X	X		X	X		X	X	X
até 20		X	X		X	X	X		X	X
até 30			X	X		X	X		X	X
até 40			X	X		X	X		X	X
até 50			X	X		X	X		X	X

Os dados indicam que existem diferenças no agrupamento entre os transectos para as duas áreas de estudo (Tamandaré e Várzea do Una). A exemplo do transecto A, observa-se que o intervalo correspondente à largura de 15 metros é completamente diferente do de 30 metros, mas que se sobrepõe com o de 20 metros.

Da mesma forma, para o transecto B, 5 e 10 metros são muito semelhantes, mas completamente diferentes dos intervalos a partir de 15 metros. Na Várzea do Una, provavelmente devido à localização em relação à principal fonte poluidora (o rio Una), a grande quantidade de resíduos faz com que os intervalos de 10, 15 e 20 metros apresentem semelhanças com relação ao número de categorias presentes.

De acordo com esses resultados, poderia então ser concluído que no transecto B, por exemplo, uma largura de 15 metros traria basicamente as mesmas informações daquelas obtidas nas quatro larguras posteriores. Isso reduziria em 70% o esforço de coleta. No entanto, essa mesma estimativa não pode ser unificada, porque como já dito anteriormente, os valores correspondentes a uma possível largura ideal, variam entre os transectos de uma mesma área.

Nesse caso, deve-se adotar uma “margem de segurança”, ou seja, usar uma largura que seja eficaz para representar o máximo possível de categorias de forma pouco dispendiosa, em qualquer área a ser estudada, independentemente da densidade de resíduos existente.

Os dados sugerem que a largura de 20 metros apresenta semelhanças ou se sobrepõe com todas as posteriores, em todos os transectos, indicando que esse valor pode ser o ideal, pois reduz em mais de 50% a área amostral, sem prejudicar a representatividade das categorias que chega a mais de 70% em todos os transectos.

Desse modo, estender o esforço de coleta até 20 metros de largura gera uma informação muito mais interessante, caso os itens sejam posteriormente classificados, ajudando assim a prevenção da contaminação na fonte.

#### 4.4. SETORIZAÇÃO DAS PRAIAS DE TAMANDARÉ E VÁRZEA DO UNA, ATRAVÉS DE CAMINHAMENTO, E CLASSIFICAÇÃO EM GRAUS DE CONTAMINAÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS.

A partir do caminhamento realizado ao longo do litoral do município de Tamandaré (baía de Tamandaré, baía de Campas e praia dos Carneiros), e na praia de Várzea do Una (município de Barreiros), nos meses de fevereiro e julho de 2001 e janeiro e julho de 2002, nos horários de marés mais baixas, foi possível identificar e localizar padrões relativos ao acúmulo de resíduos sólidos ao longo da linha de costa, e classificar as áreas em graus de contaminação (A, B, C ou D, como descrito no capítulo 3 - item 3.2.3). Os resultados da classificação se encontram na Tabela 27 e Figuras 21 e 22. A Figura 27 contém as principais referências do litoral de Tamandaré, usadas na setorização dessa área. Os critérios quali-quantitativos utilizados para determinação dos graus de contaminação estão na Tabela 4.

Através das observações feitas durante os meses nos quais se deram o caminhamento, foi possível constatar que praticamente não houve variação na composição do lixo. Os itens mais abundantes foram os mesmos relatados anteriormente (capítulo 4 – item 4.2) como resultado das amostragens de resíduos sólidos para as duas áreas. Desses itens, se destacaram embalagens de alimentos, produtos de limpeza doméstica e produtos de esgoto/higiene pessoal.

Com relação à distribuição dos resíduos na baía de Tamandaré, verificou-se que as maiores concentrações (grau C) ocorreram nos trechos próximos aos limites norte e sul do município (Figura 21), sendo o grau D observado apenas na praia de Várzea do Una (Figura 22).

Tabela 27: Localização dos trechos no litoral de Tamandaré (1 ao 15) e Várzea do Una (16) com respectivos graus de contaminação.

Trecho da praia	Coordenadas iniciais do trecho	Principais referências	FEV 2001	JUL 2001	JAN 2002	JUL 2002
1	08°42'11,1" S 35°04'49,9" W	bar Bora bora	C	B	B	B
2	08°42'12,9" S 35°04'46,3" W		B	B	B	C
3	08°42'23,8" S 35°04'47,8" W		C	C	B	C
4	08°42'34,2" S 35°04'46,9" W	Ponta de Manguinhos	C	C	B	C
5	08°42'39,0" S 35°04'52,6" W		B	C	B	C
6	08°42'54,7" S 35°05'05,8" W		B	C	B	C
7	08°42'57,5" S 35°05'07,5" W		C	C	B	C
8	08°43'21,6" S 35°05'19,5" W	Rua próxima ao hotel Marinas.	A	A	A	A
9	08°44'32,8" S 35°05'14,1" W	Igreja de São Pedro (Campas)	B	B	A	A
10	08°44'52,0" S 35°05'13,9" W	.	B	B	A	A
11	08°45'00,8" S 35°05'22,7" W	Igreja de São José.	B	B	B	B
12	08°45'30,8" S 35°05'47,4" W	Perfil D - próximo ao hotel Caravelas.	B	C	B	B
13	08°45'36,6" S 35°05'59,4" W	Perfil C – próximo ao CEPENE	C	C	B	B
14	08°45'58,1" S 35°06'17,7" W	Perfil B	C	C	B	B
15	08°46'24,1" S 35°06'24,9" W até 08°46'47,9" S 35°06'18,6" W	Perfil A	B	C	B	B
16	08°50'01,9" S 35°08'04,8" w	Desembocadura do rio Una	D	D	D	D

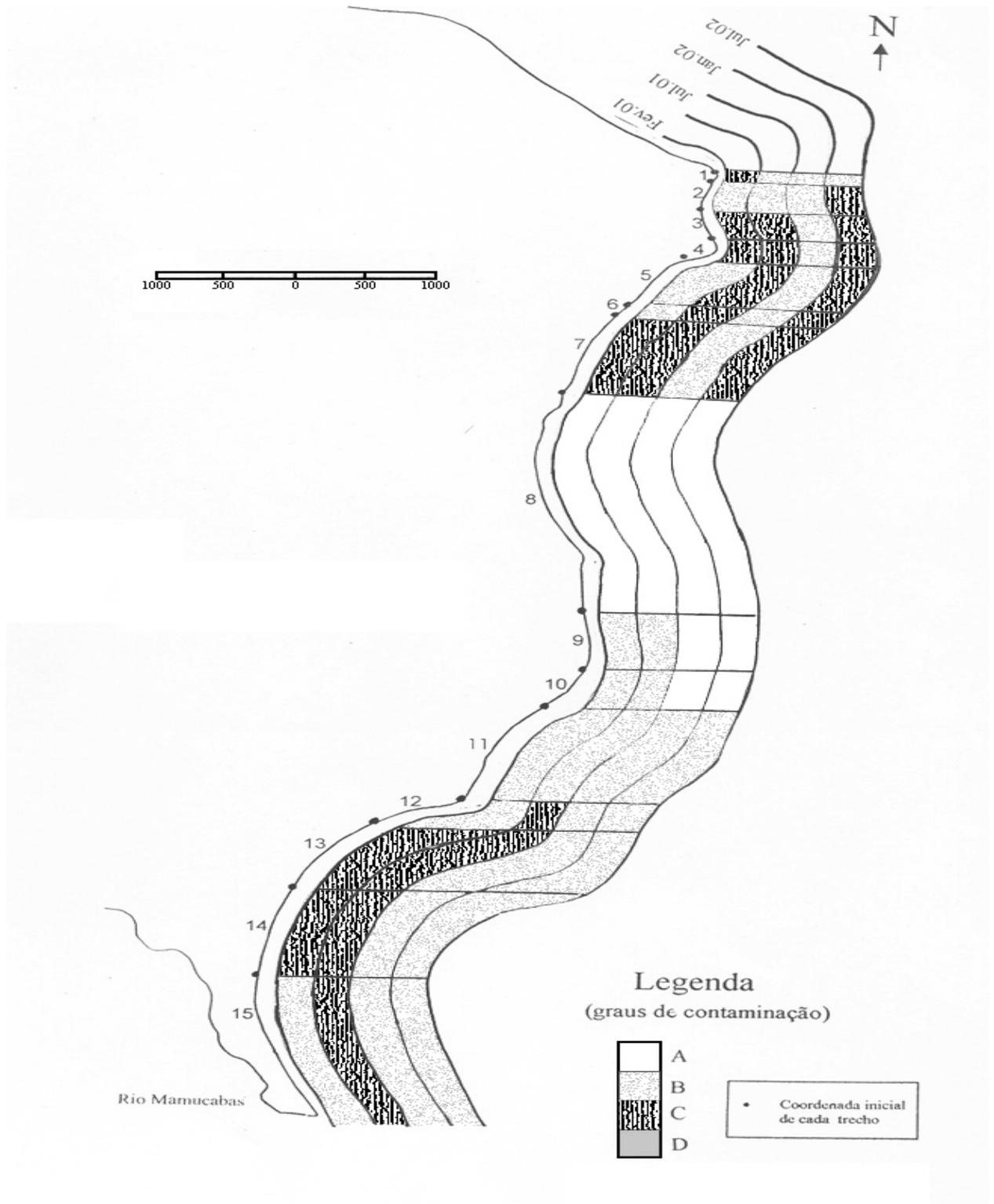


Figura 21: Mapa esquemático da área 1 (Tamandaré) com classificação dos trechos em graus de contaminação. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000.

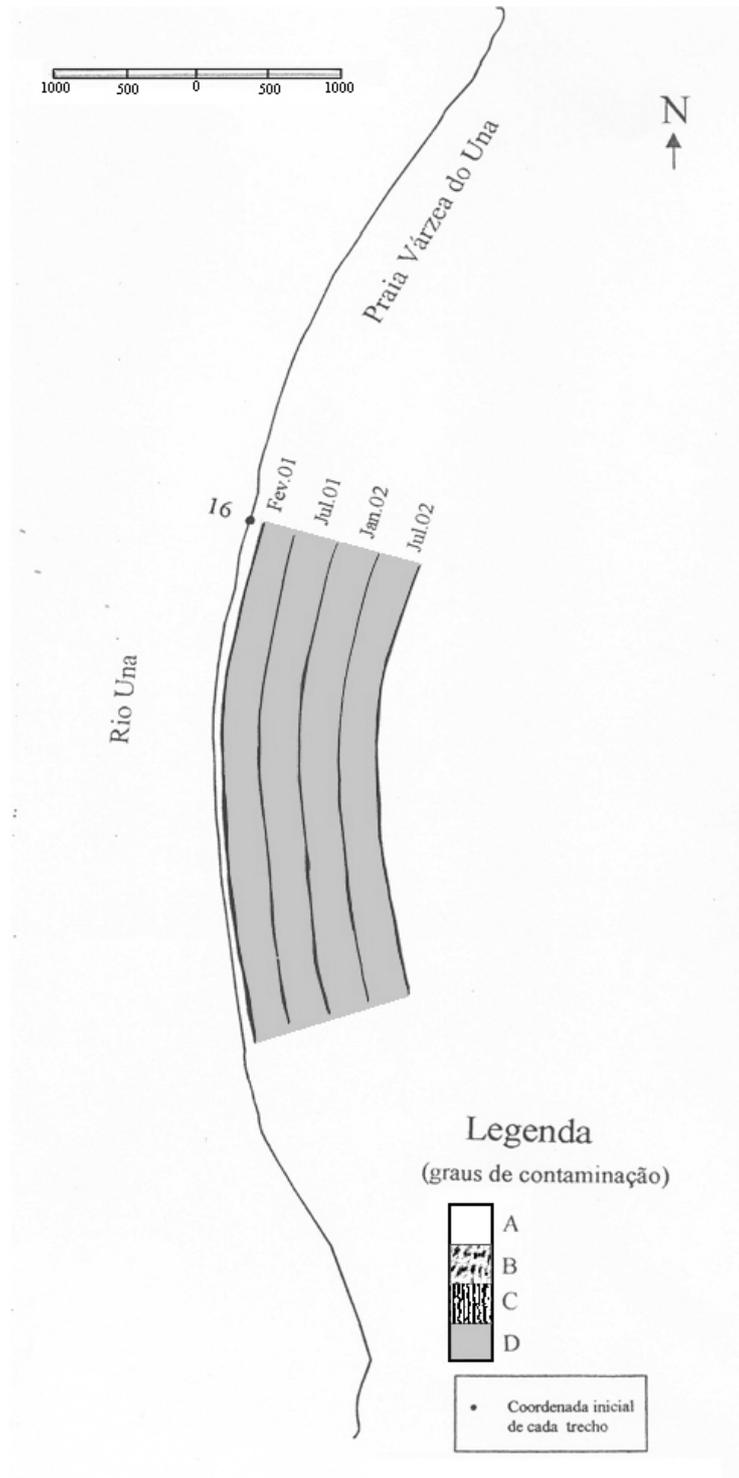


Figura 22: Mapa esquemático da área 2 (Várzea do Una) com classificação dos trechos em graus de contaminação. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000.

É importante salientar que, com exceção da Várzea do Una, que apresenta em toda extensão uma expressiva contaminação por resíduos sólidos tanto na duna frontal como na pós-praia e praia, para a baía de Tamandaré, mesmo nos trechos classificados como grau C, os resíduos se concentraram principalmente na vegetação (quando presente) ou na linha do deixa (Figura 23).



Figura 23: Resíduos plásticos depositados pela maré, na linha do deixa, na baía de Tamandaré. Julho, 2001. Foto: Christina Araújo.

Em alguns trechos como, por exemplo, o 1, 4, 5 e 6, o lixo praticamente se acumulava apenas na vegetação, ficando a praia livre de resíduos. Em alguns casos a praia estava relativamente limpa, mas os terrenos particulares localizados acima da pós-praia (inclusive cercados) apresentavam grandes acúmulos de lixo, constituindo dessa forma fonte de resíduos para a praia (Figura 24).



Figura 24: Resíduos sólidos localizados em terreno particular, além da pós-praia. Setembro, 2002. Foto: Christina Araújo

Como já foi dito anteriormente (capítulo 4, item 4.1) até julho de 2001 ainda não havia sido implantado o sistema de limpeza urbana nas praias do município, atividade cujo início se deu apenas a partir de agosto do mesmo ano.

Observando a Figura 21 é possível verificar que para os 7 últimos trechos da parte sul (com exceção do 11) houve uma significativa redução na quantidade de resíduos de 2001 para 2002, provável reflexo das atividades de limpeza na orla. No entanto, para os 7 primeiros trechos, ao norte do município, este padrão não se repetiu. É interessante verificar que há, entre o trecho 7 e o 8, uma abrupta mudança no grau que passou de C para A. As coordenadas do limite entre essas duas áreas ficam nas proximidades do hotel Marinas de Tamandaré. Este estabelecimento hoteleiro, bastante freqüentado durante a alta estação, ocupa no trecho 8 uma grande área da pós-praia. A vegetação foi totalmente retirada e na praia está presente um muro de contenção. Provavelmente devido à ausência da vegetação e à redução na largura da praia, ocorra uma baixa retenção do lixo, constantemente movimentado pela maré. Além disso, o próprio hotel promove a limpeza da área.

A grande variabilidade na distribuição do lixo no campo e os métodos usados nos vários lugares dificultam o relato dos fatores que controlam a distribuição geográfica e temporal desse lixo. Entretanto algumas tendências podem ser detectadas.

A distribuição do lixo é afetada tanto por fatores naturais como quanto humanos. A maior parte do lixo entra no ambiente marinho, ao longo de costas populosas, devido à concentração de tráfego de navios, pesca comercial, efluentes industriais e descarga em rios (Laist, 1987). A quantidade de lixo na praia é influenciada pela dinâmica da praia, padrões de circulação oceânica, características do lixo, operações de limpeza da praia, práticas recreacionais e comerciais (Rees & Pond, 1995).

No entanto, há ainda pouco conhecimento sobre as taxas de movimentação e degradação do lixo nesse ambiente, já que as praias são extremamente variáveis em largura, estrutura e processos dinâmicos (Earll *et al*, 1997).

O nível de atividade humana, tipo de uso e localização da praia, são os mais importantes fatores que controlam os níveis de lixo marinho. Esses níveis são a função não somente da quantidade de lixo nas águas adjacentes, do número de visitantes entrando na praia, mas também da fisiografia, inclinação, exposição e fatores ambientais, que influenciam o transporte do lixo (Corbin & Singh, 1993).

Conforme destaca o Plano Diretor do Município *apud* Farias (2002), as tendências de urbanização de Tamandaré seguem taxas elevadas e esse incremento populacional, com taxa de crescimento maior do que a do estado (10,5% para Tamandaré contra 6,5% para Pernambuco de 1996 a 2000, segundo o IBGE, 2000) juntamente com o crescimento do número de veranistas, vem gerando problemas ambientais de soluções cada vez mais complexas, sobretudo na área urbana ao longo da praia.

Ainda segundo o Plano Diretor, Tamandaré contempla dois tipos de ocupação: a permanente e a temporária. É principalmente na área urbana que se concentra a população permanente da cidade e também onde se encontram os demais usos não residenciais. A população temporária é representada pelos veranistas que apenas utilizam o espaço litorâneo de Tamandaré nos meses de verão, e que estão localizados basicamente no denominado corredor residencial na praia de Campas, local onde a população permanente constitui apenas 10% da ocupação (Farias, 2002).

Existe uma relação direta entre a ocupação urbana e a presença de obras de contenção marinha que, segundo Lima (2001), ocorre em 22,8% da orla de Tamandaré.

Coutinho, *apud* Farias (2002) associa a vulnerabilidade ao grau de urbanização e intervenções na zona costeira, sendo classificada em graus que variam do 1 ao 3 (baixa, média e alta):

1° grau – diferencia-se por apresentar praias com aptidão à progradação, com pós-praia e praia bem desenvolvidos e ausência de obras de contenção;

2° grau – a praia apresenta uma frágil estabilidade ou ligeira disposição à erosão, exibindo ainda os setores de pós-praia e praia pouco desenvolvidos e a presença de obras de fixação;

3° grau – ausência de pós-praia, reduzido setor da praia e forte presença de estruturas de proteção.

De acordo com Farias (2002), o litoral de Tamandaré apresenta vulnerabilidade baixa nos limites norte e sul (Carneiros e baía de Tamandaré) e média a alta na sua porção intermediária que vai do Pontal do Lira, à Ponta de Manguinhos.

Parece haver então uma relação inversa entre esse parâmetro e a ocorrência do lixo. Os trechos mais centrais da orla de Tamandaré (8, 9, 10 e 11), e que correspondem a aproximadamente 37% da extensão total, embora sejam os que apresentam a maior ocupação urbana, são os mais limpos.

Lima (2001), através de um caminhamento ao longo da linha de costa, classificou o ambiente litorâneo de Tamandaré, em termos de nível de impacto, analisando os parâmetros feições locais (indícios de erosão / deposição), vegetação existente, ocupação urbana e limite da linha de costa (presença ou não de obra de contenção marinha).

Para o parâmetro ocupação urbana, seus dados coincidem com os de Farias (2002), ou seja, os maiores índices ocorrem na região mediana do litoral de Tamandaré, área que corresponde aos trechos 8 ao 11 no presente trabalho.

Ainda segundo seus resultados, 60,8% do litoral de Tamandaré apresentam áreas com expressiva vegetação rasteira e coqueirais, concentradas principalmente na baía de Tamandaré e porção norte da baía de Campas e Carneiros. Esses mesmos trechos coincidem também como os que apresentaram os menores indícios de erosão ocorrendo, portanto, a deposição de sedimentos. No presente estudo, essas áreas, configuraram como as mais contaminadas, atingindo sempre o grau B ou C.

Seria de se esperar que o acúmulo de lixo ocorresse com maior freqüência em áreas construídas, devido à ação pontual da interferência antrópica, no entanto isto não foi observado. Possivelmente dois fatores seriam os responsáveis: primeiro, o corredor residencial que se concentra na área mais central do litoral é ocupado principalmente por

casas de veraneio, as quais permanecem desocupadas a maior parte do ano; segundo, essas construções ocupam quase toda a pós-praia e muitas vezes a própria praia, inviabilizando a existência de vegetação e provocando o estreitamento da área, com o mar na maré alta batendo muitas vezes nas obras de contenção marinha, o que dificultaria ou até impossibilitaria o acúmulo dos resíduos.

Em um estudo sobre a dinâmica do lixo nas praias de Israel, Bowman *et al* (1998), observaram que a praia mais larga do estudo foi a mais poluída, embora não seja freqüentada por banhistas, ressaltando a importância da largura da praia. Tsouk *et al* (1985) chegaram à mesma conclusão em seu estudo em praias de Israel poluídas por óleo; a praia mais larga figurou entre a de menor capacidade de limpeza.

Mesmo durante a alta estação (verão), quando ocorre um significativo aumento no fluxo de pessoas circulando na orla, situação que acarreta o acréscimo na produção e descarte de resíduos (principalmente embalagens de alimento), as áreas mais estreitas da praia permanecem praticamente limpas, porque o lixo é constantemente movimentado pela maré e levado provavelmente para outras áreas onde há tendência à deposição ou retirado mais ativamente por veranistas e pela Prefeitura.

A presença ou não de uma vegetação costeira, seja ela natural dessas áreas, como a salsa de praia (*Ipomoeapes capnae*), o guajirú (*Chrysobalanus icaco*) ou típica de outras regiões, como as gramíneas, mas que foram introduzidas artificialmente, também é um fator que freqüentemente interfere na quantidade de plásticos em uma determinada área. A vegetação funciona como meio de armadilhamento natural dos resíduos sólidos, que ficam inacessíveis ao fluxo das marés, permanecendo muitas vezes por longos períodos em um mesmo lugar, quando não são removidos pelo vento (Figura 25).



Figura 25: Resíduos sólidos retidos pela vegetação da praia. Setembro 2002. Foto: Christina Araújo.

Ocorrem diferenças significativas quando a vegetação é incluída na amostragem, porque inclui o lixo mais antigo, acumulado em maiores quantidades. Os recipientes plásticos são mais constantemente encontrados na vegetação porque são facilmente levados pelo vento nesta direção. O lixo tende a se acumular tanto na vegetação, como na linha do limite superior do estirâncio (Velandier & Mocogni, 1999).

Praias localizadas em enseadas e entre recifes apresentam fatores de diluição inferiores às praias de regiões costeiras abertas devido à diminuição das taxas de renovação das águas, o que favorece a concentração de poluentes (CPRH, 2000 Relatório I).

O litoral de Tamandaré possui características que o tornam particularmente suscetível à acumulação de resíduos sólidos. Em toda a sua extensão ocorrem cordões recifais paralelos à costa, que de certa forma diminuem a mistura da água oceânica com a água dos rios e a costeira, fazendo com que esta última fique re-circulando dentro de suas baías, dificultando a dispersão principalmente dos plásticos, os itens com maior capacidade de flutuação e menor degradabilidade. Além disso, as praias do município estão inseridas nas bacias hidrográficas que congregam vários rios, sendo os principais, Formoso e Sirinhaém ao norte e Mamucabinhas e Una ao sul.

Emissões terrestres diretas partem de fontes específicas e podem ter tempos de permanência prolongados em águas relativamente fechadas por estruturas geográficas

(CNIO, 1998).

Segundo Gregory (1999a), há uma tendência de acumulação máxima quando existe um rio que entra ou atravessa a praia. Em um estudo realizado por Williams & Simmons (1997a) no canal de Bristol (Reino Unido), durante condições de grande vazão no rio, embalagens eram freqüentemente observadas sendo carregadas dentro do rio, mas não foi observado um aumento do número desses recipientes nos sítios amostrais, após a descida da água, sugerindo que eram transportados até o mar. Quando removidos de sua fonte original, os recipientes viajam consideráveis distâncias devido às suas características de flutuação e baixo potencial de aprisionamento.

Próximo ao litoral, o sinergismo entre vários fatores como ventos, marés, correntes e descargas fluviais e a interação destes com a morfologia praial, promove padrões particulares de circulação, os quais influenciam diretamente a distribuição dos resíduos.

A morfologia praial é fortemente dependente do clima de ondas. A construção ou erosão do perfil, fenômenos marcadamente cíclicos e sazonais, são decorrentes da energia da onda. A movimentação de areia, entre um e outro ambiente da praia, tanto pode provocar o soterramento dos resíduos como sua exposição, esta última ocorrendo principalmente durante condições de ressaca. A maior influência das ondas sobre os resíduos corresponde aos períodos em que possuem maior energia (Rollnic, 2002).

Outro fator de grande destaque no destino dos resíduos sólidos ao longo do litoral é o vento. Além de originar as ondas e conseqüentemente as correntes litorâneas de deriva, ele pode atuar diretamente no transporte dos resíduos, principalmente os de baixa densidade, como plásticos e isopor. Devido a duas propriedades praticamente comuns a todos os plásticos, a fluabilidade e baixa densidade, estes resíduos têm no vento o seu principal agente transportador, tanto na água como na terra. Portanto, os ventos que sopram sobre o ambiente terrestre ou os que produzem as correntes litorâneas, podem ser os responsáveis pelos depósitos de plásticos quando descartada a atividade antrópica pontual.

O limite espacial da ação das ondas e dos ventos, combinado com os atributos físicos do perfil, controla a localização e composição do lixo. Lixo de baixa densidade (plástico, isopor, papel) pode facilmente ser transportado pelo vento e acumular-se na vegetação (Thornton & Jackson, 1998). A recuperação de itens marcados sugere a possibilidade que ondas ou grandes ventos periodicamente podem enterrar o lixo acumulado, mas que a erosão pode, em alguns casos, redescobrir os itens (Garrity & Levings, 1993).

Ocorre uma grande diferença nos níveis de acumulação entre praias expostas ao vento e praias abrigadas. Praias expostas são sujeitas a uma grande entrada de lixo flutuante, devido à ocorrência de forte movimento de água e vento (Debrot *et al* 1999).

Segundo a Figura 4, que mostra a variação mensal da direção do vento no litoral de Tamandaré, pode-se observar que nos meses de maio a agosto, período caracterizado como chuvoso, ele é principalmente E-SE. Soma-se a isto, o fato de que no litoral sul de Pernambuco as correntes litorâneas se dirigem predominantemente para o norte, assim a água doce que penetra na baía, proveniente do continente, desloca-se nesta direção (Moura,1991). De acordo com esses dados, pode-se supor então que a contribuição do rio Formoso (localizado ao norte do município), na contaminação da orla de Tamandaré, é bastante inferior à dos rios localizados ao sul como o Mamucabas e o Una.

Provavelmente o volume de água drenado pelos rios Mamucabas e Una (principalmente) durante o período chuvoso, é um dos principais fatores que determinam os pontos de lançamentos dos resíduos de origem fluvial. Quanto maior a vazão do rio, mais distante os resíduos serão lançados mar adentro, e mais distante do ponto de origem serão depositados.

Este fato pôde ser comprovado, quando em algumas ocasiões, após dias de chuvas intensas, uma grande quantidade de embalagens relacionadas à limpeza doméstica e produtos de higiene (tipicamente de origem doméstica) misturada à vegetação de mangue, foi encontrada em pontos localizados ao norte do litoral (Figura 26).



Figura 26: Lixo misturado à vegetação de mangue, na baía de Campas (Tamandaré). Julho 2002. Foto da autora.

No caso da praia localizada no vilarejo de Várzea do Una, é visível a contribuição do rio na contaminação da orla (como já foi descrito no item 4.2). Por ser o ponto amostral mais próximo da desembocadura do rio Una, foi também o mais pesadamente contaminado. Conseqüentemente, a quantidade de resíduos encontrados determinou a classificação da área como grau D. Vale ressaltar que esta condição se repetiu para os quatro meses amostrados, embora apresentando valores um pouco mais baixos nos meses correspondentes à estação seca.

Na porção norte do litoral de Tamandaré, que compreende os trechos de 1 a 7, as acumulações observadas principalmente nos meses de julho de 2001 e julho de 2002, provavelmente estão relacionadas com o aumento da vazão dos rios, decorrente da maior taxa de precipitação que ocorre nesses meses e que provoca a remobilização dos resíduos depositados nas margens ribeirinhas, e com o retrabalhamento dos sedimentos da praia

pela ação das marés de ressaca que atuam na exposição dos resíduos soterrados nos meses da estação seca, já que nessa área é bastante reduzida a presença de freqüentadores, mesmo na alta estação.

É interessante verificar como os parâmetros descritos anteriormente estão inter-relacionados e como, de certa forma, contribuem na determinação dos padrões de distribuição espacial dos resíduos ao longo da costa.

O litoral de Tamandaré poderia então ser dividido em duas situações distintas; a primeira, representada pelos extremos norte e sul, os quais apresentam baixos níveis de ocupação, ausência de obras de contenção, indícios de deposição sedimentar, vegetação abundante, vulnerabilidade baixa e tendência ao acúmulo de resíduos sólidos. A outra situação seria representada pela área mais central da orla, que possui características opostas para todos os parâmetros anteriormente citados.

A comparação visual entre as áreas estudadas demonstrou ser um eficiente recurso tanto para identificar os níveis de acumulação e os locais mais suscetíveis a este processo, como para avaliar o grau da poluição por resíduos sólidos na região. As informações podem ser úteis na escolha de medidas mais efetivas no monitoramento ambiental dessas áreas.

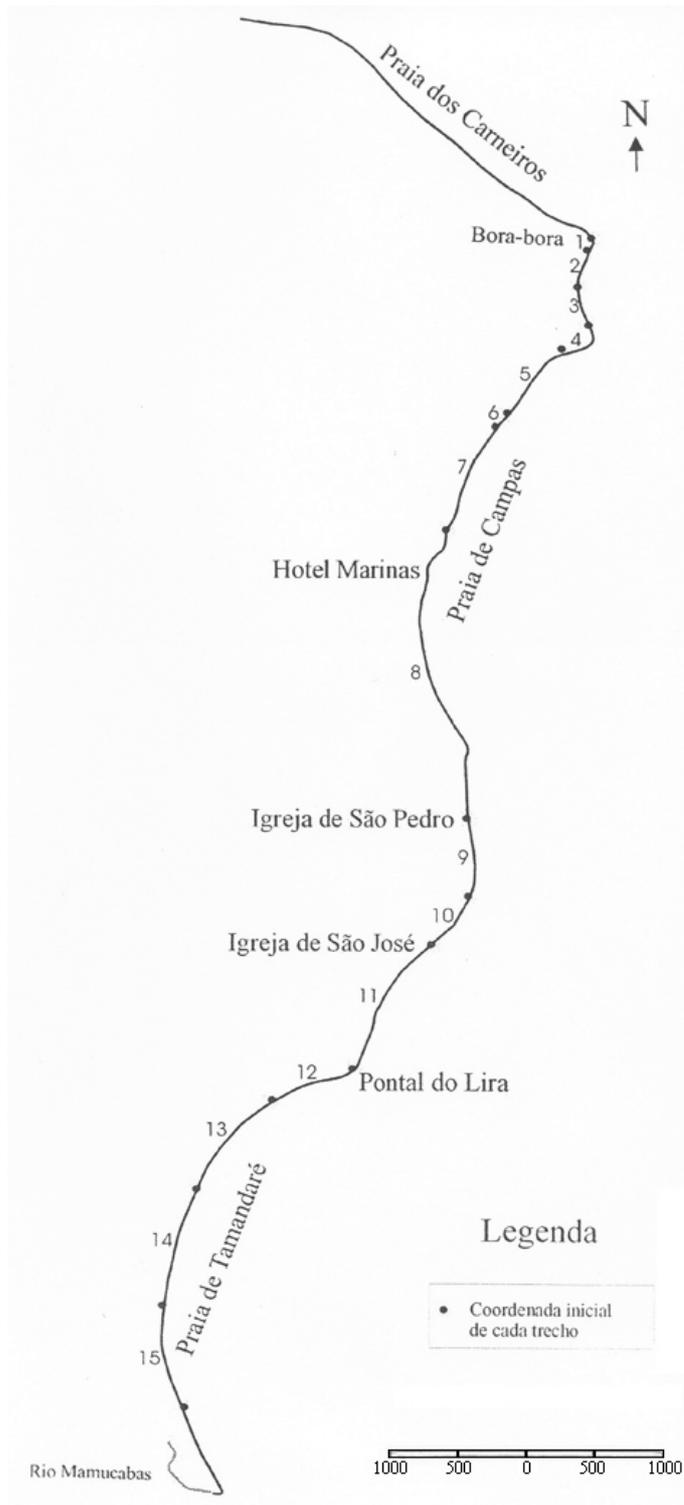


Figura 27: Mapa da área 1 (Tamandaré) com principais referências utilizadas na setorização. Baseado na carta da SUDENE 1:25.000. Escala gráfica em metros.

#### 4.5. ANÁLISE PRELIMINAR DA RELAÇÃO ENTRE CUSTO E BENEFÍCIO DA LIMPEZA URBANA NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO.

O município de Tamandaré, como tantas outras regiões do litoral brasileiro, tem parte de sua receita vinculada ao período da alta estação turística (novembro a março). O intenso fluxo de visitantes (que faz a população aumentar em cerca de três vezes), incrementa o comércio local trazendo lucros para o município.

Até julho de 2001, e principalmente após o período chuvoso (de abril até agosto) de 2000 que foi especialmente rigoroso, suas praias, embora comprovadamente importantes como recurso ambiental e turístico, freqüentemente se encontravam completamente recobertas de lixo, principalmente itens plásticos, como demonstrado no levantamento quali-quantitativo do lixo total (capítulo 4, item 4.1). A grande quantidade de lixo observada era provavelmente resultado de acumulações sucessivas, as quais promoviam a mistura do lixo novo com o velho, sendo ora enterrado, ora descoberto, de acordo com a movimentação sazonal do sedimento praial. Outras vezes o lixo formava cordões ao longo da linha de preamar, misturado aos restos vegetais vindos do mangue ou ficava preso na vegetação da praia, o que dificultava sua retirada por processos naturais como ondas e marés. O desaparecimento do lixo em determinadas áreas e seu reaparecimento em outras, observado por moradores, indicava claramente a grande mobilidade desses resíduos dentro da baía, já que não eram recolhidos através da limpeza pública.

Os fatores que determinam a quantidade, o tipo e a distribuição do lixo na baía de Tamandaré já foram discutidos nos resultados anteriores. Eles são complexos e interdependentes porque associam parâmetros oceanográficos como direção do vento, correntes, vazão dos rios e morfologia da praia, com outros puramente antropogênicos como infra-estrutura municipal, ocupação da praia e comportamento social. De acordo com Santos *et al.* (2001) em um estudo na praia do Cassino (RS), do total de 98 pessoas entrevistadas, 43,8% admitiram já ter abandonado resíduos na praia pelo menos uma vez, sendo que 42,8% não se sentiram culpadas pelo ato, justificando que “não havia lixeiras por perto”, ou até mesmo culpando as “crianças e o vento”. Segundo o CNIO (1998) em uma pesquisa realizada através de questionários, 65% dos entrevistados acreditam que a maioria das praias brasileiras está poluída. Sendo que para 45% dos entrevistados, a principal causa desta poluição é o lixo deixado pelos frequentadores.

Em julho de 2001 a administração municipal implantou um serviço terceirizado de limpeza dos 9 km de praias do município na forma de um rodízio de três “circuitos”, sendo o lixo separado da areia com o auxílio de ciscadores, apanhado manualmente e acondicionado em sacos plásticos de 100 litros que são depois removidos e levados para o lixão da cidade. A limpeza se daria diariamente nos meses de alta estação e três vezes na semana durante o resto do ano. A análise dessa iniciativa busca avaliar os benefícios imediatamente observáveis (como o aspecto estético) os quais propiciam efeitos em longo prazo como aquecimento do turismo e garantia de saúde aos freqüentadores, mas também os custos e a efetividade do processo na redução definitiva dos resíduos presentes na área.

Constatou-se que a partir de agosto de 2001, quando o serviço de limpeza urbana antes restrito às ruas, foi estendido à praia, o aspecto da orla em algumas áreas determinadas, mudou. Os dados obtidos após as amostragens (antes e depois da implantação do serviço) demonstram claramente que houve uma redução de mais de 80% na quantidade de itens plásticos recolhidos que passou de 9289 para 1712 (Figura 26)

Os dados quantitativos referentes aos itens plásticos coletados foram expressos na Tabela 28. Quando comparados os meses de fevereiro de 2001 e janeiro de 2002, ambos representativos do período que corresponde à alta estação, pode-se observar que o volume de lixo presente na área amostral diminuiu cerca de 9 vezes, na área que corresponde à baía de Tamandaré.

Tabela 28: Itens plásticos recolhidos em 4 transectos de 2.500m<sup>2</sup> na baía de Tamandaré-PE.

**ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO SERVIÇO DE LIMPEZA NA PRAIA (2001)**

MÊS	Nº. Itens / 10.000m <sup>2</sup>
Fevereiro	3725
Março	2390
Abril	1895
Julho	1279

**DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DO SERVIÇO DE LIMPEZA NA PRAIA (2002)**

MÊS	Nº. Itens / 10.000m <sup>2</sup>
Janeiro	412
Março	446
Abril	459
Maiο	395

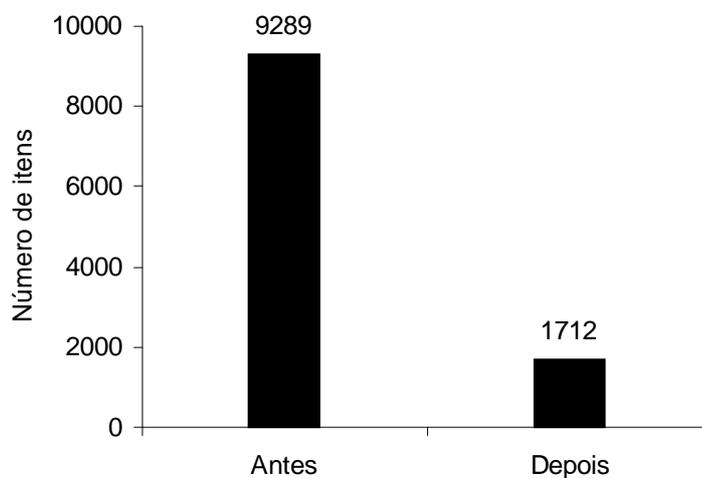


Figura 28: Comparação entre o número total de itens plásticos recolhidos na baía de Tamandaré no período anterior e posterior à implantação do serviço de limpeza urbana nas praias.

A fim de se determinar se as duas situações são significativamente diferentes, realizou-se um teste de “t” com as médias obtidas antes e depois da implantação do serviço de limpeza. O “t” calculado foi de 3,15 ou seja, maior que o “t” tabelado, que corresponde a 1,94 para 6 graus de liberdade. Portanto, para 95% de nível de significância, a hipótese nula deve ser rejeitada e as situações consideradas diferentes. (Haynes, 1982).

Recentes estudos sugerem com certeza que as pessoas têm diferentes necessidades influenciando na escolha de uma praia e que vários parâmetros são analisados na preferência para visitar diferentes tipos de praias (Morgan *et al.* 1993). Segundo Ballance *et al.* (2000), a limpeza é o fator mais importante apontado pelos freqüentadores na escolha da praia, especialmente para turistas da península do Cabo, na África do Sul. De acordo com sua pesquisa, 40% dos turistas estrangeiros e 60% dos domésticos não retornariam a praias com mais de 10 itens de resíduos por metro linear, o que causaria um grande impacto econômico na receita proveniente do turismo daquele país.

Quando a densidade do lixo (itens/m<sup>2</sup>) atinge um certo valor, ela se torna ofensiva e desanima futuras visitas. As mulheres aparentam ser as mais sensíveis ao lixo, sendo mais perturbadas pelos contaminantes do esgoto do que os homens (Williams & Nelson, 1997).

O aspecto da praia após a limpeza é, sem dúvida alguma, um fator determinante na valorização do espaço, pois associa a conservação ambiental com a beleza cênica, influenciando assim na escolha do local como opção de lazer. É comum o abandono de locais degradados, com prejuízos óbvios para a receita da região.

Embora o uso de recursos ambientais não tenha seu preço ainda muito bem estabelecido, seu valor econômico existe na medida que seu uso altera o nível de produção e consumo da sociedade (Motta, 1998). O consumidor procura escolher, entre todas as oportunidades disponíveis e possíveis de consumo, aquelas que podem maximizar sua satisfação. Com a melhoria da qualidade ambiental, o ambiente passa a constituir-se em um bem, para o qual existe demanda e ao qual as pessoas atribuem maior valor. A melhoria ambiental acarreta o aumento do bem-estar a que a população passa a ter acesso (Braga *et al.* 2002).

Segundo dados da CPRH, em seu relatório final (2000) do diagnóstico da situação atual dos serviços de limpeza pública nos municípios do litoral sul de Pernambuco, o custo mensal da limpeza pública no município de Tamandaré é de R\$ 31.890,00 o que corresponde a 8,6% da receita do município. O gasto per capita (custo/hab./ano) dos serviços de limpeza é de R\$ 24,74 ou R\$ 111,33 por residência. Um total de 57 pessoas (incluindo o conjunto público e privado de servidores) trabalha especificamente nesta atividade.

O objetivo principal dos investimentos públicos é a provisão de bens e serviços que aumentem o bem-estar das pessoas, mas as restrições orçamentárias impõem à sociedade a necessidade de decidir em quais recursos os esforços devem ser centralizados. Quando os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, estes custos são

externalizados para o sistema econômico, ou seja, custos que afetam terceiros sem a devida compensação. Estes custos representam o bem-estar que se deixou de ter em função do desvio dos recursos da economia para políticas ambientais em detrimento de outras atividades econômicas (Motta, 1998).

Em algumas partes do mundo as quantidades de lixo marinho, têm sido grandes o suficiente para obrigar operações de limpeza das praias, porém a extensão de tais ações remediais devem ser ainda melhor avaliadas (Dixon & Dixon, 1981). Grupos de conservação costeira tais como “Amigos da Terra” freqüentemente gastam dias apanhando lixo nas praias e os governos gastam grandes somas para limpar suas praias. Por exemplo, são necessários 150.000 dólares americanos para limpar no verão a praia de Weston Super Mare, UK. Isto estimula voluntários, mas é freqüentemente um desperdício de tempo, considerando que dentro de dias uma quantidade de lixo equivalente ao que foi retirado, voltará a ocupar o espaço.

No Brasil, em alguns estados, a Campanha Praia Limpa normalmente utiliza voluntários para fazer a distribuição de sacos plásticos destinados ao acondicionamento do lixo pelos freqüentadores (Figura 29). Porém, ao final do dia, esses mesmos sacos plásticos terminam como parte integrante do próprio lixo (Araújo & Costa, 2000). Campanhas temporárias e centralizadas em determinadas áreas como, por exemplo, o Projeto Praia Limpa, não resolvem a questão do lixo, pois não interferem na base do problema, ou seja, não conseguem promover uma real mudança de hábitos, exatamente porque tratam o problema sob uma ótica imediatista. O aspecto estético é resolvido temporariamente, mas o lixo reaparece a cada dia e a cada final de semana. Além disso, os objetivos acabam sendo desvirtuados, na medida em que ao final do dia, os próprios voluntários da Campanha começam a recolher o lixo deixado na areia.



Figura 29: Campanha Praia Limpa no município de Tamandaré. Janeiro de 2000. Foto: Christina Araújo.

Devido ao alto custo do serviço de limpeza periódica, normalmente só as praias de reconhecido valor turístico, são regularmente limpas durante o verão. Na praia de Boa Viagem, por exemplo, cartão postal da cidade de Recife (PE), embora a limpeza seja feita diariamente através de um sistema mecanizado, provavelmente só os itens maiores do lixo são recolhidos, ficando para trás os resíduos pequenos como pontas de cigarro, fragmentos plásticos, palitos de picolé ou cascas de amendoim, que permanecem misturados à areia. Daí é improvável que a simples limpeza da praia, dissociada de outras medidas mais efetivas, possa resolver definitivamente a questão do lixo no ambiente marinho.

Em uma série de reportagens publicadas pelo Jornal do Comércio sobre o litoral pernambucano de 05 a 11 de janeiro de 2003, discutiu-se a poluição das praias e foi observado que ela é mais visível nas praias de Porto de Galinhas, Tamandaré, Pau Amarelo e Itamaracá. Segundo a reportagem, com o verão, as prefeituras reforçam o contingente de garis mas não conseguem limpar toda a sujeira. “Isto aqui fica pior do que as ruas do Recife, que é uma cidade grande; é muita poluição para uma praia só”, contou o economista Jânio Freitas, que passa as férias em Tamandaré. De acordo com o prefeito do município, Paulo Guimarães, os responsáveis pela poluição são as pessoas que vêm passar

apenas o dia no local. Como solução o prefeito propôs limitar o número de ônibus e cobrar uma taxa de permanência.

No caso da área de estudo, com a retirada do lixo acumulado na areia ou na vegetação começaram a se destacar outras fontes locais. O serviço contratado pela prefeitura só se ocupa da limpeza das áreas públicas, não intervindo nos terrenos particulares ao longo da praia, que são isolados por cercas de arame. Nesses terrenos é comum encontrar-se uma grande quantidade de lixo deixado pelos freqüentadores da praia ou lançados por moradores da área, tanto em sacos quanto dispersos. Com o vento, a ação de animais vadios e pessoas esse lixo dos terrenos se espalha novamente pela praia.

Através do caminhamento, descrito no item 4.4 (capítulo 4) constatou-se também que a limpeza da orla não surtiu o mesmo efeito para a porção norte do litoral de Tamandaré, fato que pode se justificar (além dos já descritos no item 4.4) pela distância a ser percorrida pelos garis à partir das áreas próximas ao centro. Possivelmente por causa disso, eles concentram suas atividades principalmente da baía de Tamandaré (próximo ao CEPENE) até a área do hotel Marinas.

Outro aspecto importante a ser considerado é que a quantidade de lixo recolhido no período posterior à limpeza se manteve praticamente constante nos quatro meses, mesmo sendo retirado quase que diariamente, ou seja, provavelmente não houve mudança na quantidade de lixo gerado nas fontes e nem no comportamento das pessoas em relação à destinação do lixo. Dessa forma, a limpeza das praias demonstrou ser apenas um paliativo ineficiente para resolver o problema da poluição por resíduos sólidos de maneira definitiva.

Evidentemente houveram benefícios estéticos, sanitários e ambientais para as praias do município de Tamandaré com a implantação do serviço de limpeza. No entanto, além de pagar a conta da retirada do seu próprio lixo, os contribuintes de Tamandaré continuam pagando também, através de seus impostos, pela limpeza do lixo gerado nos municípios vizinhos, e que chega nas suas praias através dos rios que drenam toda a região e que deságuam na baía. Estes rios contribuem de forma significativa na contaminação das praias do município. Além disso, a ineficiência da coleta fora da praia tem contribuído para destacar novas fontes de lixo que não eram claramente detectáveis devido as grandes quantidades acumuladas na praia antes.

As conseqüências ambientais e estéticas e os prejuízos econômicos com a redução do turismo e limpeza dos ambientes serão os fatores determinantes na adoção de uma nova abordagem em relação ao lixo, buscando medidas de prevenção. Uma boa alternativa seria a adoção de medidas semelhantes por todos os municípios inseridos nas bacias

hidrográficas da região, ou seja, uma destinação adequada do seu lixo, o que provavelmente reduziria a quantidade de resíduos lançados nos rios, com a conseqüente melhoria ambiental de todo o litoral.

## CAPÍTULO 5

### 5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O levantamento quali-quantitativo do lixo total na baía de Tamandaré comprovou que este tipo de contaminante é constituído em mais de 80% por resíduos plásticos e outros derivados do petróleo, comparável ao que ocorre em várias outras praias do mundo. Esses resíduos são comprovadamente de difícil degradação, podendo causar inúmeros danos ao ambiente por longos períodos.
- Embalagens plásticas e isopor, resíduos de baixa densidade, tendem a se acumular na vegetação (quando existente) e/ou no limite superior da praia (linha do deixa). Quando presos na vegetação, esses resíduos dificilmente são retirados, tanto por processos naturais, quanto pela limpeza urbana.
- A análise qualitativa dos plásticos com relação à sua origem/uso indicou que são derivados de uma grande variedade de fontes, principalmente baseadas em terra. A grande proporção de itens relacionados a atividades domésticas sugere fortemente que são importados do local de descarte, e que têm nos rios os principais agentes de transporte. A presença constatada de itens classificados como perigosos, como lixo hospitalar, é um risco iminente aos freqüentadores da orla e confirma a origem de fontes baseadas em terra.
- A análise qualitativa mostrou semelhanças entre as duas áreas, com relação às categorias mais abundantes (alimentação, pesca, limpeza doméstica, esgoto/higiene pessoal, e de casa), padrão semelhante ao que ocorre em outras praias no mundo. A categoria alimentação foi a mais freqüente em

todos os transectos, nas duas áreas. Os itens incluídos nessas categorias, embora não constituam risco imediato para usuários ou para a biota, causam um efeito estético inaceitável que pode afastar o turismo, causando prejuízos econômicos para a região.

- A quantificação dos itens plásticos mostrou que os valores encontrados em Várzea do Una, são muito superiores aos encontrados na baía de Tamandaré, indicando como fator fundamental no grau de contaminação, a proximidade com uma fonte em potencial (um rio).
- Na baía de Tamandaré, dos 4 transectos amostrais, o C e o B, foram os que apresentaram as maiores quantidades de itens plásticos, principalmente relacionados à alimentação devido à contribuição dos usuários da praia, que se instalam preferencialmente nesses locais.
- Em pesquisas cujo enfoque principal é a associação dos resíduos à sua fonte/uso, objetivando a prevenção, a largura do transecto amostral deve ter no mínimo 20 metros de largura, para melhor representar o grau de contaminação por categorias específicas de lixo.
- Com relação a setorização das áreas de estudo em graus de contaminação, observou-se que o grau D (pesadamente contaminado) ocorreu apenas na Várzea do Una, sendo os outros (A, B e C) observados para Tamandaré. O litoral de Tamandaré apresenta duas situações distintas: a primeira, representada pelos extremos norte e sul, os quais apresentam tendência ao acúmulo de resíduos sólidos, possivelmente devido à presença de vegetação, baixos níveis de ocupação urbana e obras de contenção, o que acarreta uma maior largura da praia. A outra seria representada pela área mais central da orla, que possui características opostas para todos os parâmetros anteriormente citados.
- O serviço de limpeza urbana nas praias do município de Tamandaré tem ocorrido de forma periódica e efetiva apenas em algumas áreas, localizadas

ao sul, e mais precisamente na parte central da orla. O serviço se mostrou uma medida paliativa que ajudou a diminuir a quantidade total de resíduos, mas que não resolveu de forma definitiva a contaminação.

- O presente estudo aponta pra duas situações relevantes sobre a poluição por resíduos sólidos nas áreas estudadas; primeiro, o rio Una atua como uma permanente fonte de resíduos, principalmente para as áreas ao norte de sua foz; segundo, Tamandaré torna-se o depósito final de uma grande variedade de resíduos conduzidos através do rio, mas gerados nos municípios vizinhos.

## 5.2. CONCLUSÃO

As áreas estudadas apresentam alto índice de contaminação por resíduos plásticos e de outros derivados do petróleo, provenientes na sua maioria de fontes terrestres, e compostos principalmente por embalagens de alimentos, produtos de limpeza doméstica e higiene pessoal.

A presença de rios de grande porte, o grau de utilização das praias por frequentadores, principalmente nos períodos de alta estação, e a ausência de serviços eficientes de coleta e tratamento do lixo em Tamandaré e nos municípios vizinhos, foram os principais fatores determinantes na contaminação dessas áreas.

## 5.3. RECOMENDAÇÕES

- Qualquer região costeira que aspire lucrar com a fonte de renda vinda do turismo, deve oferecer além de suas belezas naturais, infra-estrutura adequada, o que inclui uma eficiente coleta de lixo, condições de balneabilidade e se comprometer com a saúde dos ecossistemas dela integrantes.

- As evidências sugerem que medidas preventivas são efetivas somente quando o controle é feito em ambos os ambientes, terrestre e marinho. Propõe-se um esforço entre os governantes dos municípios adjacentes, no sentido de promover uma ação conjunta que trate de forma adequada o recolhimento e disposição dos resíduos sólidos independentemente de sua origem, evitando assim a contaminação dos rios da região e conseqüentemente dos ambientes costeiros.
- Campanhas sazonais de limpeza das praias embora de reconhecido mérito, se constituem em atividades esporádicas, portanto paliativas e insuficientes quando dissociadas de outras medidas permanentes. Programas de monitoramento permanente produzem uma excelente oportunidade para envolver a comunidade local e ajudam a chamar a atenção dos usuários da praia para a origem e escala do problema da contaminação desses ambientes por resíduos sólidos.
- Pesquisas periódicas da qualidade do lixo encontrado em Tamandaré e praias vizinhas podem detectar tendências na inclusão de novos tipos de itens. Programas de prevenção podem assim ser mais bem direcionados às fontes.
- Deve-se investir na educação ambiental das comunidades nativas, incentivar a coleta seletiva para fins de reciclagem, e adotar medidas de controle que reduzam o lixo deixado por diaristas principalmente nos meses de alta estação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A LUCRATIVA INDUSTRIA DO LIXO. *Jornal do Comércio*, Recife, Pernambuco 06 de janeiro de 2002.

ARAÚJO, M. C. B. de; COSTA, M. F. da. 2000. **Análise quali-quantitativa do lixo deixado em uma área de praia de Tamandaré, antes e depois da colocação de recipientes para a coleta seletiva.** In: IV SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2000, Recife. IV Seminário Nacional Sobre Resíduos Sólidos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, p1-5.

BALANCE, A.; RYAN, P.G.; TURPIE, J.K. 2000. **How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa.** SOUTH AFRICA JOURNAL OF SCIENCE. 96 (5): 210-213.

BALAZS, G.H. 1985. **Impacts of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion.** In Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris, 27-29 November, 1984, Honolulu, Hawaii (R.S. Shomura & H.° Yoshida, eds.), pp 387-429. US Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFS-54.

BECK, C.A.; BARROS, N.B. 1991. **The impact of debris on the Florida manatee.** MARINE POLLUTION BULLETIN. , 22: (10): 508-510.

BENTON, T.G. 1995. **From castaways to throwaways – marine litter in the Pitcairn Islands.** BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY 56: (1-2) pp 415-422 SEP-OCT.

BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B.; LAGUEUX, C.J. 1994. **Ingestion of marine debris by juvenile sea-turtles in coastal Florida habitats.** MARINE POLLUTION BULLETIN 28: (3) pp 154-158.

BOWMAN, D; MANOR-SAMSONOV, N.; GOLIK, A.1998. **Dynamics of litter pollution on Israeli Mediterranean beaches: a budgetary, litter flux approach.** JOURNAL OF COASTAL RESEARCH 14: (2) PP 418-432 SPR.

BRAGA, B; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.; BARROS, M.T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. 2002. **Introdução à Engenharia Ambiental** . São Paulo: Prentice Hall, 305p.

CAVALCANTI, L. B.; KEMPF, M.1970. **Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil)**. (1). II – Metodologia e Hidrologia. Recife, Trabalhos Oceanográficos, Universidade Federal de Pernambuco, 9 (11); p 149-158.

Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos (CMIO). 1999. **O Oceano... Nosso Futuro: Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos**; traduzido do inglês por Andréia Crespo; adaptado para a edição brasileira por Lucimar Luciano de Oliveira. Rio de Janeiro. Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos, 248p.,il.

Comissão Nacional Independente Sobre os Oceanos (CNIO). 1998. **O Brasil e o Mar no século XXI. Relatório aos Tomadores de Decisões do País.** Rio de Janeiro. 408p.

Companhia Pernambucana de Meio Ambiente – CPRH 2000. **Plano de Gerenciamento integrado de resíduos sólidos dos municípios do litoral sul do estado de Pernambuco.** Relatório I – versão final. Diagnóstico da situação atual dos serviços de limpeza pública. Recife.

Companhia Pernambucana de Meio Ambiente – CPRH. 1998. **Plano de Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico sócio-ambiental do litoral sul de Pernambuco – APA de Guadalupe.** GERCO/PE.

Companhia Pernambucana de Meio Ambiente – CPRH. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em 27/08/2002.

CORBIN, C.J. & SINGH, J.G.1993. **Marine debris contamination of beaches in St Lucia and Dominica.** MARINE POLLUTION BULLETIN 8, pp 446-450.

DEBROT, A.O.; TIEL, A.B.; BRADSHAW, J.E. 1999. **Beach debris in Curacao**. MARINE POLLUTION BULLETIN 38: (9) pp 795-801.

DIXON, T.R.; DIXON T.J.1981. **Marine litter surveillance**. MARINE POLLUTION BULLETIN 12: (9) PP 289-295.

EARLL, R.C.; WILLIAMS, A.T.; SIMMONS, S.L. 1997. **Aquatic litter, management and prevention – the role of measurement**. MEDCOAST, NOV. 11-14, pp 383-396 .

FARIAS, F. S. de. 2002. **Tamoindaré – a dinâmica de suas praias frente às novas tribos repovoadoras do século XX**. UFPE. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Depto. de Ciências Geográficas. Dissertação de mestrado. 124p.

GABRIELIDES, G.P.; GLIK, A.; LOIZIDES, L. ; MARINO, M.G.; BINGEL, F. ; TORREGROSSA, M.V. 1991. **Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline**. MARINE POLLUTION BULLETIN 23: pp 437-441.

GALIL, B.S.; GOLIK, A. ; TURKAY, M. 1995. **Litter at the bottom of the sea – a seabed survey in the eastern Mediterranean**. MARINE POLLUTION BULLETIN 30: (1) pp 22-24.

GARRITY, S.D.; LEVINGS, S.C. 1993. **Marine debris along the Caribbean coast of Panama**. MARINE POLLUTION BULLETIN 26: (6) pp 317-324.

GREGORY, M. R. 1999 (a). **Marine debris: notes from Chatham Island, and Mason and Doughboy Bays, Stewart Island**. TANE 37 pp 201-210.

GREGORY, M.R. 1999 (b). **Plastics and South Pacific Island shores: environmental implications**. OCEAN & COASTAL MANAGEMENT 42: (6-7) pp 603-615.

GREGORY, M.R.1991. **The hazards of persistent marine pollution – drift plastics and conservation islands**. JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF NEW ZEALAND 21: (2) pp 83-100.

**GUIA DIDÁTICO SOBRE O LIXO NO MAR.** 1997. Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana; Coordenadoria de Educação Ambiental da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo; adaptação e preparação do texto Maria Julieta Penteado, Marcelo Sodré e Maria Luícia Barciotte. Tradução da versão espanhola Célia Castelló e Luiz Augusto Domingues. São Paulo: SMA, 143 p., il.; 21 x 28 cm.

HAYNES, R. M. Statistics. In: HAYNES, R. M. (ed.) 1982. **Environmental Science Methods.** London, New York. Chapman and Hall, cap. 3.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** Disponível em: <http://www.Ibge.gov.br> . Acesso em 27/06/02.

LAIST, D.W.1987. **Overview of the biological effect of lost and discarded plastic debris in the marine environment.** MARINE POLLUTION BULLETIN 18, pp 319-326.

LAIST, D.W. 1997. **Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records.** In: COE, J.M. & ROGERS, D.B. (ed). Marine debris: sources, impacts and solutions. Springer-Verlac, New York, Chapt. 8: 99-139.

LAIST, D.W.; JAMES, M.C. & O'HARA, K.J. 1999. **Marine debris pollution.** In: TWISS JR, J.R. & REEVES, R.R. (ed.). Conservation and management of marine mammals. Smithsonian Institution. Chap. 16: 342-366.

LAWS, Edward A. 1993. **Aquatic pollution – An introductory text.** Second Edition. A wiley intercience series of texts and monographs. Intercience Publication. J.W. Jons, Inc. 611p.

LIMA, D.C.C. 2001. **Delimitação da linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea como contribuição à gestão ambiental costeira do município de Tamandaré, Pernambuco – Brasil.** Monografia de conclusão do curso de especialização em Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais (II GACT). 54p. Anexos (A-G).

Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil, na Escala da União / MMA, UFRJ, FUJB, LAGET Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente. Capítulo. 2 (Caracterização físico-natural da zona costeira do Brasil) 1996. 280p.

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. 1997. **Coral Reefs of Brazil: An Overview**. Reprinted from Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium 1: 263-274.

MMA. Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA), 1995. **Perfil dos estados litorâneos do Brasil: subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Brasília, v. 9, 211p.

MORGAN, R.; JONES, T.C.; WILLIAMS, A.T. 1993. **Opinions and perceptions of England and Wales heritage coast beach users: some management implications from the Glamorgan Heritage Coast, Wales**. J. COAST. RES., 9(4): 1083-1093.

MOTTA, R. S. da.1998. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

MOURA, R. T. de, 1991. **Biomassa, produção primária e alguns fatores ambientais na baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil**. Dissertação de mestrado.

PIANOWSKI, F. 1997. **Resíduos sólidos e esférulas plásticas nas praias do Rio Grande do Sul – Brasil**.In: XI Semana Nacional de Oceanografia, 1998, Rio Grande. Anais... Rio Grande: FURG. 547-549.

PRAIAS À ESPERA DE INVESTIMENTOS. *Jornal do Comércio*, Recife, Pernambuco, 05 de janeiro de 2003.

PRICE, A.R.G. 1999. **Broadscale coastal environmental assessment of Chagos Archipelago**. ECOLOGY OF THE CHAGOS ARCHIPELAGO (ed. C.R.C. Sheppard & M.R.D. Seaward).

RAMOS-PORTO, M., OLIVEIRA, M.T. de. 1984. **Alguns crustáceos decápodes da região de Tamandaré (PE)**, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos*, v.18. p 139-152.

REES, G. & POND, K. 1995. **Marine litter monitoring programmes – a review of methods with special reference to national surveys.** MARINE POLLUTION BULLETIN. 30 (2) pp 103-108.

RIBIC, C.A.; GANIO, L.M.1996. **Power analysis for beach surveys of marine debris.** MARINE POLLUTION BULLETIN 32: (7) pp 554-557.

ROLLNIC, M. 2002. **Hidrologia, clima de ondas e transporte advectivo na zona costeira de Boa Viagem, Piedade e Candeias – PE.** UFPE – Dissertação de Mestrado, 111p.

ROSS, J.B. ; PARKER, R. ; STRICKLAND, M. 1991. **A survey of shoreline litter in Halifax Harbour 1989.** MARINE POLLUTION BULLETIN 22: (5) pp 245-248.

RYAN, P.G. 1987. **The origin and fate of artifacts stranded on islands in the African sector of the Southern Ocean.** ENVIRONMENTAL CONSERVATION 14, pp 341-346.

SANTOS-FILHO I. L. **Geologia e geofísica da área de Tamandaré-PE.** Recife 1969. 54p. Relatório Final (Curso de Geologia) Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

SANTOS, I.R.; FRIEDRICH, C. ; MARIANO, C.V. ; ABSALONSEN, L. ; DUARTE, E. 2001. **Os problemas causados pelo lixo marinho sob o ponto de vista dos usuários da praia do Cassino – RS.** Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Edição Especial do I Congresso em Educação Ambiental na Área do Mar de Dentro.

SIMMONS, S. L. & WILLIAMS, A.T. 1997. **Qualitative versus quantitative litter data analysis. Proceedings of the Third International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 97, November 11-14, pp 397-406 ;** Qawra, Malta, E. Ozhan (editor).

TRABALHOS OCEANOGRÁFICOS. UFPE. Recife – V 12. 1970, p 46-51.

THORNTON, L. & JACKSON, N.L. 1998. **Spatial and temporal variations in debris accumulation and composition on a estuarine shoreline, Cliffwood beach, New Jersey, USA.** MARINE POLLUTION BULLETIN 36 (9) pp 705-711.

TSOUK, E.; AMIR, S. & GOLDSMITH, V. 1985. **Natural self-cleansing of oil-polluted beaches by waves.** Marine Pollution Bulletin, 16, 11-19.

VELANDER, K.; MOCOGNI, M. 1999. **Beach litter sampling strategies: is there a “best” method?** MARINE POLLUTION BULLETIN 38: (12) pp 1134-1140.

WETZEL L.B. 1995. **Contaminação por resíduos sólidos e piche: uma perspectiva da praia do Cassino, município de Rio Grande, RS.** Monografia conclusão de curso em Oceanografia. FURG, Rio Grande (RS). 113p.

WHITING, S.D. 1998. **Types and sources of marine debris in Fog Bay, northern Australia.** MARINE POLLUTION BULLETIN 36: (11) pp 904-910.

WHO/EHG/97.8 . 1997. **Health and environment in sustainable development – five years after the Earth summit.** Who, Geneva.

WILLIAMS, A.T.; NELSON, C. 1997. **The public perception of beach debris.** SHORE & BEACH. Pp17-20.

WILLIAMS, A.T.; SIMMONS, S.L. 1997 (a). **Estuarine litter at the river/beach interface in the Bristol Channel, United Kingdom.** JOURNAL OF COASTAL RESEARCH 13: (4) pp 1159-1165 FAL

WILLIAMS, A.T.; SIMMONS, S.L. 1997 (b). **Movement patterns of riverine litter.** WATER AIR AND SOIL POLLUTION 98: (1-2) pp 119-139.

WILLIAMS, A.T.; SIMMONS, S.L. 1999. **Sources of riverine litter. The River Taff, South Wales, UK.** WATER AIR AND SOIL POLLUTION 112: (1-2) pp 197-216.

ARAÚJO, M.C.B. de. Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco: origens e conseqüências

WILLIAMS, A.T.; SIMMONS, S.L. 1996. **The degradation of plastic litter in rivers: implications for beaches.** JOURNAL OF COASTAL CONSERVATION 2: pp 63-72.

ZARZUR, S. 1995. **Alimentação e ingestão de plásticos nos *Procellariiformes* (albatrozes e petréis) encontrados na praia do Cassino, Rio Grande, RS.** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE. Monografia.

ANEXO I: Planilhas de campo – número de itens plásticos observados por categoria e por intervalo em cada transecto.

## Transecto A - 19/07/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		2	6	10	6	5	12	11	52
ALIMENTAÇÃO	11	8	12	10	10	32	27	29	139
PERIGOSOS					2	2	1		5
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			3	1	6	4	11	14	39
LIMPEZA DOMÉSTICA		1		5	5	2	6	6	25
USUÁRIO DA PRAIA				1		1		2	4
DE CASA (GERAL)			3	2	3	8	7	5	28
OUTROS						1		2	3
<b>TOTAL</b>	11	11	24	29	32	55	64	69	295

## Transecto B - 19/07/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA	3	4	3	22	6	17	15	11	81
ALIMENTAÇÃO	2	9	10	13	14	27	37	31	143
PERIGOSOS				2		3	1	2	8
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			6	10	3	10	11	7	47
LIMPEZA DOMÉSTICA				6	6	16	8	7	43
USUÁRIO DA PRAIA			3	6	6	9	6	8	38
DE CASA (GERAL)		2	3	20	6	9	15	4	59
OUTROS				2	1	1	3	1	8
<b>TOTAL</b>	5	15	25	81	42	92	96	71	427

## Transecto C - 19/07/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA	5		4	7	5	8	7	8	44
ALIMENTAÇÃO	8	12	17	15	25	24	19	18	138
PERIGOSOS					2		2		4
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			5	3	8	7	5	4	32
LIMPEZA DOMÉSTICA		2	7	9	14	15	12	9	68
USUÁRIO DA PRAIA			2	1	2	2	4	2	13
DE CASA (GERAL)	5	1		5	7	9	7	9	43
OUTROS						7	1		8
<b>TOTAL</b>	18	15	35	40	63	72	57	50	350

## Transecto D - 19/07/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			1	1	3	6	4	5	20
ALIMENTAÇÃO	2	7	5	11	10	21	17	26	99
PERIGOSOS							1		1
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			2		3	1	7	5	18
LIMPEZA DOMÉSTICA				1	2	7	9	8	27
USUÁRIO DA PRAIA		1		3	2	5	4	8	23
DE CASA (GERAL)				2	1	1	5	4	13
OUTROS						2	1	3	6
<b>TOTAL</b>	2	8	8	18	21	43	48	59	207



## Transecto A - 19/11/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		2	1	2	1		2	2	10
ALIMENTAÇÃO	12	10	20	15	21	28	34	30	170
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			1	1	2	2	3	1	10
LIMPEZA DOMÉSTICA				1	1	2	2	2	8
USUÁRIO DA PRAIA			1		2		2	1	6
DE CASA (GERAL)					1		2	1	4
OUTROS				2					2
<b>TOTAL</b>	12	12	23	21	28	32	45	37	210

## Transecto B - 19/11/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA									2
ALIMENTAÇÃO									32
PERIGOSOS									2
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL									0
LIMPEZA DOMÉSTICA									5
USUÁRIO DA PRAIA									3
DE CASA (GERAL)									0
OUTROS									0
<b>TOTAL</b>									44

## Transecto C - 19/11/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			4		3	9	11	4	31
ALIMENTAÇÃO	11	15	14	10	13	24	23	31	141
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL				2	1	2	1	3	9
LIMPEZA DOMÉSTICA			2		3	1	3	1	10
USUÁRIO DA PRAIA		1		1	2	2	3	1	10
DE CASA (GERAL)			1	8	2	3	2	1	17
OUTROS									0
<b>TOTAL</b>	11	16	21	21	24	41	43	41	218

## Transecto D - 19/11/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		2	1		1	3	1	3	11
ALIMENTAÇÃO	7	4	7	3	11	13	14	24	83
PERIGOSOS								1	1
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			2		1		2	1	6
LIMPEZA DOMÉSTICA				1		1	3	3	8
USUÁRIO DA PRAIA			2		1		2		5
DE CASA (GERAL)				1	2	5	1	1	10
OUTROS							1	1	2
<b>TOTAL</b>	7	6	12	5	16	22	24	34	126





## Transecto A - 12/04/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA				1	3	1	1	3	9
ALIMENTAÇÃO	6	2	2	3	5	6	8	9	41
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL					1	2	2		5
LIMPEZA DOMÉSTICA			1	1		1	2	3	8
USUÁRIO DA PRAIA						2		1	3
DE CASA (GERAL)					1	1	1	2	5
OUTROS						1		1	2
<b>TOTAL</b>	6	2	3	5	10	14	14	19	73

## Transecto B - 12/04/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		1	3	1	2	4	5	2	18
ALIMENTAÇÃO	2	4	3	6	5	13	12	8	53
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL				1	2	3	4	2	12
LIMPEZA DOMÉSTICA				1		3	2	2	8
USUÁRIO DA PRAIA					1		1	1	3
DE CASA (GERAL)					2	5	3	3	13
OUTROS		1	1	2	2				6
<b>TOTAL</b>	2	6	7	11	14	28	27	18	113

## Transecto C - 12/04/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			5	4	5	4	7	3	28
ALIMENTAÇÃO	4	4	6	4	6	12	9	7	52
PERIGOSOS							1	1	2
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL					1	3	2	4	10
LIMPEZA DOMÉSTICA			1	1	3	1	4	2	12
USUÁRIO DA PRAIA				1	2		3		6
DE CASA (GERAL)		1		1	1	1	3	2	9
OUTROS			2	1		2	1	2	8
<b>TOTAL</b>	4	5	14	12	18	23	30	21	127

## Transecto D - 12/04/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		3	1	2	2	3	2	4	17
ALIMENTAÇÃO	3	1	1	3	7	10	5	14	44
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL				1			2	2	5
LIMPEZA DOMÉSTICA					1	3	4	3	11
USUÁRIO DA PRAIA					1	1	1		3
DE CASA (GERAL)						2		1	3
OUTROS				1		1	1	1	4
<b>TOTAL</b>	3	4	2	7	11	20	15	25	87



## Transecto A - 10/06/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA									3
ALIMENTAÇÃO									16
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL									4
LIMPEZA DOMÉSTICA									9
USUÁRIO DA PRAIA									5
DE CASA (GERAL)									3
OUTROS									1
<b>TOTAL</b>									41

## Transecto B - 10/06/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA									5
ALIMENTAÇÃO									17
PERIGOSOS									0
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL									7
LIMPEZA DOMÉSTICA									8
USUÁRIO DA PRAIA									2
DE CASA (GERAL)									3
OUTROS									5
<b>TOTAL</b>									47

## Transecto C - 10/06/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			1	3	1	2	4	2	13
ALIMENTAÇÃO	2	1	1	4	6	5	7	4	30
PERIGOSOS					1				1
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL			2	4	5	9	7	5	32
LIMPEZA DOMÉSTICA			1		7	8	8	7	31
USUÁRIO DA PRAIA				3	4	6	4	1	18
DE CASA (GERAL)						1	2		3
OUTROS								1	1
<b>TOTAL</b>	2	1	5	14	24	31	32	20	129

## Transecto D - 10/06/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			2		1	1	1	1	6
ALIMENTAÇÃO	1		1	2	4	3	3	2	16
PERIGOSOS					1		1	1	3
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL		1	3	2	4	4	3	4	21
LIMPEZA DOMÉSTICA			3	2	3	3	4	2	17
USUÁRIO DA PRAIA			1	1	2	1	1	3	9
DE CASA (GERAL)				2	1	3	1	2	9
OUTROS			1					1	2
<b>TOTAL</b>	1	1	11	9	16	15	14	16	83





## Várzea do Una - 24/09/01

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		3	6	8	5	11	10	22	65
ALIMENTAÇÃO	22	31	25	34	40	77	89	67	385
PERIGOSOS			4	4	5	9	10	9	41
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	4	4	11	10	12	24	34	20	119
LIMPEZA DOMÉSTICA	11	6	6	10	7	23	23	20	106
USUÁRIO DA PRAIA		3	5	8	5	8	8	5	42
DE CASA (GERAL)	8	7	4	13	11	24	27	20	114
OUTROS				2		3	2	4	11
<b>TOTAL</b>	45	54	61	89	85	179	203	167	883

## Várzea do Una - 16/01/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		2	4	5	3	10	7	8	39
ALIMENTAÇÃO	14	13	26	28	34	52	48	58	273
PERIGOSOS				2		1	3	1	7
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	3	1	4	8	6	21	19	23	85
LIMPEZA DOMÉSTICA	3	2	5	4	13	23	17	20	87
USUÁRIO DA PRAIA			1		2	7	8	6	24
DE CASA (GERAL)		2	4	5	10	11	11	15	58
OUTROS						1	1	1	3
<b>TOTAL</b>	20	20	44	52	68	126	114	132	576

## Várzea do Una - 18/03/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA	7	7	9	9	11	11	13	9	76
ALIMENTAÇÃO	17	38	57	48	73	111	107	99	550
PERIGOSOS			5	5	4	6	8	7	35
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	14	12	31	19	28	38	34	41	217
LIMPEZA DOMÉSTICA	13	20	17	20	24	45	56	38	233
USUÁRIO DA PRAIA		7	16	8	16	12	13	22	94
DE CASA (GERAL)		6	12	8	19	13	23	18	99
OUTROS									0
<b>TOTAL</b>	51	90	147	117	175	236	254	234	1304

## Várzea do Una - 14/05/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			4	3	3	6	14	8	38
ALIMENTAÇÃO	17	33	36	25	36	66	59	47	319
PERIGOSOS			1	3	1	3	5	5	18
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	6	15	10	12	14	21	22	25	125
LIMPEZA DOMÉSTICA	6	2	18	10	14	28	27	21	126
USUÁRIO DA PRAIA		7	10	8	10	17	14	21	87
DE CASA (GERAL)	8	7	9	6	9	10	11	8	68
OUTROS					5	7	2	4	18
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>64</b>	<b>88</b>	<b>67</b>	<b>92</b>	<b>158</b>	<b>154</b>	<b>139</b>	<b>799</b>

## Várzea do Una - 12/07/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA		3	5	5	7	10	7	9	46
ALIMENTAÇÃO	20	38	46	67	58	77	89	108	503
PERIGOSOS					1	1	2	1	5
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	11	14	16	15	19	31	28	25	159
LIMPEZA DOMÉSTICA	10	11	21	23	18	32	36	29	180
USUÁRIO DA PRAIA		2	7	4	8	10	10	16	57
DE CASA (GERAL)			4	5	4	7	7	9	36
OUTROS					1	1	1		3
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>68</b>	<b>99</b>	<b>119</b>	<b>116</b>	<b>169</b>	<b>180</b>	<b>197</b>	<b>989</b>

## Várzea do Una - 10/09/02

<b>CATEGORIAS</b>	0-2,5 m	2,5 - 5 m	5 - 10 m	10-15 m	15-20 m	20-30 m	30-40 m	40-50 m	<b>TOTAL</b>
ARTEFATOS DE PESCA			5	3	5	7	6	13	39
ALIMENTAÇÃO	11	16	18	26	33	67	58	77	306
PERIGOSOS					1	2		1	4
ESGOTO/HIGIENE PESSOAL	7	11	9	17	13	26	21	28	132
LIMPEZA DOMÉSTICA	2	7	11	10	9	19	17	15	90
USUÁRIO DA PRAIA			1	1	4	3	3	5	17
DE CASA (GERAL)				2	1		3	6	12
OUTROS						1		2	3
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>59</b>	<b>66</b>	<b>125</b>	<b>108</b>	<b>147</b>	<b>603</b>

ANEXO II: número de itens plásticos/m<sup>2</sup> em cada transecto.

## A

Meses	125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>
jul/01	11	11	24	29	32	55	64	69
set/01	1	1	11	4	8	8	12	13
nov/01	12	12	23	21	28	32	45	37
jan/02	4	2	7	6	16	18	19	17
abr/02	6	2	3	5	10	14	14	19
mai/02	2	4	3	7	4	9	19	14
set/02	2	2	7	6	9	9	21	12
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>107</b>	<b>145</b>	<b>194</b>	<b>181</b>
Itens/m <sup>2</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4

## B

Meses	125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>
jul/01	5	15	25	81	42	92	96	71
set/01	6	5	5	9	17	31	33	21
jan/02	12	6	29	18	12	26	33	23
abr/02	2	6	7	11	14	28	27	18
mai/02	1	4	13	10	18	21	18	22
set/02	2	5	6	9	13	13	20	19
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>41</b>	<b>85</b>	<b>138</b>	<b>116</b>	<b>211</b>	<b>227</b>	<b>174</b>
Itens/m <sup>2</sup>	0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,4	0,5	0,3

## C

Meses	125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>
jul/01	18	15	35	40	63	72	57	50
set/01	14	22	22	23	38	44	45	35
nov/01	11	16	21	21	24	41	43	41
jan/02	9	5	9	13	27	28	28	45
abr/02	4	5	14	12	18	23	30	21
mai/02	0	8	8	10	18	29	26	31
jun/02	2	1	5	14	24	31	32	20
jul/02	2	4	2	6	9	12	22	15
set/02	2	6	7	8	14	24	22	20
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>82</b>	<b>123</b>	<b>147</b>	<b>235</b>	<b>304</b>	<b>305</b>	<b>278</b>
Itens/m <sup>2</sup>	0,5	0,7	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,6

## D

Meses	125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>
jul/01	2	8	8	18	21	43	48	59
nov/01	7	6	12	5	16	22	24	34
abr/02	3	4	2	7	11	20	15	25
jun/02	1	1	11	9	16	15	14	16
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>39</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>134</b>
Itens/m <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3

## V. do Una

Meses	125m <sup>2</sup>	125m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	250m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>	500m <sup>2</sup>
set/01	45	54	61	89	85	179	203	167
jan/02	20	20	44	52	68	126	114	132
mar/02	51	90	147	117	175	236	254	234
mai/02	37	64	88	67	92	158	154	139
jul/02	41	68	99	119	116	169	180	197
set/02	20	34	44	59	66	125	108	147
<b>Total</b>	<b>214</b>	<b>330</b>	<b>483</b>	<b>503</b>	<b>602</b>	<b>993</b>	<b>1013</b>	<b>1016</b>
Itens/m <sup>2</sup>	1,7	2,6	1,9	2,0	2,4	1,9	2,0	2,0