

Flavia Moraes Lins de Barros

**RISCO E VULNERABILIDADE À EROSÃO
COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE MARICÁ,
RIO DE JANEIRO**

Programa de Pós-Graduação em Geografia
Departamento de Geografia
Instituto de Geociências / UFRJ

**Rio de Janeiro
2005**

Flavia Moraes Lins de Barros

RISCO E VULNERABILIDADE À EROSÃO
COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE MARICÁ, RIO
DE JANEIRO

Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Curso de Mestrado

Orientador: Dieter Carl Ernst Heino Muehe
(Doutor)

Rio de Janeiro
2005

Flavia Moraes Lins de Barros

RISCO E VULNERABILIDADE À EROSÃO
COSTEIRA NO MUNICÍPIO DE MARICÁ, RIO
DE JANEIRO

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

Aprovado por:

Prof. _____ - orientador
Dieter Carl Ernst Heino Muehe
(Doutor)

Prof. _____
Maria Naíses de Oliveira Peixoto
(Doutora)

Prof. _____
Marcus Polette
(Doutor)

Rio de Janeiro
2005

Ficha Catalográfica

LINS-DE-BARROS, Flavia Moraes.

Risco e Vulnerabilidade à Erosão Costeiro no Município de Maricá, Rio de Janeiro / Flavia Moraes Lins de Barros. Rio de Janeiro: UFRJ / PPGG, 2005.xiv, 147 p.; il.

(Dissertação) Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGG, 2005. Orientador: Dieter Carl Ernst Heino Muehe.

1. Geografia Costeira. 2. Erosão Costeira. 3. Tese (Mestrado – UFRJ / PPGG). 4. Dieter Muehe. I. Título.

LINS DE BARROS, Flavia Moraes. **Risco e Vulnerabilidade à Erosão Costeira no Município de Maricá, Rio de Janeiro.** Orientador: Dieter Carl Ernst Heino Muehe. Rio de Janeiro: UFRJ / PPGG, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia).

RESUMO

Estudos atuais demonstram que a maioria das praias arenosas do mundo apresenta tendência de erosão costeira o que somado ao intenso crescimento urbano das orlas no século XX pode significar uma problemática social envolvendo danos e prejuízos financeiros. O litoral sul-oriental do estado do Rio de Janeiro vem sofrendo processo progressivo de recuo do cordão litorâneo em diversas praias, principalmente durante os eventos de tempestades. No litoral do município de Maricá a pequena largura do cordão litorâneo, o baixo estoque de sedimentos, a elevada concentração da energia das ondas e a pequena cobertura vegetal revelam, de modo geral, a sua alta vulnerabilidade. Tal característica somada à urbanização muito próxima ao perfil ativo resultou em uma situação de risco e de danos efetivos. Como consequência proprietários realizaram obras de proteção modificando a paisagem das praias e representando prejuízos financeiros muito elevados. A classificação da vulnerabilidade física através de indicadores de resistência, exposição e resiliência somada à caracterização da urbanização na orla permitiu identificar áreas de maior ou menor risco e definir áreas especiais para o gerenciamento costeiro integrado.

LINS DE BARROS, Flavia Moraes. **Risco e Vulnerabilidade à Erosão Costeira no Município de Maricá, Rio de Janeiro.** Orientador: Dieter Carl Ernst Heino Muehe. Rio de Janeiro: UFRJ / PPGG, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia).

ABSTRACT

Recent studies show that the majority of the sandy beaches in the world disclose costal erosion tendencies, which in addition to the intense urban growth from the XX century could cause a social problem and even financial losses. Rio de Janeiro's south-oriental coast has been suffering from a progressive retreat of the barrier beach in many coastlines, especially during the storms. In the seashore of Marica, the small width of the barrier beach, the small accumulation of sediments, the elevated energy concentration from the waves and the small vegetation covering reveals, in general, the high vulnerability. Such characteristics, in addition to the urbanization very close to the active profile, resulted in a situation of risk and effectual damage. As a consequence, landowners constructed protections, modifying the beach landscape, which resulted in significant financial losses. The classification of the physical vulnerability through resistance indicators, exposure and resilience, as well as the urban characterization in the seashore allowed the identification of areas with higher and lower risk and the definition of special areas for the integrated costal management.

Agradecimentos

A Dieter Muehe, meu orientador e grande pesquisador, por todo conhecimento transmitido seja nos debates teóricos, seja nos trabalhos de campo tão enriquecedores profissionalmente. Admirável pela grandiosidade e importância nacional dos estudos que coordena na área de geografia costeira e também pela humildade e simplicidade de sua personalidade que permitem estabelecer uma relação muito agradável com todos os seus orientandos.

A todos que fazem parte do Grupo de Pesquisa do Laboratório de Geografia Marinha do Departamento de Geografia da UFRJ, em especial a Cristiano Figueiredo, Daniele Garcez, Eduardo Bulhões, Giseli Modolo e Mitzi Vidal que me acompanharam em diversos trabalhos de campo e, através da crescente união estabelecida, contribuíram também com muitas sugestões e trocas de idéias. A Guilherme Fernandez por todos os conselhos e pelo fornecimento de dados importantes para discussão dos resultados. Agradeço ainda, com especial carinho, a Rosuíta Roso pelo apoio e enorme paciência para decifrar e ensinar o complicado programa de modelagem de ondas.

A professora Lia Osório Machado do Departamento de Geografia da UFRJ e coordenadora do Grupo Retis, a quem admiro muito e que me ensinou os primeiros e importantes passos para a pesquisa geográfica. A equipe do Grupo de Pesquisa Retis da qual fui integrante durante a graduação e de onde guardo boas lembranças pela excelente qualidade da pesquisa, pela forte interação da equipe e por tudo que aprendi.

A professora Gisela Aquino Pires do Rio do Departamento de Geografia da UFRJ quem, através da participação na banca do Exame de Qualificação, contribuiu com muitas sugestões importantes.

Ao órgão de financiamento à pesquisa CAPES pela bolsa de mestrado concebida durante estes dois anos.

A Josefa Guerra, professora do Departamento de Oceanografia da UERJ, pelos dados, ainda não publicados, gentilmente cedidos. A César Bacilla Munhoz Rocha do LAHIMAR pelas muitas dicas sugeridas que foram imprescindíveis para o melhor desempenho da análise dos dados de refração de ondas. Ao professor Marcus Polette da Universidade do Vale do Itajaí pela comunicação estabelecida e envio de textos e outras sugestões. Aos cartógrafos Mário Barradas da Fundação CIDE e Júlio César di Paola da Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro (CERJ) pelo fornecimento das

fotografias aéreas do município de Maricá. A Divisão de Hidrografia e Navegação (DHN) pelos dados batimétricos fornecidos. A Paulo Sérgio, morador de Maricá e responsável pelo site www.itaipuaçu.net pela gentileza e atenção dedicada ao divulgar minha pesquisa no jornal EXATO Online e fornecer fotografias de ressacas na praia de Itaipuaçu.

A meu primo, Lula, futuro geógrafo, pela participação em trabalhos de campo, e pelos debates incentivados por ele, como gosta de fazer, sobre diversas temáticas interessantes. Aos meus amigos Cristiane Adiala, Gabriel Reichenheim, João das Neves Lima, Manuela Silveira, Magnes Grael e Patrícia Barros que, de alguma forma, perto ou longe, me acompanharam e me apoiaram nestes dois anos de mestrado.

Aos meus pais, Myriam e Henrique, que, ao longo da vida, estiveram próximos, conversando em todos os momentos de dúvidas (e esses são muitos) e de decisões, mostrando a grande beleza de se ter uma família sempre unida. Como pesquisadores, minha mãe antropóloga e meu pai físico, me proporcionaram uma vida cercada de ciência e de intermináveis debates sobre a relação homem-natureza.

Agradeço em especial a minha avó Celeste Maria por todo o interesse em minha profissão e pelas interessantes questões colocadas que tanto me fazem refletir.

A meu irmão, Daniel, meu grande amigo do dia a dia, sempre me aconselhando e surpreendendo a todos com sua bonita e exemplar visão da vida.

A minha irmã, Monica, com quem divido problemas e alegrias e com quem compartilho interesses cada vez mais próximos no mundo acadêmico.

A meu namorado, Rodrigo, que com muito amor e carinho preenche todos os dias da minha vida com um brilho especial. Através de seu rico conhecimento da ciência ambiental contribuiu em diversos aspectos da minha pesquisa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I. Introdução, 1

1.1 Objetivos, 6

1.2 Estrutura da Dissertação, 7

CAPÍTULO II. Caracterização da Área de Estudos, 8

2.1 Geologia e Geomorfologia Regionais, 9

2.1.1 Litoral Sul – Compartimentação Região dos Lagos, 10

2.2 Evolução da urbanização na orla de Maricá, 12

2.2.1 Formas de ocupação urbana das zonas costeiras, 14

2.3 Erosão Costeira na Área de Estudos: trabalhos anteriores, 15

CAPÍTULO III. Discussão Conceitual e Teórica, 18

3.1 Praias, Balanço Sedimentar e Erosão Costeira, 18

3.2 Modelos de Erosão Costeira e Escala Espaço-Temporal, 19

CAPÍTULO IV. Gerenciamento Costeiro, 24

4.1 Delimitação, Escalas de Poder e Integração, 24

4.2 GCI, Planejamento Urbano e Erosão Costeira, 27

CAPÍTULO V. Discussão Metodológica, 34

5.1 Conceitos e Abordagens dos Termos: risco, vulnerabilidade física e vulnerabilidade sócio-econômica, 34

5.1.1 Risco, 34

5.1.2 Vulnerabilidade, 36

5.1.3 Risco e Vulnerabilidade, 39

5.2 Indicadores e Classificação da Orla, 40

5.2.1 Vulnerabilidade Física, 40

5.2.2 Vulnerabilidade Sócio-Econômica, 42

5.3 Indicadores: Escolha e Discussão, 43

5.3.1 Vulnerabilidade Física, 43

5.3.2 Risco, 53

5.3.3 Mapeamento das variáveis e dos indicadores, 53

5.3.4 Danos, 55

5.3.5 Adaptações, 56

5.3.6 Prejuízos e Desvalorização, 57

CAPÍTULO VI. Resultados e Discussão, 58**6.1 Vulnerabilidade Potencial do Cordão Litorâneo, 58**

6.1.1 Evolução da linha de costa, 62

6.1.2 Refração das ondas, 73

6.2 Instabilidade Local, 77

6.2.1 Resistência e variáveis, 77

6.2.2 Grau de resistência, 81

6.2.3 Exposição do litoral, 83

6.2.4 Grau de instabilidade local, 85

6.2.5 Instabilidade local e variabilidade do perfil transversal, 87

6.3 Risco do Litoral, 93

6.3.1 Grau de densidade de construção, 93

6.3.2 Posição das construções, 95

6.3.3 Grau de risco, 99

6.4 Grau de Danos, 102

6.4.1 Tempestades no litoral de Maricá, 102

6.4.2 Danos, 106

6.4.3 Grau de danos e cobertura vegetal, 114

6.4.4 Grau de danos e posição das construções, 114

6.5 Adaptação e Percepção, 115

6.5.1 Obras, 115

6.5.2 Prejuízos diretos e indiretos, 120

6.5.3 Desvalorização, 123

6.5.4 Percepção, 126

6.6 Classificação de Áreas Especiais para Planejamento, 129

6.6.1 Definição da faixa de proteção, 131

CAPÍTULO VII. Conclusões, 133

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, 136

ANEXOS, 145

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

1. Localização do Município de Maricá, 3
2. Imagem de Satélite do dia 7 de maio de 2001,4
3. **3a.** Perfis Transversais da praia de Massambaba, Arraial do Cabo, 5
3b. Perfis das dunas frontais em maior detalhe, 5
4. Localização da área de estudos, 9
5. Esquema explicando o avanço dos cordões no período Holoceno e recuo atual, 11
6. Mapa de risco à Erosão Costeira para o litoral do município de Maricá, 16
7. Escalas espaço-temporal envolvidas no estudo de praias e processos relativos à dinâmica costeira, 20
8. Escalas espaço-temporais envolvidas no estudo de praias e processos relativos à erosão costeira, 21
9. Reação do perfil transversal de uma praia à ação de ondas de tempestade, 21
10. Reação do perfil em planta de uma praia à ação de ondas oblíquas à linha de costa, 21
11. Modelo abc, 22
12. Esquema explicativo da regra de Bruun, 22
13. Zoneamento estabelecido pela Ley de Costas da Espanha, 30
14. Freqüência relativa, considerando o conjunto de países analisados, da largura (em metros) da zona de proteção ou uso restrito medida a partir da preamar média de superfície, 31
15. Limites estabelecidos pelo Projeto Orla, 32
16. **16a.** Chegada de uma onda oblíqua ao contorno batimétrico e o conseqüente processo de refração, 46
16b. Refração de uma onda oblíqua ao contorno batimétrico e as linhas ortogonais, 47
17. Fluxograma com as inter-relações entre as diferentes variáveis e indicadores de vulnerabilidade física e de risco, 55
18. Mapa índice de Itaipuaçu com a localização dos perfis transversais e das fotografias trabalhadas, 64
19. Mapa índice do arco praiar entre Barra de Maricá e Ponta Negra com a localização dos perfis transversais e das fotografias trabalhadas, 64
20. Comparação dos perfis transversais na praia de Itaipuaçu, 71
21. Comparação dos perfis transversais da praia da Barra de Maricá, 72
22. Batimetria, 73
23. Modelagem da refração das ondas – direção sul, 74
24. Modelagem da refração das ondas - Direção Sudeste, 74
25. Modelagem da refração das ondas – Direção Sudoeste, 75
26. Mapa de localização dos perfis transversais, 87
27. Perfil 1 Praia de Itaipuaçu - 1994, 88
28. Perfil 2 – Praia de Itaipuaçu - 1994, 88
29. Perfil 3 – Praia de Itaipuaçu – 1994, 89
30. Perfil 4 – Praia de Itaipuaçu - 1994, 89
31. Perfil 5 – Praia do Francês - 1994, 90

32. Perfil 6 – Praia do Francês - 1994, 90
33. Perfil 7 – APA de Maricá - 2003, 91
34. Perfil 8 – Praia da Barra de Maricá, 91
35. Posição das casas em relação ao perfil transversal da praia, 95
36. Reportagem sobre a ressaca em Itaipuaçu, 103
37. Reportagem sobre ressaca em Itaipuaçu, 103
38. Modelos de previsão oceanográfica e meteorológica válido para o dia 7 de maio de 2001, 104
39. Modelo esquemático da inter-relação entre vulnerabilidade e o valor imobiliário percebido nas orlas em processo de erosão costeira, 123
40. Modelo esquemático representando a valorização das propriedades da orla, 126

Gráficos

1. e 2. Posição das casas nos segmentos com diferentes graus de danos, 115
3. Total de obras em cada segmento classificado quanto ao grau de danos sofrido, 116
4. Caracterização do litoral quanto aos tipos de obras, 116
5. ao 8. Tipo de obras predominantes nos diferentes segmentos classificados quanto ao grau de danos, 119

Fotografias

1. Destruição da calçada da Avenida Atlântica em Copacabana, RJ – 1921, 2
2. Depressão formada pela extração ilegal de areia na APA de Maricá, 15
3. Praia da Barra de Maricá: construções danificadas ou em situação de risco, 17
4. Marcas de Transposição, 61
5. Pequena cobertura vegetal, 61
6. Marcas de erosão na escarpa da praia, 62
7. Casas no topo da escarpa da pós-praia, 97
8. Casas a 20 metros do topo da escarpa, 97
9. Quiosque com deque destruído sendo recuperado, 98
10. Bar na berma da praia, 98
11. Casas posicionadas a mais de 20 metros do topo da escarpa da praia, 99
12. a 19. Praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra. Fotos da ressaca do dia 7 de maio de 2001, 105
20. e 21. Lixo deixado na praia pela ressaca de maio de 2001, 106
22. Dano moderado. Destruição parcial da Avenida Litorânea, 107
23. Dano Forte. Destruição total da Avenida Litorânea, 107
24. Dano Forte. Destruição total da Avenida Litorânea e parcial da escada de acesso da casa, 108
25. Dano Muito Forte. Destruição total da Avenida Litorânea e do muro da casa, 108
26. Dano Muito Forte. Destruição total da casa, 109
27. a 30. Tipos de obras, 117

Mapas

- 1.** Praia do Francês – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 65
- 2. e 3.** Praia da Barra de Maricá – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 66
- 4.** Praia de Guaratiba – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 67
- 5.** Praia de Guaratiba – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 68
- 6.** Praia do Cordeirinho – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 69
- 7.** Ponta Negra – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 70
- 8.** Praia de Ponta Negra – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999, 71
- 9.** Mapa da cobertura vegetal no topo do perfil no litoral de Maricá, 79
- 10.** Mapa de granulometria no litoral de Maricá, 80
- 11.** Localização das dunas frontais vegetadas e não vegetadas no litoral de Maricá, 81
- 12.** Grau de Resistência no litoral de Maricá, 82
- 13.** Grau de Exposição e marcas de transposição pelas ondas no litoral de Maricá, 84
- 14.** Grau de Instabilidade Local no litoral de Maricá, 86
- 15.** Densidade de construções na orla de Maricá, 94
- 16.** Mapeamento da Posição das Construções na orla de Maricá, 96
- 17.** Grau de Risco no litoral de Maricá, 101
- 18.** Grau de Danos entre as praias de Itaipuaçu e Francês, 109
- 19.** Grau de danos na praia da Barra de Maricá, 110
- 20.** Grau de danos na praia de Guaratiba e Cordeirinho, 111
- 21.** Grau de danos na praia de Ponta Negra, 112
- 22.** Localização dos tipos de obras entre Barra Maricá e Ponta Negra, 118
- 23.** Áreas especiais para planejamento no litoral de Maricá, 130

*É bonito se ver na beira da praia
a gandaia das ondas que o barco balança
batendo na areia molhando os cocares dos coqueiros
como guerreiros na dança
Oh...quem não viu vá ver a onda do mar crescer
Oh...quem não viu vá ver a onda do mar crescer*

Lenine e Suzano (Gandaia das Ondas)

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos voltados para os processos e dinâmica costeiros demonstram que o problema da erosão vem sendo observado em diferentes costas do mundo, sendo considerado atualmente um fenômeno global. Destaca-se o estudo sobre mudanças da linha de costa realizado pela União Geográfica Internacional – UGI entre 1972 e 1984 o qual demonstrou uma predominância global de erosão costeira nas praias (Bird, 1993). Segundo os resultados deste estudo ocorre erosão em 70% das costas sedimentares do mundo, menos de 10% estão em progradação, enquanto entre 20-30% encontram-se estáveis (*op. cit.*). As ilhas barreiras e cordões litorâneos de diversos países, como o Brasil, EUA, Canadá, norte do Japão, Austrália e sul da África, mostraram processo de recuo da linha de costa ao longo do século passado (*op. cit.*).

Da mesma maneira, ao longo do extenso litoral brasileiro, os estudos recentes voltados para este tema também vêm mostrando em diversos estados uma tendência à erosão costeira (Esteves *et al.* 2003 para o litoral do Rio Grande do Sul; Souza e Suguio, 2003 para o litoral de São Paulo; Diniz, 2002 para o litoral do Rio Grande do Norte, Muehe *et al.* 2001, para o litoral do Rio de Janeiro). Muehe (2004) apresenta uma revisão dos estudos sobre erosão costeira no litoral de todo o Brasil afirmando que, do total de ocorrências relatadas, 40% se refere à erosão de praias, 20% trata da erosão das escarpas sedimentares e 15% das desembocaduras dos rios e estuários.

Este fenômeno de erosão costeira é freqüentemente associado à subida do nível do mar, o que poderia estar relacionado a uma nova oscilação deste no período quaternário por efeito de mudanças climáticas provocadas pelas emissões de dióxido de carbono derivados da queima de combustível fóssil. As mudanças climáticas podem significar ainda uma mudança no regime de tempestades, aumentando a freqüência das ondas de maior energia o que, por sua vez, pode resultar em uma mudança significativa no aporte e transporte de sedimentos, isto é, no balanço sedimentar.

Assim, eventos de tempestades que provocam erosão das praias podem representar não apenas uma dinâmica sazonal destas, mas uma mudança climática cujo

resultado seria a erosão costeira proporcional à frequência e intensidade destes eventos. As interferências humanas são também diversas vezes colocadas como um dos fatores impulsionadores dos processos naturais de erosão costeira.

Com o crescimento da urbanização das orlas a partir de meados do século XX, geralmente sem ordenamento e planejamento adequados, a preocupação com o tema tornou-se maior, visto que a erosão pode resultar em prejuízos econômicos e danos em construções inadequadamente situadas no espaço dinâmico das praias. Cita-se, por exemplo, que aproximadamente 1/4 da costa norte americana sofre erosão costeira severa o que representa um prejuízo anual entre US\$ 24,5 e US\$ 150,00 milhões (Mitchell, 1974). Neste contexto, dentre os problemas presentes na linha de costa, a erosão costeira apresenta-se atualmente como aquele de maior importância (Bird, 1985; Pilkey, 1991 *apud* Diniz, 2002).

A posição e o alinhamento do litoral do estado do Rio de Janeiro, com grande parte de sua área costeira voltada para o quadrante sul, o torna exposto às fortes frentes frias e ondulações associadas que se formam com bastante intensidade neste quadrante. Na cidade do Rio de Janeiro as praias são atingidas anualmente por intensas ondulações, denominadas ressacas, que apresentam ondas entre 2,5 e 5 metros de altura gerando erosão do perfil emerso das praias e, muitas vezes, provocando a queda de muros ou a destruição de ruas e calçadas. Desde o começo do século XX as ressacas que atingiam a cidade provocavam danos em avenidas, muros e calçadas representando prejuízos econômicos e custos elevados de recuperação (foto 1).



Foto 1 - Destruição da calçada da Avenida Atlântica em Copacabana, RJ – 1921.

Foto: Malta / Fonte: Fotografias do Rio Ontem (Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro)

O município de Maricá, pertencente à Região Metropolitana do Rio de Janeiro e situado na Região dos Lagos à oeste da Baía de Guanabara (Figura 1), encontra-se também exposto às intensas tempestades do quadrante sul devido ao seu alinhamento leste-oeste. Nos últimos anos construções na orla costeira da Região dos Lagos sofreram sérios danos causados por efeitos de ondas de tempestade como foi observado nas praias de Piratininga em Niterói, onde houve o colapso de parte de um muro; Jaconé, em Saquarema, onde a avenida litorânea foi severamente danificada; e grande parte da orla de Maricá com casas, muros, quiosques e avenidas danificados e destruídos.



Fig 1 – Localização do Município de Maricá.

Nota-se o alinhamento leste-oeste do litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio.

Fonte: Embrapa (CD).

As tempestades excepcionalmente fortes que atingiram os litorais sul e sudeste do Brasil nos dias 7 a 9 de maio de 2001, provocaram os maiores efeitos erosivos já observados no litoral do estado do Rio de Janeiro. Através das imagens de satélite do Brasil (figura 2) foram realizadas as previsões oceanográfica e meteorológica para o dia 7 de maio de 2001, quando foi observada a situação mais crítica. A presença de um forte ciclone extra-tropical gerou ventos intensos de sudoeste em direção ao litoral do Rio de Janeiro, com ondas que atingiram a altura de 4,5 m a 5 m e períodos entre 9s e 11s, com efeito intensificado pela ocorrência de uma maré de sizígia.

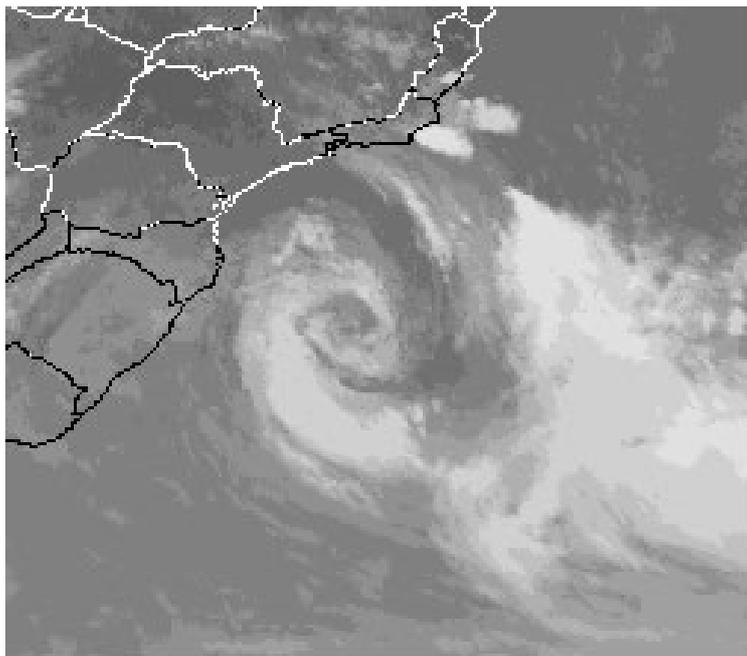


Fig. 2 - Imagem de Satélite do dia 7 de maio de 2001.

A imagem mostra o ciclone extra-tropical formado no Atlântico Sul.

Fonte: Revista Pesca

A tempestade causou enchentes e destruições ao longo de todo o litoral entre os estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. A orla do município de Maricá apresentou, após a tempestade, significativo recuo da linha de costa. Tal ocorrência, porém, representa uma tendência geral na região e não apenas um fenômeno localizado, visto que já vinha acontecendo de forma gradual em outras praias. Na Praia da Massambaba (Arraial do Cabo), cerca de 70 km a leste da orla de Maricá, os perfis de um segmento de dunas frontais, monitorados nos últimos 8 anos, apontam um recuo das dunas de aproximadamente 10 metros. Retrogradação de igual magnitude foi registrada na área do loteamento Vilatur (Saquarema), cerca de 30 km mais a oeste, no mesmo arco praiar (Muehe *et al.* 2001).

Tal monitoramento vem demonstrando a tendência do recuo da linha de costa, sendo esta acentuada principalmente pelos efeitos dos eventos de tempestades. Nesta região está ocorrendo nos últimos anos, portanto, o efeito combinado da ação de tempestades excepcionais com a tendência em longo prazo de erosão costeira, significando como resultado final o recuo da linha de costa. Nos perfis transversais levantados na praia de Massambaba (ver figura 3a) observa-se forte erosão do perfil da praia após as tempestades de 1997 e de maio de 2001. Embora o perfil da praia

apresente recuperação alguns dias depois de passada a tempestade, a escarpa da pós-praia apresenta, ao longo de todo o período estudado, um recuo de aproximadamente 11 metros sem recuperação. A figura 3b representa em escala detalhada o recuo da escarpa da praia e a migração do flanco das dunas frontais em direção ao continente no período compreendido entre 1996 e 2003.

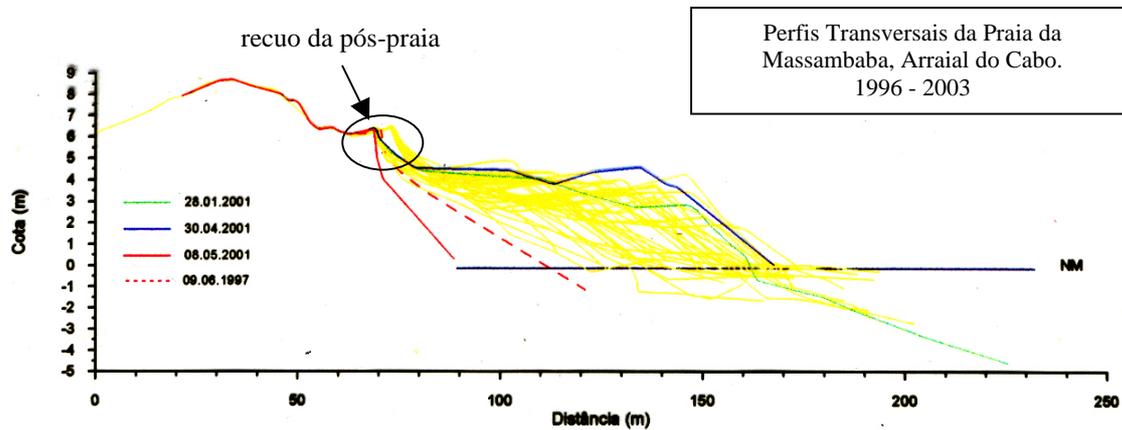


Fig. 3a – Perfis Transversais da praia de Massambaba, Arraial do Cabo. Em amarelo estão representados todos os perfis realizados entre 1996 e 2003. As cores vermelho tracejado e vermelho contínuo representam o perfil da praia logo após as tempestades de 1997 e de 2001 respectivamente. Os perfis em azul e em verde refletem a situação em tempo bom no ano de 2001.

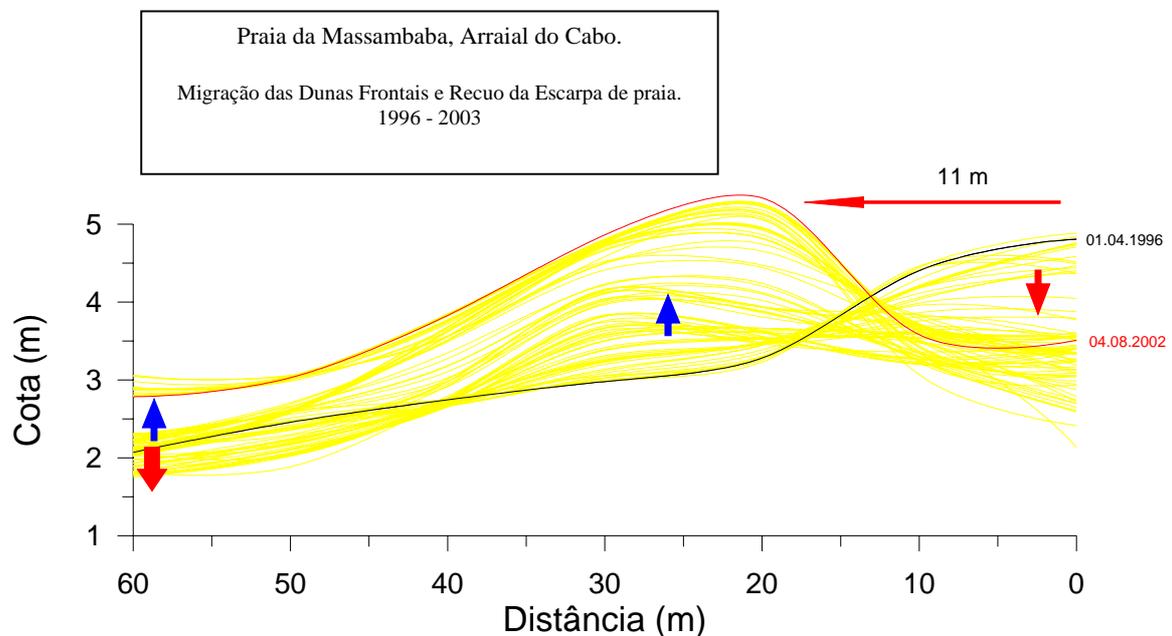


Fig. 3b – Perfis das dunas frontais em maior detalhe. Migração do flanco das dunas frontais em direção ao continente mostrando o recuo da escarpa da praia de aproximadamente 11 metros.

Fonte: Grupo de Geografia Marinha da UFRJ.

Em relação às outras áreas, os municípios de Maricá e Saquarema foram os que sofreram maiores impactos da tempestade ocorrida no ano de 2001, resultando em danos e destruição de casas, quiosques e avenidas. A percepção de tais impactos pode resultar, em parte, devido à presença de estruturas urbanas nas orlas o que permitiu a visualização dos efeitos sobre as construções. Os prejuízos econômicos com as perdas, obras e a desvalorização das casas na praia da Barra de Maricá, município de Maricá, foram da ordem de R\$ 2 milhões (Lins-de-Barros *et al.*, 2003).

Nota-se, portanto, um processo progressivo de recuo do cordão litorâneo da região, principalmente durante os eventos de tempestades, o que, somado à urbanização muito próxima ao perfil ativo, caracteriza uma situação de risco e de danos efetivos. Outras características como a pequena largura do cordão litorâneo, o baixo estoque de sedimentos e a alta variabilidade em função das características morfodinâmicas (grande parte do litoral é caracterizado por praias intermediárias segundo o modelo de Wright, L. D. e Short, A., 1984) revelam, de modo geral, a alta vulnerabilidade do litoral de Maricá.

1.1 Objetivos

A presente dissertação visa classificar a orla de Maricá quanto ao grau de risco à erosão costeira em função da vulnerabilidade física e das características da ocupação urbana buscando como objetivo final identificar áreas críticas, áreas de risco potencial ou áreas latentes que demandam diferentes planejamentos e ações.

Busca-se, portanto, elaborar uma análise integrada entre os processos de erosão costeira que atuam em diferentes escalas espaço-temporais e a caracterização da ocupação urbana da orla de Maricá. A partir do levantamento dos impactos sofridos pelas construções após as fortes tempestades, dos prejuízos financeiros diretos e indiretos e da percepção da população quanto ao risco pretende-se revelar a urgência da necessidade de elaboração de planejamento e zoneamento urbanos adequados para a orla em questão. Finalmente, através do debate suscitado ao longo da dissertação, será discutido como esta problemática envolvendo erosão costeira, riscos e danos vem sendo tratada nos programas de gerenciamento costeiro integrado buscando contribuir para a

questão com sugestões de medidas que visem reverter a situação atual de risco potencial e danos efetivos.

Desta forma, a dissertação tem como objetivos específicos:

1. Analisar a vulnerabilidade física potencial (evolução da linha de costa, evidências atuais e características geomorfológicas).
2. Analisar a instabilidade local (resistência, grau de exposição e resiliência).
3. Caracterizar a ocupação da orla e identificar áreas com diferentes graus de risco.
4. Calcular os prejuízos financeiros decorrente dos eventos erosivos ocorridos.
5. Compreender os tipos de adaptações e a percepção da população quanto ao risco.
6. Definir as áreas críticas e de risco potencial que exijam a implantação de ações imediatas, destacando-se medidas de planejamento urbano da orla.

1.2 Estrutura da Dissertação

No capítulo 2 é apresentada a caracterização da área de estudo com enfoque para sua evolução geológica, suas características geomorfológicas, o processo de expansão da malha urbana e os instrumentos legais relacionados.

A seguir, no capítulo 3 foi elaborado um resumo teórico-conceitual destacando os processos relacionados às diferentes causas da erosão costeira. São discutidos os conceitos de praia, balanço sedimentar, progradação e erosão costeira e as escalas espaço-temporal elementos envolvidos nesta dinâmica.

No capítulo 4 é apresentada uma reflexão sobre o conceito e objetivos do gerenciamento costeiro integrado. Foi dada ênfase ao tratamento do problema de erosão costeira nos modelos de gerenciamento segundo diversos autores. Neste sentido aparece como essencial a questão do planejamento e zoneamento urbano das orlas.

O quinto capítulo da dissertação contém os aspectos teórico-metodológicos onde foram debatidos os conceitos de risco e vulnerabilidade e as metodologias propostas na bibliografia referente ao tema. Neste capítulo é justificada a escolha dos indicadores para classificação da orla. As técnicas de análise dos dados e mapeamento são descritas.

Finalmente, no capítulo 6 são apontados os resultados e no capítulo 7 as principais conclusões.

CAPÍTULO II

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

*“...chegávamos, por fim, à Lagoa da Ponta Negra.
(...) De uma eminência perto da casa,
admirávamos lindo panorama do lago,
do oceano e da região do Rio de Janeiro que ficava atrás de nós.
(...) Aí ouvíamos o fragor das vagas, e logo depois surgiram as dunas,
de onde se via as ondas espumejantes rebentarem
violentamente sobre as penedias selváticas da costa.
Próximo à areia branca da praia há um intricado
bosque de várias espécies de árvores mofinas,
de crescimento tolhido pelos ventos do mar e pelas tempestades.”
(Wied-Neuwied, Maximiliano, 1815).*

O município de Maricá localiza-se a leste da Baía de Guanabara entre os municípios de Niterói e Saquarema (figura 4). O município tem uma área de 353 km² e uma população total de 76.737 habitantes (IBGE 2000). É composto pelos Distritos de Maricá, Inoã e Manoel Ribeiro e as praias de Itaipuaçu, do Francês, Barra de Maricá, Guaratiba, Cordeirinho, Ponta Negra e Jaconé. Destaca-se ainda o sistema lagunar que engloba as lagoas de Maricá, da Barra, de Guarapina e a lagoa do Padre e as praias lacustres de Araçatiba e Jacaroá. A área estudada engloba as praias de Itaipuaçu, Francês, Barra de Maricá, Guaratiba, Cordeirinho e Ponta Negra, compreendendo uma área de aproximadamente 24 km. A praia de Jaconé, localizada depois de Ponta Negra, tem grande parte de sua extensão localizada no município de Saquarema. Por estar situada em outro arco praial e devido a maior escassez de dados esta praia não foi incluída na área de estudo.

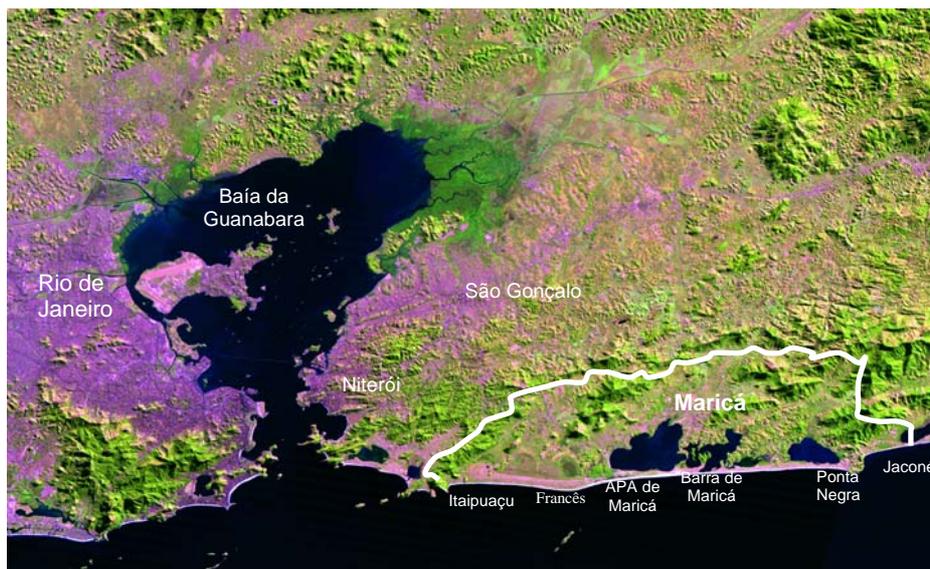


Fig.4 - Localização da área de estudo.

Fonte: Embrapa (CD), 2002.

2.1 Geologia e Geomorfologia Regionais

O conhecimento geológico da área de estudo é de fundamental importância para a compreensão dos processos de erosão e deposição e das características sedimentológicas no ambiente costeiro.

O litoral brasileiro apresenta uma direção geológica estrutural nor-nordeste/su-sudoeste imposta pelo ciclo brasileiro. A oeste de Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, ocorre uma interrupção desta direção que passa a ser leste-oeste (figura 1). Esta mudança brusca na linha de costa parece estar associada à ocorrência de uma zona de fratura oceânica (Zona de Fratura do Rio de Janeiro). Tal orientação leste-oeste se reflete também na disposição das curvas batimétricas, dos falhamentos e da zona de flexura da plataforma continental (Muehe, 1998b). No estado de São Paulo a direção volta a ser nor-nordeste/su-sudoeste, sendo esta a principal orientação até o Chuí no Rio Grande do Sul.

De acordo com essa mudança de orientação no litoral a partir da ilha de Cabo Frio, Muehe e Valentini (1998) propõem a divisão do estado do Rio de Janeiro em dois grandes compartimentos: o da Bacia de Campos (litoral oriental) situado a norte da ilha de Cabo Frio; e o macro-compartimento dos Cordões Litorâneos, entre a Região dos Lagos e a baía de Ilha Grande, denominado Litoral Sul.

2.1.1 - Litoral Sul - Compartimento Região dos Lagos

O município de Maricá, segundo a classificação acima comentada, pertence ao Compartimento Região dos Lagos no litoral Sul. A paisagem deste compartimento é marcada pela presença de extensos arcos praias associados a cordões litorâneos transgressivos (cordão estreito e com marcas de transposição das ondas). É um litoral retificado formando uma linha quase contínua entre Cabo Frio e a Baía de Guanabara, salvo alguns promontórios rochosos.

À retaguarda dos cordões litorâneos, que podem ocorrer em forma de duplos cordões, se desenvolveu um complexo lagunar, dando origem ao nome da região. Merecem destaque pelo tamanho as lagoas de Araruama, Jacarepiá, Saquarema, o sistema Maricá-Guarapina e as lagunas de Itaipu e Piratiniga, todas desenvolvidas atrás dos duplos cordões. As menores encontram-se entre o cordão frontal e o mais interiorizado.

Evolução Geológica dos Cordões Litorâneos:

A evolução destes cordões, segundo o modelo inicialmente assumido por Lamego (1940, *apud* Muehe, 1994) teria resultado do crescimento lateral em direção a leste, em forma de pontal. Partia-se do princípio de que havia uma resultante preferencial das ondas na direção leste, o que resultaria no transporte longitudinal na mesma direção. Porém, um estudo realizado por Muehe e Corrêa (1989) na praia de Massambaba mostrou que há equilíbrio no transporte de sedimentos, não apresentando resultante significativa em qualquer direção. Em outro artigo Muehe (1984) aponta para evidências de recuo da linha de costa baseando-se, dentre outros indicadores, na presença de arenitos de praia submersos nas praias de Jacarepaguá, no Rio de Janeiro, e de Itaipuaçu, em Maricá. Ele sugere que a formação destes alinhamentos de arenito de praia está relacionada possivelmente à regressão de 2800 anos A.P. (*op. cit.*).

A presença de duplos cordões, sendo o mais interiorizado mais alto do que o frontal, e a formação, na depressão entre eles, de lagunas alongadas sugere ainda que houve uma migração dos cordões em função das mudanças do nível do mar. Segundo esta hipótese levantada por Muehe e Corrêa (1989) a evolução dos cordões se deu por

migração junto com a elevação do nível do mar, atingindo uma nova posição de equilíbrio. Para os autores a formação das lagoas está relacionada à ocorrência de uma ligeira elevação do nível do mar no Holoceno inundando a depressão intracordões.

Evidências de Recuo Atual:

Segundo Bird (1993) grande parte dos cordões litorâneos e ilhas barreiras que passaram por este processo de progradação no período Holocênico, atualmente vêm mostrando evidências de retrogradação na margem marinha.

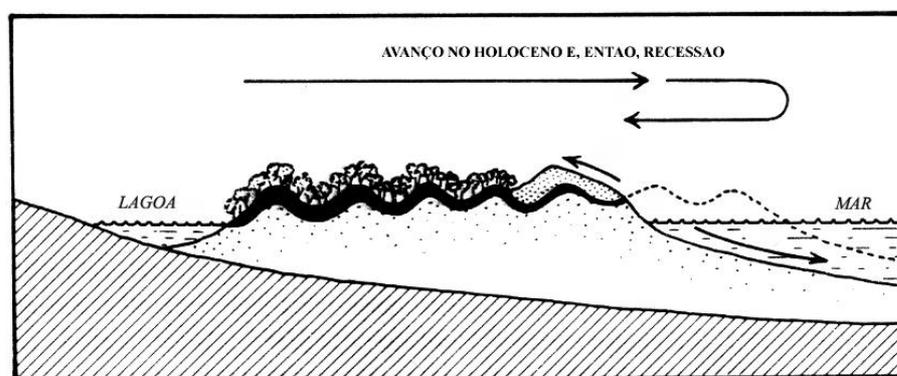


Fig. 5 - Esquema explicando o avanço dos cordões no período Holoceno e recuo atual. As setas indicam as possibilidades de perdas de sedimentos.

Fonte: Bird, 1993 p. 168.

Na Região dos Lagos, foi verificada recentemente a presença de transposição dos cordões pelas ondas de tempestade (overwash) o que pode embasar a hipótese de estar ocorrendo nova migração. Como evidências do recuo atual dos cordões na região pode-se acrescentar também a topografia e a distribuição das dimensões dos sedimentos na ante-praia que apresentam um padrão típico descrito para litorais submetidos à erosão (Muehe, 1984).

Estes eventos erosivos recentes em várias praias da região apóiam a hipótese levantada de estar ocorrendo erosão atual na região que se encontrava aparentemente estável tendo em vista o elevado estoque de areia da praia (Muehe, 1984).

2.2 Evolução da urbanização na orla de Maricá

A expansão urbana das áreas litorâneas de Niterói e Maricá começa a ter maior intensidade por volta da década de 40 quando ocorrem os primeiros parcelamentos de terras, antes destinadas à agricultura e ao pasto.

Na década de 1950 o município de Maricá encontrava-se ainda em uma periferia remota em relação à Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A integração do município de Maricá à área metropolitana a partir da década de 1960 se processou através das suas características de lazer e veraneio (Texeira e Soares, 1979). Os mesmos autores colocam Maricá como um exemplo típico do processo de incorporação de velhos núcleos à metrópole, considerando este município como área residencial-suburbana e como área de lazer para as populações que residem na metrópole.

A partir da década de 1970, com a construção da ponte Rio-Niterói (concluída em 1976) e, em 1996 com a auto-estrada Via-Lagos, toda a Região das Baixadas Litorâneas sofreu incremento populacional. A indústria do turismo cresceu assombrosamente e a especulação imobiliária teve também grande salto.

Neste período, com o intuito de estabelecer um limite de proteção da orla, foi estabelecido pelo Plano Diretor do Município, criado em 1977, uma faixa marítima de 50 metros a partir da linha média da maré, na qual não é permitido qualquer tipo de ocupação. Este limite, porém, na ultrapassa, no caso das praias em questão, a própria faixa de areia que pode apresentar mais de 100 metros no verão. No ano de 1984 o Plano de Desenvolvimento Urbano de Maricá cria uma zona *non-aedificandi* para todo o litoral do município mantendo, porém, a mesma largura da faixa adotada no ano de 1977 (PDU do município de Maricá, 1984). A ausência, portanto, de um planejamento urbano com limites adequados resultou na ocupação desordenada ao longo de praticamente todo o arco praial com construções localizadas próximas à escarpa da pós-praia e até mesmo avançando sobre a própria praia, no caso principalmente de quiosques. Não se deve omitir, porém, a criação da Área de Preservação Ambiental de Maricá em 1984 pelo decreto nº 7320. O artigo 63º deste decreto considera toda esta área como *non-aedificandi* tendo como finalidades evitar a erosão de terras, proteger sítios de beleza e abrigar exemplares da fauna e flora ameaçados de extinção. Porém, em 1988 dois vereadores anularam a área *non-aedificandi* infringindo a legislação

(disponível no site: www.professorivanluz.hpg.ig.com.br). A partir desta data a APA de Maricá tornou-se palco de conflitos entre os interesses imobiliários e os interesses daqueles que buscam a preservação desta área. Embora toda a orla tenha sofrido, principalmente a partir da década de 90, forte incremento populacional a APA não foi ocupada.

De acordo com os dados do IBGE (2000), os cinco municípios que mais cresceram na década de 1990 em todo o estado do Rio de Janeiro foram Búzios, Rio das Ostras, Iguaba Grande, Cabo Frio e Maricá. Com exceção de Rio das Ostras, localizado ao norte de Búzios, todos os outros estão localizados na Região dos Lagos. Esta característica comum aos municípios com maior crescimento na década de 1990 revela a valorização dada às regiões litorâneas, até então pouco ocupadas. Esta valorização específica da Região dos Lagos, contrapondo a imagem de praia urbana dos anos 70, está relacionada a uma visão romântico-ambientalista em que se valoriza ambientes pouco ocupados pelo homem e com paisagens naturais preservadas.

O município de Maricá apresentou neste período uma taxa de crescimento de 5,71%. Segundo a Base de Informações Municipais (BIM, 1991) o número total de pessoas imigrantes no município de Maricá em 1991 era de 9393, sendo que destas 8195 pessoas, isto é, 90,12% do total, tiveram origem na cidade do Rio de Janeiro. Este intenso fluxo migratório se deve não apenas à própria valorização de toda a Região dos Lagos e à proximidade com a cidade do Rio de Janeiro, mas também ao processo chamado por Milton Santos (1998) de involução metropolitana. O crescimento urbano, principalmente em países periféricos, foi marcado por um acelerado crescimento desordenado com problemas habitacionais, desemprego, pobreza urbana, poluição, entre outros. Santos denomina este processo marcado pela deterioração das metrópoles com concentração de pobreza, desemprego, violência urbana, etc, de "involução metropolitana" (*op. cit.*). Segundo uma pesquisa divulgada pelo site da prefeitura de Maricá grande parte da população que se mudou do Rio de Janeiro e atualmente reside no município de Maricá apresenta como motivo principal para esta escolha a busca por tranquilidade e segurança (disponível no site: www.marica.com.br).

O mesmo autor fala ainda do processo de desmetropolização que se verifica em paralelo com a permanência do fenômeno de metropolização (Santos, 1998). De acordo com os dados demográficos apresentados pelo autor há uma tendência de estagnação e

até diminuição da população nas principais Metrôpoles do Brasil na década de 1990. Por outro lado, os dados demonstram uma tendência do aumento das cidades médias (núcleos entre 100.000 e 500.000 habitantes) e das grandes cidades médias (núcleos com mais de 500.000 habitantes). O que está se verificando é a expansão da metropolização e, ao mesmo tempo, a chegada de novas aglomerações à categoria de cidade grande e cidade intermediária. No sudeste do Brasil, no período de 1970-1980 houve um crescimento de cerca de 1.000.000 de moradores em núcleos com mais de 20.000 habitantes como é o caso do município de Maricá.

2.2.1 Formas de ocupação urbana das Zonas Costeiras

A valorização das zonas costeiras para turismo e lazer levou a um processo tão rápido e intenso de ocupação destas áreas no final do século XX que os organismos de gestão foram "apanhados desprevenidos" (Dias, 2003). As conseqüências da ausência de ordenamento de ocupação e utilização dos recursos costeiros já são bastante conhecidas como a poluição das águas, a destruição de importantes ecossistemas, o impacto sobre comunidades pesqueiras e outras populações tradicionais, lixo nas praias, dentre outras.

As últimas décadas do século XX e os primeiros anos do século XXI são marcados por uma nova forma de ocupação da zona costeira, até então predominantemente urbana, produtiva e agrícola (Macedo, 2002). Esta nova concepção, também urbana, é destinada principalmente para o veraneio e para o crescente turismo de sol e mar, abarcando os segmentos mais ricos da sociedade.

A ocupação urbana de veraneio tem sido responsável pela degradação da natureza, desmatamento e destruição da vegetação de restinga, dos mangues e das dunas, poluição dos rios e lagoas, ocupação dos costões, etc. Devido ao uso sazonal é pequeno o vínculo da população veranista com o município. Além disso, a infraestrutura urbana é geralmente insuficiente para receber os elevados contingentes de veranistas todo o ano o que significa deficiência de água, esgoto e estrutura viária.

O município de Maricá enquadra-se nesta nova categoria denominada por Macedo de urbano recreativa, sendo sua orla atualmente ocupada basicamente por casas e edifícios pequenos de segunda residência. Muitas comunidades pesqueiras tradicionais do município foram expulsas devido ao processo de loteamentos

de terras. Além disso, foram feitos aterros, remoção da vegetação natural, pavimentação das ruas o que, junto com novos estilos de vida e valores sociais, significaram grande mudança na paisagem e degradação do ambiente natural.

Quanto aos impactos que influenciam diretamente no balanço sedimentar da praia deve-se ressaltar as atividades de extração de areia. No período entre 1942 e 1949 uma companhia de vidros (COVIBRA) foi responsável pela retirada de grandes volumes de areia das praias do município de Maricá para fabricação de vidros em uma indústria localizada em São Gonçalo (disponível no site: www.professorivanluz.hpg.ig.com.br). Mais recentemente a APA de Maricá sofreu mineração clandestina o que resultou em uma ampla depressão restando apenas uma estreita faixa do cordão original (foto 2) (Muehe e Valentini, 2003). Atualmente nesta área são praticadas atividades fora de estrada (off-road) com veículos de tração nas quatro rodas ampliando o impacto ambiental tanto biológico como em termos da estabilidade das feições morfológicas (*op. cit.*).



Foto 2 – Depressão formada pela extração ilegal de areia na APA de Maricá.

Foto: Flavia Lins de Barros.

2.3. Erosão Costeira na Área de Estudo: trabalhos anteriores

Em 1989 a classificação proposta por Muehe e Correa (1989) quanto ao risco de erosão costeira para a linha de costa compreendida entre Cabo Frio e Niterói revelou trechos da orla de Maricá com alto grau de risco. Foram considerados como indicadores de risco a cobertura vegetal, a presença de dunas, a transposição do cordão pelas ondas de tempestade e evidências de erosão na parte frontal ou no reverso do cordão litorâneo.

A partir destes indicadores o litoral foi classificado em três níveis de risco (seguro, instável e perigoso) com base na metodologia apresentada por Pilkey *et al.* (1980). Tal classificação resultou no mapeamento do litoral quanto ao grau de risco.

O litoral do município de Maricá (figura 6) apresentou os três níveis de risco. A área que corresponde à restinga de Maricá (APA), entre a praia do Francês e a praia da Barra de Maricá, foi considerada segura. Este trecho é influenciado pelas ilhas Maricás que provocam uma “sombra” na propagação das ondas resultando em uma área de acumulação (sendo denominada de arco reverso ou mega-cúspide). A praia de Itaipuaçu foi classificada em sua maior parte como instável onde foram observadas marcas de transposição do cordão pelas ondas. Apenas um pequeno trecho da orla de Itaipuaçu encontrava-se nesta época ocupado por casas. A partir da praia da Barra de Maricá até Ponta Negra o litoral foi classificado ora como instável, ora como perigoso devido às marcas de erosão pela ação das ondas na parte frontal do cordão, às marcas de transposição deste pelas ondas e a ausência de dunas. Estas últimas voltam a aparecer próximo à Ponta Negra representando relativa segurança. Em todo este trecho do litoral à leste da Barra de Maricá a urbanização já se encontrava muito próxima ao perfil ativo da praia.

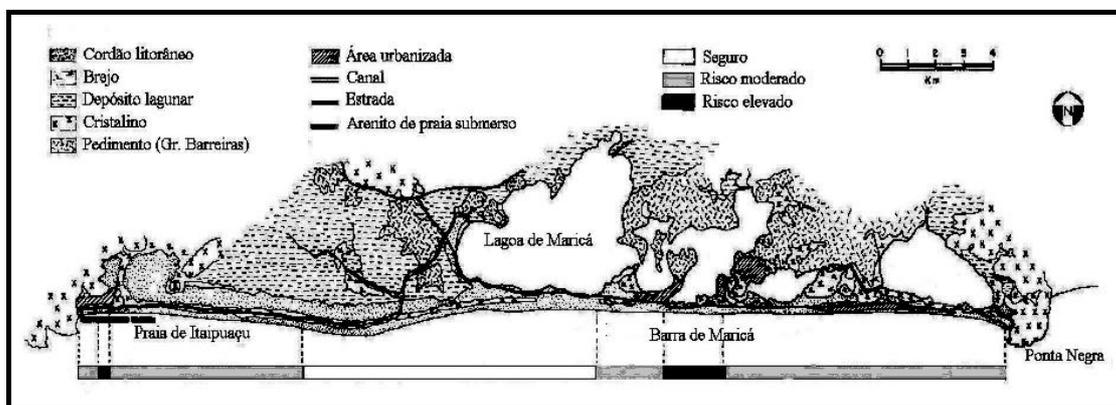


Fig. 6 – Mapa de Risco à Erosão Costeira para o litoral do município de Maricá.

Fonte: Muehe, e Correa, 1989, p.116.

Segundo Lins-de-Barros *et al.* (2003) toda a orla do município entre a praia da Barra de Maricá e Ponta Negra apresentou forte erosão durante o evento de tempestade que ocorreu em maio de 2001, o que, somado a urbanização da orla situada na proximidade imediata da praia, representa uma situação de alto risco de danos (foto 3).



Foto 3 - Praia da Barra de Maricá (2001).

Observa-se as construções danificadas ou em situação de risco devido à sua localização no espaço dinâmico da praia.

Foto: Flavia Lins de Barros.

CAPÍTULO III

3. DISCUSSÃO CONCEITUAL E TEÓRICA

*O mar passa saborosamente a língua na areia
Que bem debochada, cínica que é
Permite deleitada esses abusos do mar
(Eduardo Dusek – Folia no Matagal)*

A zona costeira é caracterizada pela enorme complexidade e dinamismo inerentes aos elementos que a compõem e suas interações. Os diversos ambientes costeiros são resultado da transição e do contato entre o continente e o oceano. As constantes modificações da linha de costa dependem de fatores climáticos e das características da praia quanto ao sedimento, energia da onda, inclinação do fundo marinho e da amplitude e oscilação do nível do mar. Além de envolver grande número de elementos que se ajustam e interagem entre si, as modificações na morfologia dos ambientes costeiros envolvem variáveis e processos muito complexos e pouco previsíveis, gerando incertezas e dificuldades na previsão de mudanças.

Devido a esta relativa fragilidade e complexidade, resultados da interação continente-oceano-atmosfera, qualquer alteração nas zonas costeiras pelo homem deve ser feita acompanhada do estudo geomorfológico da área que envolve aspectos como o transporte sedimentar, a refração das ondas e as variações do perfil transversal e longitudinal da praia.

3.1 Praias, Balanço Sedimentar e Erosão Costeira

As praias são ambientes de deposição de material sedimentar desagregado e permeável, que se encontram permanentemente sob ação dos agentes marinhos, continentais e atmosféricos, apresentando como característica fundamental o fato de ser a área de dissipação de energia das ondas.

As praias estão permanentemente se adaptando às mudanças oceanográficas, meteorológicas e à qualquer mudança no balanço sedimentar, buscando manter um equilíbrio dinâmico. Desta forma, uma praia está sempre recebendo e perdendo sedimentos por diversos processos.

As modificações da linha de costa dependem, portanto, das características da praia quanto ao sedimento, largura da praia, aporte de sedimentos por rios, energia da onda, inclinação do fundo marinho, maré, amplitude de oscilação do nível do mar, ente outros elementos.

Quando o aporte de sedimentos é maior do que as perdas, ocorre o aumento da praia em direção ao mar. Este processo é denominado progradação. A erosão costeira ou retrogradação ocorre, ao contrário, quando a perda de sedimentos supera o aporte destes.

Komar (1983) afirma que a erosão costeira pode ser o resultado da complexa interação de processos físicos: circulação da água induzida pelas ondas; marés; tempestades; e correntes próximas à costa. As intervenções humanas também contribuem para gerar ou aumentar um processo erosivo de determinada praia. Os casos mais frequentes são a realização de obras costeiras mal planejadas ou a retirada ilegal de sedimentos, significando geralmente uma alteração do sistema de transporte dos sedimentos.

Bird (1993) destaca 20 causas para erosão costeira em praias, e afirma que esta resulta da combinação de vários fatores onde um ou dois destes devem ser dominantes. Cada um destes elementos envolvidos nas causas da erosão costeira age sobre uma determinada escala temporal e espacial.

3.2 Modelos de Erosão Costeira e Escala Espaço-Temporal

Short (2000) contribui para esta temática das escalas de atuação dos elementos envolvidos na dinâmica costeira com a apresentação de um quadro (figura 6) relacionando os processos envolvidos nas mudanças morfológicas das praias às diferentes escalas espaço-temporais.

Como se observa no quadro, os processos podem ocorrer em uma escala de tempo instantânea (segundos, horas e dias), em escala de eventos (dias, meses, estações

e anos), em macro-escala (anos, décadas e séculos) ou em escala geológica (décadas, séculos e milênios). A escala espacial refere-se ao comprimento da modificação provocada pelo processo em determinado tempo. Assim, por exemplo, a atuação de ondas durante segundos forma marcas de ondulações no fundo marinho que possuem menos de 0.01km. No outro extremo, a variação do nível do mar ou as mudanças climáticas podem causar uma mudança na posição da linha de costa de mais de 1000km.

No quadro observa-se que há uma superposição das escalas, pois determinados processos de diferentes escalas podem atuar de maneira integrada resultando em determinada modificação, como no caso da migração e posição da praia e da migração da linha de costa.

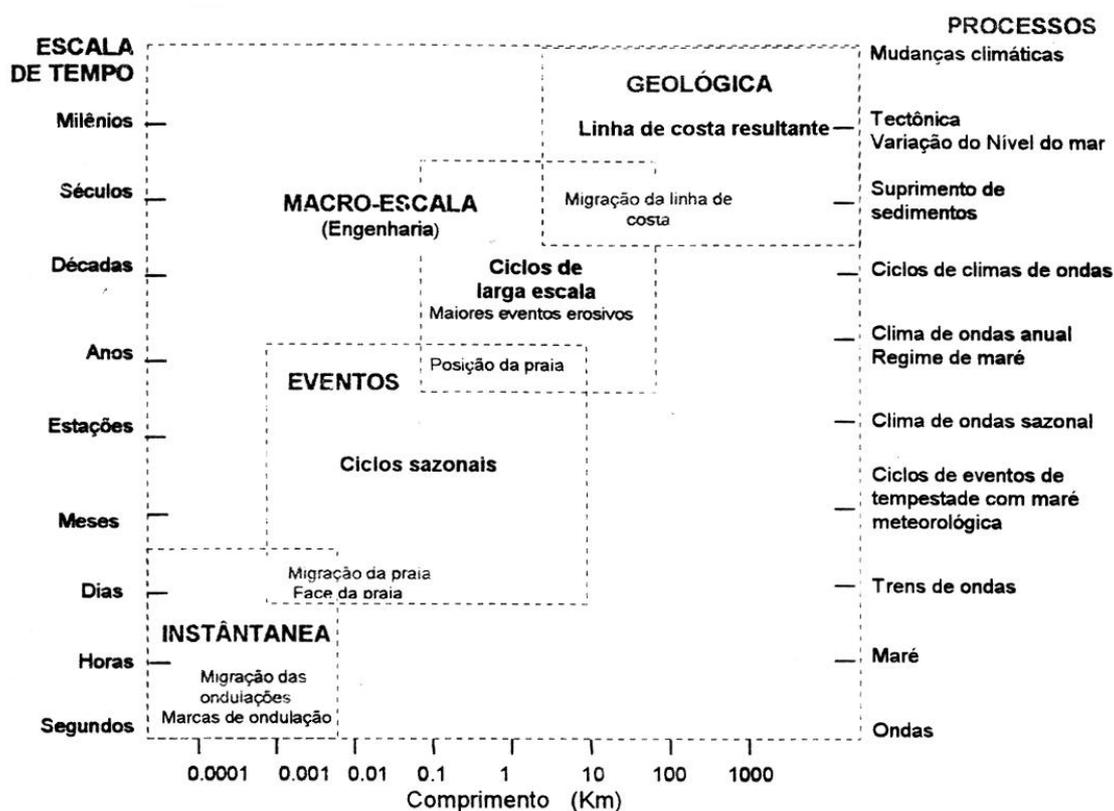


Fig. 7 –Escala espaço-temporal envolvidas no estudo de praias e processos relativos à dinâmica costeira.

Fonte: Short, 2000 (adaptado de: Cowel e Thom, 1994).

Ao longo desta dissertação os modelos, conceitos e metodologias comentados serão associados às diferentes escalas espaço-temporais como mostrado no quadro. O quadro a seguir, baseado no primeiro, sintetiza esta associação entre as escalas e os processos erosivos. Para melhor aplicação ao objetivo deste trabalho é sugerida uma nova escala espacial referente não ao comprimento da linha de costa afetada, mas sim à

influência do processo na escala local (uma praia ou segmento de praia), regional (um conjunto de praias de uma dada região) ou global (figura 8).

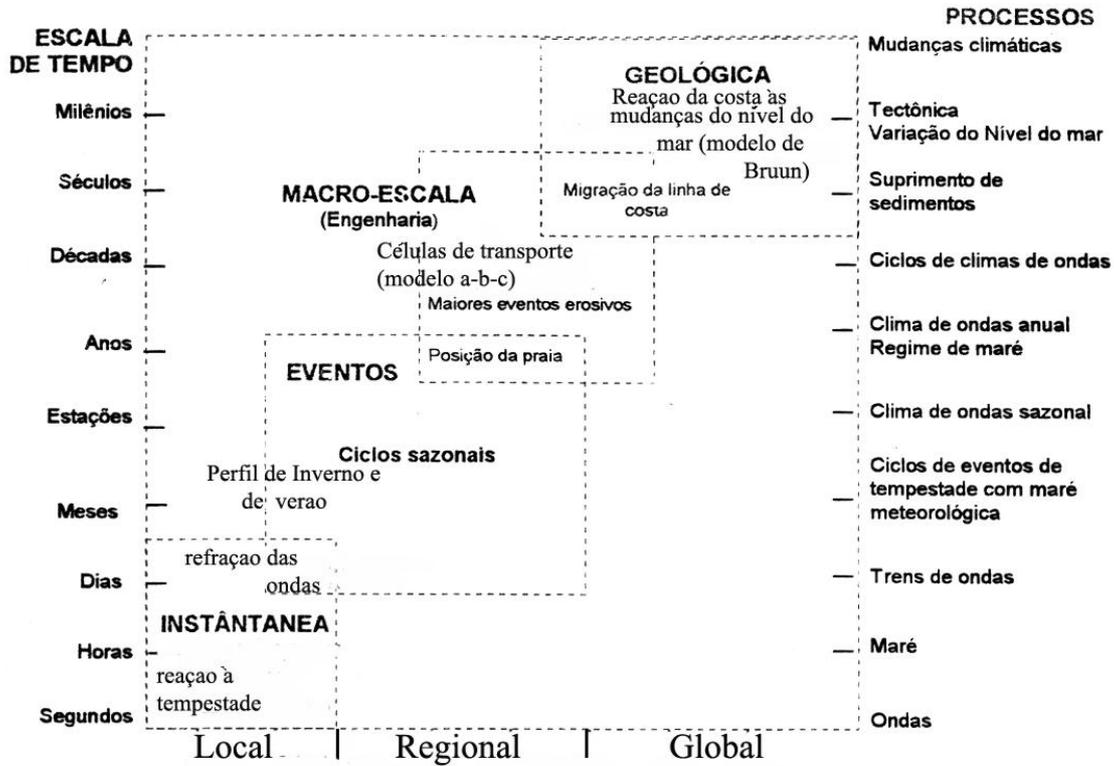


Fig. 8 – Escalas espaço-temporais envolvidas no estudo de praias e processos relativos à erosão costeira. (Modificado de Short, 2000).

Ao analisar o quadro acima destaca-se na escala de uma praia (local), em horas ou dias, a ação de uma tempestade (ressaca), modificando os perfis transversais e longitudinais como mostrado nas figura 9 e 10:

Evolução do Perfil de Tempestade

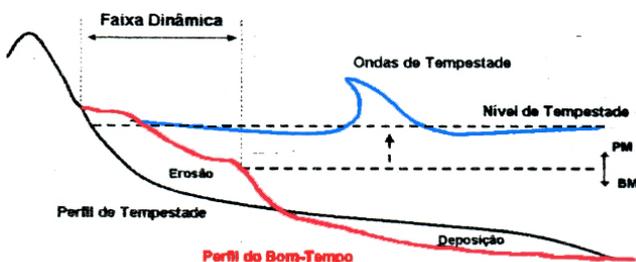


Fig. 9 Reação do perfil transversal de uma praia à ação de ondas de tempestade

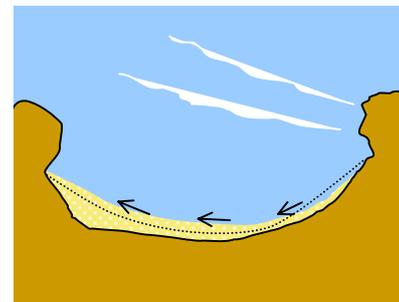


Fig. 10 - Reação do perfil em planta de uma praia à ação de ondas oblíquas à linha de costa. A linha tracejada indica o perfil inicial e as setas pretas indicam o transporte longitudinal de sedimentos induzido pelas ondas.

Em escala regional pode-se exemplificar o modelo a-b-c (figura 11), elaborado a partir de estudos de balanço sedimentar. Tal modelo é um método de análise da costa que permite identificar trechos ao longo da praia onde ocorre saída de sedimentos por transporte longitudinal e trechos adjacentes onde ocorre deposição (Stapor, 1971 *apud* Tanner, 1973).

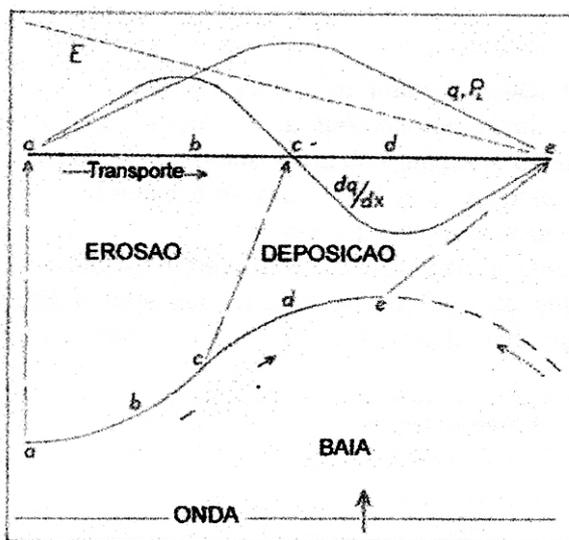


Figura 11 – Modelo abc.

Fonte: Stapor, 1971 *apud* Tanner, 1973

Em escala geológica e global destaca-se o modelo de Bruun (1962 *apud* Bird, 1993; Komar, 1976) para explicação da reação da costa à subida do nível do mar (figura 12).

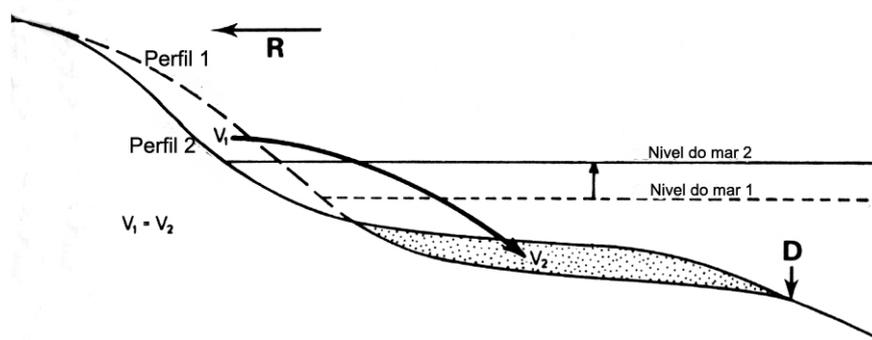


Fig 12 – Esquema explicativo da regra de Bruun. Quando ocorre a subida do nível do mar a praia recua e os sedimentos migram para a plataforma continental interna. Na figura “R” significa recuo e “D” representa o limite da deposição dos sedimentos. A retrogradação decorrente varia de acordo com a elevação do nível do mar, do comprimento e altura do perfil ativo e da proporção de material erodido que se mantém no perfil ativo.

Fonte: Bird, 1993 p. 57

É importante ressaltar que, embora atuem em escalas diferentes, os processos envolvidos na dinâmica costeira estão correlacionados, não existindo um limite rígido nas escalas de atuação.

No quadro os modelos e processos erosivos apresentados podem ou não estar associados a uma tendência de erosão costeira em longo prazo. Não se deve, portanto, confundir os eventos ou ciclos erosivos, como a reação da praia a uma tempestade ou as variações sazonais do perfil de praia, com o desequilíbrio do balanço sedimentar que efetivamente caracteriza uma situação de tendência à erosão costeira.

Além destes elementos e fatores que em conjunto podem dar início a eventos ou processos de erosão costeira é preciso compreender ainda que as características locais de um determinado litoral influenciam diretamente a intensidade da erosão. A reação, tanto a um episódio instantâneo representado por uma tempestade, como à subida do nível do mar, será distinta em um litoral constituído por falésias e outro por cordões litorâneos, por exemplo. Aspectos como a exposição do litoral às ondulações, a quantidade de aporte sedimentar por diferentes fontes (rios, dunas), as características morfológicas (planície de crista de praia, cordões litorâneos, costões rochosos), a cobertura vegetal, a granulometria entre outros, são importantes para avaliação da maior ou menor resistência, fragilidade ou instabilidade daquela linha de costa. O estado morfodinâmico precedente a um evento também é fundamental para a previsão das alterações que a praia deverá sofrer. Tais fatores e sua influência serão apontados de maneira mais completa na discussão metodológica sobre os indicadores de vulnerabilidade física.

CAPÍTULO IV

4. GERENCIAMENTO COSTEIRO

4.1 Delimitação, Escalas de Poder e Integração

Iniciado nos Estados Unidos pelo “The Coastal Zone Management Act”, de 1972, o gerenciamento costeiro passou a ser importante instrumento político para as atividades de planejamento e gerenciamento das zonas costeiras (Polette e Pagetti Silva, 2003). Foi posteriormente reconhecido por outros países como eficiente forma para atingir o desenvolvimento ordenado nos recursos costeiros e marítimos (*op. cit.*). Porém, as dificuldades encontradas ao longo da década de 1980 para implantação de programas de gerenciamento revelaram que a complexidade das zonas costeiras exigia uma noção de gerenciamento costeiro também mais complexa, ampla e integrada (*op. cit.*). A partir da década de 1980 começava a aparecer o conceito atual de gerenciamento costeiro integrado (GCI) que engloba desde questões relacionadas à preservação ambiental e dos recursos até as questões sociais como o uso do solo, os conflitos entre diferentes atividades, entre outras. A principal meta do GCI segundo Polette é:

"... melhorar a qualidade de vida das comunidades humanas que dependem dos recursos costeiros levando em consideração a manutenção da diversidade biológica e a produtividade dos ecossistemas costeiros." (Polette e Pogetti Silva, 2003, p. 28).

O autor ressalta, porém, que tal meta só pode ser alcançada através de um amplo processo de articulação política. Aguirre *et al.* (2001) acrescenta que tradicionalmente o gerenciamento costeiro tem sido realizado de forma setorial, carente de interdisciplinaridade científica e sem a participação dos diferentes atores sociais vinculados ao uso da costa. Assim, segundo Aguirre *et al.* (*op. cit.*), para cumprir os objetivos do GCI é preciso haver uma troca entre os diferentes níveis de intervenção, tanto governamental como científico e os demais atores sociais.

No entanto, a questão do Gerenciamento Costeiro Integrado perpassa, primeiramente, pela própria definição de zona costeira visto que não existe atualmente uma delimitação concreta deste espaço. A variabilidade dinâmica e complexa inerente aos ambientes costeiros em função da interação continente-oceano-atmosfera pode ser responsável, em parte, por esta dificuldade de delimitação da área que se pretende gerir em um programa de Gerenciamento Costeiro Integrado. Acrescenta-se que as zonas costeiras estão em constante troca com outros sistemas, destacando-se as bacias hidrográficas, tornando esta delimitação ainda mais difusa.

As diferentes jurisdições relacionadas ao espaço da zona costeira assim como a divisão de atribuições entre as diferentes escalas governamentais, muitas vezes superpostas ou pouco claras, são outras questões essenciais a serem consideradas pelo Gerenciamento Costeiro Integrado.

No Brasil, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) instituído no ano de 1988 pela Lei Federal nº 7.611 e aprovado pela Comissão Interministerial de Recursos do Mar (CIRM) em 21/11/90 é considerado um importante avanço na gestão ambiental das zonas costeiras. No ano de 1997, visando a atualização do PNGC foi aprovado o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Este é coordenado a nível Federal pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) apoiado pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO).

Porém, embora muitos avanços tenham ocorrido, o plano estadual, um dos instrumentos mais importantes do PNGC II, não foi elaborado para diversos estados brasileiros o que impediu também o desenvolvimento dos planos municipais. Atualmente começa a ser gerado um esforço no sentido de enquadrar o gerenciamento costeiro na esfera municipal, partindo desta para uma escala estadual e por último, federal (Dias, 2004).

Neste sentido, o principal projeto governamental atual é o Projeto Orla, criado pelo Ministério do Meio Ambiente, por meio de sua Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamento Humanos (SQA), e a Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MP). Este Projeto tem como meta principal promover o disciplinamento de usos e de ocupação na orla marítima brasileira de forma integrada com as três esferas administrativas (Projeto Orla, 2004). Uma de suas diretrizes é aumentar a capacidade dos municípios para formulação de planos de gestão costeira nesta escala (*op. cit.*).

Visando alcançar esta diretriz o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério do Planejamento (MMA, 2004 - disponível: www.mma.gov.br) assinaram em agosto de 2004 convênios de cooperação técnica com 13 municípios, de sete estados, para descentralização da gestão da orla. Os municípios terão que assumir algumas tarefas da Secretaria do Patrimônio da União no gerenciamento dos terrenos de marinha passando a ter um instrumento de planejamento do uso e ocupação da zona costeira (*op. cit.*) Com a descentralização da gestão na orla marítima os municípios poderão promover ações de reurbanização, saneamento básico e ordenamento de áreas da União, combater a ocupação irregular de terrenos e a transformação de praias públicas em áreas privadas, evitar a expansão desordenada do turismo e coibir a instalação de projetos em áreas impróprias.

Suman (2004) destaca, além deste aspecto da verticalidade (integração intergovernamental), que uma abordagem integrada do gerenciamento costeiro deve ser:

- a) horizontal (setorial) – diversos setores da economia;
- b) interdisciplinar;
- c) espacial – integração do espaço marinho e terrestre;
- d) temporal – dinâmica no tempo;
- e) ecossistêmica;
- f) participativa – atores e setores privados;
- g) estratégica – instrumentos de uso ambiental.

A afirmação que se segue resume de forma bastante clara o que foi abordado neste item:

“As fronteiras do gerenciamento de uma área geralmente não coincidem com as fronteiras de um único ecossistema visto que, tipicamente, muitos ecossistemas de diferentes tamanhos convivem em um mesmo espaço e podem se estender para além da área designada para o manejo. As fronteiras do gerenciamento costeiro integrado podem ou não coincidir com as fronteiras da jurisdição governamental, isto é, os governos que têm poder de implementação. (...) Finalmente, as fronteiras não são capazes de delimitar as influências dos processos costeiros na área designada, tais como transporte sedimentar e deposição de contaminantes atmosféricos.” (DYOULGEROV, M and FELLOW, K., 2004).

4.2 GCI, Planejamento Urbano e Erosão Costeira

Atualmente, excluindo-se o debate e as contradições em relação a tendência de subida do nível do mar e das mudanças no clima de ondas, a potencial fragilidade da zona costeira é claramente percebida (Muehe, 2004). Para reduzir os futuros problemas relacionados à erosão costeira é preciso implementar um programa de gerenciamento costeiro integrado visando conduzir e controlar a expansão da malha urbana considerando o risco envolvido (*op. cit.*). Desta forma, a identificação do risco e da vulnerabilidade à erosão costeira ao longo de determinado litoral tornou-se importante para formulação de ações e programas de gerenciamento costeiro integrado, incluindo neste o planejamento urbano das orlas oceânicas.

Muitas são as metodologias utilizadas para elaboração de um programa de gerenciamento costeiro integrado. Cada uma delas, através de modelos, destaca os passos que devem ser seguidos para que o processo seja implementado e concluído. Segundo Polette (2003), o processo de GCI incluindo fases, etapas e gerações tem resultado em um grande avanço metodológico o que torna cada vez mais nítida a necessidade de um planejamento prévio.

Atualmente, com a visão ampla do gerenciamento costeiro a erosão tornou-se apenas uma das questões, ainda que com bastante destaque, deste complexo processo. Porém, segundo Komar (1976), o gerenciamento costeiro, quando apareceu como tema no meio acadêmico na década de 1970, abordava principalmente os problemas relacionados à erosão costeira.

Mas o interesse científico pelas mudanças da linha de costa já existia desde o século XVII. Em 1694 o sueco Urban Hiärne realizou a primeira pesquisa científica sobre o recuo do mar através de um amplo questionário aplicado aos pescadores escandinavos cujas respostas foram publicadas entre 1702 e 1706 (Corbin, A. 1989). Posteriormente surge a primeira mensuração das oscilações da linha de costa realizada por André Celsius (Wegman, 1977 *apud* Corbin, A. 1989). A partir de 1724 André Celsius começa a investigar a emergência de alguns recifes, o abandono de canais e o relato de pescadores em diversas praias do mar Báltico. Em 1731 Celsius traçou linhas de controle sobre rochedos para posteriormente estimar o recuo do mar e em 1743 realizou a primeira medida científica do fenômeno sustentando a hipótese da diminuição

dos oceanos. Posteriormente outros grandes estudiosos criaram hipóteses e fizeram observações e mensurações a respeito do recuo do mar.

No século XIX a engenharia ganhou papel central na questão entorno da linha de costa (Carter, 1988). A força das ondas e o poder devastador das tempestades eram vistos agora como um empecilho para a ocupação das zonas costeiras. Nos Estados Unidos surge um grande debate, que existe até hoje, entre geólogos e engenheiros costeiros a respeito da defesa da linha de costa. Tal debate, segundo Carter (*op. cit.*), apresentava como foco central a maneira como os problemas costeiros eram tratados pelos engenheiros os quais, na visão dos geólogos, ignoravam as condições ambientais em favor de estruturas grandes e caras. Em 1845 o presidente do Instituto de Engenheiros Civis em Londres, Sir John Rennie (1845) declara que:

*“Where can Man find nobler or more elevated pursuits...than to interpose a barrier against the raging ocean.”*¹ (*apud* Carter, 1988, p.7)”

Desta forma, até meados do século XX encarava-se o problema como uma batalha entre o homem e o mar – para vencê-la o homem precisava controlar o mar e fixar a costa. A principal solução era a elaboração de obras de engenharia tais como muros, enrocamentos, diques, molhes entre outras (Ricketts, 1986; Hagan e Cooper, 2002; Komar, 1976). Em 1981 é publicado pela revista *Geotimes* o artigo “*Soluções velhas falharam em solucionar problemas costeiros*” assinado por diversos geólogos (Carter, 1988). Atualmente a visão da questão como uma batalha entre o mar e a terra, com soluções a partir de obras “duras” e rígidas, vem sendo substituída por alternativas que incluem obras “leves” e flexíveis como a alimentação artificial de praias e dunas artificiais, a re-vegetação, o recuo da urbanização, entre outras. Esta mudança vem acompanhada por nova percepção da relação entre o homem e o mar:

“A erosão costeira é agora vista como parte de uma estrutura complexa do gerenciamento no qual muitas vezes as atividades do homem devem ser controladas e reguladas para permitir os caprichos do sistema natural costeiro.” (Ricketts, 1986 p. 219).

¹ Tradução: “Onde o homem pode encontrar desafios mais nobres e elevados...como pondo uma barreira contra o instável oceano”

O subgrupo de Gerenciamento das Zonas Costeiras (CZMS), criado em 1989 pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), teve forte influência na adoção de novas soluções para o problema da erosão costeira ao publicar o relatório intitulado “Estratégias para Adaptação à Subida do Nível do Mar” em 1990. Neste é dada ênfase a três possíveis adaptações: recuo em relação ao mar, acomodação e proteção. Esta última adaptação pode envolver obras “duras” ou obras “leves”. São destacadas algumas implicações que cada uma destas adaptações pode provocar na economia, na sociedade e da legislação.

Atualmente a erosão costeira pode ser abordada por um programa de gerenciamento segundo diferentes metodologias e conceitos. Ricketts (1986) sugere um modelo para o gerenciamento da erosão costeira em que devem ser consideradas todas as possíveis estratégias alternativas dando preferência a medidas como zoneamento do uso e obras leves. Porém, a noção de que é preciso restringir o desenvolvimento urbano futuro nas áreas costeiras não é facilmente aceita pelos proprietários e gestores, visto que quase sempre o problema da erosão só é percebido na curta escala temporal (*op. cit.*). Desta forma, observa-se que as respostas mais comuns da comunidade ou dos gestores têm sido reflexo principalmente dos eventos erosivos de curta escala (como a ação de uma tempestade) tendo sido ignorados planejamentos que podem envolver ajustes do sistema sócio-econômico assim como do sistema biofísico (*op. cit.*).

Torna-se cada vez mais evidente a necessidade de se integrar planejamento urbano e gerenciamento costeiro. Clark (1996) aponta que, devido à conexão entre crescimento urbano sem controle e desastres naturais, um importante objetivo do Gerenciamento Costeiro Integrado é integrar o conhecimento sobre vulnerabilidade e riscos costeiros aos princípios de desenvolvimento e planejamento. O autor destaca ainda que um dos componentes-chave do GCI é o recuo das construções com a criação de uma zona ou faixa onde fica proibida a ocupação (*op. cit.*).

Neste sentido é interessante apontar o avanço de alguns programas elaborados em diversos países que incluem uma faixa de proteção ou estabelecem um zoneamento do uso do solo. Na Espanha, a Lei de Costas (Ley de Costas – disponível em: www.mediterranea.org/cae) instituída em 1988 delimita zonas de usos para as zonas costeiras, considerando uma faixa de proteção de 100 metros, podendo se estender a 200

(figura 13). Nesta faixa ficam proibidos quaisquer tipos de edificação, ruas, linhas de eletricidade entre outras restrições (Ley de Costas, 1988; Malvarez Garcez *et al.*, 2002). Os primeiros 20 metros ficam reservados para calçadas para caminhadas e outros tipos de lazer como acampamentos e golfe (*op. cit.*).



Fig. 13 – Zoneamento estabelecido pela Ley de Costas da Espanha (Malvarez Garcez *et al.*, 2003, p.473).

O quadro a seguir (figura 14) mostra a freqüência relativa da largura da faixa de proteção costeira adotada por programas de gerenciamento ou leis em diversos países. A largura mais freqüentemente adotada é de 100 metros e apenas 10 % dos países ou regiões considerados possuem uma faixa acima de 400 metros como é o caso da Indonésia e da Grécia.

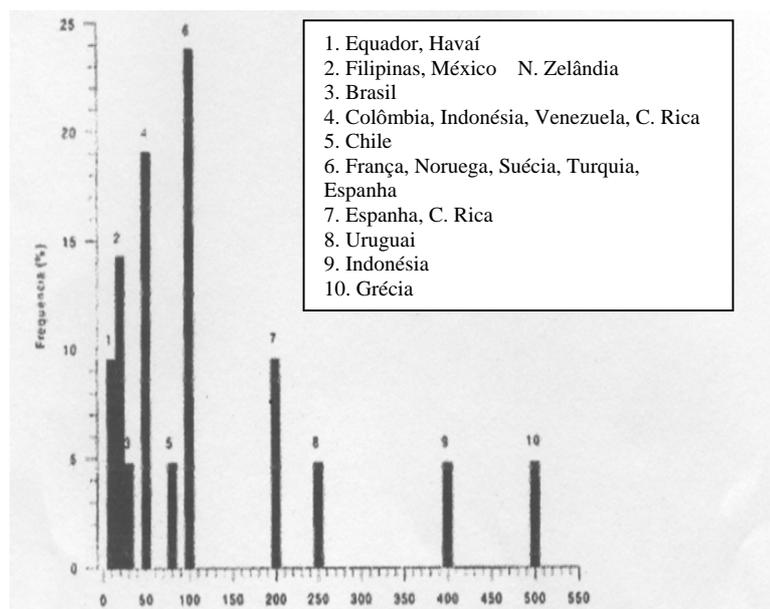


Fig. 14 - Frequência relativa, considerando o conjunto de países analisados, da largura (em metros) da zona de proteção ou uso restrito medida a partir da preamar média de superfície (Fonte: Sorensen *et al.*, 1992 *apud* Muehe, 2001, p.43)

No Brasil Muehe (2001) aponta a necessidade da criação de uma faixa de proteção cujo limite deve considerar as características geomorfológicas e urbanas da zona costeira. De modo geral é proposta uma faixa de no mínimo 50 metros para as áreas já urbanizadas e de 200 metros em áreas ainda desocupadas. O Projeto Orla adotou tais propostas (figura 15), porém, até o presente momento, a maior parte do litoral brasileiro não efetivou estes limites. O fato do projeto e seus instrumentos não estarem em forma de lei é, em parte, responsável por isso. Além disso, os diversos interesses políticos e econômicos exercem pressões contrárias ao planejamento e zoneamento urbano da orla.

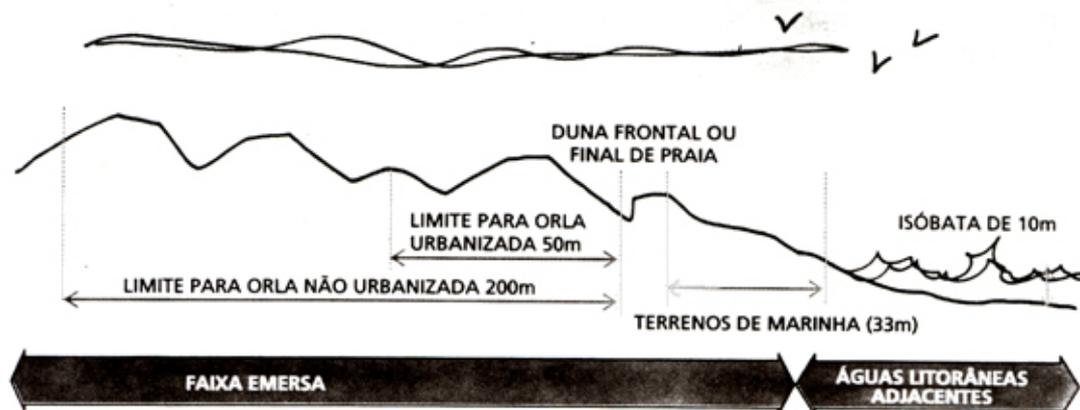


Fig. 15 - Limites estabelecidos pelo Projeto Orla

Fonte: Projeto Orla, 2002, p. 28.

Como já foi ressaltado as características específicas de cada região ou localidade deve ser considerada para a determinação de outros limites maiores ou menores. O Projeto Orla ressalta que o limite da faixa de proteção pode ser alterado quando estudos comprovarem fragilidade ou tendência de retrogradação da linha de costa indicando risco elevado em áreas urbanizadas. Com isso, a identificação do grau de risco ao longo de determinado litoral torna-se um instrumento fundamental para identificação de áreas críticas e prioritárias para o planejamento e zoneamento urbano das orlas.

Sobre esta temática destaca-se o estudo de Esteves (2003) sobre o litoral do Rio Grande do Sul no qual a partir das características da ocupação urbana, alteração da paisagem natural e erosão costeira, foram definidas as seguintes áreas de manejo:

“Áreas críticas – São áreas que necessitam de gerenciamento costeiro corretivo. Apresentam tendência de erosão, praia estreita, dunas primárias ausentes ou muito alteradas, destruição de estruturas costeiras durante eventos de alta energia, urbanização intensa e / ou crescente ocupação e uso do solo.

Áreas de ação prioritária – São áreas sob pressão crescente em que urge a aplicação de medidas de prevenção. Apresentam-se estáveis, com sistema praia / duna pouco alterado e urbanização moderada, mas que recentemente vem crescendo progressivamente juntamente com a intensificação do uso (aumento populacional sazonal ou permanente, valorização imobiliária, conflitos de interesses).

Áreas latentes – São áreas que atualmente não se encontram sob grande pressão de uso, mas que têm potencial de, num futuro próximo, tornar-se uma área de ação prioritária. Em geral, ocorrem nas proximidades de áreas de urbanização e ocupação intensa ou áreas de

difícil acesso que recentemente tiveram vias de acesso ampliadas ou criadas. Apresentam-se estáveis ou em acreção, com sistema praia / duna pouco ou nada alterada e urbanização moderada a baixa.

Áreas naturais – São as áreas que têm suas características naturais preservadas, não urbanizadas, que apresentam pouca pressão de uso e sem indícios de que essas condições serão alteradas em futuro próximo. (Esteves, 2003)”

Esta classificação destaca-se como um exemplo eficaz da possibilidade de aplicação de um estudo integrado sobre as zonas costeiras em programas de gerenciamento costeiro integrado. É importante, porém, que propostas neste sentido sejam efetivamente colocadas em prática através da comunicação entre gestores e pesquisadores.

CAPÍTULO V

5. DISCUSSÃO METODOLÓGICA

5.1 Conceitos e Abordagens dos Termos: risco, vulnerabilidade física e vulnerabilidade sócio-econômica.

O debate a respeito da subida do nível do mar e as preocupações com os seus possíveis efeitos resultaram em uma série de estudos nacionais e internacionais voltados para avaliação da vulnerabilidade física e sócio-econômica das costas (Vellinga *et al.*, 1993; Klein *et al.* 1998; Adger, 2001; Klein, 2004). Alguns trabalhos apresentam indicadores para medir o grau de vulnerabilidade a partir das características naturais das praias (Dal Cin e Simeoni, 1994; Esteves *et al.*, 2003; Souza e Suguio, 2003). Muitos destes citam ainda o risco de erosão costeira relacionando este conceito tanto ao risco natural como ao risco induzido pelo homem.

Na literatura específica sobre erosão costeira aparecem, portanto, diferentes conceitos como perigo, risco, vulnerabilidade física e sócio-econômica, resiliência, entre outros, que devem ser claramente definidos e distinguidos para sua melhor aplicação e interpretação.

5.1.1 Risco

A palavra *risk* teve, provavelmente, sua origem na língua inglesa no século XVII estando relacionada a um termo náutico espanhol que significa correr para o perigo ou ir contra uma rocha (Giddens, 1991). Tal termo, portanto, passa a existir apenas no período moderno substituindo, em parte, o que antes era pensado como fortuna ou destino (*op. cit.*). Giddens (1991) discute que esta substituição está relacionada a uma mudança de percepção visto que os imperativos morais humanos, as causas naturais e o acaso passaram a reinar no lugar de cosmologias religiosas. A noção de risco está

relacionada à compreensão de que resultados inesperados podem ser conseqüências de nossas próprias atividades ou decisões.

Deve-se ressaltar que o risco não está necessariamente relacionado à ações individuais, visto que existem o que Giddens (1991) chama de “ambientes de risco”, que afetam coletivamente grande número de indivíduos. Estes ambientes de risco podem estar relacionados ao que o autor chama de globalização do risco no sentido da intensidade (são tão intensos que podem afetar toda a humanidade) e no sentido da expansão (quantidade de eventos suficiente para afetar grande parte das pessoas do planeta) (*op. cit.*).

Além desta globalização do risco o autor ressalta que existe na modernidade uma consciência bem distribuída do risco, isto é, muitos dos perigos que enfrentamos coletivamente são conhecidos pelo grande público (Giddens, 1991.). Talvez esta conscientização em massa da noção de risco e a constante exposição a diferentes tipos de risco relacionados à vida em uma sociedade moderna sejam, em parte, responsáveis pela grande abrangência com que o termo risco vem sendo tratado atualmente. São cada vez mais comuns as expressões como risco econômico, risco país, risco social, risco ambiental, risco financeiro, entre outras.

O termo risco pode ser confundido muitas vezes com o termo perigo. Giddens (1991) afirma que os dois termos estão intimamente ligados, porém não são sinônimos. O perigo deve ser entendido como uma ameaça aos resultados desejados podendo ser a conseqüência de uma ação arriscada. Nem sempre os indivíduos envolvidos em uma ação de risco ou sujeitos a situações arriscadas estão conscientes dos perigos que eles podem correr (*op. cit.*).

No contexto meteorológico perigo é definido como um fenômeno com o potencial de causar danos podendo incluir ventos, tempestades, chuvas, furacões (Walsh, 2002). Neste mesmo contexto, risco é definido como a expectativa de perda de infra-estruturas ou vidas dentro de um período de tempo. O risco pode ser definido também a partir da relação entre o número de eventos esperado em determinado período de tempo e o número de eventos que excede tal expectativa (*op. cit.*).

Nas zonas costeiras o risco é geralmente associado ao perigo do mar, das ondas ou das correntes. Alguns autores pesquisaram o risco de afogamento nas praias através das características oceanográficas e morfodinâmicas associadas à quantidade de

banhistas que freqüentam aquelas praias (Benedet *et al.*, 2004; Carvalho, 2002). Diversos estudos sobre erosão costeira e subida do nível do mar relacionam risco à probabilidade de danos ou alagamentos. Neste contexto Dal Cin e Simeoni (1994) definem risco como sendo a combinação entre a possibilidade de ocorrer um episódio de erosão da costa e o percentual da urbanização nos 200 metros a partir do reverso da praia.

Nota-se que nas diferentes abordagens o risco está sempre associado à probabilidade de determinado perigo gerar danos à sociedade sejam estes materiais ou para a saúde e para a vida humana. Desta forma, deve-se compreender que o risco só existe na presença do Homem visto que se refere sempre à exposição à determinado perigo de um aspecto valorizado pela sociedade.

Porém, a maioria dos estudos voltados para erosão costeira utilizam como conceito central o de vulnerabilidade. Discutiremos a seguir este último conceito e a necessidade de integração entre a noção de vulnerabilidade natural ou física e de vulnerabilidade sócio-econômica.

5.1.2 Vulnerabilidade

A partir de 1988 com o estabelecimento do IPCC e a criação do subgrupo CZMS foi dado grande impulso nos estudos voltados para a avaliação da vulnerabilidade à erosão (Harvey *et al.*, 1999). O principal objetivo do CZMS era fornecer informações e recomendações para políticas nacionais e internacionais possibilitando decisões voltadas para: estratégias de gerenciamento costeiro para os próximos 10-20 anos; e para políticas de longa escala relacionadas à adaptação, às mudanças climáticas e à subida do nível do mar (IPCC, 1990). Com isso o relatório divulgado pelo CZMS teve grande importância por representar o primeiro apanhado em escala global sobre as opções de adaptação nas áreas costeiras em resposta a uma possível aceleração da subida do nível do mar e as implicações desta (*op. cit.*). Este primeiro relatório trata de três possíveis categorias de adaptação – recuo, acomodação e proteção – e das suas implicações ambientais, econômicas, sócio-culturais e legais. Posteriormente, este subgrupo criou uma metodologia comum para avaliação da vulnerabilidade à erosão costeira definindo vulnerabilidade como sendo:

“(...) a incapacidade da nação de lidar com as conseqüências da acelerada subida do nível do mar e com outros impactos costeiros devido a mudança climática global” (IPCC, 1992 *apud* Harvey *et al.*, 1999 p. 51).

Tal conceito é multidimensional englobando tanto a vulnerabilidade física como a sócio-econômica (IPCC, 1992 *apud* Klein *et al.*, 1998). O conceito de vulnerabilidade física envolve os conceitos de suscetibilidade, resistência e resiliência. Este último, segundo esta interpretação, diz respeito à resposta natural à determinada perturbação, podendo ser chamada de adaptação autônoma (*op.cit.*). A vulnerabilidade sócio-econômica é determinada pelo impacto potencial e pela capacidade de prevenção das tecnologias, das instituições, etc, em deter ou amenizar estes impactos. A metodologia comum apresentada pelo subgrupo de Gerenciamento das Zonas Costeiras considera o número estimado de população que seria atingida, os custos com os prejuízos, a área que será inundada, entre outros indicadores. De acordo com estes valores a vulnerabilidade deve ser classificada em quatro graus: baixo, médio, alto e crítico (Vellinga *et al.*, 1993).

Esta abordagem dada ao conceito de vulnerabilidade está correlacionado sempre à um cenário futuro, isto é, representa uma análise dos efeitos em termos de perdas ou adaptações naturais (morfodinâmica, ecológica), econômicas (prejuízos) e sociais na costa em função das mudanças climáticas globais e da subida do nível do mar (escala geológica).

Porém, a questão da erosão e vulnerabilidade costeira pode ser abordada também a partir de uma escala temporal de eventos ou até instantânea. Dal Cin e Simeoni (1994) colocam que o termo vulnerabilidade deve ser entendido como a função da possibilidade de ocorrer um episódio de erosão da costa - quanto mais baixo este índice, maior é a segurança das construções na orla costeira. Neste caso, qualquer episódio de erosão costeira é considerado na avaliação da vulnerabilidade, seja este causado pela subida do nível do mar ou pela ação de tempestades. Bush *et al.* (1999), embora não apresentem uma definição clara dos conceitos de vulnerabilidade e risco como os autores anteriores comentados, sugerem a utilização de geoindicadores, tais como, cobertura vegetal, configuração das dunas e taxa de erosão, para avaliação do risco aos eventos erosivos como terremotos, furacões, tempestades, inundações e outros.

Portanto, é importante apontar que enquanto as pesquisas se focam principalmente para mudanças climáticas que ocorrem em escala temporal de décadas e em escalas espaciais grandes, eventos extremos são expressos rapidamente em escalas locais (Dolan e Walker, 2004). Riedlinger e Berkles (2001 *apud* Dolan e Walker, 2004) afirmam ainda que é na escala local que as respostas e adaptações da população são mais importantes. A avaliação destas respostas e adaptações, assim como dos danos, prejuízos econômicos e das percepções vem sendo considerada relevante para o estudo da vulnerabilidade. Segundo Dolan e Walker (2004) o debate a respeito da definição de vulnerabilidade gerou uma visão mais integrada deste conceito.

Neste sentido, a metodologia comum apresentada pelo IPCC recebe diversas críticas, justamente em relação à falta de atenção dada às adaptações e respostas da população aos impactos (Klein, 2002). Segundo Klein *et al.*(1999) o documento elaborado pelo IPCC enfatiza muito mais a questão da avaliação dos impactos do que a questão das adaptações. O autor sugere que os motivos para isto são a maior facilidade de interpretação dos métodos para avaliação de impacto assim como a maior experiência conquistada neste tipo de avaliação (*op. cit.*). Harvey *et al.* (1999) destacam as críticas levantadas por diversos estudos apontando a necessidade de se considerar com maior ênfase as questões sócio-econômicas, incluindo os valores culturais e tradicionais. Colocam ainda que é preciso incorporar uma visão da escala local para a escala global (botom-up), visto que esta é mais coerente com a noção do Gerenciamento Costeiro Integrado (*op. cit.*). Carter (1994 *apud* Harvey *et al.*, 1999) enfatiza que tanto os aspectos sócio-econômicos como os fatores físicos são importantes na determinação da vulnerabilidade.

Reconhecendo as limitações da metodologia sugerida pelo IPCC modificações foram sugeridas por diversos autores (Harvey *et al.*, 1999; Waterman e Kay, 1993 *apud* Harvey *et al.*,1999.; Yamada *et al. apud* Dolan e Walker, 2004). Dolan e Walker (2004) destacam três perspectivas para o conceito de vulnerabilidade: a primeira caracteriza a vulnerabilidade em termos da exposição a eventos e como estes afetam pessoas e estruturas; a segunda considerando vulnerabilidade como uma relação humana e não física, isto é, a vulnerabilidade é socialmente construída; a terceira perspectiva integra tanto os eventos físicos como as características da população relacionadas a sua capacidade em lidar com o risco.

Para Klein *et al.* (1998) a capacidade dos sistemas social e econômico de se recuperar de um stress ou choque define o que é chamado de resiliência sócio econômica. O termo resiliência se refere à propriedade pela qual a energia armazenada em um corpo deformado é devolvida quando cessa a tensão causadora duma deformação elástica (Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa). Pode ser definido ainda como a resistência ao choque. Este termo é aplicado também na ecologia (resiliência ecológica) ou pode estar associado ainda à variabilidade morfológica das praias (resiliência morfológica) (Klein *et al.*, 1998). Nas ciências sociais este conceito começou a ser aplicado para descrever o comportamento das comunidades, das instituições e da economia (Klein, 2002). Timmerman (1981, *apud* Klein, 2002) foi um dos primeiros autores a discutir a resiliência social às mudanças climáticas. Na literatura relacionada a desastres naturais a resiliência social é associada a diversos indicadores incluindo, por exemplo, a eficiência de transmissão de conhecimento pelo tempo e espaço, o acesso aos recursos naturais e a descentralização governamental (Handmer e Dovers, 1996 *apud* Dolan e Walker, 2004). Mais recentemente o Relatório do Grupo de Trabalho II (Report of the Working Group II) do IPCC (IPCC, 2001 *apud* Dolan e Walker, 2004) identificou diversos determinantes da capacidade de adaptação como a tecnologia disponível, a distribuição dos recursos, o capital humano, os direitos, a percepção pública e a habilidade dos órgãos de gestão em gerenciar e validar programas.

5.1.3 Risco e Vulnerabilidade

Como foi definido por Dolan e Walker (2004) a perspectiva da vulnerabilidade não deve ser apenas em termos da exposição a eventos e como estes afetam as pessoas e estruturas. Tão pouco a vulnerabilidade deve ser entendida apenas socialmente. Este conceito deve ter uma perspectiva integrada dos eventos físicos e das características da sociedade relacionadas à sua capacidade em lidar com o risco (*op. cit.*). A vulnerabilidade sócio-econômica especificamente também envolve questões além da exposição ao perigo. Este termo está relacionado essencialmente ao conceito de resiliência e à capacidade de adaptação de determinado grupo social ou indivíduo no caso de um evento de danos ou quando o risco é percebido. Assim, a condição social, a

percepção do risco, a participação da população na gestão municipal, os instrumentos de gestão municipal entre outros aspectos estão relacionados à vulnerabilidade sócio-econômica.

O risco, portanto, não deve ser confundido com este conceito integrado de vulnerabilidade. O risco, este sim, está relacionado à maior ou menor exposição das estruturas ou da população a eventos que podem causar danos. O risco deve ser, portanto uma combinação entre o grau de vulnerabilidade física que revela a fragilidade, resistência e suscetibilidade de determinado ambiente aos perigos e a distribuição espacial da ocupação humana. O uso do solo, o material das estruturas, a densidade urbana e populacional também estão relacionados ao risco visto que revelam as atividades e a quantidade de pessoas expostas ao perigo. Uma determinada orla pode apresentar elevado grau de vulnerabilidade física devido à grande exposição a tempestades, por exemplo, porém, pode representar nenhum risco caso não exista ocupação humana. Um importante indicador de risco sugerido por Esteves *et al.* (2003) é a posição das construções na orla em relação ao perfil transversal da praia. Quanto mais próximo do mar maior será o risco daquela construção. Porém, uma orla pode ser densamente ocupada por casas muito próximas ao mar em uma enseada e não existir risco envolvido, visto que se trata de uma praia pouco exposta, sem tendência erosiva, isto é, com baixa vulnerabilidade física.

Uma visão geográfica do risco deve buscar compreender a localização espacial do grau de vulnerabilidade física e correlacionar à distribuição espacial da ocupação permitindo assim determinar áreas com diferentes graus de risco.

5.2 Indicadores e Classificação da Orla

5.2.1 Vulnerabilidade Física

Segundo McLaughlin *et al.* (1998) inúmeros índices foram criados para avaliação da vulnerabilidade e sensibilidade apresentando como objetivo principal a classificação da costa. As perturbações físicas que são geralmente consideradas nestes índices incluem a subida do nível do mar, tempestades, mudanças climáticas e impactos humanos (*op. cit.*).

A vulnerabilidade física pode ser avaliada segundo diversos métodos que incluem indicadores de diferentes naturezas (hidrológico, geomorfológico, climatológico, geológico, e outros). A escolha dos indicadores com os quais se pretende trabalhar está relacionada aos objetivos da pesquisa, assim como a interpretação do conceito de vulnerabilidade e outros conceitos correlacionados.

O trabalho elaborado por Souza e Suguio (2003) sobre o zoneamento de risco à erosão costeira no estado de São Paulo baseia-se no conceito de vulnerabilidade apresentado pelo IPCC, considerando também os mesmos conceitos de resistência e resiliência. Foram considerados pelos autores 10 indicadores diretos de marcas erosivas nas praias, como a destruição de mangues e da vegetação de restinga adjacentes à praia e a exposição de matéria orgânica de origem lagunar ou depósitos de mangue na superfície da face da praia. Foi considerado ainda um indicador de evolução da linha de costa nas últimas quatro décadas. Este último foi avaliado a partir de evidências de decréscimo da largura da praia. Finalmente, a forma de classificação do risco foi baseada no número de indicadores e na sua distribuição espacial ao longo da praia (número de indicadores / área - %) (*op. cit.*).

Dal Cin e Simeoni (1994) sugerem um modelo distinto para determinar a classificação, vulnerabilidade e risco na costa sul da Itália (Marche). Foram realizadas análises estatísticas de correlação entre 15 indicadores divididos nos seguintes grupos: hidrodinâmica e energia; evolução da linha de costa; morfologia e sedimentologia; fundo marinho; e intervenção humana. Todas as variáveis foram analisadas segundo métodos estatísticos (R-mode e Q-mode) que permitem investigar a inter-relação entre as variáveis. Foi observado que valores altos de progradação da linha de costa, da largura e altura da pós-praia, do número de bancos de areia e de obras costeiras; e valores baixos de energia de onda, do recuo da linha de costa, da declividade do fundo marinho e da diminuição do fluxo de sedimentos representam elevada estabilidade. Por outro lado, valores altos de recuo da linha de costa, de inclinação do fundo marinho e diminuição do aporte de sedimentos representam situação de extrema vulnerabilidade. Além destes três indicadores a alta vulnerabilidade foi correlacionada, em menor grau, com a energia da onda e com as características granulométricas (*op. cit.*).

Segundo Bush *et al.* (1999) a partir de geoindicadores tais como a cobertura vegetal, a taxa de erosão, a morfologia da praia, a conformação das dunas, a

proximidade de uma foz de rio, etc a costa pode ser facilmente classificada em risco elevado, moderado e baixo. Sugere-se ainda a utilização de indicadores suplementares para avaliação da mudança da linha de costa que pode ser classificada como costa com erosão severa, com erosão, e com progradação ou estável (*op. cit.*).

Morton (2002) apresenta vários fatores físicos que podem influenciar o tipo e a magnitude de um evento de tempestade. O autor destaca: a ação dos ventos, os quais podem transferir energia adicional ao oceano; a topografia antecedente das praias; a granulometria dos sedimentos, visto que uma praia com sedimentos mais finos é mais facilmente erodida; tipo e densidade de vegetação; e o tipo e densidade de desenvolvimento, pois estruturas e modificações na topografia podem complicar as interações das correntes e ondas e acentuar as forças destrutivas das tempestades.

É importante ressaltar que embora um mesmo fator possa ser utilizado na avaliação do grau de vulnerabilidade diferentes interpretações podem alterar o seu significado e o resultado da avaliação.

5.2.2 Vulnerabilidade Sócio-Econômica

Na literatura sobre vulnerabilidade sócio-econômica aos riscos de tempestades, envolvendo não apenas a ação das ondas, mas também dos ventos e das chuvas (enchentes, deslizamentos), as variáveis mais citadas para a diferenciação da vulnerabilidade são a estrutura familiar, idade, raça, etnia, tipo de construção, recursos materiais, meios de transporte e de comunicação e outros serviços (Clark *et al.*, 1998). Outros aspectos menos citados são, por exemplo, a imigração e a educação (*op. cit.*). Para Adger (2001) a vulnerabilidade é diferenciada pelos níveis de igualdade, diversidade de formas de sustento, potencialidade de ocorrer impacto climático e formas institucionais apropriadas. O autor defende que para a compreensão dos impactos potenciais de uma mudança climática em longo prazo deve ser debatida a questão da desigualdade social, visto que a causa da vulnerabilidade e a capacidade de adaptação de cada grupo social são muito distintas (*op. cit.*).

Mais especificamente em relação aos riscos decorrentes da ação de ondas destaca-se como variáveis importantes a densidade populacional, a densidade da urbanização na orla e o tipo de uso do solo. A percepção ao risco é também muitas

vezes apontada como elemento essencial para compreensão das adaptações e, portanto para a avaliação da resiliência e vulnerabilidade social.

Segundo Klein (2002) existem diferentes maneiras de distinguir as opções de adaptação. Primeiro, dependendo do tempo, objetivo e motivação, a adaptação pode ser tanto reativa como antecipatória. Adaptação reativa ocorre depois do impacto inicial da mudança climática, enquanto adaptação antecipatória ocorre antes. Uma segunda distinção pode ser baseada no sistema em que a adaptação ocorre: no sistema natural ou no sistema humano. No sistema humano uma terceira distinção pode ser feita em relação a motivação que pode ser relacionada a interesses privados ou públicos. Decisões privadas podem incluir tanto proprietários individuais como companhias comerciais, enquanto os interesses públicos envolvem todas as escalas de jurisdição.

Outros autores apontam ainda para mais uma distinção da adaptação: planejada e autônoma ou espontânea (Carter *et. al.*, 1994 *apud* Klein, 2002; Adger, 2001). A primeira resulta de uma decisão política que está relacionada ao conhecimento de que as condições mudaram ou podem mudar e que uma ação é necessária para retornar ou manter o estado desejado. Adaptação autônoma, que envolve mudanças tanto do sistema natural como do humano, vai decorrer em resposta às mudanças das condições, sem envolver políticas ou decisões. Adaptação autônoma é individual enquanto que a planejada é coletiva. Ambas estão relacionadas à adaptação privada e pública respectivamente.

5.3 Indicadores: Escolha e Discussão

5.3.1 Vulnerabilidade Física

A escolha dos indicadores do grau de vulnerabilidade física para classificação da orla de Maricá foi baseada nas diferentes metodologias e conceitos apresentados por diversos autores já comentados (Bush *et al.*, 1999; Dal Cin e Simeoni, 1994; Morton, 2002) e por outros autores que apresentam resultados da aplicação destes conceitos e teorias (Calliari *et al.*, 2000; Speranski e Calliari, 2001; Fucella and Dolan, 1996).

Foram considerados dois tipos de vulnerabilidade física: vulnerabilidade potencial do cordão litorâneo à erosão costeira; e instabilidade local da orla. O primeiro,

através de indicadores geomorfológicos e de evidências históricas e atuais de erosão, pretende classificar o cordão litorâneo como um todo quanto à sua fragilidade natural à erosão costeira em longo prazo. O segundo tipo visa caracterizar as praias do município, através de uma análise mais local, quanto à sua resistência, exposição e resiliência diante eventos erosivos de curto prazo associados à entrada de tempestades. No presente trabalho assume-se, portanto, que a instabilidade local da orla está diretamente relacionada às características locais de altura e energia das ondas e à capacidade da orla em resistir e se recuperar de eventos erosivos.

É importante ressaltar que os indicadores e variáveis utilizados apresentam certa variabilidade na escala espacial como foi observado também por Thieler e Hamma-Klose (1999) na determinação do índice de vulnerabilidade para a costa dos Estados Unidos. Existem variáveis que atual ao longo de vários quilômetros como o grau de exposição de uma determinada praia às fortes ondulações e outras que podem representar apenas uma situação local como a transposição do cordão litorâneo pelas ondas. No caso das características urbanas esta questão é ainda mais complexa, pois, geralmente, a diversidade de situações geram uma variabilidade muito elevada dos dados, permitindo também uma variabilidade maior na classificação final.

Para a avaliação da vulnerabilidade potencial do cordão litorâneo à erosão costeira foram selecionados os seguintes indicadores:

I. Evolução da Linha de Costa:

- 1.1 Evolução da linha de costa através da comparação entre fotografias aéreas do litoral do município de Maricá, referentes aos anos de 1972 e de 1999.
- 1.2 Evolução da linha de costa através da comparação do perfil de praia realizado no centro do arco praial de Maricá na década de 1970 pelo grupo de Geografia Marinha da UFRJ com o perfil de praia atual a ser realizado no mesmo local.

II. Refração das Ondas:

- 1.3 Pontos de convergência e divergência da energia das ondas por efeito de refração.

III. Características do Cordão Litorâneo:

1.4 Marcas de transposição do cordão litorâneo pelas ondas de tempestade (overwash).

1.5 Largura e altura do cordão litorâneo ao longo do arco praial.

I. Evolução da Linha de Costa

As duas primeiras variáveis estão relacionadas a uma escala de décadas, isto é, à macro-escala temporal e à escala espacial regional, visando determinar a evolução da linha de costa nos últimos 30 anos. Para viabilidade de execução da análise as fotografias aéreas da orla costeira de Maricá (variável 1.1) foram adquiridas em meio digital pelo Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro - CIDE e pela Central Elétrica do Rio de Janeiro - CERJ. As fotografias aéreas de ambos os anos (1972 e 1999) estão na escala de 1:8.000. Através do programa de digitalização *Didger 3* da GoldenSoftware Inc tais fotografias foram georeferenciadas e corrigidas quanto às distorções geométricas. O georeferenciamento foi realizado através da identificação de pontos de controle a partir de corredeira eletrônica das folhas correspondentes à região na escala de 1:10.000. Posteriormente foi realizada a superposição de fotografias aéreas dos diferentes anos para análise das mudanças ocorridas na linha de costa. Esta superposição pode revelar avanço (progradação) ou recuo (retrogradação) da linha de costa ou não apresentar qualquer modificação significativa indicando estabilidade.

Assume-se inicialmente a hipótese de tendência de retrogradação baseando-se nos resultados obtidos pelo monitoramento realizado pelo Grupo de Geografia Marinha da UFRJ nas praias da Massambaba em Arraial do Cabo e de Vila Tur em Saquarema, ambas à leste de Maricá. Além dos resultados deste monitoramento, que mostram uma tendência de recuo da linha de costa da ordem de 1,6 m por ano, em outras regiões do estado do Rio de Janeiro indícios de erosão costeira foram observados, como por exemplo, em algumas praias da Ilha Grande no litoral sul do estado e em Macaé, na orla da planície do rio Paraíba do Sul.

A segunda variável visa a comparação entre os perfis transversais das praia de Itaipuaçu e da Barra de Maricá, realizados em 1972 (Muehe, 1975) e os perfis atuais realizados no mesmo ponto. Os perfis realizados na década de 1970 se estenderam desde a face da praia até o pós-praia, indicando, portanto a localização da escarpa da praia

naquele momento. A localização destes perfis é exatamente o centro do arco praial entre Itaipuaçu e Barra de Maricá e entre Barra de Maricá e Ponta Negra o que facilitou a realização dos perfis atuais nos mesmo locais, permitindo assim uma comparação segura da posição da escarpa da praia nos dois períodos.

II. Refração das Ondas

O terceiro indicador, referente à escala local e instantânea ou de eventos, é baseado no processo de refração das ondas que pode implicar na distribuição desigual da energia destas ao longo da zona de arrebenção. Assume-se a hipótese de que os pontos de maior convergência das ortogonais das ondas indicam maior vulnerabilidade à erosão, visto que nestes pontos as ondas apresentam maior energia e altura (Komar, 1976; Muehe, 1994) (figuras 16a e 16b). Alguns estudos na costa sul brasileira revelaram esta correlação entre convergência de energia das ondas e erosão na área costeira adjacente (Calliari *et al.* 2000; Calliari e Speranski, 2001).

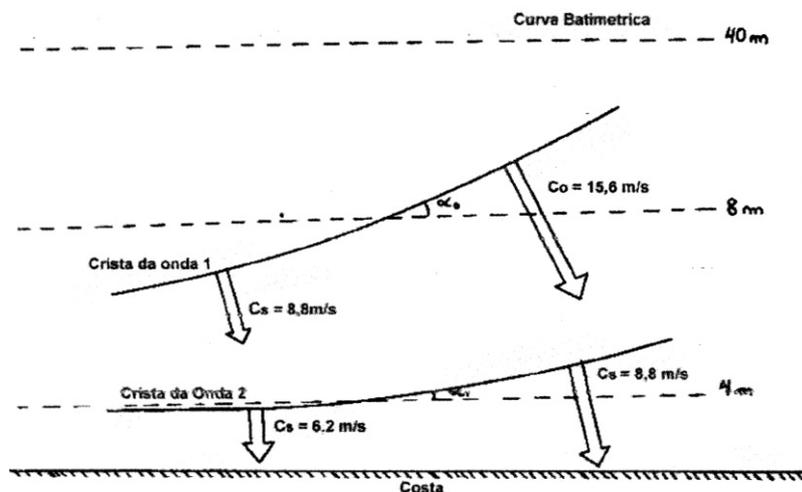


Fig. 16a Chegada de uma onda oblíqua ao contorno batimétrico e o conseqüente processo de refração, isto é, de mudança da direção da onda. No desenho ilustrativo é apresentada uma onda de 2,0m de altura com 10s de período. Em águas profundas (acima de 40m, neste caso) esta onda teria a velocidade de aproximadamente 15,6m/s e em águas rasas (igual ou menor que 8m) a velocidade seria de 8,8m/s ou menos. As setas indicam o tamanho da velocidade em diferentes partes da crista.

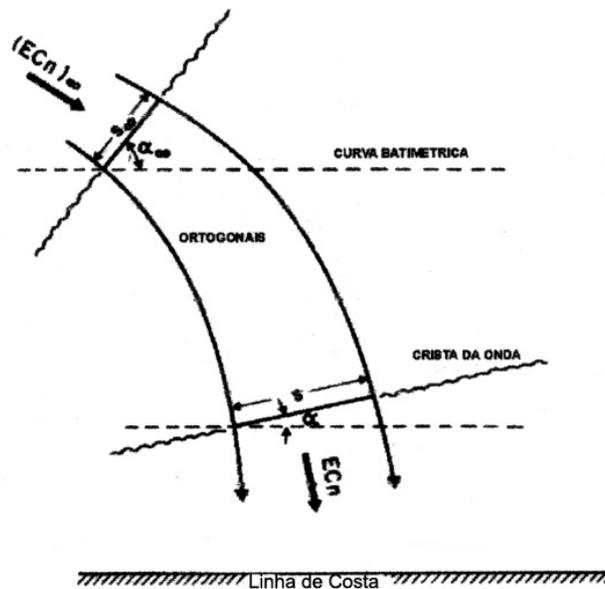


Fig. 16b – Refração de uma onda oblíqua ao contorno batimétrico e as linhas ortogonais. O fluxo de energia ($P = EC_n$, onde E é a energia e C_n a celeridade) entre as ortogonais é constante. O afastamento ou aproximação das ortogonais devido à refração faz com que o mesmo fluxo de energia passe por um espaço maior ou menor, gerando menor ou maior altura das ondas respectivamente. Na figura a refração provoca afastamento das ortogonais gerando dissipação da energia e diminuição da altura da onda.

Fonte: Komar, 1976 p. 111

Para obtenção dos pontos de convergência a batimetria da plataforma interna em frente à orla de Maricá foi digitalizada a partir da carta náutica da região (fornecida pela DHN) através do programa de computador *Didger 3* da GoldenSoftware Inc. Após esta primeira etapa foi elaborado, com a contribuição da equipe do laboratório de Geografia Marinha da UFRJ, o modelo de refração das ondas através do programa *Mike 21* da DHI Water & Environment. Para tal modelo foram utilizados dados oceanográficos e climáticos característicos de uma situação de tempestade (ondulação do quadrante sul, ondas de 4 metros de altura e 12 segundos de período, ventos com 10 m/s). Foram realizados, por último, trabalhos de campo na região para comparação dos resultados obtidos pela modelagem com as evidências de erosão.

III. Características do Cordão Litorâneo

A variável 1.4 se refere à identificação de áreas em que se observam marcas das ondas de tempestades à retaguarda do cordão litorâneo podendo ser uma evidência de

estar ocorrendo nova migração da linha de costa. Segundo Bush *et al.* (1999) as praias que não possuem dunas e apresentam freqüentes transposições do cordão pelas ondas devem ser consideradas como de alta vulnerabilidade. Estes locais onde ocorrem transposições são chamados pelos autores de pontos fracos (weak points). Interferências humanas na vegetação ou na topografia para abertura de ruas e caminhos podem aumentar ainda mais a fragilidade destes pontos (*op. cit.*).

Por fim, a variável 1.5 se refere à largura e à altura do cordão litorâneo ao longo do arco praial. Através da fotografia aérea é possível observar diferenças na largura deste cordão que apresenta diminuição em direção à Ponta Negra. Dados sobre a altura do cordão litorâneo para todo o litoral sul-oriental do estado do Rio de Janeiro foram levantados por Muehe (1975). Bush *et al.* (1999) destacam a altura do cordão litorâneo como um dos indicadores de vulnerabilidade à erosão afirmando que elevações abaixo de 3 metros significam forte vulnerabilidade.

Outras características como o grau de exposição da orla às fortes tempestades, relacionado principalmente à orientação da linha de costa e à morfologia (enseadas ou praias retilíneas) e o estoque e aporte de sedimentos (dunas, rios) foram considerados na classificação do cordão litorâneo quanto à vulnerabilidade à erosão costeira.

Para a classificação da instabilidade local foram considerados os seguintes indicadores e variáveis:

I. Resistência

1.6 - Cobertura da vegetação no topo do perfil da praia em diferentes pontos do arco praial.

1.7 – Presença de dunas frontais funcionando como estoque de sedimentos.

1.8 – Tamanho dos sedimentos (granulometria).

II. Exposição da Praia

1.9 – A influência de ilhas ou outras barreiras na propagação e, portanto na refração das ondas.

III. Resiliência

2.0 – Estágio morfodinâmico

2.1 – Estoque de sedimentos da plataforma continental interna

I. Resistência

A cobertura vegetal influencia a resposta da praia à uma tempestade na medida que pode reduzir a ação dos ventos e do espraiamento das ondas, além de fixar os sedimentos fornecendo maior resistência à erosão (Morton, 2002). Conseqüentemente uma densa vegetação tende a reduzir a magnitude da erosão. Bush *et al.* (1999) também destacam a importância da cobertura vegetal na redução do potencial erosivo das ondas. A cobertura da vegetação (indicador 1.6) foi classificada quanto a sua localização e densidade e mapeada a partir da fotografia aérea georeferenciada do ano de 1999. Durante os trabalhos de campo as informações coletadas pela fotografia foram comparadas com as observações visuais.

As dunas frontais representam importante estoque de sedimentos funcionando como anteparos naturais em caso de tempestades.

A granulometria dos sedimentos influencia diretamente na ação erosiva das ondas visto que os sedimentos mais finos são mais facilmente transportados pelas ondas do que os mais grossos (Morton, 2002), assim como influencia o estágio morfodinâmico. Para análise foram utilizados os dados granulométricos da ante-praia apresentados por Muehe *et al.* (1977).

II. Exposição

A exposição foi classificada a partir dos modelos de refração de ondas para diferentes direções de ondulação (sul, sudoeste e sudeste). Embora o grau de exposição da praia seja influenciado principalmente pela sua orientação e morfologia em uma análise mais local a forte convergência de energia de ondas em determinados pontos e as barreiras naturais devem ser consideradas. No caso da orla de Maricá a influência das ilhas Maricas na propagação das ondas altera a refração das ondas provocando trechos com menor convergência da energia destas. Estes trechos, através do modelo de refração podem ser identificados. Além disso, a presença de arenitos de praias submersos na praia de Itaipuaçu (Muehe e Ignarra, 1994) também pode funcionar como uma barreira para a energia das ondas, o que deve ser considerado.

III. Resiliência

Como foi visto o conceito de resiliência é entendido como a capacidade de adaptação e recuperação de um determinado sistema que tenha sido afetado e desequilibrado. Desta forma as variáveis consideradas importantes para determinação da resiliência foram aquelas que revelam a reação da praia em caso de ressacas.

Para análise da variabilidade da praia em diferentes pontos do arco praial em questão foram utilizados perfis topográficos transversais realizados em 8 pontos nas praias de Itaipuaçu e Barra de Maricá nos anos de 1994, 2003 e 2004. Tais dados foram fornecidos pelo Laboratório de Geologia Marinha da UFF (LAGEMAR) e pelo Laboratório de Oceanografia Física do Departamento de Oceanografia da UERJ.

A avaliação dos perfis é importante para a compreensão da variabilidade sazonal assim como da resposta destes às diferentes condições oceanográficas. Segundo Fucella e Dolan (1996) o perfil das praias pode se alterar bruscamente, principalmente no sentido horizontal quando submetido a condições oceanográficas variadas. Esta variabilidade comparada aos dados de refração das ondas pode revelar de forma mais completa a dinâmica do arco praial.

A resposta de uma praia a uma tempestade depende do estoque de sedimentos disponível para mobilização o que está associado à presença ou não de bancos de areia, a altura das bermas de praia, à largura do perfil emerso, entre outras variáveis. Quanto maior o estoque de sedimentos maior será a capacidade da praia se recuperar após um evento de forte erosão. Exemplifica-se aqui o caso do arco praial Arpoador-Leblon, na cidade do Rio de Janeiro, que apresenta alternância de erosão e deposição nas suas extremidades de acordo com a intensidade e direção das ondulações. Devido ao elevado estoque de sedimentos que é mantido no sistema, sempre ocorre recuperação do perfil praial nos períodos de menor intensidade das ondas, mantendo-se o equilíbrio dinâmico do balanço sedimentar. Outro elemento, também associado à variáveis acima citadas, que influencia na resposta de uma praia a uma tempestade é seu estágio morfodinâmico. Segundo Calliari *et al.* (2003):

“O conhecimento do comportamento morfodinâmico de uma praia específica permite o acompanhamento espaço-temporal de ciclos de erosão / deposição...” (Calliari *et al.*, 2003, p. 75)

Trabalhos realizados pelo Grupo de Pesquisa em Geografia Marinha da UFRJ na praia de Itaipuaçu apresentam dados a respeito da sua morfodinâmica que serão aproveitados na presente pesquisa. Porém, o estado morfodinâmico não foi determinado de forma precisa para as outras praias, tendo sido realizadas apenas observações visuais.

A utilização desta variável, no entanto, é bastante complexa devido a grande divergência na literatura a respeito da correlação entre os diferentes estados e o grau de risco ou de suscetibilidade. Segundo Souza e Suguio (2003) as praias dissipativas, segundo a classificação de Wright and Short (1984), são mais susceptíveis à erosão do que as praias refletivas. Benedet *et al.* (2004) afirmam que as praias dissipativas são mais estáveis, porém, representam risco maior para as propriedades da orla visto que possuem menor declividade. Para os autores a estabilidade é diretamente relacionada ao risco, quanto maior estabilidade maior o risco (*op. cit.*). Diferentemente, Benavente *et al.* (2002) mencionam que diversos autores associam as praias dissipativas ao menor risco, visto que estas, significam justamente maior dissipação da energia das ondas. Porém, os autores afirmam que esta constatação pode ser simplista. A previsão da morfodinâmica das praias no litoral da Espanha a partir de diversos parâmetros revelou que a susceptibilidade das praias depende da variabilidade morfodinâmica, isto é, as praias que apresentam ao longo do ano dois ou mais estados morfodinâmicos são mais resistentes à erosão, pois apresentam uma capacidade de adaptação maior (*op. cit.*).

Calliari *et al.* (2003) notaram, a partir da análise de envelopes de perfis sequenciais em praias monitoradas no estado do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro, que as praias dissipativas apresentaram maior estabilidade do que as intermediárias nas quais episódios de erosão seguidos por episódios de acreção foram frequentes. O monitoramento que vem sendo realizado há dez anos pelo Grupo de Pesquisa em Geografia Marinha da UFRJ (ver Muehe, 1998a) em diferentes praias no litoral norte do estado do Rio de Janeiro também indica que as praias intermediárias apresentam maior variabilidade morfodinâmica e, portanto, de acordo com Benavente *et al.* (2002) maior resistência à erosão. É importante ressaltar, no entanto, que o litoral estudado por Benavente *et al.* (*op. cit.*) é caracterizado por um regime de macro-maré enquanto as praias do sudeste brasileiro estão sujeitas à meso-maré.

Portanto, a grande complexidade envolvida na dinâmica costeira, na reação das praias à diferentes intensidades de ondulação e, mais especificamente, na correlação

entre morfodinâmica e resiliência deixa clara a necessidade atual de se desenvolver estudos voltados para esta temática, assim como a continuação de monitoramentos de praias em diferentes ambientes costeiros. Acrescenta-se que, como apontam Calliari *et al.* (2003), a avaliação da variabilidade morfodinâmica aumenta consideravelmente o grau de sucesso de diversas atividades relacionadas ao gerenciamento costeiro específico a praias.

5.3.2 – Risco

A avaliação do risco na orla do município de Maricá foi realizada a partir dos indicadores de vulnerabilidade física discutidos acima e dos seguintes indicadores urbanos:

I. Densidade de Construções

2 – Grau de ocupação urbana da orla.

II. Posição das Construções

2.1 – As construções foram classificadas quanto a sua distância das feições de praia ao longo do perfil transversal.

I. Densidade de Construção

A orla do município de Maricá foi classificada quanto à densidade de construção. O cálculo da área ocupada foi realizado a partir das fotografias aéreas de 1999 na escala de 1:8000. A partir do programa de mapeamento ArcView 3.1 da ESRI foram medidas as áreas construídas em cada quadra e o tamanho da quadra obtendo-se assim a percentagem da área ocupada por quadra. Os trechos com mais de 60% da área ocupada foram considerados com densidade urbana alta; entre 30 e 59% foi classificado com densidade urbana moderada; entre 1 % e 29% da área ocupada foram classificados com densidade baixa; e ainda foram identificadas as quadras frontais às praias sem construções.

II. Posição das Construções

As casas e quiosques foram classificados quanto à sua posição no perfil transversal da praia através de observações realizadas em campo e com o auxílio da interpretação das fotografias aéreas. Esta metodologia é uma adaptação daquela apresentada por Esteves *et al.* (2003) para a classificação do litoral do Rio Grande do Sul.

Além destas, outras interferências humanas podem intensificar o risco. A mais apontada no caso dos estudos sobre erosão costeira é a extração ilegal de areias que causa desequilíbrio no balanço sedimentar podendo acelerar ou até iniciar um processo erosivo. Desta maneira, serão apontados também os locais onde ocorrem ou ocorreram recentemente extração ilegal de areia.

5.3.3 Mapeamento das Variáveis e dos Indicadores

A classificação do arco praial quanto às diferentes variáveis discutidas acima, realizada através de trabalho de campo e da interpretação das fotografias aéreas na escala de 1:8000, permitiu a elaboração de tabelas com a localização (latitude e longitude) e extensão de cada uma das características (anexo 1). Estas tabelas, transpostas para o computador no formato dbf a partir do programa Excel, serviram de base para os mapeamentos realizados no programa ArcView 3.2 da ESRI.

A superposição das variáveis de cobertura vegetal, dunas frontais e granulometria permitiu a elaboração do mapa de grau de resistência que varia de muito baixa a alta (tabela 1).

Variáveis	Grau de Resistência		
	Alta	Moderada	Muito Baixa
Vegetação	densa, bem desenvolvida	esparsa	ausente
Granulometria	muito grossa	grossa	média
Dunas Frontais	presentes e altas	muito pequenas ou ausente	ausente

Tabela 1 - Variáveis relacionadas ao grau de resistência.

O mapeamento do grau de exposição, por sua vez, foi elaborado a partir dos dados da altura das ondas próximo à costa segundo os modelos de refração. Tais dados de altura de ondas foram avaliados de maneira conjunta ao mapa batimétrico, visto que este é o componente que representa a maior influência sobre o padrão de distribuição de energia das ondas. A influência dos arenitos de praia também foi considerada. Desta forma foi considerado:

- a. exposição muito elevada** - trechos com ondas muito altas na linha de costa;
- b. exposição elevada** - trechos onde as ondas apresentam altura muito elevada próximo à costa (aproximadamente 100 metros da linha de costa) mas perdem altura ao chegarem na linha de costa;
- c. exposição moderada** - trechos que se apresentam protegidos de uma ou duas direções de ondulação por efeito das Ilhas Maricás;
- d. exposição fraca** - trechos que se encontram protegidos de todas as direções de ondulações devido a proteção das ilhas

O indicador de resiliência não foi utilizado para os mapeamentos visto que as variáveis envolvidas (morfodinâmica, estoque de areia na plataforma continental interna, largura da praia) são altamente dinâmicas. Mesmo assim, estes dados servirão de auxílio na interpretação final.

A análise combinada dos mapeamentos do grau de exposição e de resistência permitiu a classificação e o mapeamento do grau de instabilidade local. Finalmente, este mapeamento da instabilidade local combinado às características urbanas (posição e densidade das construções na orla) resultou na classificação e no mapeamento do grau de risco ao longo de todo o arco praial.

O fluxograma a seguir apresenta de forma esquemática estas relações entre as diferentes variáveis, indicadores e conceitos propostas na metodologia e que resultaram nos mapeamentos acima descritos (figura 17):

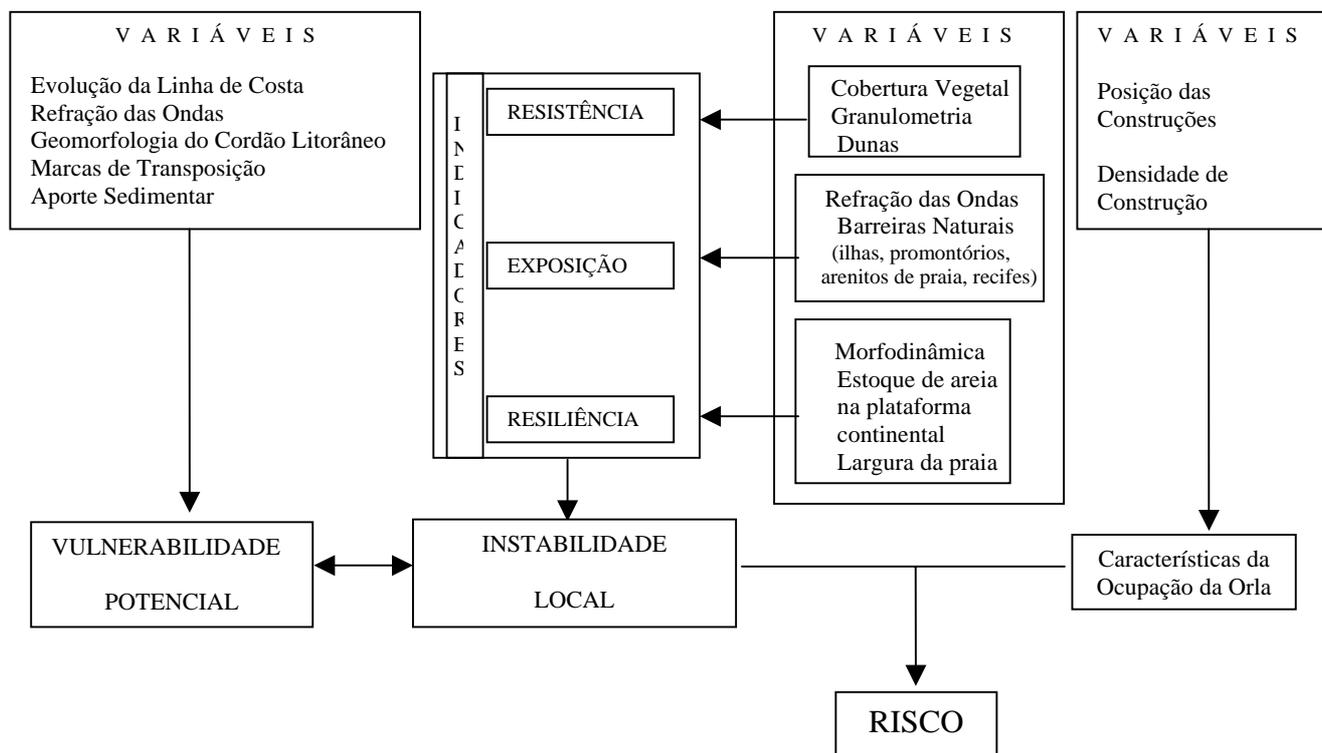


Fig. 17 – Fluxograma com as inter-relações entre as diferentes variáveis e indicadores de vulnerabilidade física e de risco

5.3.4 Danos

Toda a orla do município de Maricá foi classificada quanto ao grau de danos sofridos durante a tempestade que ocorreu em maio de 2001. Embora tempestades anteriores tenham atingido fortemente esta orla, no ano de 2001 foram observadas as maiores destruições. Para a classificação quanto ao grau de danos foram realizados trabalhos de campo tendo sido percorridos a pé toda a orla do município, com exceção da área da restinga de Maricá onde não existem construções. Através de observações e entrevistas foi possível classificar o grau de danos sofridos por cada uma das propriedades, pelos quiosques e pela avenida. Cada um dos segmentos identificados foi localizado por meio de um GPS e posteriormente mapeado a partir do programa de mapeamento *ArcView 3.2* da ESRI (Lins-de-Barros *et al.*, 2003).

5.3.5 Adaptações

A análise da vulnerabilidade sócio-econômica, em função dos objetivos principais da dissertação, recebeu menor ênfase em relação aos outros aspectos já apresentados (vulnerabilidade física e risco). Como foi visto na discussão dos conceitos a vulnerabilidade sócio-econômica esta relacionada à capacidade de adaptação ou resiliência social envolvendo na análise indicadores como renda da população, estrutura familiar, educação, participação popular nas políticas públicas entre outros.

Na presente dissertação foram estudadas apenas as adaptações em termos de obras de proteção ou recuperação. Os diferentes tipos de obras foram localizados por meio de um GPS e classificados de acordo com o material utilizado. Entrevistas com os proprietários das casas ou quiosques foram realizadas para obtenção de informações como o custo das obras, o material utilizado e o seu objetivo (recuperação, prevenção).

A percepção dos moradores em relação ao problema também é importante para o estudo da capacidade de adaptação além de muitas vezes revelar informações locais essenciais para compreensão mais completa das questões envolvidas. Para tanto, foram realizadas entrevistas em todas as praias, seguindo um roteiro aberto (anexo 2). Foram entrevistadas 25 pessoas, das quais 13 são moradores, 3 proprietários de casas de veraneio, 2 trabalham como caseiros e 7 são funcionários de quiosques ou bares (anexo 3). A escolha do universo pesquisado deve ter como norteador a definição de uma determinação social como sexo, idade, classe social, região de origem e religião, seguindo as diretrizes da questão inicial da pesquisa (Lins de Barros, 2001). Na presente dissertação a escolha do universo pesquisado possui como determinação social a localização, isto é, todos os entrevistados trabalham, moram ou possuem propriedades na orla. Devido ao número relativamente reduzido deste universo pesquisado as entrevistas não devem ser analisadas estatisticamente, mas, assumindo-se que a fala de um indivíduo sintetiza uma determinada experiência social comum (*op. cit*), podem expressar um discurso recorrente àquelas pessoas.

O objetivo das entrevistas é avaliar a percepção das pessoas que compartilham esta mesma condição social de viver de frente para a praia sobre o risco e os problemas decorrentes das ressacas. Através da comparação das entrevistas em diferentes praias do

município pretende-se observar a influência na percepção da diferenciação espacial dos graus de risco e de danos ao longo do arco praiial. A realização de obras, a opinião sobre a eficácia destas, assim como sua influência na paisagem da praia foram assuntos também abordados nas entrevistas.

5.3.6 Prejuízos e Desvalorização

As entrevistas com moradores, proprietários, funcionários dos quiosques e agentes imobiliários permitiu calcular um valor aproximado dos prejuízos e da desvalorização. Os prejuízos indiretos, isto é, com a realização de obras foram obtidos para cada tipo de obra. Porém, em alguns casos os moradores ou proprietários não se encontravam presentes. Desta maneira, para estas situações o valor foi estimado a partir do valor médio de cada tipo de obra calculado a partir dos valores conhecidos.

Para o cálculo da desvalorização foi considerado o valor venal (R\$/m) fornecido pela prefeitura para os anos de 1999 a 2001. Este valor venal multiplicado pela área ocupada em cada loteamento (o que foi obtido através de análises das fotografias aéreas) resultou no valor total. Com isso, foi calculada a desvalorização (o valor desta, por sua vez, foi baseado nas entrevistas). É preciso ressaltar, no entanto que o valor venal é, geralmente, subestimado.

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da análise, mapeamentos e interpretações dos dados levantados permitiu a classificação do arco praial do município de Maricá quanto ao grau de vulnerabilidade potencial do cordão à erosão costeira, ao grau de instabilidade local à eventos erosivos e ao grau de risco.

De modo geral, a avaliação conjunta dos indicadores e das características observadas ao longo do arco praial revelou forte vulnerabilidade potencial do cordão à erosão costeira. Por outro lado, através da análise mais local foi possível encontrar características específicas de determinados trechos do arco praial que permitiram diferenciar segmentos quanto ao grau de instabilidade da orla à eventos erosivos.

6.1 Vulnerabilidade Potencial do Cordão Litorâneo

Muehe e Sucharov (1982) afirmam que entre a Baía de Guanabara e o Cabo Frio os sedimentos da plataforma continental representam praticamente a única fonte de sedimentos para a manutenção das praias, visto que o aporte fluvial fica retido nas lagoas costeiras e os promontórios rochosos do complexo cristalino apresentam grande resistência à erosão. Os autores ressaltam ainda que o padrão de distribuição dos sedimentos na antepraia de Itaipu, Guaratiba e Jacaré é típico de praias sob efeitos erosivos (*op. cit.*).

Posteriormente, a classificação do litoral entre Cabo Frio e Niterói realizada em 1989 e baseada em indicadores como cobertura vegetal, a presença de dunas, a transposição do cordão pelas ondas e evidências de erosão na parte frontal ou no reverso do cordão litorâneo apontou elevado risco em diversas praias da região (Muehe e Correa, 1989). O monitoramento que vem sendo realizado desde de 1994 nos municípios de Arraial do Cabo, Saquarema, Rio das Ostras e Macaé pelo Laboratório de Geografia Marinha da UFRJ coordenado pelo professor Dieter Muehe revelou tendência

erosiva com taxa de recuo de aproximadamente 1 metro por ano na maioria das praias. Mais recentemente o Atlas de Erosão do Estado do Rio de Janeiro, em fase de conclusão pelo mesmo laboratório, aponta também para o elevado risco em diversas regiões do estado (Revista Pesquisa Fapesp, 2003).

Estes estudos, portanto, apontam alguns indicadores importantes de elevada vulnerabilidade da região em que se encontra o litoral de Maricá. Somando-se a isso a observação dos fatores sugeridos em diversos artigos para a determinação do grau de erosão (Morton, 2002; Coastal Classification Mapping Project – disponível no site: <http://coastal.er.usgs.gov>, 2004; Bush *et al.*, 1999) é possível afirmar que o arco praiial de Maricá apresenta, de modo geral, elevada vulnerabilidade física. O artigo publicado pelo Coastal Classification Mapping Project cita como principais indicadores a presença de transposição pelas ondas, a ausência de dunas e de cobertura vegetal e a pequena largura da praia. De acordo com os geoindicadores sugeridos por Bush *et al.* (*op. cit.*) na lista abaixo é possível afirmar que a orla do município de Maricá como um todo está em processo de erosão severa.

Lista dos geoindicadores suplementares para avaliação da mudança da linha de costa

Erosão severa

- Ausência de dunas e transposição freqüente
- Escarpamento ativo pelas ondas das escarpas ou dunas remanescentes
- Canais de maré expostos na zona de surfe
- Ausência de vegetação
- Obras costeiras presentes atualmente
- Escarpamento da pós-praia evidente (acúmulo de areia)

Erosão

- Dunas escarpadas ou rompidas
- Escarpas íngremes sem depósito de tálus
- Turfa, lama ou troncos de árvores expostos na praia
- Praia estreita
- Passagens ou leques de transposição; aberturas artificiais (por exemplo, corte de estrada)
- Vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa

Acreção ou estabilidade em longo prazo

- Dunas ou topo da praia robustos e vegetados
 - Escarpa vegetada com rampa estável
 - Praia larga e berma bem desenvolvida
 - Sem transposição
 - Vegetação bem desenvolvida desde floresta marítima interna, a arbustos de dunas, e grama pioneira de praia
-

Fonte: Bush *et al.*, 1999 p. 654.

A tabela a seguir descreve as características gerais do arco praial de Maricá segundo os diferentes indicadores selecionados apontando para esta elevada vulnerabilidade do litoral:

GRAU DE EXPOSIÇÃO	Litoral com elevada exposição às fortes ondulações do quadrante sul devido ao seu alinhamento leste-oeste e a quase inexistência de barreiras naturais.
DUNAS	Com exceção de um trecho de aproximadamente 6,5 quilômetros não existem dunas frontais ao longo de todo o arco praial.
CORDÃO LITORÂNEO	O litoral do município é formado por cordões litorâneos duplos e lagoas intracordões em alguns trechos. O cordão litorâneo é muito estreito apresentando larguras entre 50 e 200 metros aproximadamente. A sua altura não ultrapassa 9 metros.
TRANSPOSIÇÃO DO CORDÃO LITORÂNEO	Foi observado em diferentes trechos ao longo do litoral marcas de transposição pelas ondas de tempestade do cordão litorâneo apontando possivelmente para uma nova migração do cordão para o interior (fotos 4).
COBERTURA VEGETAL	A cobertura vegetal é, em quase toda a orla, ausente ou pequena (foto 5).

Tabela 2 - Descrição geral das características do litoral de Maricá segundo os indicadores de vulnerabilidade física.



Foto 4 – Marcas de Transposição.
Praia de Itaipuaçu, 2004
Foto Flavia Lins de Barros



Foto 5- Pequena cobertura vegetal
Praia de Itaipuaçu, 2004
Foto Flavia Lins de Barros

Além destas características foi observado também que as praias apresentam escarpas de tempestade bastante acentuadas e com marcas de erosão o que revela a ação freqüente das ondas (foto 6).



Foto 6 – Marcas de erosão na escarpa da praia.

Praia de Itaipuaçu, 2004.

Foto: Flavia Lins de Barros

Outros indicadores estudados serão apresentados a seguir com maior destaque visto sua maior complexidade.

6.1.1 Evolução da Linha de Costa

A superposição das fotografias aéreas dos anos de 1972 e 1999 apresentou grande dificuldade técnica principalmente em função do processo de georreferenciamento e, em alguns casos, em função da dificuldade de identificação da linha de costa. Foi preciso georreferenciar pequenos trechos do arco praiial separadamente para obtenção de uma precisão melhor. A precisão foi verificada a partir da posição das ruas em ambas fotografias assumindo um erro máximo de 3 metros. Ainda assim em muitos trechos do arco praiial não foi possível realizar a comparação da linha de costa visto que a distorção das fotografias era muito forte.

Ainda para observação da evolução da linha de costa foram comparados os perfis transversais das praias de Itaipuaçu e Barra de Maricá datados de 1974 com os perfis feitos em 2004.

A superposição das fotografias aéreas, com resultados satisfatórios em 8 segmentos (mapas índice – figuras 18 e 19), mostrou recuo da linha de costa em todos os segmentos analisados. Alguns destes apresentam pequenos trechos com estabilidade da linha de costa como ocorre na praia do Francês (mapa 1), no início da praia da Barra de Maricá (mapa 2) e em diversos trechos da praia de Guaratiba (mapa 3). Porém, na maior parte do litoral analisado nota-se recuo entre 5,5 e 16 metros.

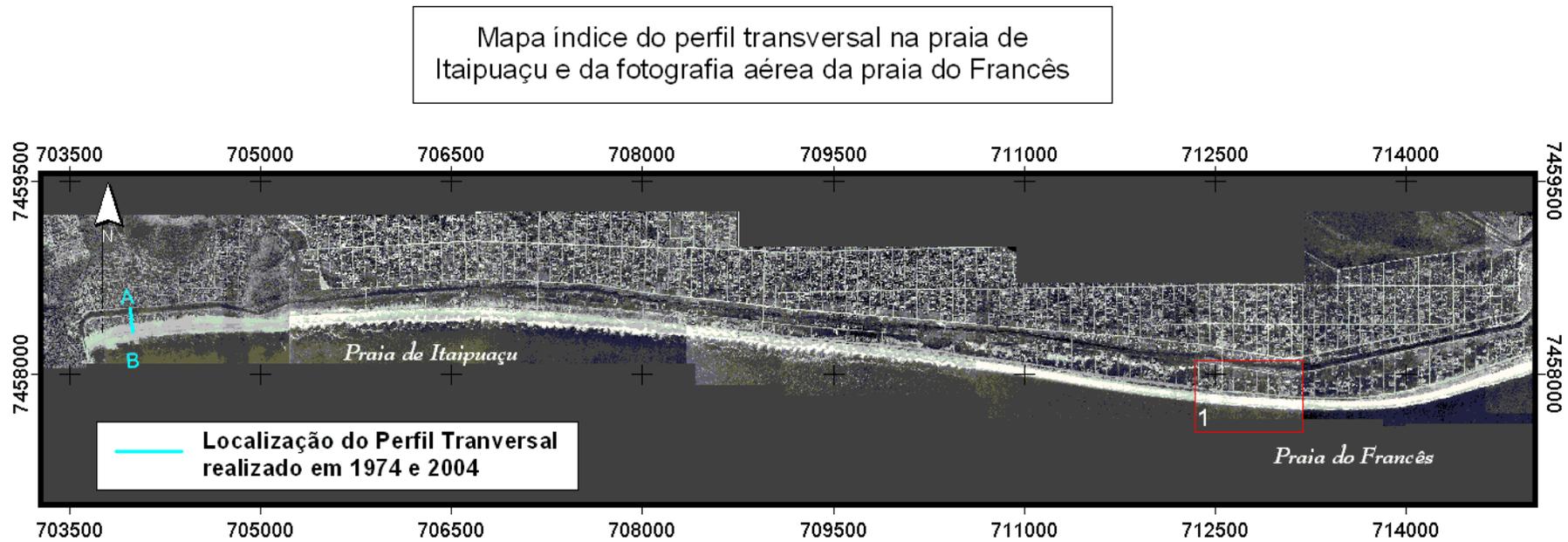


Fig. 18 – Mapa índice da Praia de Itaipuaçu e do Francês localizando o perfil realizado nos anos de 1974 e 2004 e a fotografia aérea trabalhada.

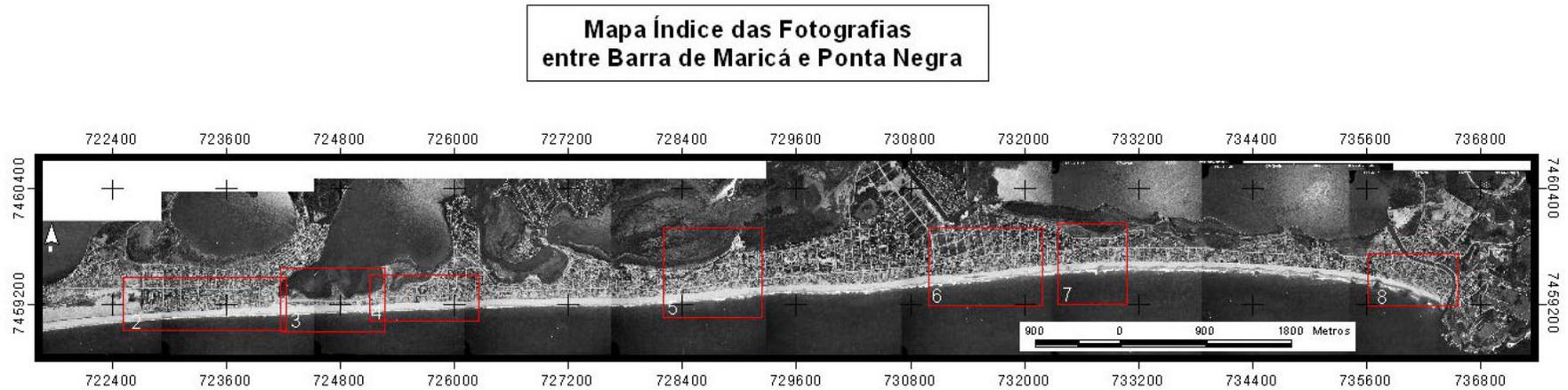
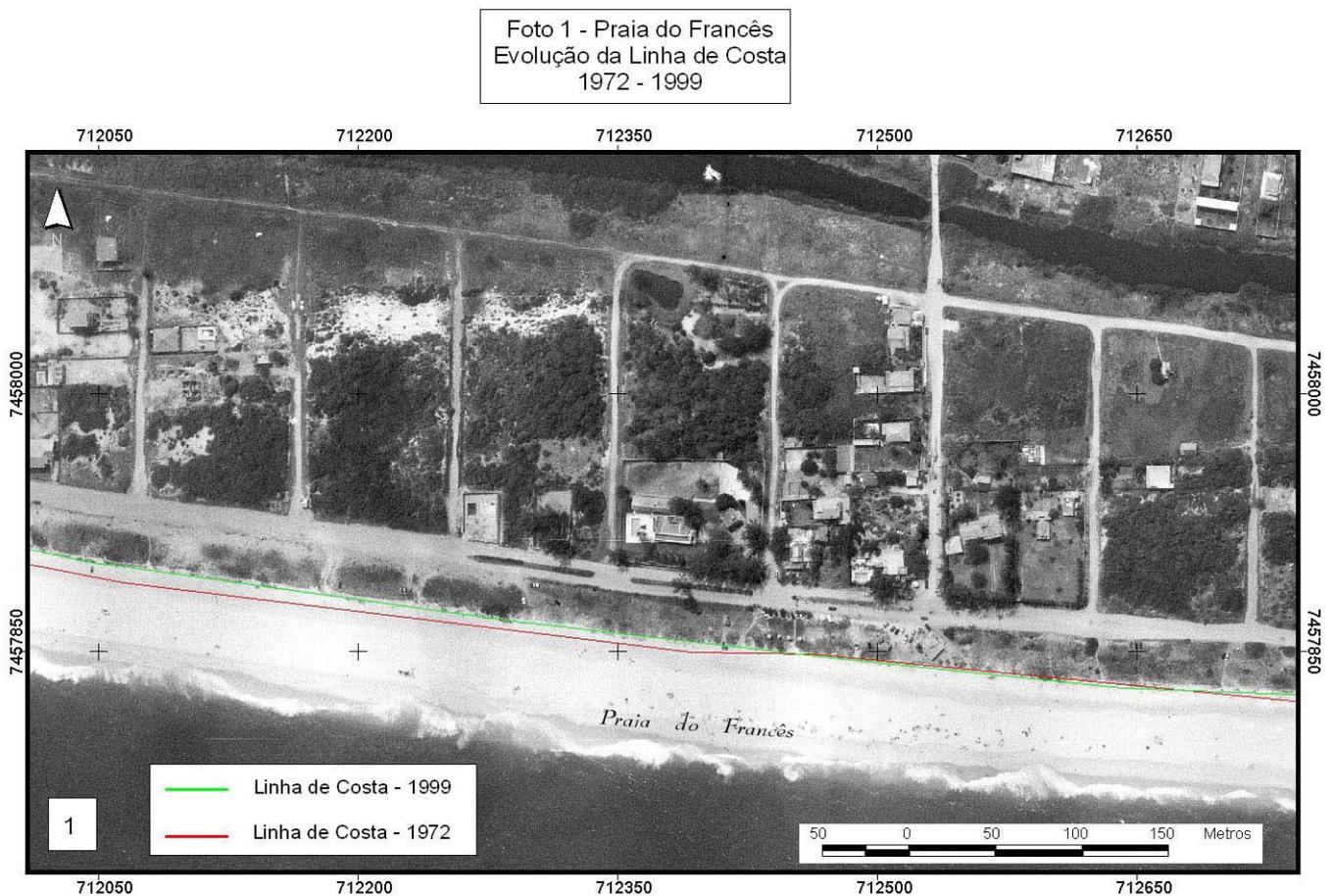


Fig. 19 – Mapa índice do arco praiial entre Barra de Maricá e Ponta Negra localizando o perfil realizado aproximadamente no centro deste arco praiial em 1974 e 2004 e as fotografias aéreas trabalhadas.

Na praia do Francês a sobreposição das fotografias, possível apenas em um trecho de menos de 1km, revelou recuo de até 8 metros ao longo destes 27 anos. Este resultado revela que mesmo no trecho mais protegido das ondulações devido ao efeito das ilhas na propagação destas está ocorrendo tendência de recuo do cordão litorâneo.



Mapa 1 - Praia do Francês – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

Na praia da Barra de Maricá observou-se migração do cordão à retaguarda de até 15 metros:

Foto 2 - Praia da Barra de Maricá
Evolução da Linha de Costa
1972 - 1999

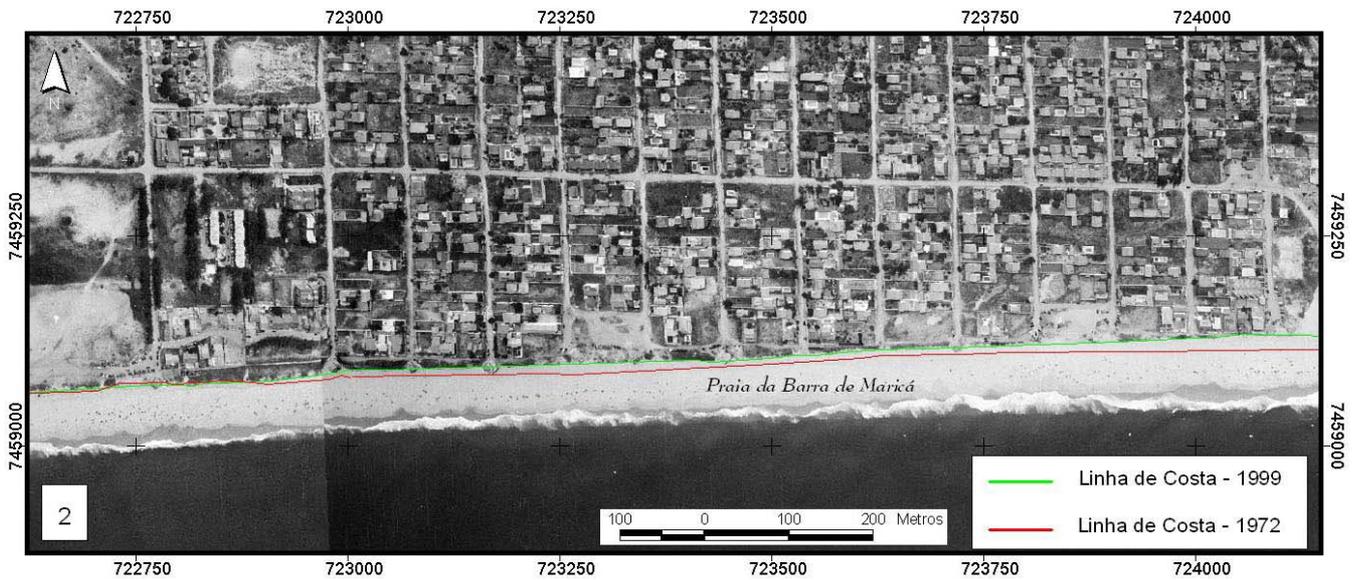
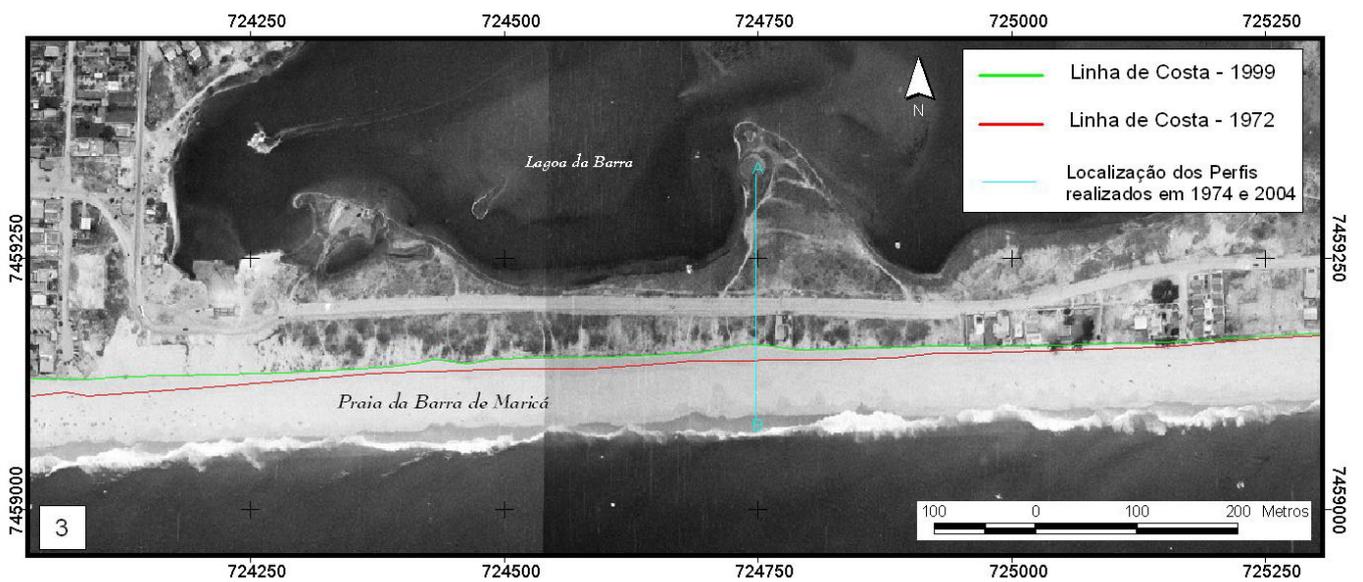


Foto 3 - Praia da Barra de Maricá
Evolução da Linha de Costa
1972 - 1999



Mapas 2 e 3 – Praia da Barra de Maricá – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

O começo da praia de Guaratiba (mapa 4), ao contrário, apresenta recuo de no máximo 5,5 metros e diversos trechos estáveis. O trecho mais à leste desta praia (mapa 5), porém, apresentou novamente trechos com recuo entre 7 e 15 metros.



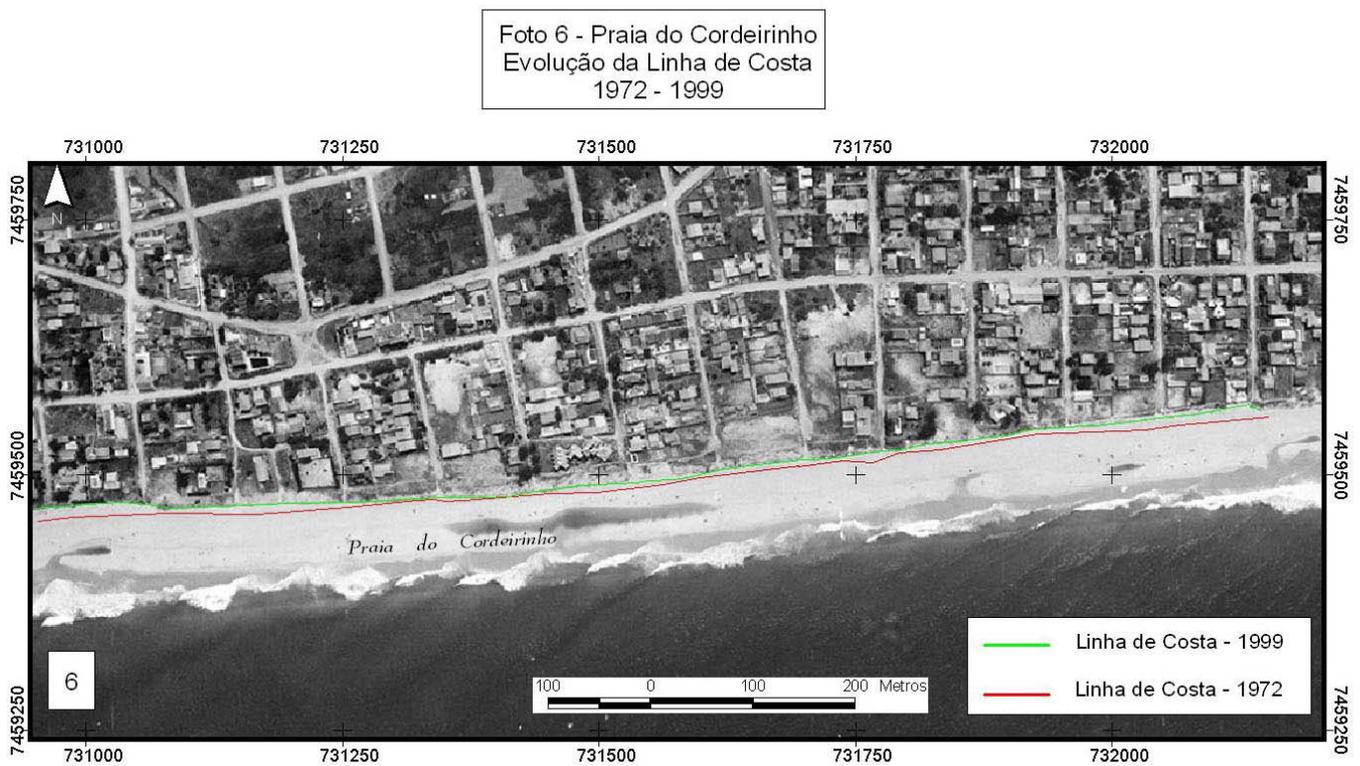
Mapas 4 – Praia de Guaratiba – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

Foto 5 - Praia de Guaratiba
Evolução da Linha de Costa
1972 - 1999



Mapas 5 – Praia de Guaratiba – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

O resultado da comparação da linha de costa no começo da praia do Cordeirinho (mapa 6) apresentou recuo de até 9 metros, embora, observando o mapa, note-se que em pequenos trechos o recuo foi quase zero.



Mapa 6 – Praia do Cordeirinho – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

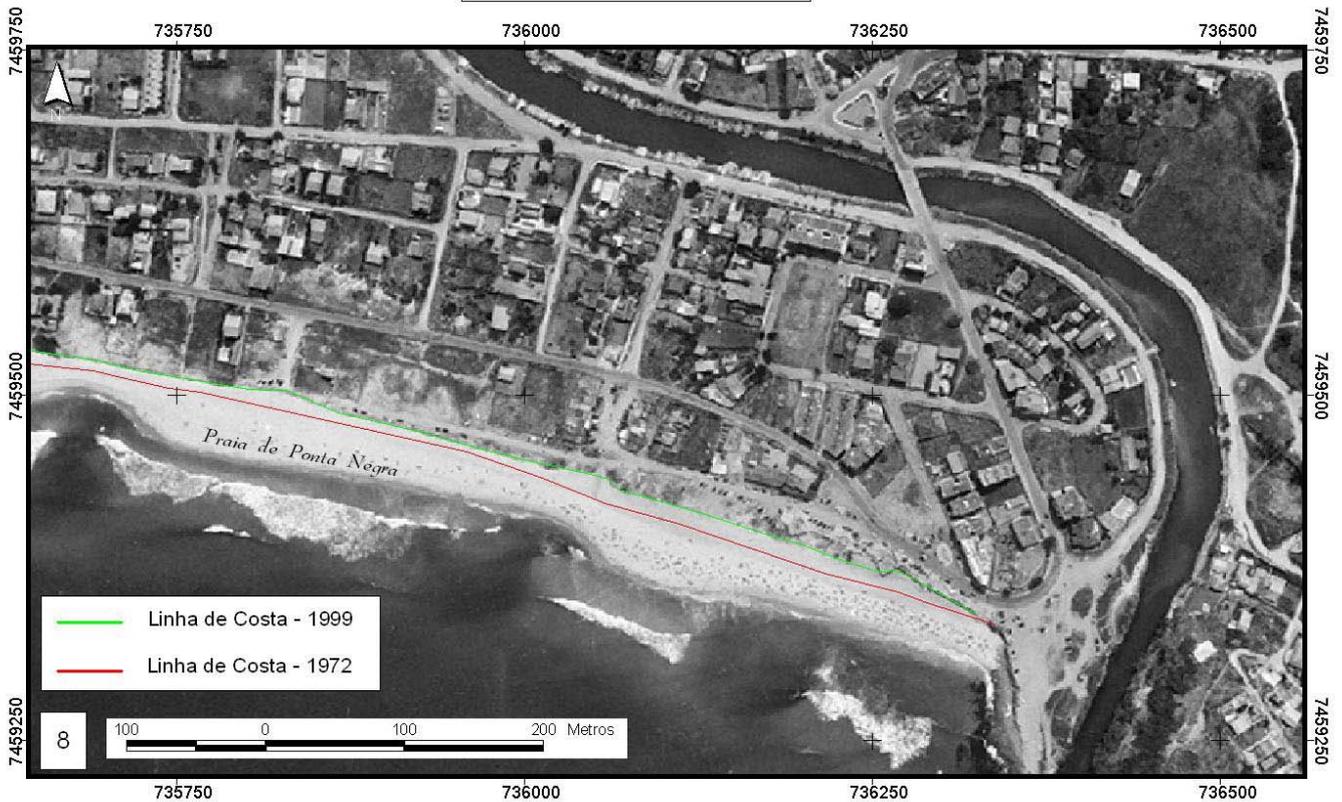
No começo da praia de Ponta Negra (mapa 7) também ocorreu recuo da linha de costa que variou de 4 a 8 metros e no canto leste desta praia (mapa 8) o recuo observado foi entre 7 a 16 metros.

Foto 7 - Praia de Ponta Negra
Evolução da Linha de Costa
1972 - 1999



Mapa 7 – Ponta Negra – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

Foto 8 - Praia de Ponta Negra
Evolução da Linha de Costa
1972 - 1999



Mapa 8 – Praia de Ponta Negra – Sobreposição das fotografias aéreas mostrando a evolução da linha de costa no período entre 1972 e 1999.

No extremo oeste da praia de Itaipuaçu a comparação dos perfis de 1974 com os perfis atuais mostrou um recuo do topo do cordão de aproximadamente 18 metros. A altura do topo do cordão diminuiu aproximadamente 1,4 metros.

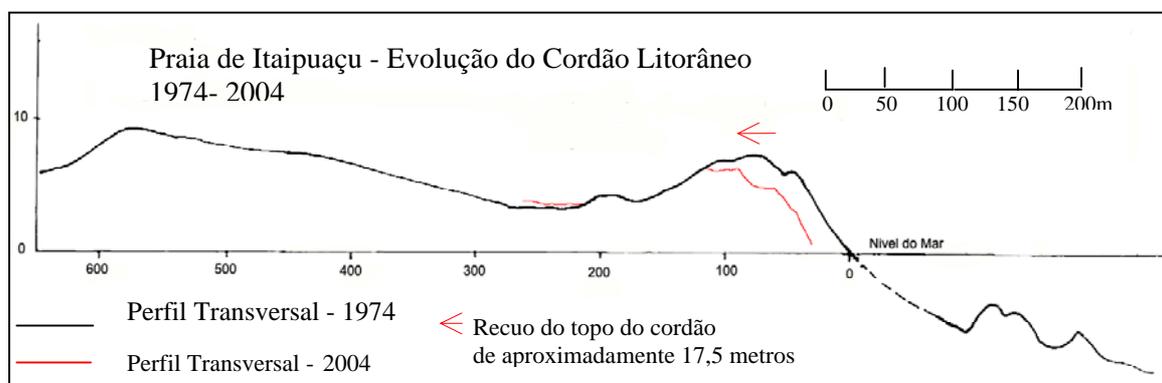


Fig. 20 – Comparação dos perfis transversais na praia de Itaipuaçu mostrando o recuo do topo do cordão litorâneo de aproximadamente 17,5m em um período de 30 anos.

Na praia da Barra de Maricá a comparação dos perfis também revelou recuo do topo do cordão de cerca de 17 metros o que corresponde aproximadamente ao valor encontrado na superposição das fotografias aéreas. A altura do topo do cordão diminuiu 0,5 metros.

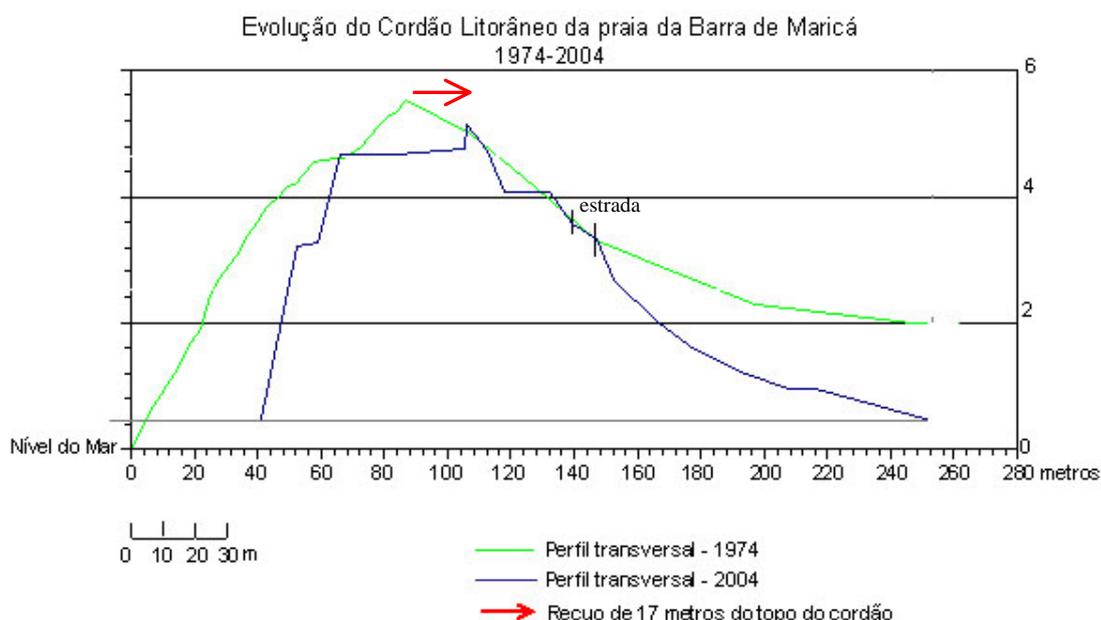


Fig. 21 – Comparação dos perfis transversais da praia da Barra de Maricá mostrando o recuo do topo do cordão de aproximadamente 17 metros em um período de 30 anos.

Os monitoramentos realizados pelo laboratório de Geografia Marinha e Costeira em outras praias do estado do Rio de Janeiro² vêm apontando esta tendência com uma taxa de recuo de aproximadamente 1,6 metros por ano em determinadas praias. No litoral de Maricá os resultados comentados acima apontam para um recuo médio de 15 metros o que equivale, considerando um período de tempo de 30 anos, uma taxa de recuo de 0,5 metro por ano.

² A praia de Massambaba constitui um exemplo de uma praia com recuo da linha de costa como foi mostrado no primeiro capítulo desta dissertação a partir dos perfis realizados mensalmente durante 6 anos (figuras 3a e 3b).

6.1.2 Refração das Ondas

Os modelos de refração simularam situações de eventos extremos (ondas de 4 metros, período de 14 segundos e ventos de 10m/s) para três direções representativas de tempestades (Sul, Sudeste e Sudoeste). Os dados de entrada das ondas e ventos foram escolhidos com base na tempestade ocorrida em maio de 2001. Os modelos foram baseados na batimetria até a profundidade de aproximadamente 80 metros (figura 22). O modelo de sudeste apresentou um erro na sua extremidade leste provavelmente em função da falta de dados batimétricos precisos. A área de influência deste erro, porém, atinge apenas parte da praia de Jaconé prejudicando muito pouco os resultados.

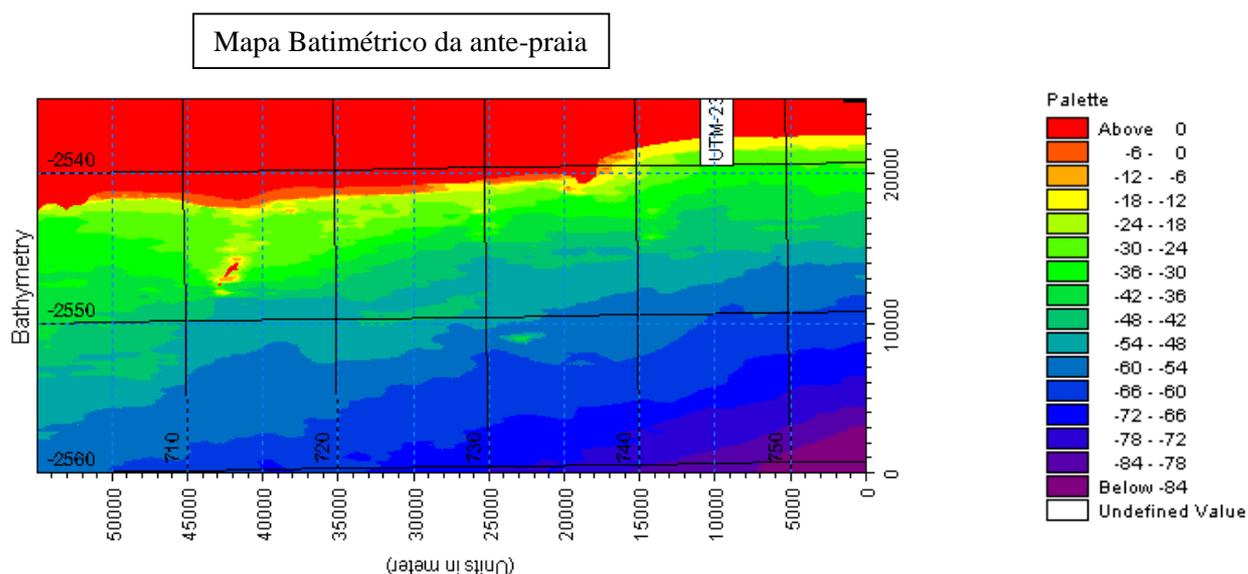


Fig 22 – Batimetria.

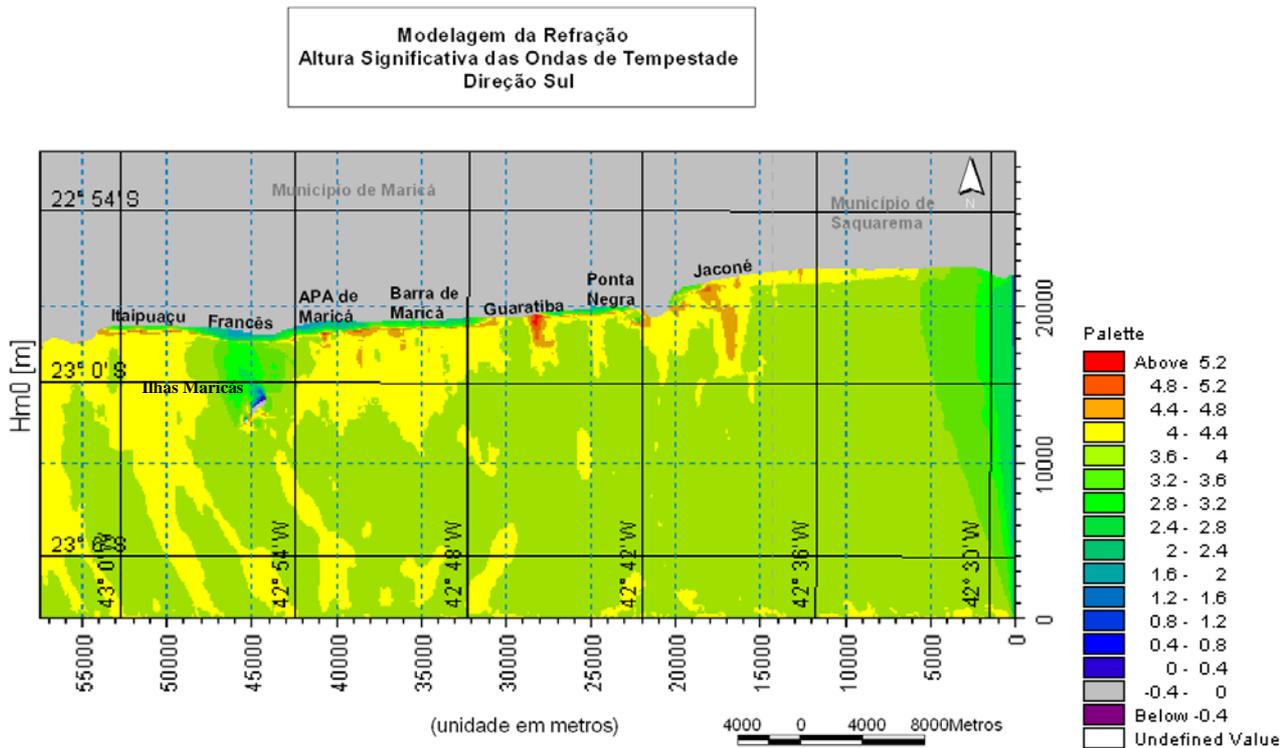


Fig. 23 – Modelagem da refração das ondas – direção sul.

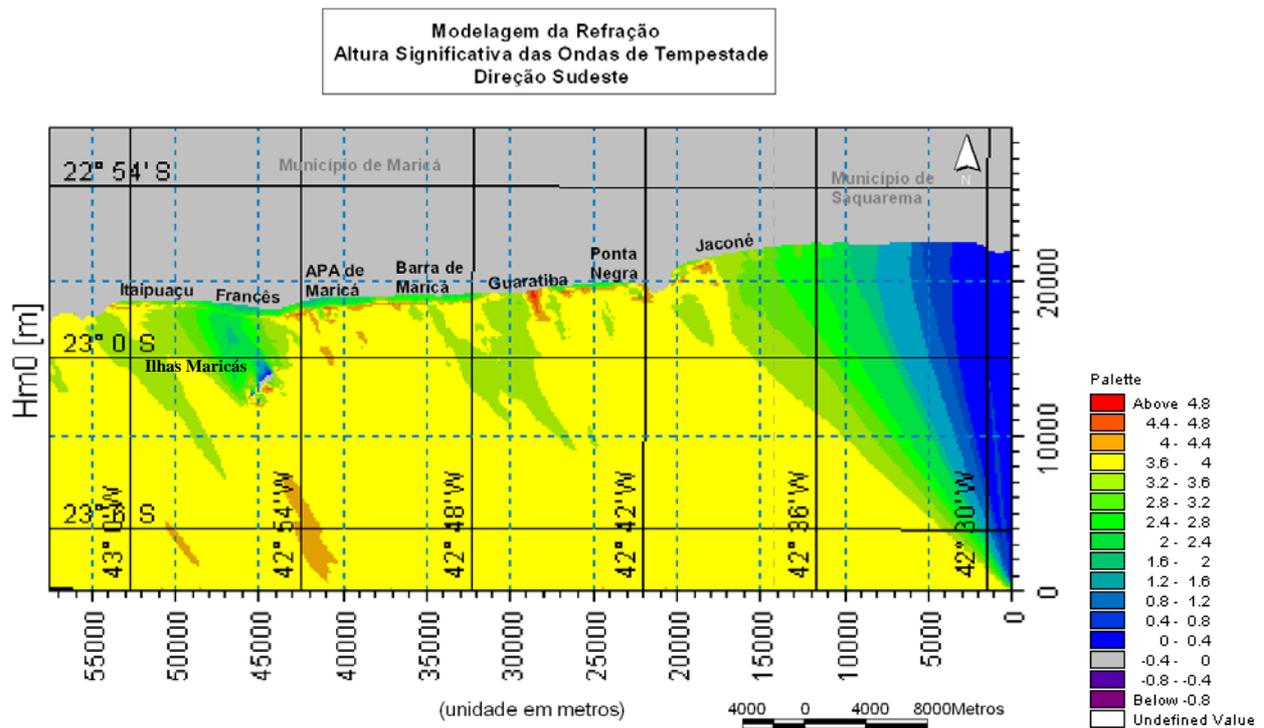


Fig. 24 – Modelagem da refração das ondas - Direção Sudeste

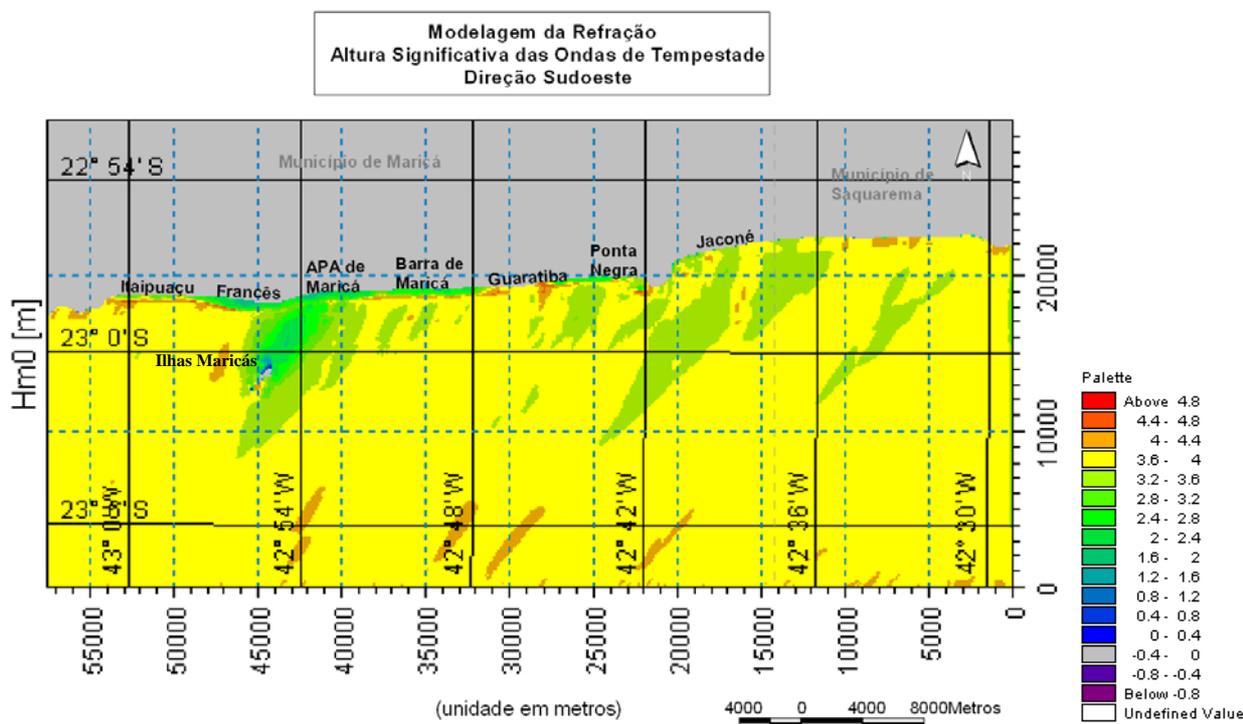


Fig. 25 – Modelagem da refração das ondas – Direção Sudoeste.

Observa-se nos modelos o grande trecho de influência das ilhas Maricás que provocam diminuição significativa da altura das ondas. Por outro lado é destaque o trecho na praia de Guaratiba em que, em todas as direções, as ondas chegam na linha de costa com alturas superiores a 4.5 metros de altura. De modo geral aponta-se ainda que a ondulação de sul apresenta as ondas mais elevadas ultrapassando 5 metros de altura (observar as legendas dos modelos).

Em Itaipuaçu as ondulações de sul e sudoeste provocam ondas com mais de quatro metros de altura até bem próximo da costa (aproximadamente 100 metros da linha de costa). Ocorre, porém, uma diminuição de altura quando as ondas se aproximam mais da linha de costa. Esta mesma observação pode ser feita nas praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra onde nas ondulações de sul e sudeste as ondas também apresentam altura superior a quatro metros a uma distância de 100 metros da costa e perdem altura ao se aproximarem mais da linha de costa. Na praia de Jaconé este processo não ocorre sendo observadas na linha de costa ondas com altura entre 4 e 4.4 metros para ondulação de sul e 3.6 e 4 metros para ondulação de sudoeste. Comparando

este resultado com o mapa batimétrico nota-se que as praias de Itaipuaçu, Barra de Maricá, Guaratiba e Ponta Negra apresentam uma declividade na ante-praia pouco acentuada. Nestas praias, até aproximadamente 100 metros da costa, a profundidade encontra-se entre 0.1 e 6 metros. Como as ondas arrebentam ao encontrarem profundidades aproximadamente iguais a sua altura ($H = 0,8 a 1,2h$; onde H é a altura da onda e h é a profundidade) a zona de arrebentação nestas praias situa-se nesta faixa de 100 metros a partir da linha de costa. Na praia de Jaconé a declividade é muito acentuada apresentando junto à linha de costa profundidade entre 6 e 12 metros. Assim, nesta praia as ondas arrebentam muito próximo a linha de costa. Da mesma maneira, o ponto com maiores alturas de ondas localizado na praia de Guaratiba também corresponde a um local com maior declividade.

Esta interpretação revela que ao longo do arco praiial diversos trechos apresentam ondas na arrebentação muito elevadas (entre 3.6 e 4.8 dependendo da ondulação). Esta elevada altura das ondas na arrebentação em todas as direções de ondulação é mais um indicador da forte vulnerabilidade em grande parte do arco praiial. Porém, nos trechos onde as ondas arrebentam mais próximas à costa elas perdem toda sua energia na praia enquanto que nos outros as ondas dissipam sua energia ao longo da zona de arrebentação. Assim, embora todos estes trechos devam ser considerados com forte exposição e convergência da energia das ondas é possível distinguir de maneira mais local trechos onde esta vulnerabilidade ou instabilidade local é ainda mais forte. Esta distinção será comentada no item sobre instabilidade local.

Como fora apontado, uma grande parte do arco praiial encontra-se protegida pelas ilhas Maricás. Este trecho varia de acordo com a direção da ondulação de forma que a praia de Itaipuaçu apresenta grande parte protegida pela ondulação de sudeste, porém, no caso das outras duas ondulações, como já foi visto, a convergência nesta praia é bastante elevada. O mesmo ocorre no caso da ondulação de sudoeste quando o trecho protegido se estende até parte da praia da Barra de Maricá. Em todas as ondulações existe um trecho da praia do Francês que se encontra mais protegido. Deve-se ressaltar que, devido aos dados de entrada do modelo representarem uma tempestade, esta proteção das ilhas é bastante relativa, visto que as ondas, mesmo nestes trechos de sombra, apresentam alturas entorno de dois metros. Outro aspecto extremamente importante é o fato do modelo utilizado revelar apenas o processo de refração das ondas

não abordando a questão da difração destas. Este último processo físico poderia revelar outros resultado mais complexos da influência das ilhas.

É interessante apontar ainda que a formação de uma mega cúspide (podendo ser chamado também de arco reverso) em frente às ilhas Maricás revela a influência destas na propagação das ondas e na sua ação erosiva e deposicional em escala temporal geológica. Esta influência foi responsável ainda pela formação de um cordão litorâneo menos estreito, podendo inclusive ser interpretado como uma área de planície costeira.

Conclui-se a partir destes resultados da refração a existência da elevada convergência da energia das ondas em quase todo o arco praial. A comparação destes resultados com outros modelos simulados para a cidade do Rio de Janeiro e para os litorais de Arraial do Cabo e Cabo Frio (Figueiredo, 2004; Vidal, 2004) revelam ainda que o litoral do município de Maricá apresenta um padrão mais convergente. Nestes outros modelos, simulando também situações de tempestades, nenhuma das praias apresentou alturas das ondas superiores aos dados de entrada como ocorre em diversos pontos da orla de Maricá, o que foi observado.

Assim, a refração entendida como mais um indicador da vulnerabilidade potencial do cordão litorâneo aponta de modo geral, assim como os outros indicadores já analisados, para elevada vulnerabilidade. Os resultados mais pontuais já destacados neste item servirão de base para a análise da instabilidade local, pois, justamente por se tratar de uma escala mais detalhada, revelam diferenças no grau de exposição podendo influenciar o grau de instabilidade ao longo do arco praial.

6.2 Instabilidade Local

As variáveis relacionadas ao grau de resistência e ao grau de exposição revelaram ao longo do arco praial algumas diferenças quanto à sua instabilidade local.

6.2.1 Resistência e Variáveis

Cobertura Vegetal no Topo do Perfil

O levantamento de dados sobre a cobertura vegetal no topo do perfil, realizado através da observação de campo e da interpretação de fotografias aéreas na escala de 1:8.000, revelou grande alternância das situações resultando em segmentos de poucos

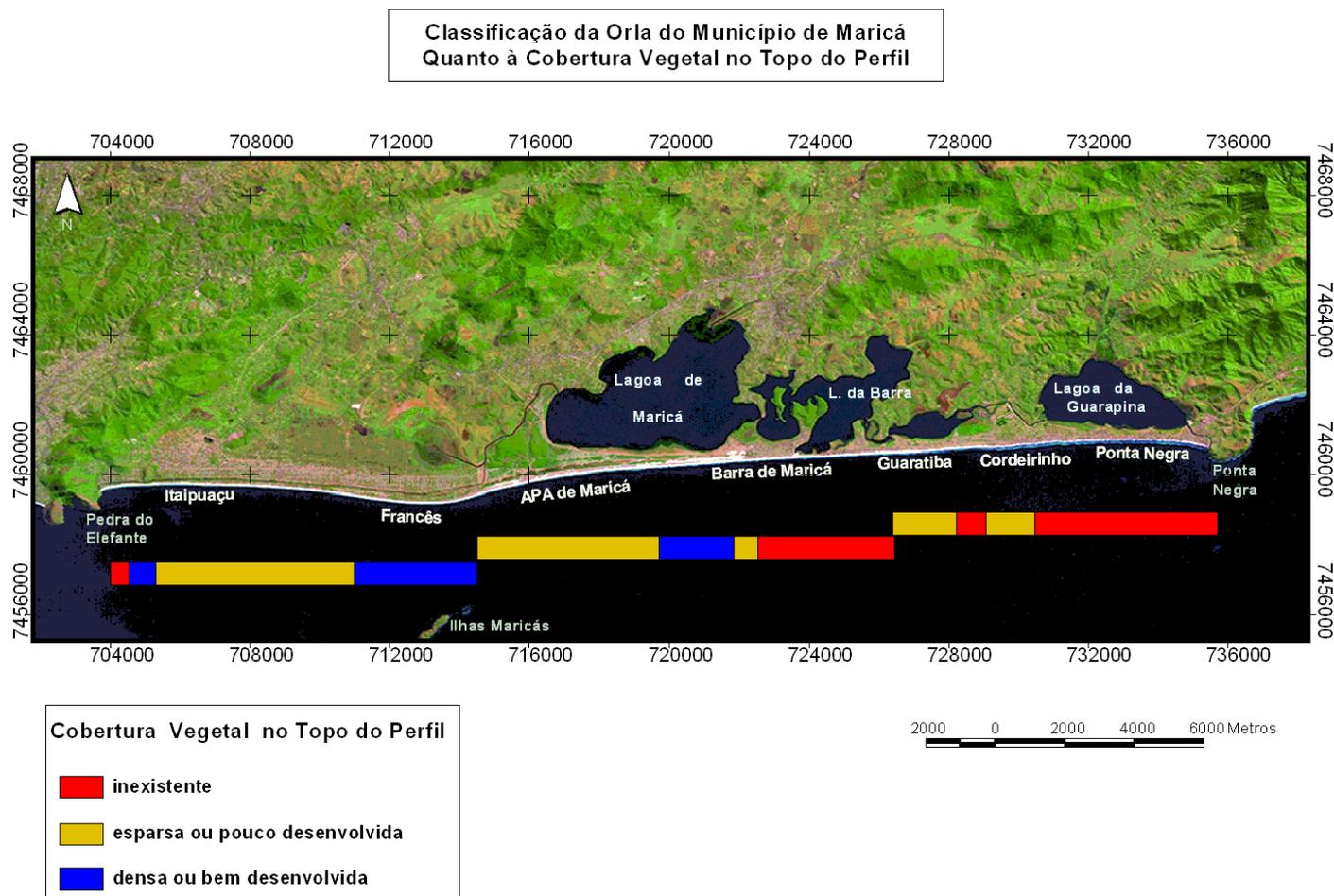
metros cada um. Em uma primeira classificação todos os segmentos com cobertura vegetal foram localizados, independente da densidade da vegetação. Esta classificação é importante para correlação entre a presença de vegetação na frente das construções e o grau de danos sofridos, como será visto mais adiante. Porém, tendo em vista que a análise realizada desta forma corresponde a uma escala em nível de detalhe muito elevado, optou-se por gerar uma nova classificação, a partir da primeira, agrupando as situações que resultaram nas seguintes classes:

Cobertura Vegetal no Topo do Perfil – Classes e Descrição	
Densa	Vegetação bem desenvolvida e contínua.
Esparsa	Vegetação pouco desenvolvida e intercala por espaços sem vegetação.
Inexistente	Sem cobertura vegetal

Tabela 3 – Descrição das diferentes classes de cobertura vegetal.

A partir da identificação destas classes o mapeamento da cobertura vegetal no topo do perfil foi elaborado (mapa 9) revelando a predominância de cobertura vegetal esparsa ou ausente. O arco praial compreendido entre Itaipuaçu e praia do Francês apresenta na maior parte de sua extensão cobertura vegetal esparsa, com apenas um pequeno segmento na extremidade oeste sem cobertura vegetal. Neste trecho a predominância de construções na berma da praia deve ter sido responsável pela destruição da vegetação. Entre as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra observam-se segmentos grandes sem cobertura vegetal.

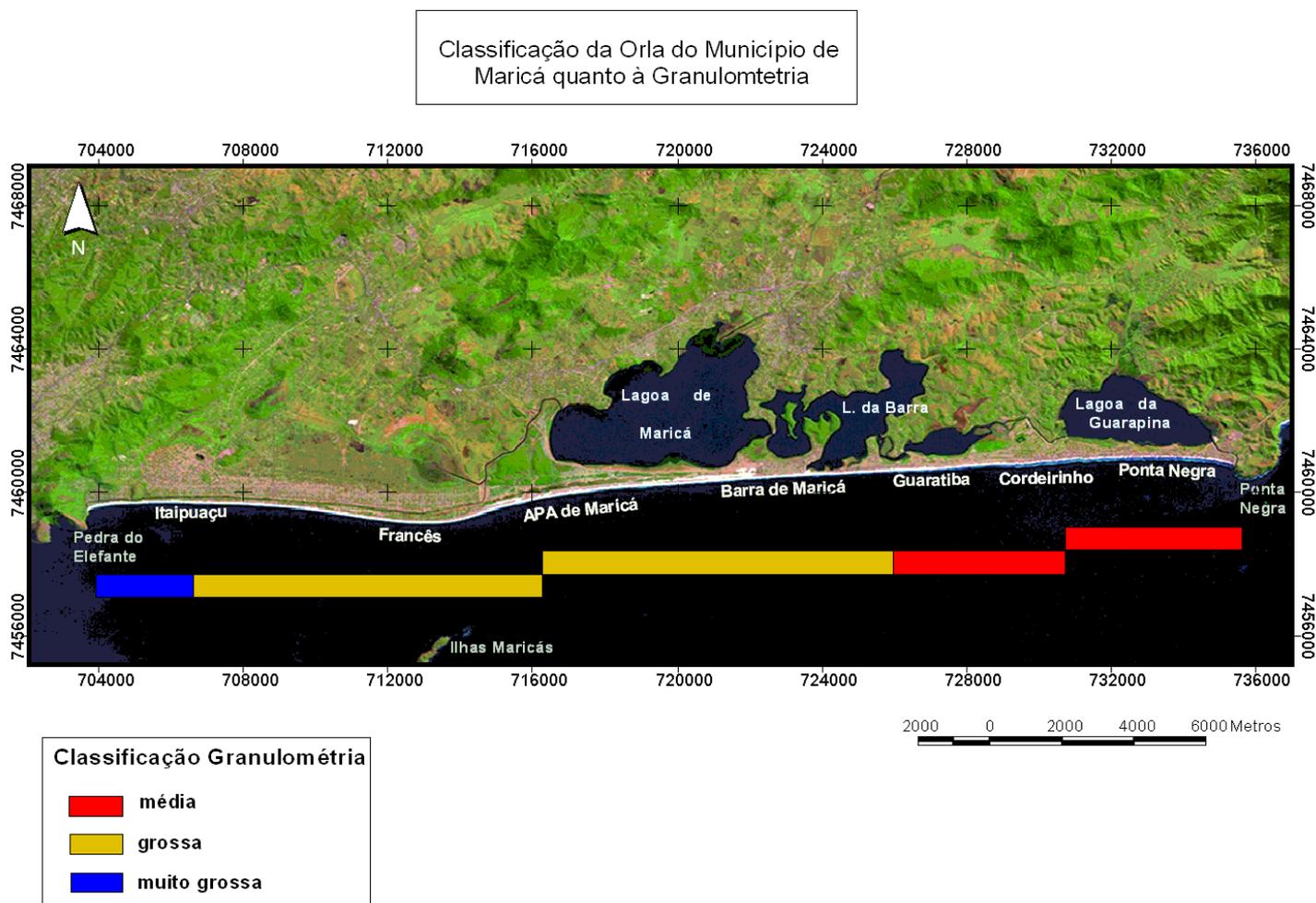
Foram observados três segmentos com cobertura vegetal densa; um na praia de Itaipuaçu, outro na área que corresponde à APA de Maricá e outro na praia do Francês. Nesta última, tal segmento com cobertura vegetal densa, corresponde ao trecho do arco reverso ou cúspide em frente às ilhas Maricás. A influência destas na altura e energia das ondas pode ser responsável pela menor ação destrutiva destas sobre a vegetação. Outro aspecto é que o trecho em questão corresponde a uma área com baixa densidade de construções na orla o que pode ter contribuído para preservação da vegetação. O mesmo ocorre no trecho da unidade de conservação onde foi observada vegetação típica de restinga bem desenvolvida



Mapa - 9 – Mapa da cobertura vegetal no topo do perfil no litoral de Maricá.

Granulometria

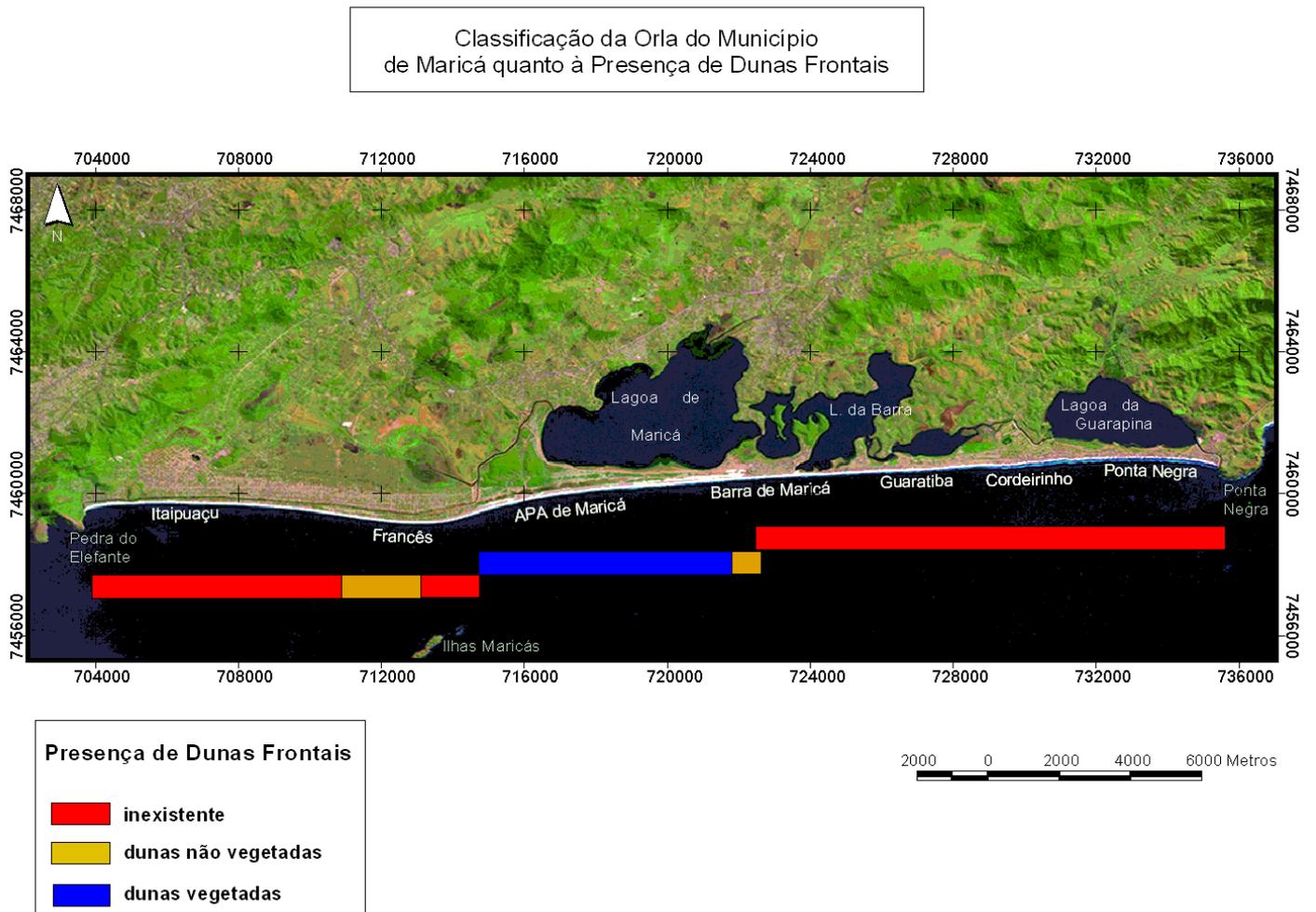
Observando o mapa 10 nota-se que a granulometria apresenta uma tendência de diminuição em direção leste. A praia de Itaipuaçu apresenta na sua extremidade oeste areias no pós-praia de granulometria muito grossa e as praias de Guaratiba e Ponta Negra, na outra extremidade do arco praial, apresentam areias médias segundo a classificação realizada por Muehe *et al.* (1977). A maior parte do arco praial apresenta areias de diâmetro granulométrico grosso.



Mapa 10 – Mapa de granulometria no litoral de Maricá

Dunas Frontais

O mapa 11 aponta a existência de um campo de dunas frontais vegetadas e com altura de cerca de 2 metros na área de Restinga de Maricá (APA). Na praia do Francês foram observadas durante trabalho de campo dunas menores embora com vegetação densa. Uma parte do campo de dunas frontais da restinga encontra-se sem vegetação o que a torna menos resistente à erosão eólica. Todos segmentos com dunas correspondem às áreas menos ocupadas.



Mapa 11 – Localização das dunas frontais vegetadas e não vegetadas no litoral de Maricá

6.2.2 Grau de Resistência

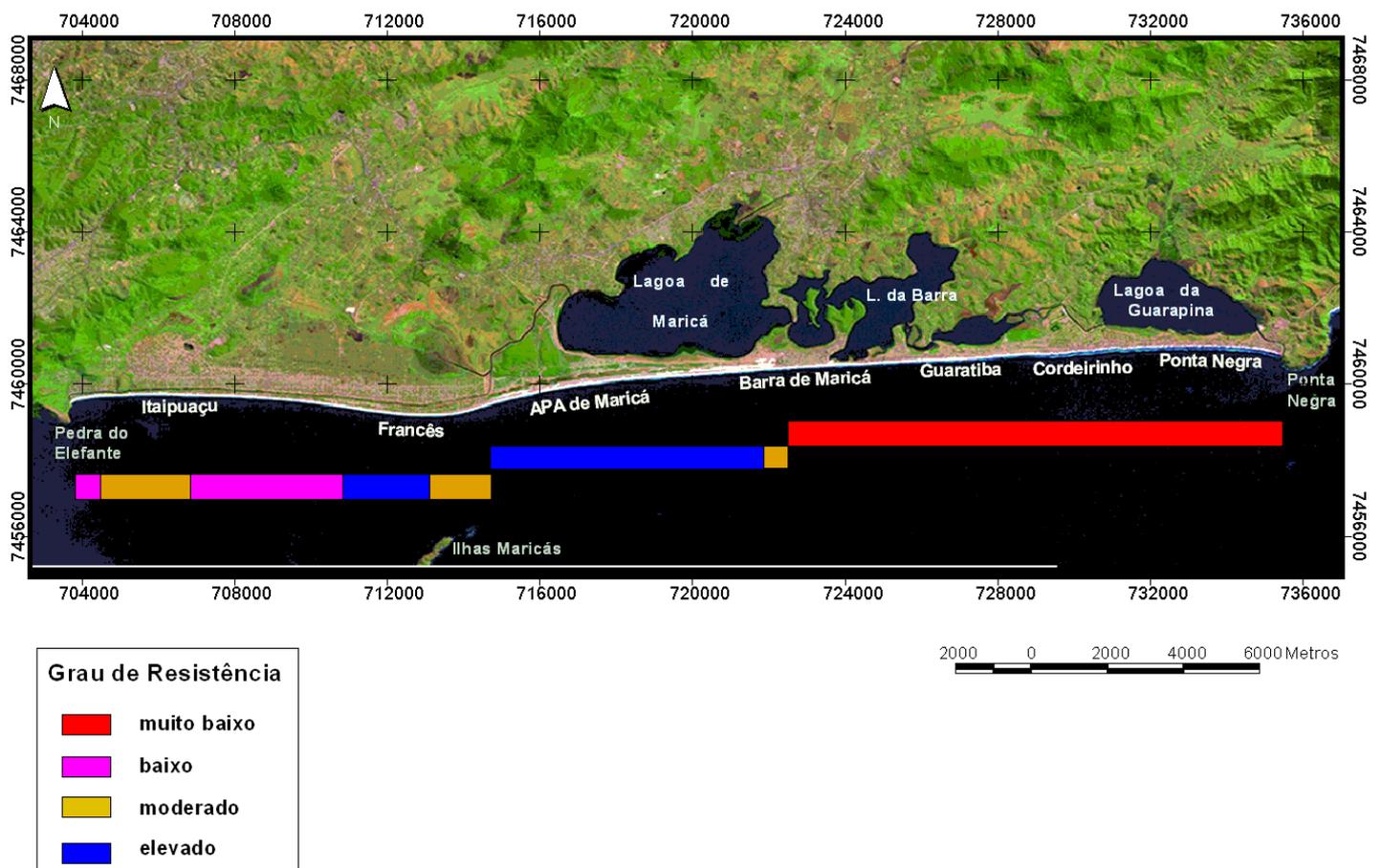
A combinação destes mapeamentos resultou em uma variada combinação de situações a partir da qual, através de uma interpretação qualitativa dos dados, foi possível classificar o litoral quanto ao grau de resistência. As situações encontradas e respectiva classificação estão resumidas na tabela a seguir:

	Grau de Resistência		
Variáveis	Elevado	Moderado	Muito Baixo
Vegetação	densa, bem desenvolvida	esparsa	ausente
Granulometria	muito grossa	grossa	média
Dunas Frontais	vegetadas	não vegetadas	inexistente

Tabela 4 – Grau de resistência e variáveis associadas.

O mapa 12, resultado da classificação acima descrita, localiza os diferentes graus de resistência encontrados:

Classificação da Orla de Maricá quanto à sua Resistência à Erosão



Mapa 12 – Grau de Resistência no litoral de Maricá

Através deste mapa é possível distinguir três principais segmentos quanto ao grau de resistência: a praia de Itaipuaçu; a praia do Francês e a APA de Maricá; e as compreendidas entre as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra.

O primeiro, como foi verificado na análise das variáveis, apresenta cobertura vegetal esparsa e densa, possui trechos com areias muito grossas e grossas que apresentam maior resistência à erosão, porém, não possui dunas frontais. Todas estas características se refletiram no grau de resistência que, neste arco praias alterna-se entre moderado e baixo. No trecho da praia do Francês e da APA de Maricá foram observadas dunas frontais em sua maioria vegetadas e segmentos com cobertura vegetal de restinga bem desenvolvida o que contribuiu para sua classificação como resistência elevada. Por outro lado, as praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra apresentam ao longo de praticamente toda sua extensão resistência muito baixa em função da granulometria mais fina (relativamente ao primeiro arco citado), da pequena cobertura vegetal e ausência de dunas.

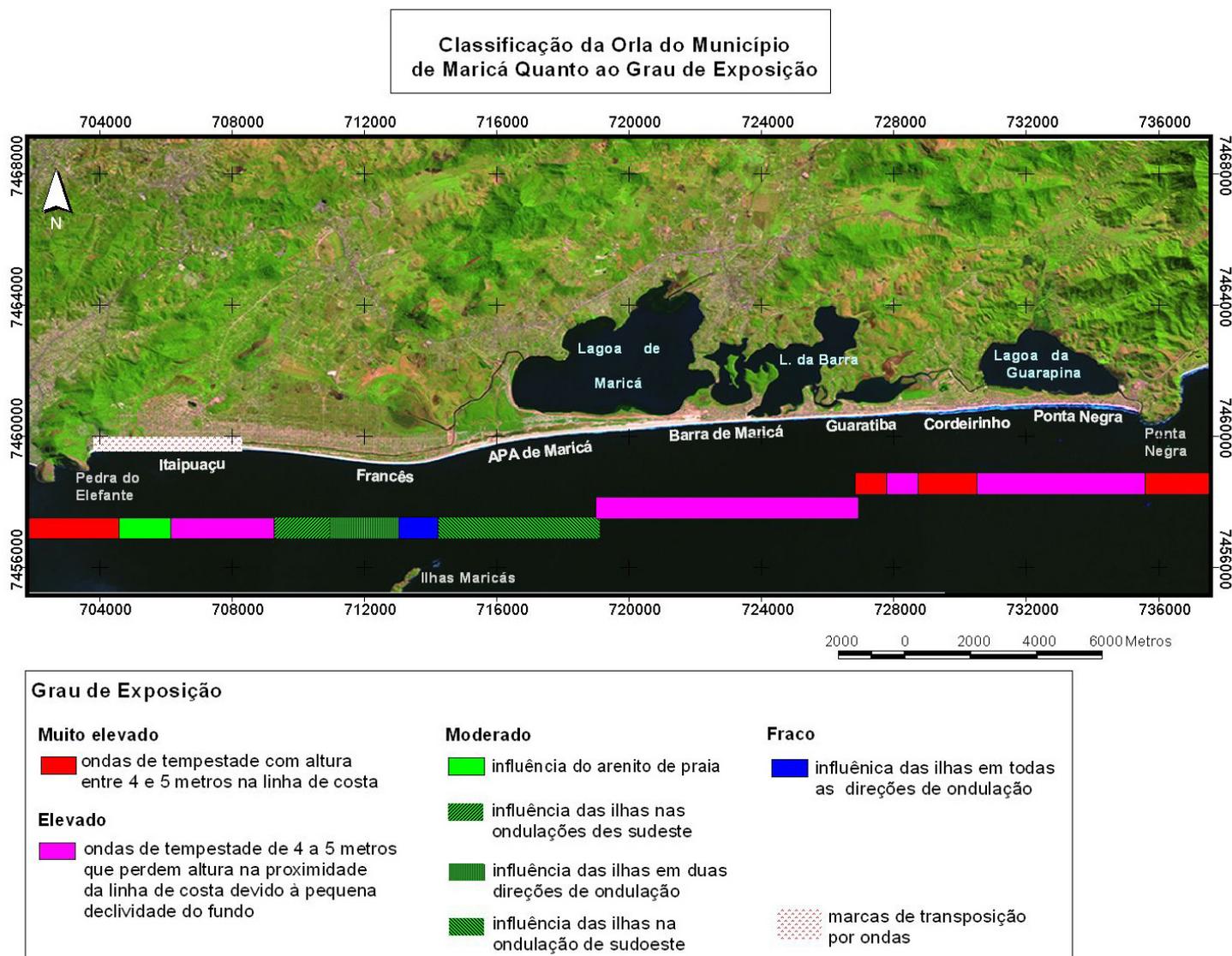
6.2.3 Exposição do Litoral

No item sobre vulnerabilidade potencial do cordão foram apresentados os resultados e interpretações dos modelos de refração das ondas em situação de tempestade. Tais interpretações somadas à influência dos arenitos de praia presentes na antepraia de Itaipuaçu resultou na classificação qualitativa do litoral quanto ao grau de exposição (tabela).

<i>Grau de Exposição</i>	<i>Altura das Ondas</i>	<i>Efeito das Ilhas</i>	<i>Arenitos de Praias</i>
Muito elevado	muito alta	ausente	ausente
Elevado	alta	ausente	ausente
Moderado	alta	ausente	presente
	moderada	parcial	ausente
Baixo	baixa	total	ausente

Tabela 5 – Grau de Exposição e variáveis associadas

A partir desta tabela o mapa do grau de exposição (mapa 13) apontando as diversas situações encontradas foi elaborado. No mapa estão apontados também os locais onde foram observadas marcas de transposição do cordão litorâneo pelas ondas de tempestade.



Mapa 13 – Grau de Exposição e marcas de transposição pelas ondas no litoral de Maricá.

A maior parte do litoral apresenta grau de exposição elevado devido à elevada altura e energia das ondas ao se aproximarem da costa. As ilhas Maricás representam a principal barreira para a propagação das ondas visto que provocam a diminuição destas em um grande segmento do arco praial. A presença de arenitos de praias também foi considerada como uma barreira, porém, seu efeito sobre as ondas não foi estudado de

forma precisa o que levou a uma interpretação muito subjetiva desta influência. Quatro segmentos apresentaram grau de exposição muito elevado. Dois destes localizam-se nas áreas dos promontórios rochosos, localizados nas duas extremidades do arco praiial, e por isso não representam forte influência nas praias. Os outros dois, no entanto, estão localizados na praia de Guaratiba e correspondem, nos modelos de refração, a pontos onde as ondas atingiram mais de cinco metros de altura.

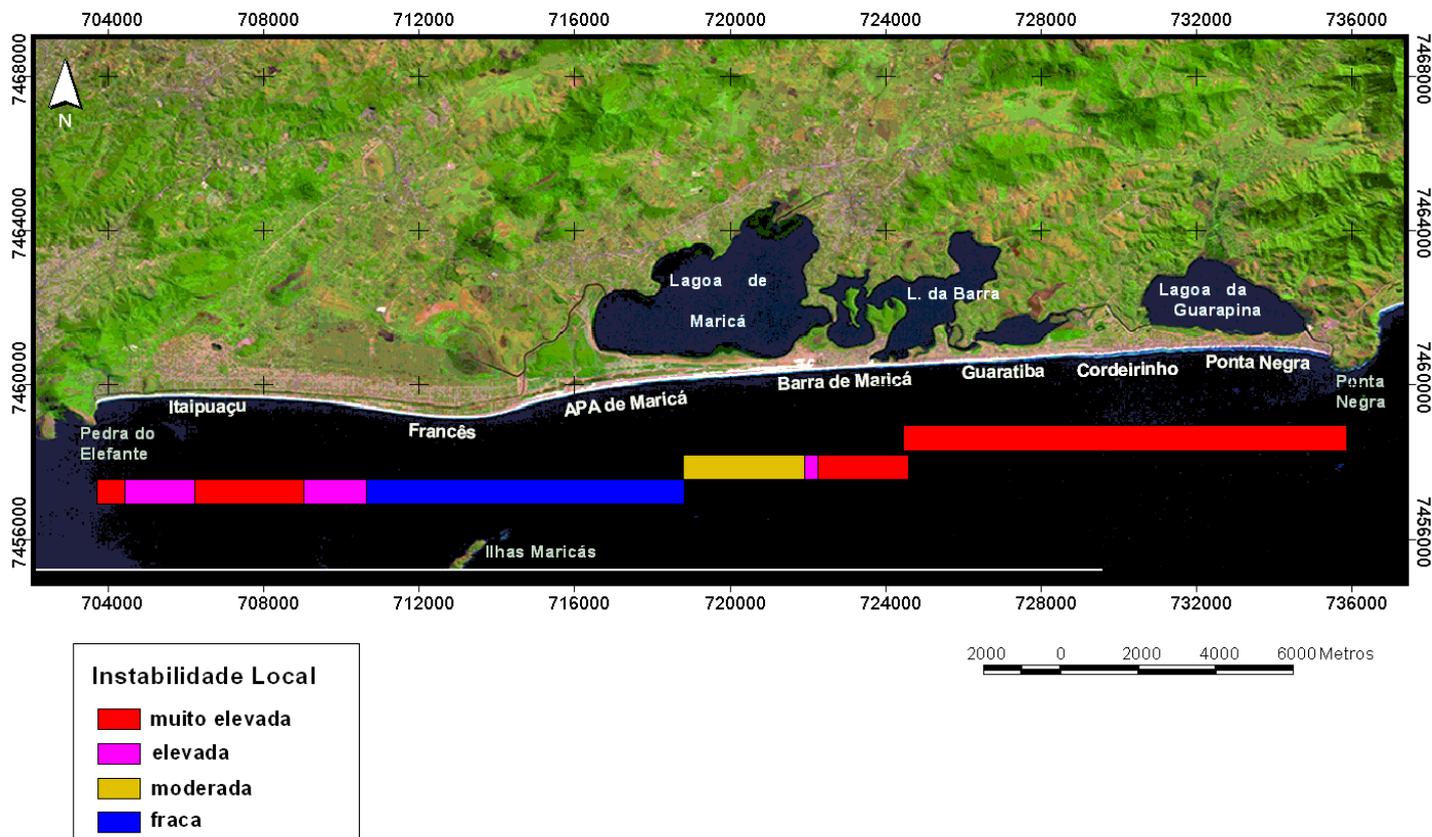
6.2.4 Grau de Instabilidade Local

A combinação do mapeamento de resistência e do grau de exposição teve como resultados a tabela representando as situações encontradas e o mapeamento do grau de instabilidade (mapa 14).

<i>Instabilidade Local</i>	<i>Resistência</i>	<i>Grau de Exposição</i>	<i>Transposição</i>
Muito Elevada	muito baixa	muito elevado	ausente
	baixa	muito elevado	ausente
	muito baixa	elevado	ausente
	baixa	elevado	presente
Elevada	baixa	elevado	ausente
	moderada	muito elevado	ausente
	muito baixa	moderado	ausente
	baixa	moderado	ausente
	moderada	elevado	ausente
Moderada	alta	elevado	ausente
	moderada	moderado	ausente
Fraca	moderada	fraco	ausente
	alta	moderado	ausente

Tabela 6 – Grau de Instabilidade Local de acordo com os graus de resistência, de exposição e com a presença de transposição.

Classificação da Orla do Município de Maricá quanto à Instabilidade Local



Mapa 14 – Grau de Instabilidade Local no litoral de Maricá.

Observa-se no mapa novamente uma distinção entre os três segmentos descritos quanto ao grau de resistência. O segmento entre as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra apresenta em toda sua extensão instabilidade local muito elevada. O segmento correspondente à praia de Itaipuaçu apresenta alternância entre instabilidade elevada e muito elevada o que está relacionado às variações do grau de exposição (ressalta-se que foram observadas marcas de transposição), da granulometria e da cobertura vegetal. Como resultado da resistência elevada e da influência das ilhas Maricás na refração das ondas o segmento que engloba a praia do Francês e a APA de Maricá foi considerado com instabilidade local fraca. Neste segmento uma parte foi classificada com instabilidade moderada visto que as ondas já não sofrem efeito das ilhas resultando em uma exposição elevada.

6.2.5 Instabilidade Local e Variabilidade do Perfil Transversal

A análise dos perfis realizados mensalmente nas praias de Itaipuaçu, do Francês e da Barra de Maricá (mapa de localização – figura 26) em um período de aproximadamente um ano (os perfis 1 ao 6 foram feitos de abril a dezembro de 1994 e os perfis 7 e 8 de janeiro a dezembro de 2003) revelou diferenças de variabilidade e estabilidade ao longo do arco praial (figuras 27 a 34). Este resultado apresentou correlação com o grau de instabilidade local.

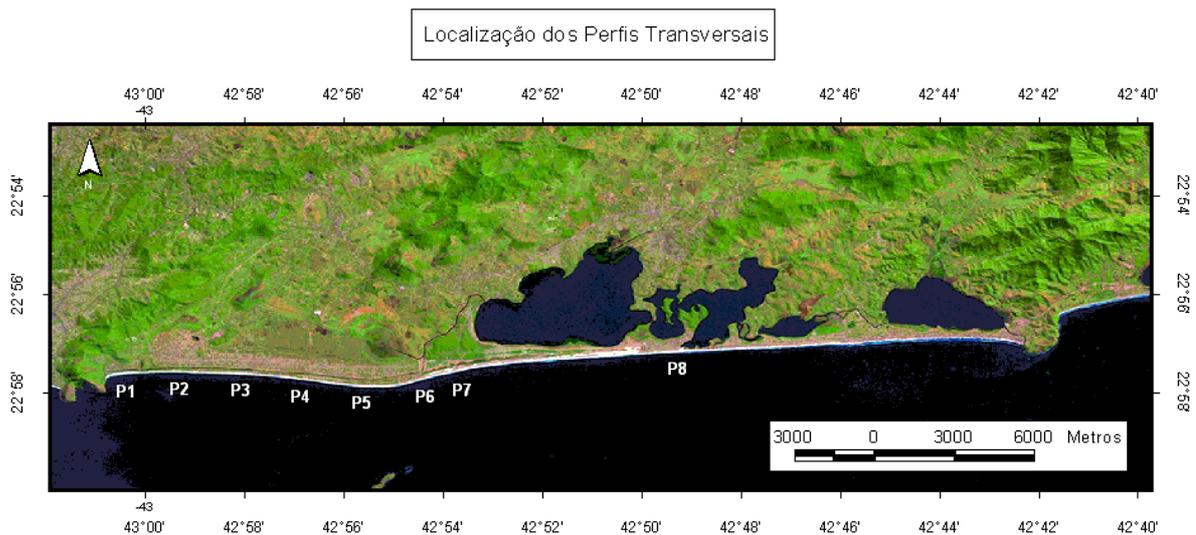


Fig. 26 - Mapa de localização dos perfis transversais

Perfil 1 - Praia de Itaipuaçu - 1994

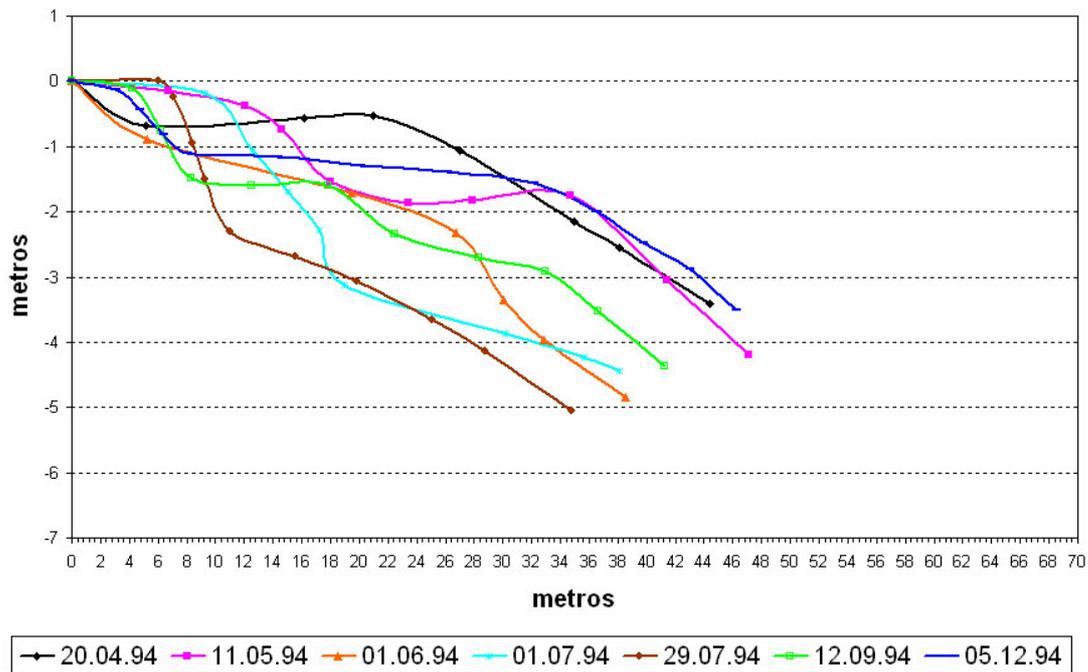


Fig. 27 – Perfil 1 Praia de Itaipuaçu - 1994

Perfil 2 - Itaipuaçu - 1994

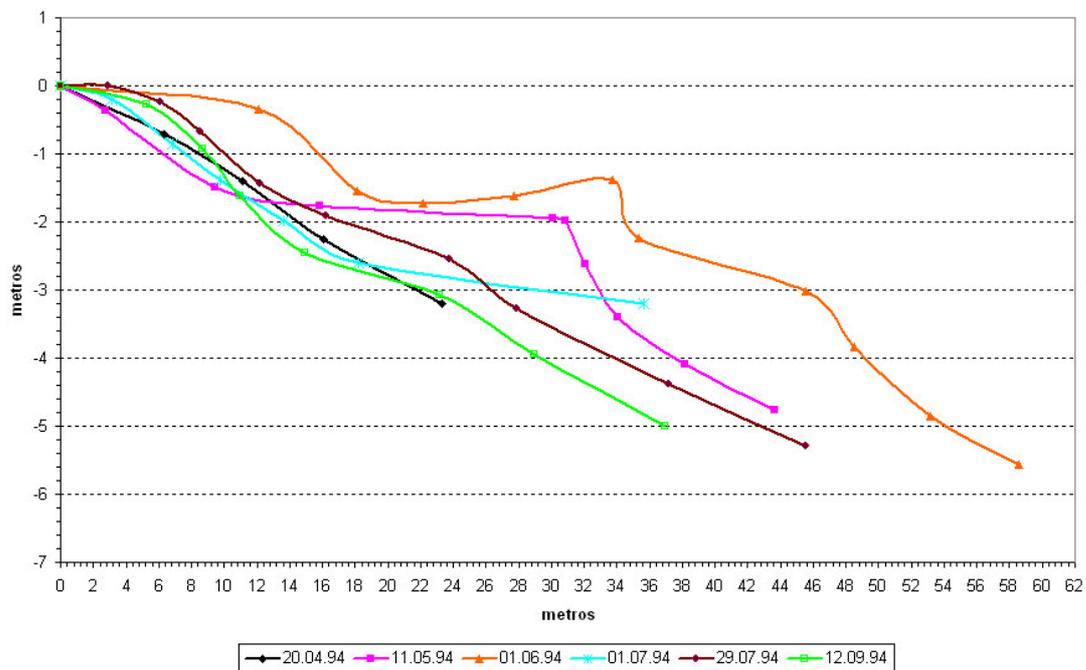


Fig. 28 – Perfil 2 – Praia de Itaipuaçu - 1994

Perfil 3 - Praia de Itaipuaçu - 1994

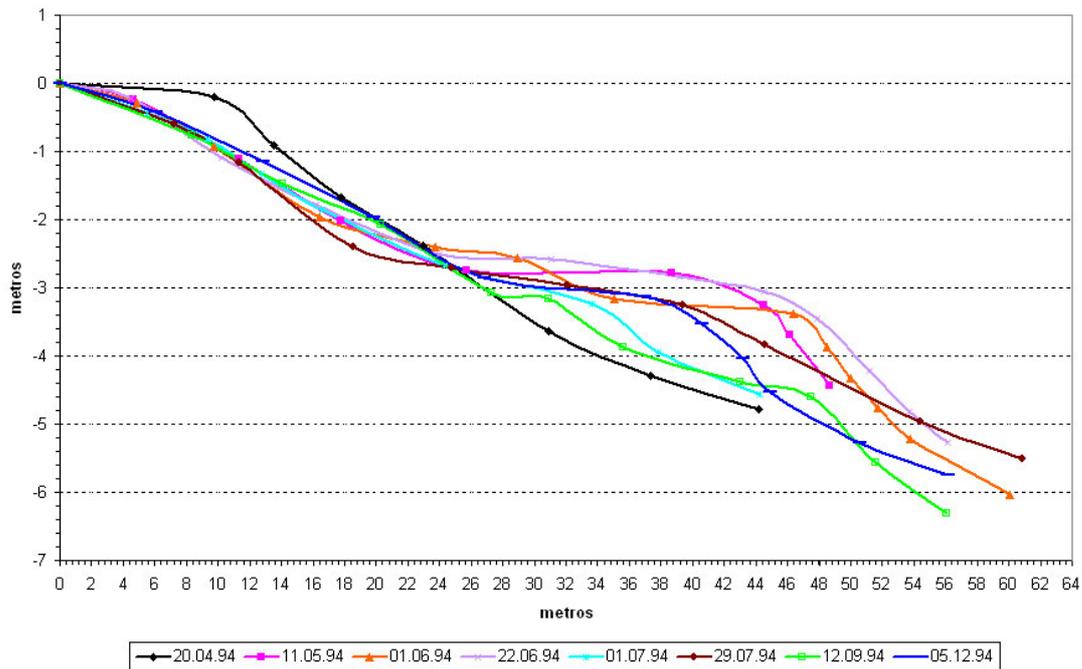


Fig 29 – Perfil 3 – Praia de Itaipuaçu – 1994

Perfil 4 - Praia de Itaipuaçu - 1994

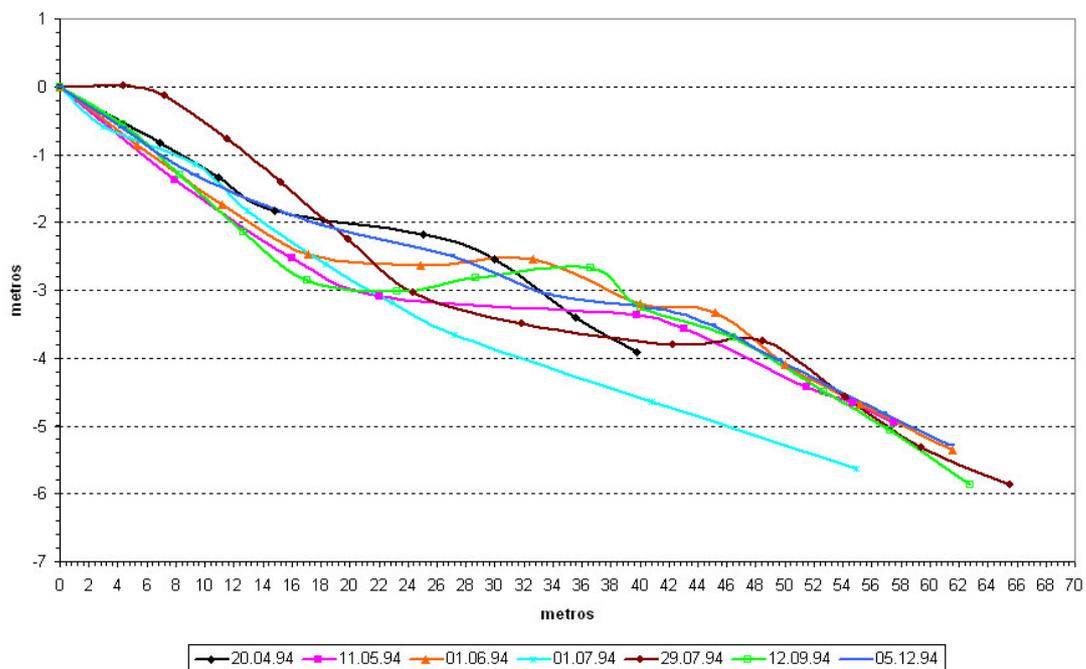


Fig. 30 – Perfil 4 – Praia de Itaipuaçu - 1994

Perfil 5 - Praia do Francês - 1994

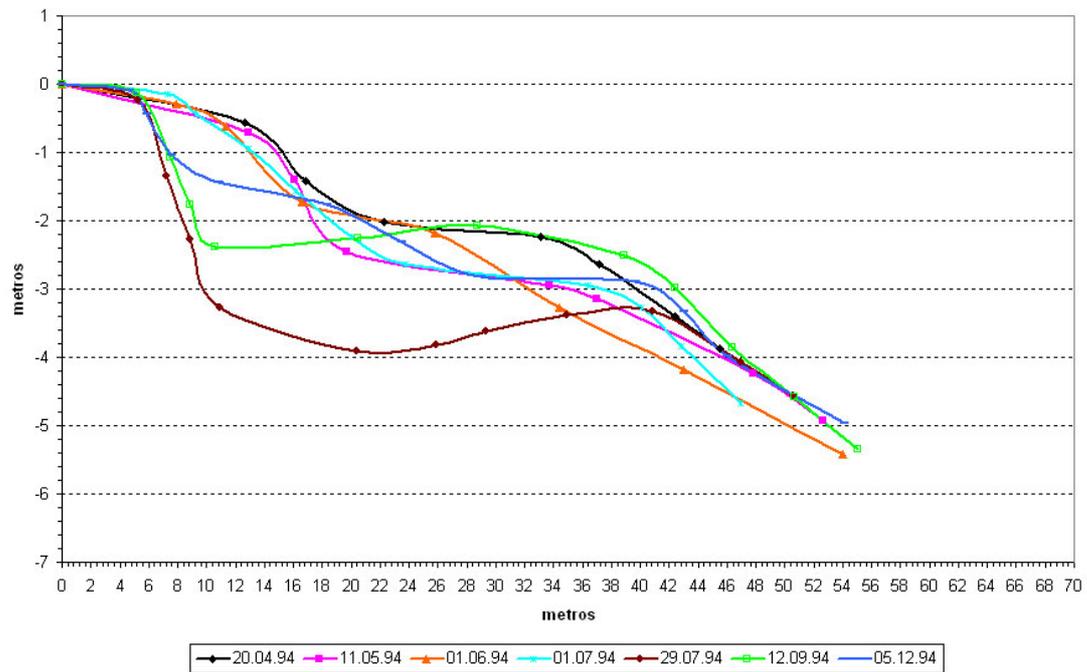


Fig. 31 – Perfil 5 – Praia do Francês - 1994

Perfil 6 - Praia do Francês - 1994

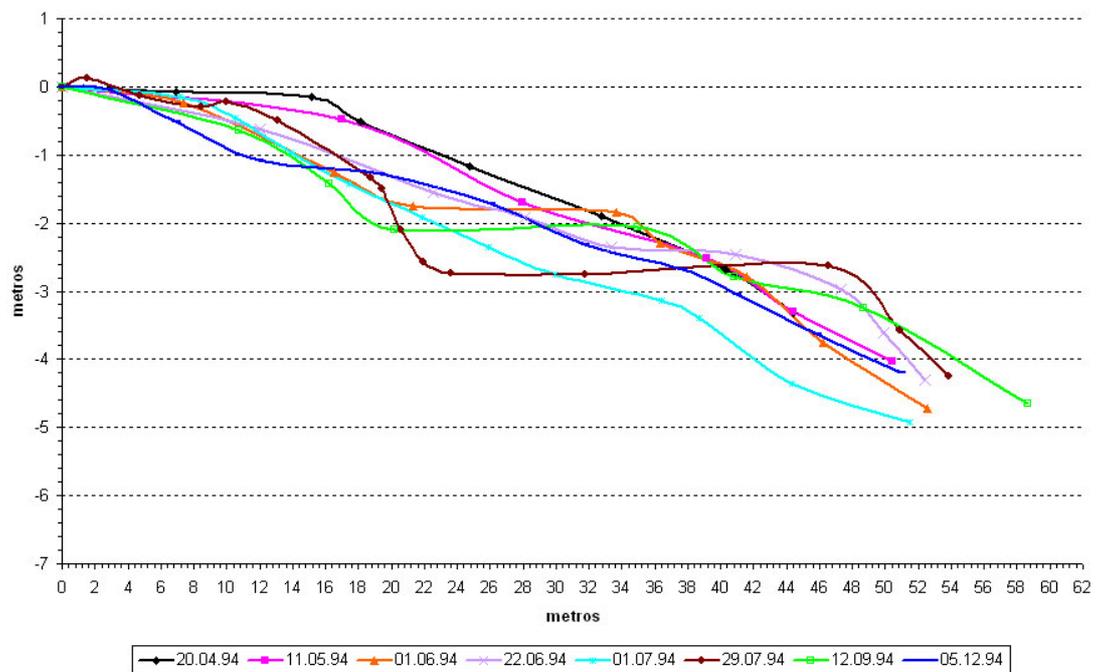


Fig. 32 - Perfil 6 – Praia do Francês - 1994

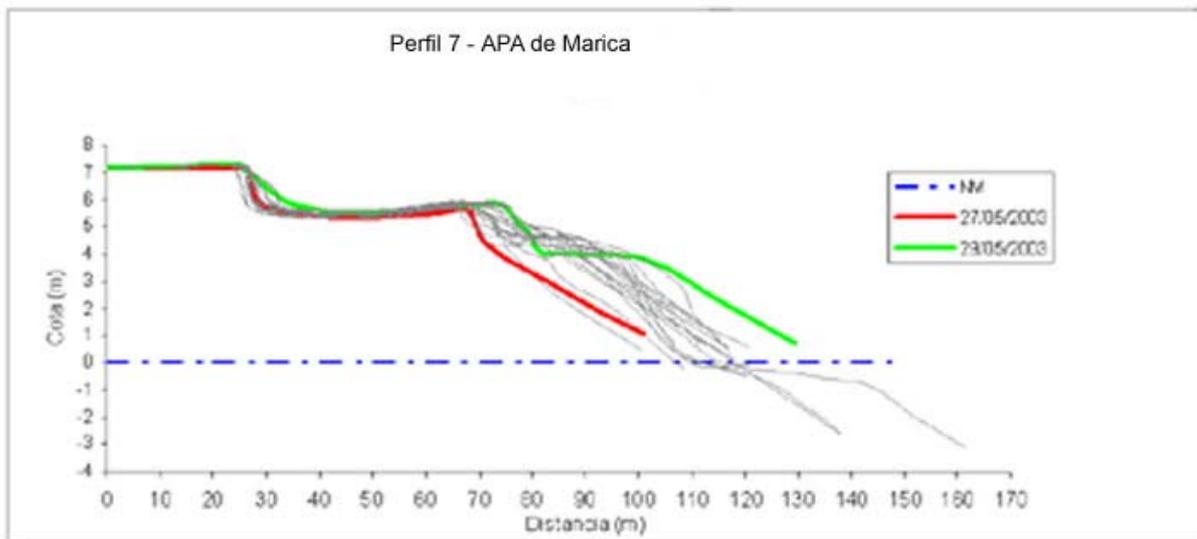


Fig. 33 – Perfil 7 – APA de Maricá - 2003

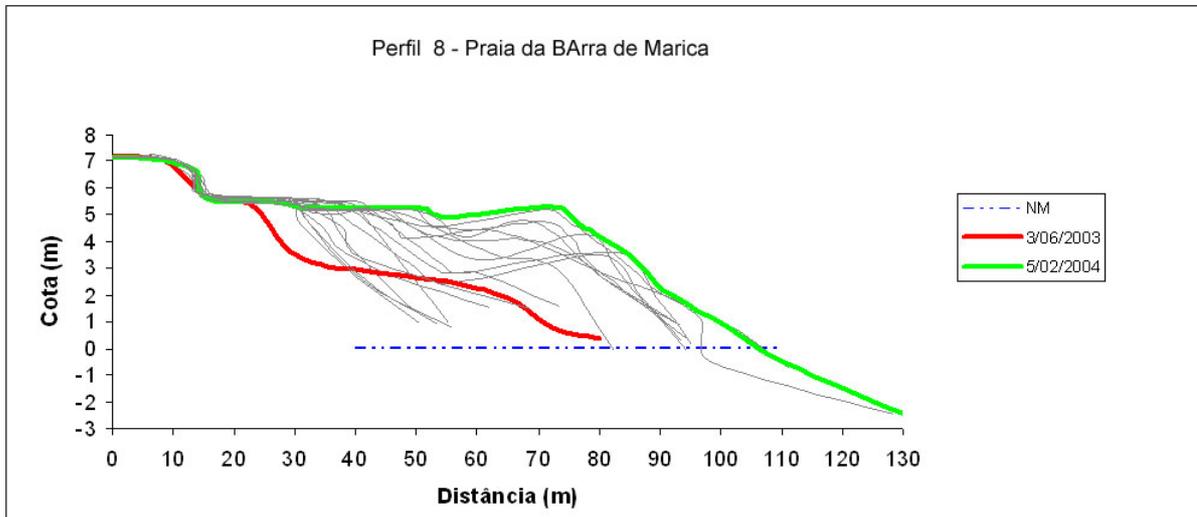


Fig. 34 – Perfil 8 – Praia da Barra de Maricá - 2003/2004.

Os parâmetros estatísticos analisados para cada perfil estão expressos na tabela a seguir:

Variações vertical e horizontal dos perfis transversais das praias de Itaipuaçu, do Francês e da Barra de Maricá			
	Variação Vertical (m)	Média das Larguras (m)	Desvio padrão das Larguras
Perfil 1	2,6	34,12	9,92
Perfil 2	2,33	32	8,65
Perfil 3	1,51	46,35	4,44
Perfil 4	2	44,91	6,97
Perfil 5	2,37	44,37	2,16
Perfil 6	1,57	45,49	4,31
Perfil 7	2,2	106,58	8,5
Perfil 8	4,6	74,31	20,07

Tabela 7 – Medidas das variações vertical e horizontal dos perfis transversais das praias de Itaipuaçu, do Francês e da Barra de Maricá.

Muehe e Vallentini (1998) em estudo da caracterização geomorfológica do litoral do estado do Rio de Janeiro consideram como instáveis as praias que apresentam desvio padrão da sua largura igual ou acima de 10 metros.

Os valores do desvio padrão encontrados para os perfis das praias no litoral de Maricá foram todos abaixo de 10, com exceção do perfil 8 localizado na praia da Barra de Maricá (tabela 7). O perfil que apresentou maior estabilidade segundo os valores do desvio padrão (perfis 5, 6) encontram-se no segmento classificado com grau de instabilidade local baixa caracterizado pela menor exposição às ondulações do quadrante sul devido a influência das ilhas Maricás, maior cobertura vegetal e presença de dunas frontais. Os perfis 4 e 7, localizados nas extremidades deste trecho mais protegido e com instabilidade local baixa apresentam desvio padrão de 6,97 e 8,5 respectivamente. Este valor, embora relativamente maior, ainda é considerado baixo sendo característico de praias com pouca mobilidade.

Destacam-se na praia de Itaipuaçu os perfis 1 e 2, localizados no canto oeste, por apresentarem as maiores variações morfológicas (Azevedo *et al.*, 2003). O desvio padrão da largura aproxima-se de 10 metros e a variação vertical também é elevada. Os perfis 3 e 4 apresentam maior estabilidade tanto horizontal como vertical. Segundo Azevedo *et al.* (*op. cit.*) a complexidade deste arco praial devido aos diversos fatores que influenciam sua dinâmica (arenitos de praia, granulometria muito grossa, ilhas

Maricás) exige um estudo mais detalhado para interpretação da dinâmica dos perfis transversais.

O perfil 8, localizado na praia da Barra de Maricá, apresentou as maiores variações vertical e horizontal com desvio padrão acima de 20 metros.

Diversos autores correlacionam esta maior ou menor variabilidade de um determinado perfil transversal ao estado morfodinâmico da praia. Como foi mencionado anteriormente os monitoramentos das praias do litoral norte do estado do Rio de Janeiro (Grupo de Geografia Marinha da UFRJ; Muehe, 1998a) indicam maior estabilidade morfodinâmica das praias refletivas e dissipativas, enquanto as intermediárias apresentam instabilidade elevada.

Os resultados acima apresentados também apontam para esta correlação visto que a praia de Itaipuaçu caracterizada como refletiva possui maior estabilidade se comparada à praia da Barra de Maricá classificada como intermediária. Nesta última praia soma-se a esta característica de elevada variabilidade a elevada instabilidade local em função das outras variáveis já analisadas.

6.3 Risco do Litoral

Como foi discutido ao longo da dissertação, o risco está associado ao grau de vulnerabilidade física e às características da ocupação da orla. Destas últimas as mais importantes estão relacionadas à quantidade de construção em risco e a intensidade deste risco. Tendo isto em vista, a orla foi classificada quanto à densidade de construção e a posição destas construções em relação ao perfil transversal da praia.

6.3.1 Grau de Densidade de Construção

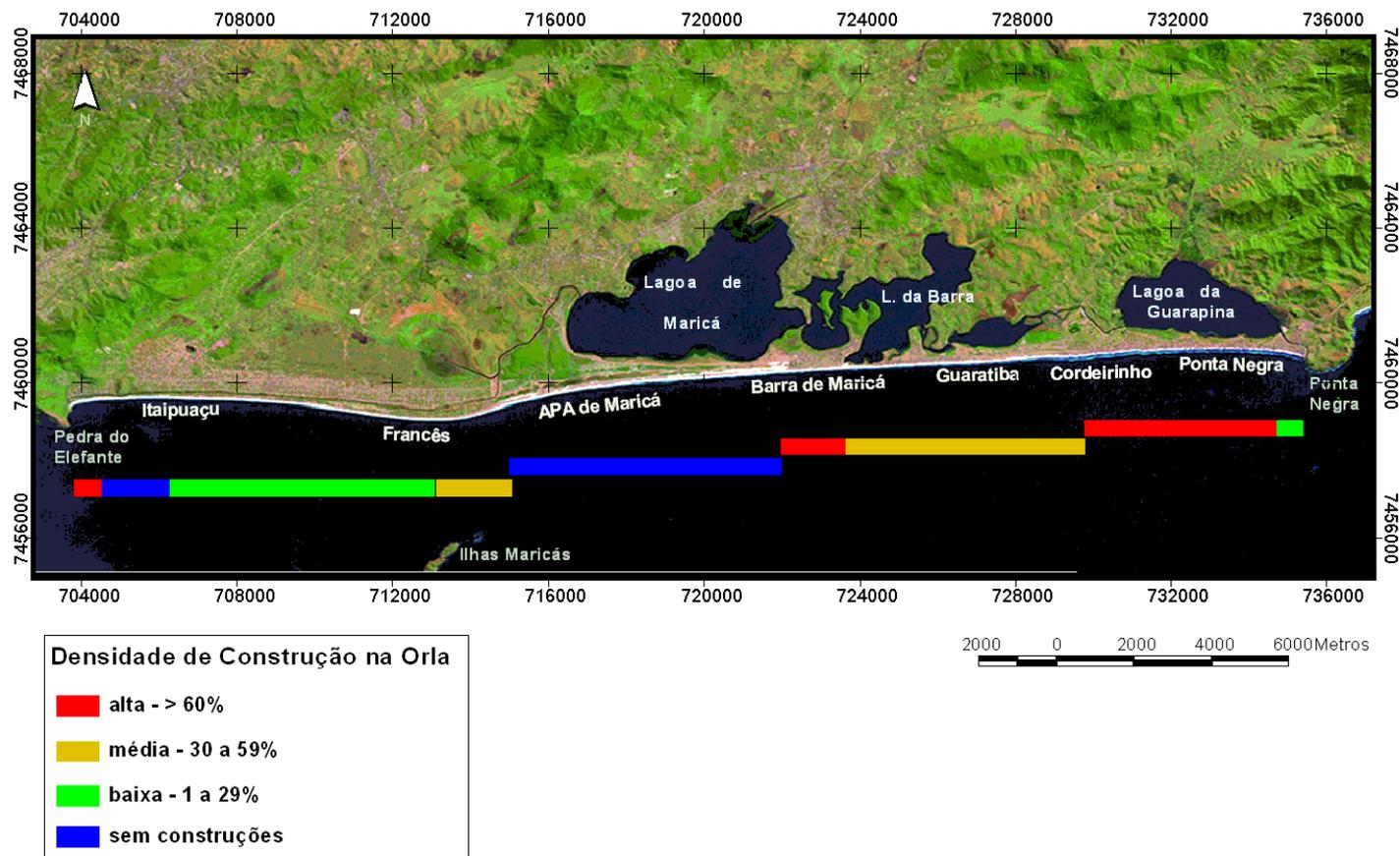
A partir do cálculo da percentagem da área ocupada das quadras localizadas na orla foi possível distinguir os seguintes graus de densidades de construção:

Densidade de Construções localizadas de frente para o mar	
baixa	até 30% da quadra ocupada
média	entre 31 e 60% da quadra ocupada
alta	Acima de 60% da quadra ocupada

Tabela 8 – Densidade de Construções na orla de Maricá.

Esta tabela serviu de base para o mapeamento a seguir:

**Classificação da Orla do Município
de Maricá quanto à Densidade de Construções**



Mapa 15 – Densidade de construções na orla de Maricá.

Nota-se que, embora a urbanização de Maricá tenha sofrido um processo de forte crescimento nas últimas décadas, existem ainda trechos da orla sem urbanização que somados apresentam mais de 9 quilômetros (corresponde a 30% da extensão do arco praial). Um destes corresponde à APA de Maricá onde a urbanização não é permitida por se tratar de uma zona *non-aedificandi* segundo o decreto de nº 7230 de 1988. Outro trecho é encontrado na praia de Itaipuaçu. Este, ao contrário do primeiro, não possui qualquer tipo de restrição à urbanização e, tendo em vista a tendência do município como um todo, representa uma área potencial para urbanização em um futuro próximo.

Com exceção deste trecho sem construção e do oeste da praia de Itaipuaçu, a densidade de construção é baixa nesta praia. Na praia do Francês encontra-se pequeno trecho com densidade média o que ocorre também em grande parte da praia da Barra de Maricá e da Guaratiba. Ponta Negra apresenta densidade alta em toda sua extensão.

6.3.2 Posição das Construções

Através dos trabalhos de campo realizados foi possível classificar as construções em cinco diferentes posições em relação ao perfil transversal, como ilustra a figura a seguir:

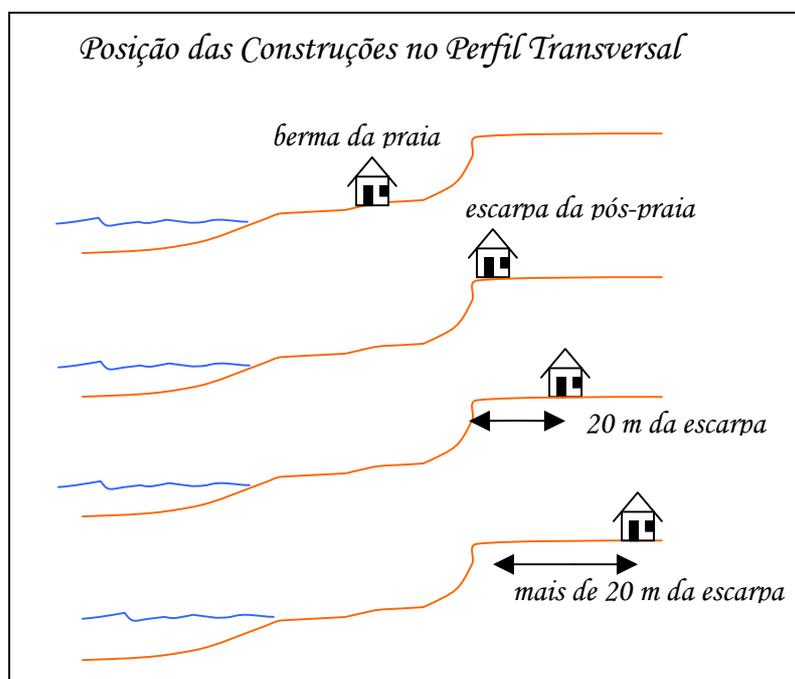
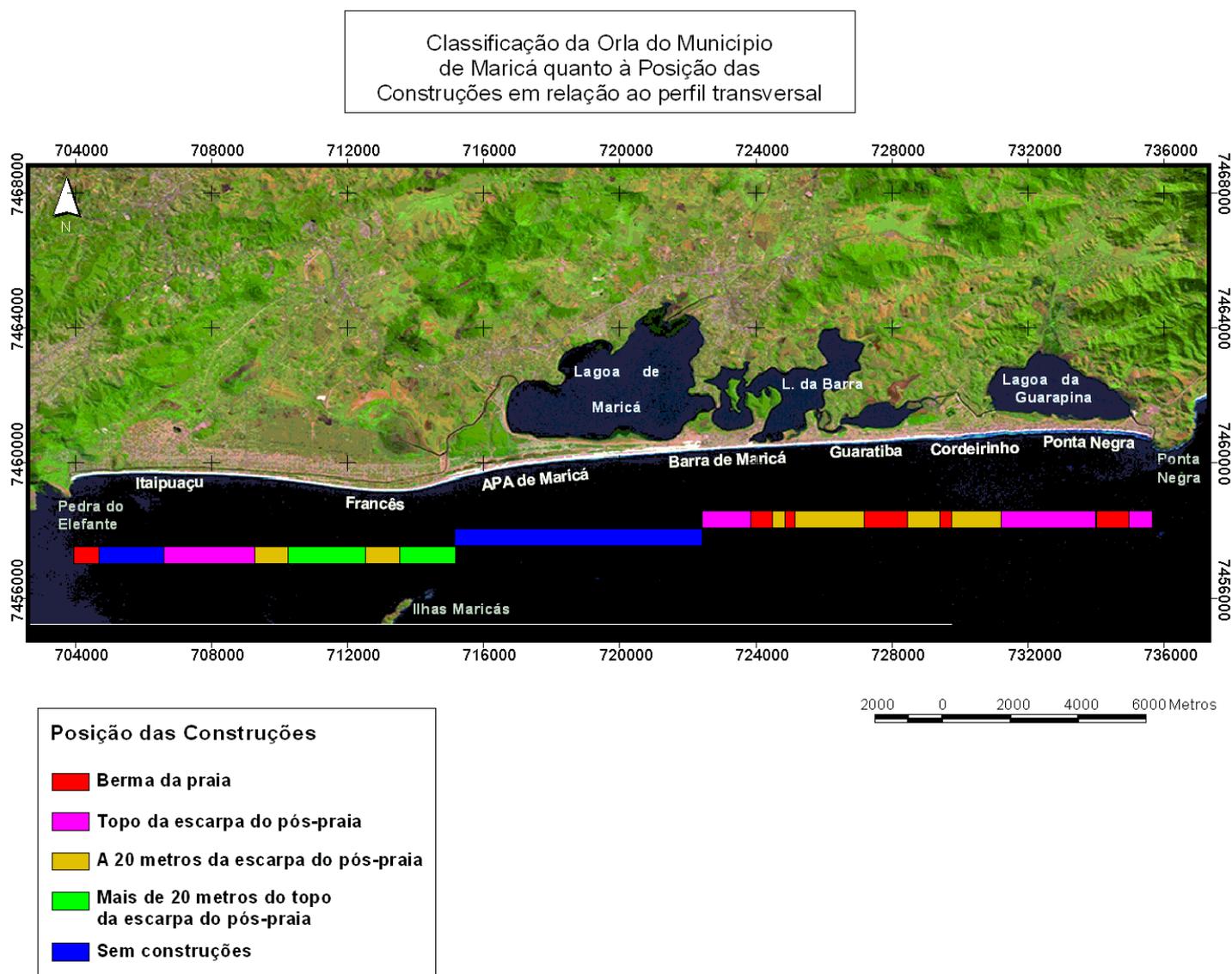


Fig 35 - Posição das casas em relação ao perfil transversal da praia.

Esta classificação, assim como a da cobertura vegetal, foi realizada em uma escala de detalhe muito grande o que impossibilitou o mapeamento na mesma escala que as outras variáveis. Desta forma as situações encontradas foram agrupadas formando classes mais abrangentes que se complementam ao dado de densidade de construção. Assim, por exemplo, em um segmento com casas no topo da escarpa da

pós-praia intercaladas por casas a mais de 20 metros desta foi considerado apenas a primeira posição e densidade urbana moderada ou baixa dependendo da percentagem. Esta classificação resultou no mapeamento a seguir:



Mapa 16 – Mapeamento da Posição das Construções na orla de Maricá.

Deve-se ressaltar que estão sendo incluídas apenas a posição das casas, prédios, quiosques e bares não tendo sido considerada a posição da Avenida Litorânea.

Excluindo-se os casos sem construção, predominam construções posicionadas no topo da escarpa da praia, somando mais de 7 quilômetros, o que equivale a 34% das situações observadas (foto 7).



Foto 7 – Casas no topo da escarpa da pós-praia.

Foto: Flavia Lins de Barros

Casas a 20 metros da escarpa da praia são também numerosas correspondendo a 30% (foto 8).



Foto 8 – Casas a 20 metros do topo da escarpa.

Foto: Cristiano Figueiredo

Posicionadas na berma da praia encontram-se 18,5% das construções. Quase todas estas construções posicionadas na berma correspondem a quiosques, como ocorre

na praia de Guaratiba e Cordeirinho onde os deques que avançavam vários metros na faixa de areia foram destruídos (foto 9).



Foto 9 – Praia de Guaratiba. Este quiosque teve o deque completamente destruído. Na foto observa-se a sua recuperação.

Foto: Flavia Lins de Barros.

Porém, na extremidade da praia de Itaipuaçu, ao contrário de quiosques avançando sobre a berma da praia, casas e bares encontram-se nesta posição (foto 10).



Foto 10 – Praia de Itaipuaçu. Bar na berma da praia.

Foto: Flavia Lins de Barros

Os casos de casas a mais de 20 metros são menos frequentes (16%) estando praticamente restritos à praia do Francês. Nas outras praias apenas pequenos segmentos,

não representados no mapa devido à sua pequena extensão, apresentam casas a mais de 20 metros do topo da escarpa (foto 11).



Foto 11 – Praia de Guaratiba. Casas posicionadas a mais de 20 metros do topo da escarpa da praia.

Foto: Flavia Lins de Barros

Ponta Negra, que apresenta alta densidade de construção é caracterizada pela presença de muitas construções na berma da praia ou no topo da escarpa. A mesma situação ocorre na praia da Barra de Maricá tendo sido observada também correlação entre elevada densidade e casas ou quiosques posicionados muito próximos à berma da praia ou nesta. Esta correlação positiva entre densidade e posição só não foi observada em parte da praia de Itaipuaçu que possui densidade baixa, mas as construções estão no topo da escarpa.

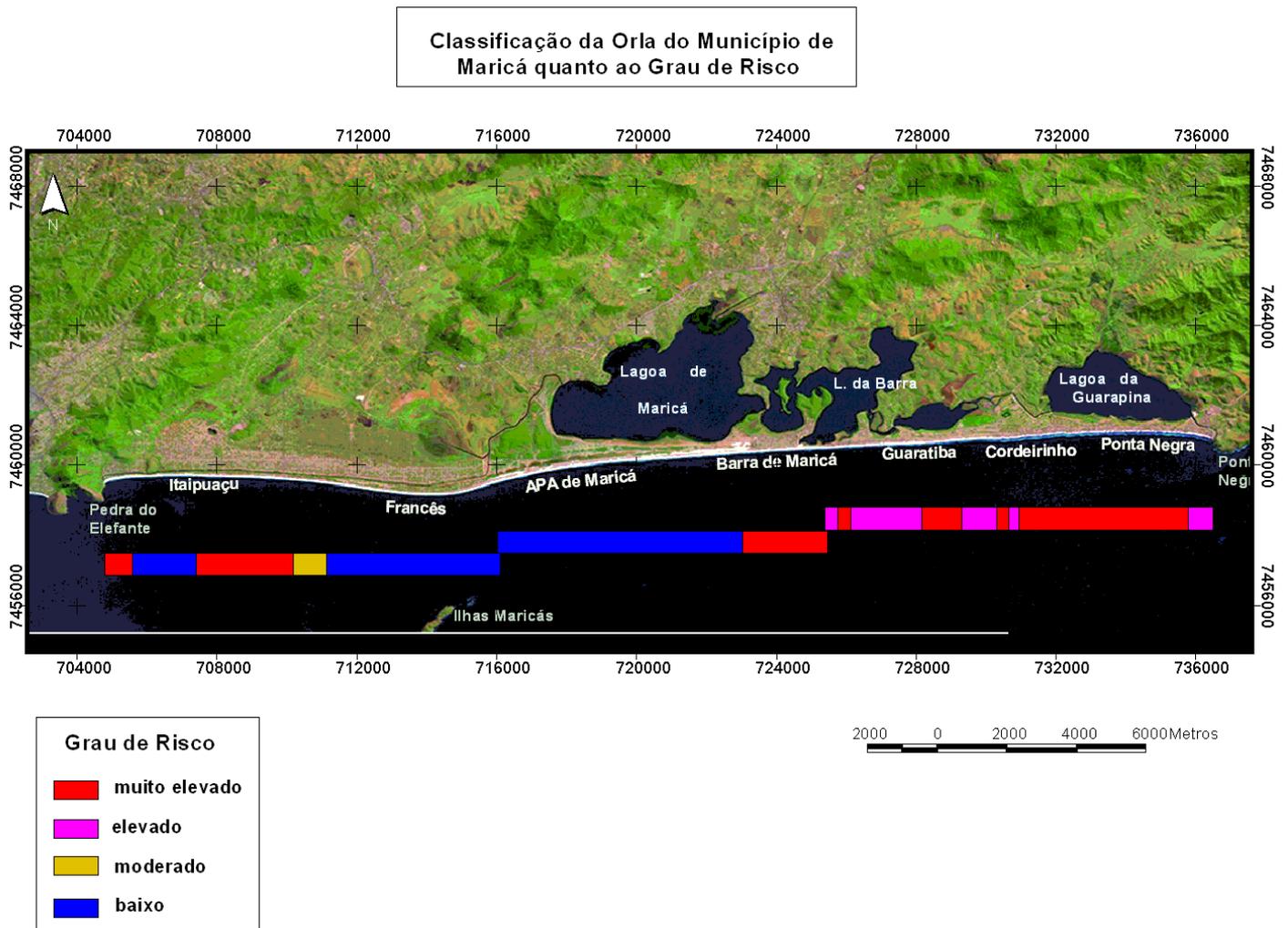
6.3.3 Grau de Risco

Observa-se na tabela abaixo as situações encontradas a partir da combinação do grau de instabilidade local com os mapeamentos das características da ocupação da orla.

Risco	Características Urbanas e Instabilidade Local		
	Posição das Casas	Densidade de Construção	Instabilidade Local
<i>fraco</i>	sem construção	sem construção	todos os graus
	a 20 metros do topo	baixa	fraca
	mais de 20 metros	média	fraca
	mais de 20 metros	baixa	elevada
<i>moderado</i>	a 20 metros do topo	baixa	elevada
<i>elevado</i>	a 20 metros do topo	média	muito elevada
	no topo da escarpa	baixa	muito elevada
<i>muito elevado</i>	no topo da escarpa	alta	muito elevada
	na berma da praia	alta	muito elevada
	no topo da escarpa	média	muito elevada
	na berma da praia	média	muito elevada

Tabela 9 – Grau de Risco e variáveis associadas.

Esta combinação resultou, finalmente, na classificação e mapeamento do grau de risco da orla do município de Maricá:



Mapa 17- Grau de Risco no litoral de Maricá

A primeira constatação a ser feita é que todos os trechos sem construções na orla, justamente por possuírem esta característica, são classificados com risco baixo, independente do grau de instabilidade local. Porém, uma distinção entre estes trechos deve ser realizada em relação à manutenção desta situação de risco no futuro. Como foi visto, existe uma área de reserva onde a urbanização não é permitida. Nesta a situação deve se manter por um tempo maior do que na outra área, localizada na praia de Itaipuaçu (que vem sofrendo incremento urbano nas últimas décadas) e onde não existem restrições legais. Assim, com o crescimento urbano esta área deverá ser rapidamente ocupada e, dependendo da posição das construções, poderão apresentar um grau de risco mais elevado.

Os outros segmentos considerados com risco baixo são àqueles em que a densidade de construção é baixa, as casas e quiosques encontram-se a mais de 20 metros da escarpa da pós-praia e a instabilidade local não é elevada. Tais segmentos foram encontrados apenas na praia do Francês.

No restante do arco praial, com exceção de um pequeno segmento na praia de Itaipuaçu com risco moderado, predomina o risco elevado e o risco muito elevado. Destacam-se as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra que estão situadas quase inteiramente nos segmentos com risco muito elevado. Nota-se que Guaratiba, e Cordeirinho localizadas entre estas duas praias, apresentam risco relativamente menor em alguns segmentos. Esta distinção é função exclusivamente da posição das casas que nestas praias encontram-se um pouco mais afastadas da praia (a 20 metros da escarpa da pós-praia).

Portanto, observando o mapa de risco, de posição e densidade das construções e de instabilidade local é possível afirmar que praticamente toda orla urbanizada apresenta risco elevado ou muito elevado. Esta situação só não é verdadeira na praia do Francês que, em função das características de baixa instabilidade, baixa densidade e casas afastadas, apresenta baixo grau de risco.

6.4 Grau de Danos

Nos primeiros itens deste capítulo foram analisadas as diferentes variáveis e características que resultaram nos mapeamentos de instabilidade local e de risco. Os danos sofridos pelas construções na orla de Maricá após fortes tempestades, com destaque para a ressaca excepcionalmente intensa ocorrida no ano de 2001, revelam tal situação de instabilidade e de risco.

6.4.1 Tempestades no litoral de Maricá

Em pesquisa histórica realizada por Santos (2001) são destacas 30 fortes ressacas que atingiram as cidades do Rio de Janeiro e Niterói no período entre 1892 e 2000. No caso específico da orla do município de Maricá três eventos merecem destaque devido aos fortes impactos sobre as construções. A praia de Itaipuaçu,

principalmente no trecho oeste conhecido como Recanto de Itaipuaçu, sofreu danos fortes após as ressacas de 1995 e 1996 como foi reportado pelo Jornal O Dia (figuras 36 e 37). Segundo as reportagens e relatos dos moradores mais antigos desta praia a Avenida Litorânea e os muros de diversas casas foram completamente destruídos. A Avenida Litorânea até o presente momento não foi reconstruída.



Fig. 36 – Reportagem sobre a ressaca em Itaipuaçu. Fonte: Jornal o DIA, 3 de setembro de 1995.



Fig. 37 – Reportagem sobre ressaca em Itaipuaçu. Fonte: Jornal O DIA, 22 de setembro de 1996.

A tempestade ocorrida em maio de 2001 foi considerada por Inocentinni (2001) o evento mais forte dos últimos anos. A previsão elaborada pelos diferentes sistemas numéricos mostrava que as ondas chegariam no litoral do Rio de Janeiro com mais de cinco metros de altura (figura 37). A maré de sizígia devido à lua cheia foi responsável pela subida do nível do mar de quase um metro de altura o que somado ao empilhamento causado pela entrada das ondas na costa representou um agravante ainda maior da situação. Segundo Inocentinni *et al.* (2001) a intensidade desta tempestade foi agravada ainda pela combinação de duas frentes frias que ocorreram quase simultaneamente.

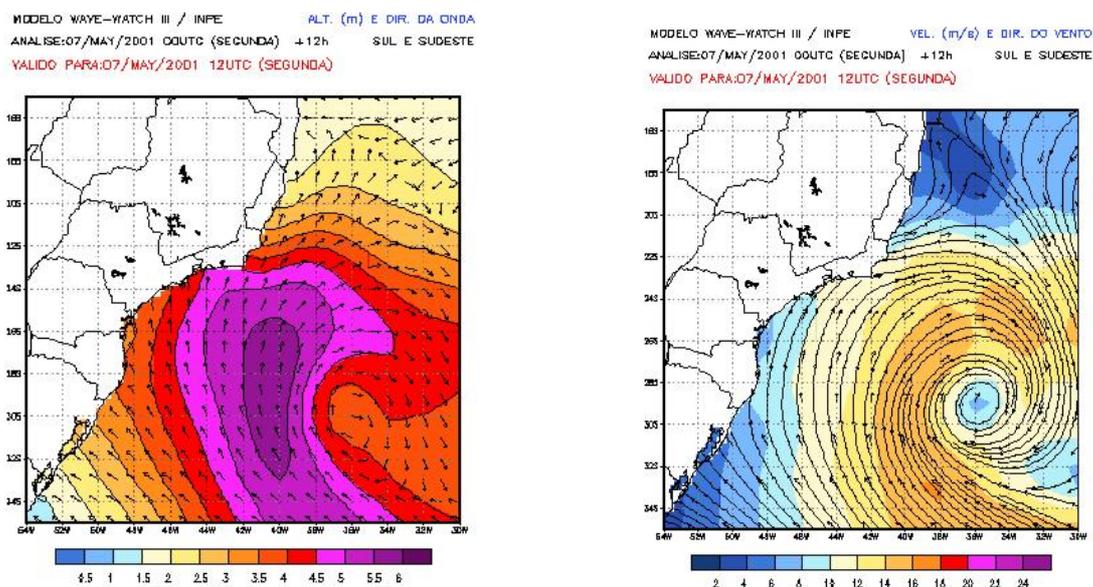
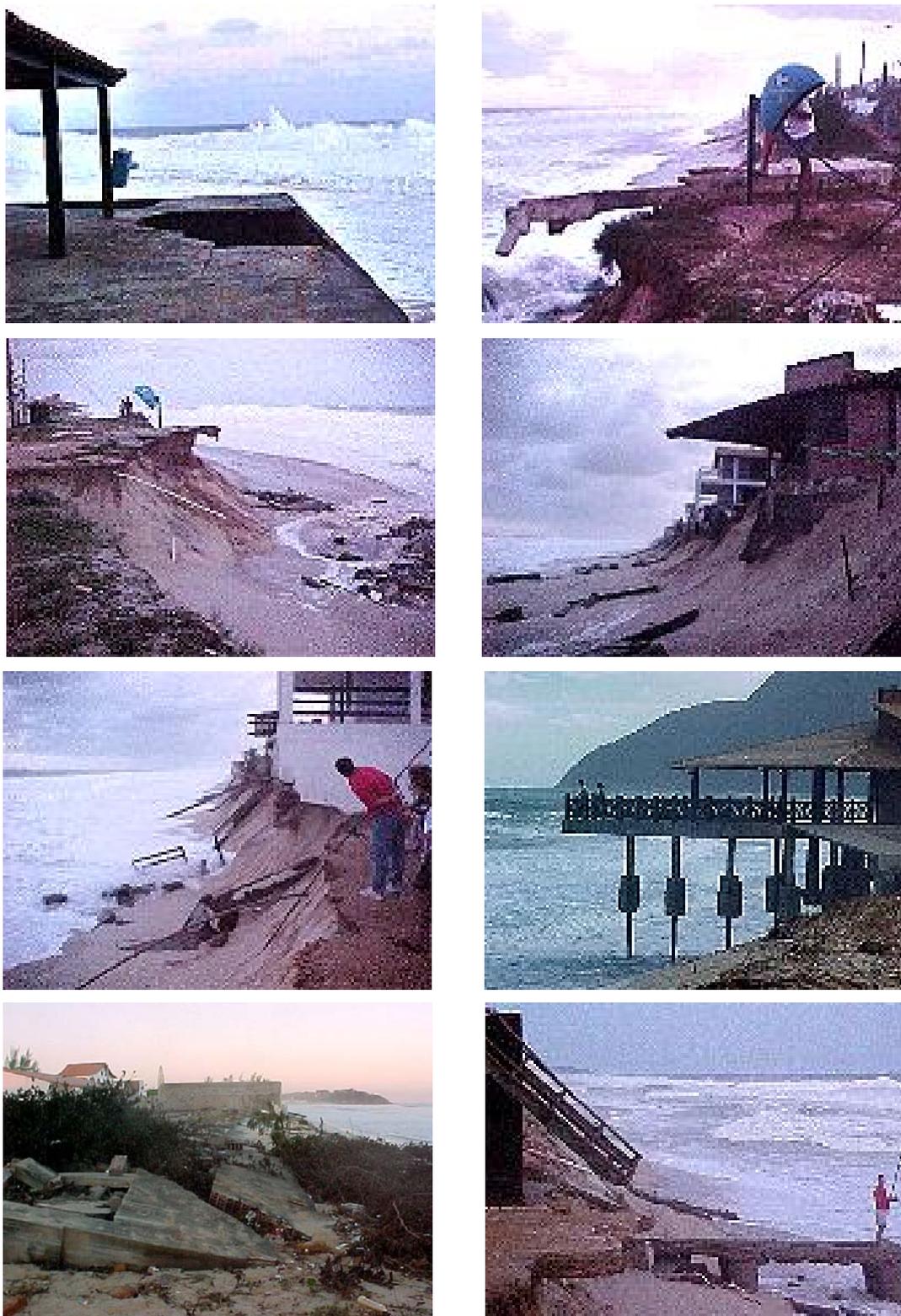


Fig.38 - Modelos de previsão oceanográfica e meteorológica válido para o dia 7 de maio de 2001.

Fonte: INPE (disponível no site: www.cptec.inpe.br).

Todas as orlas dos litorais sul e sudeste do Brasil com construções próximas à praia sofreram danos muito fortes. O município de Maricá apresentou os maiores danos no estado do Rio de Janeiro. As fotografias retiradas pela população local no dia da ressaca divulgadas no site www.marica.com.br/museu mostram os efeitos sobre as casas, quiosques e avenidas em diferentes pontos do arco praial:



Fotos 12 a 19 - Praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra. Fotos da ressaca do dia 7 de maio de 2001.

Fonte: Disponível no site: www.marica.com.br/museu. Acesso em: julho de 2003.

Na mesma reportagem publicada no site do Museu Virtual de Maricá é colocado que além dos danos e prejuízos diretos a ressaca deixou ainda muito lixo nas praias do município (www.marica.com.br/museu).



Fotos 20 e 21 - Praia do Cordeirinho. Lixo deixado na praia pela ressaca de maio de 2001.

Fonte: Disponível no site: www.marica.com.br/museu. Acesso em: julho de 2003

6.4.2 Danos

A partir da observação das marcas de danos sobre as construções e do relato dos moradores e proprietários dos quiosques e casas de veraneio foi possível classificar o litoral do município quanto ao grau de danos (tabela 10):

Grau de Danos	Descrição
Ausente	segmentos sem construções.
Fraco	danos muito pequenos do acesso às casas e quiosques; alagamentos das casas sem destruição.
Moderado	destruição parcial da avenida litorânea dificultando a circulação de veículos e acesso às casas.
Forte	destruição total da avenida litorânea; destruição parcial dos muros das casas.
Muito Forte	destruição total ou de grande parte dos quiosques, muros ou casas.

Tabela 10: Descrição do grau de danos.



Foto 22 – Praia de Guaratiba.
Dano moderado. Destruição parcial da Avenida Litorânea.
Foto: Flavia Lins de Barros



Foto 23– Praia da Barra de Maricá.
Dano Forte. Destruição total da Avenida Litorânea
Foto: Dieter Muehe



Foto 24 – Praia da Barra de Maricá
Dano Forte. Destruição total da Avenida Litorânea e parcial
da escada de acesso da casa.

Foto: Dieter Muehe



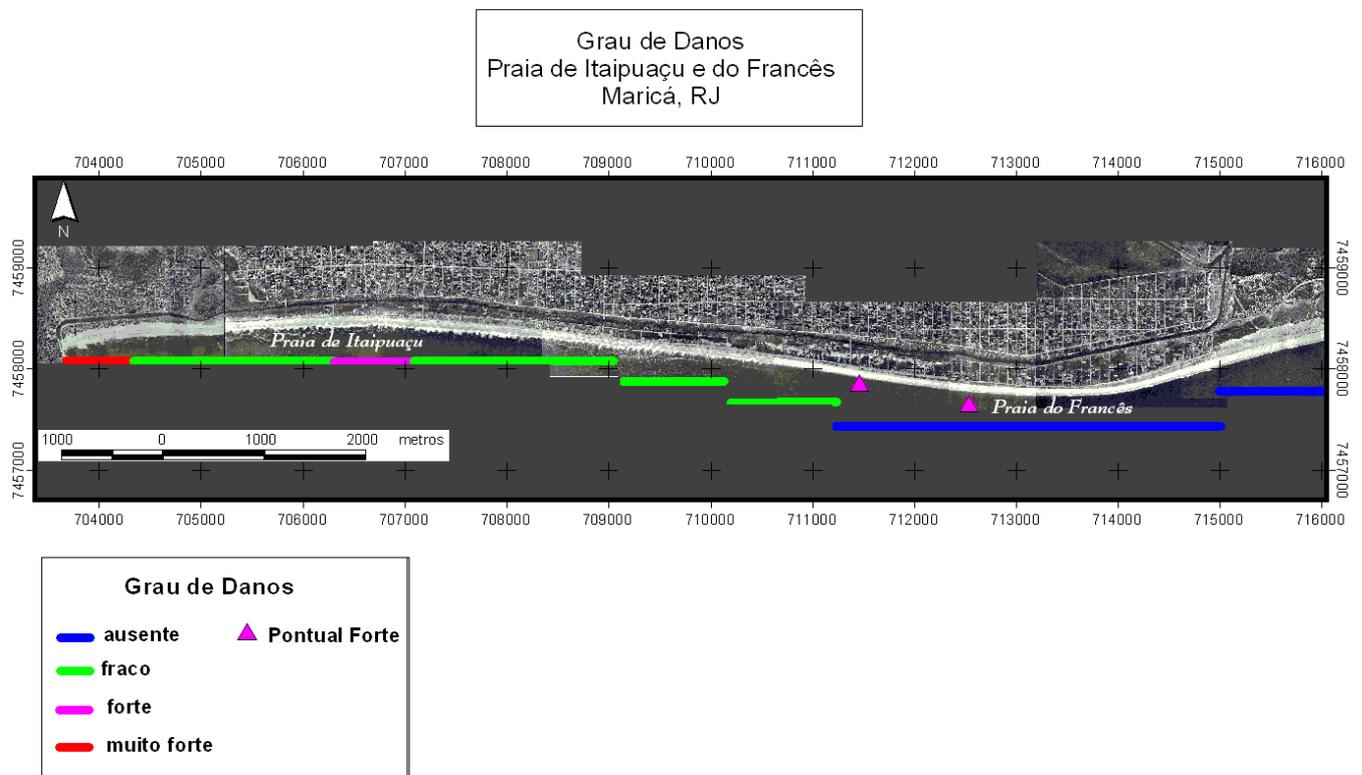
Foto 25– Praia de Ponta Negra.
Dano Muito Forte. Destruição total da Avenida Litorânea e do
muro da casa.

Foto: Flavia Lins de Barros

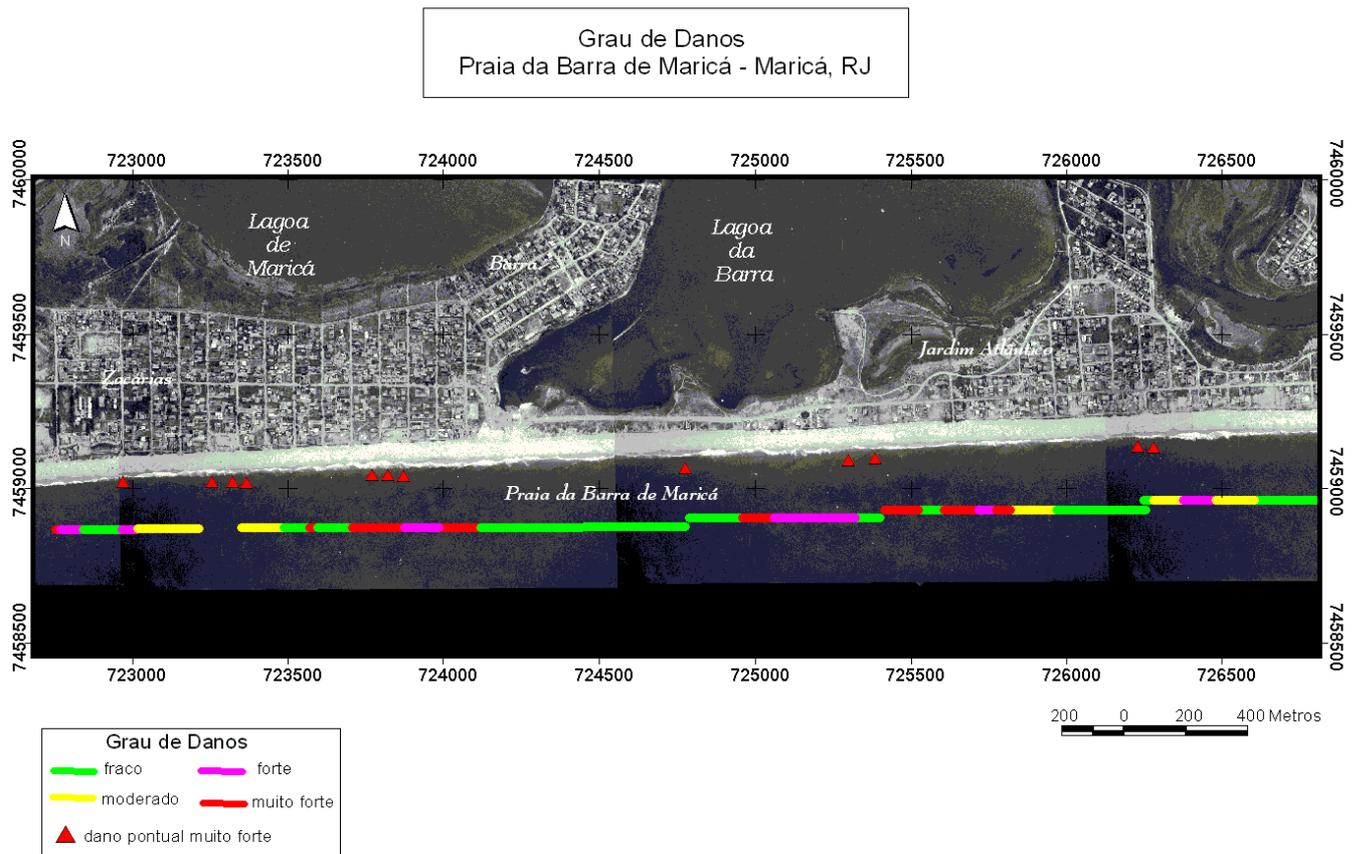


Foto 26 – Praia da Barra de Maricá.
 Dano Muito Forte. Destruição total da casa.
 Foto: Dieter Muehe.

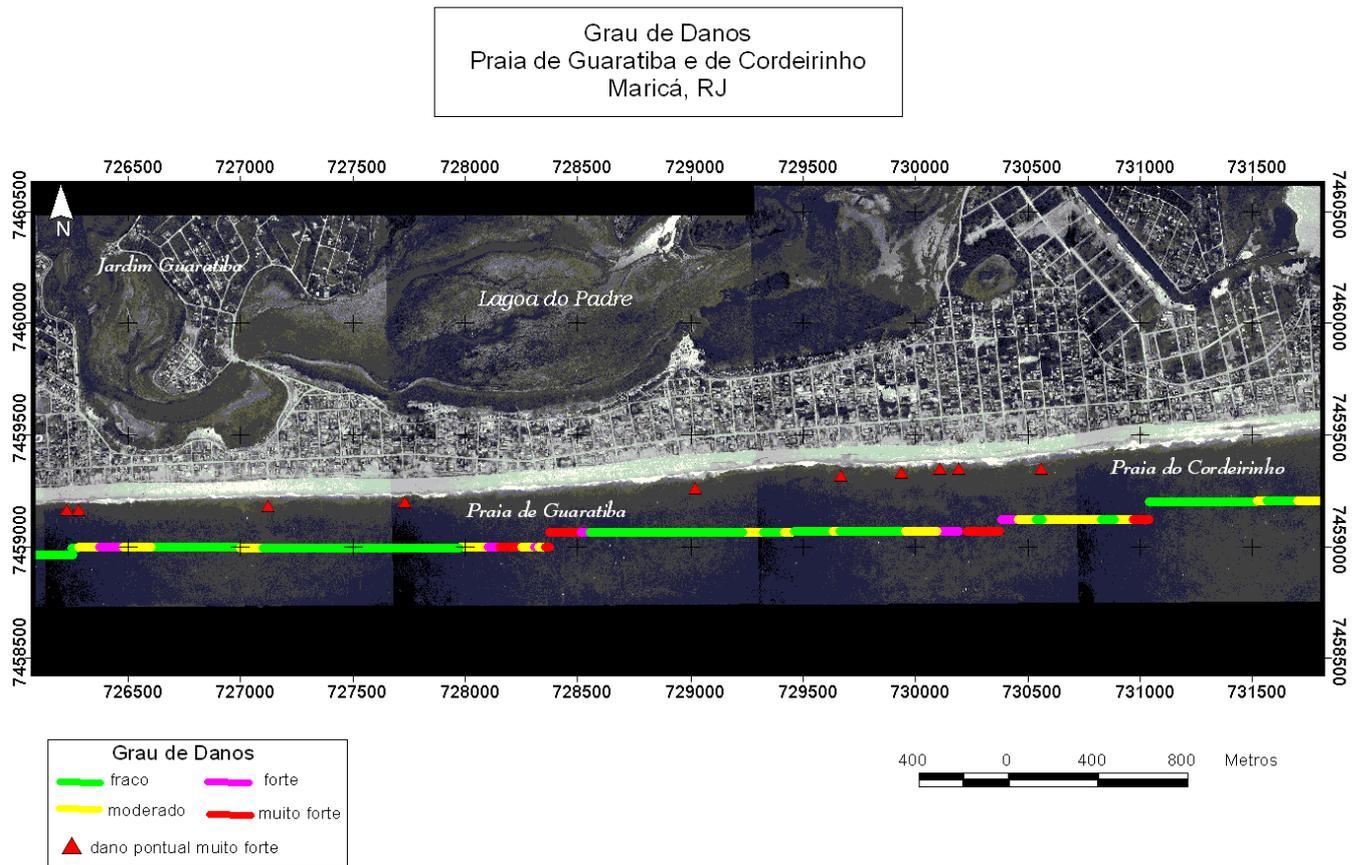
Os mapas a seguir revelam as diferenças entre as praias quanto ao grau de danos observado.



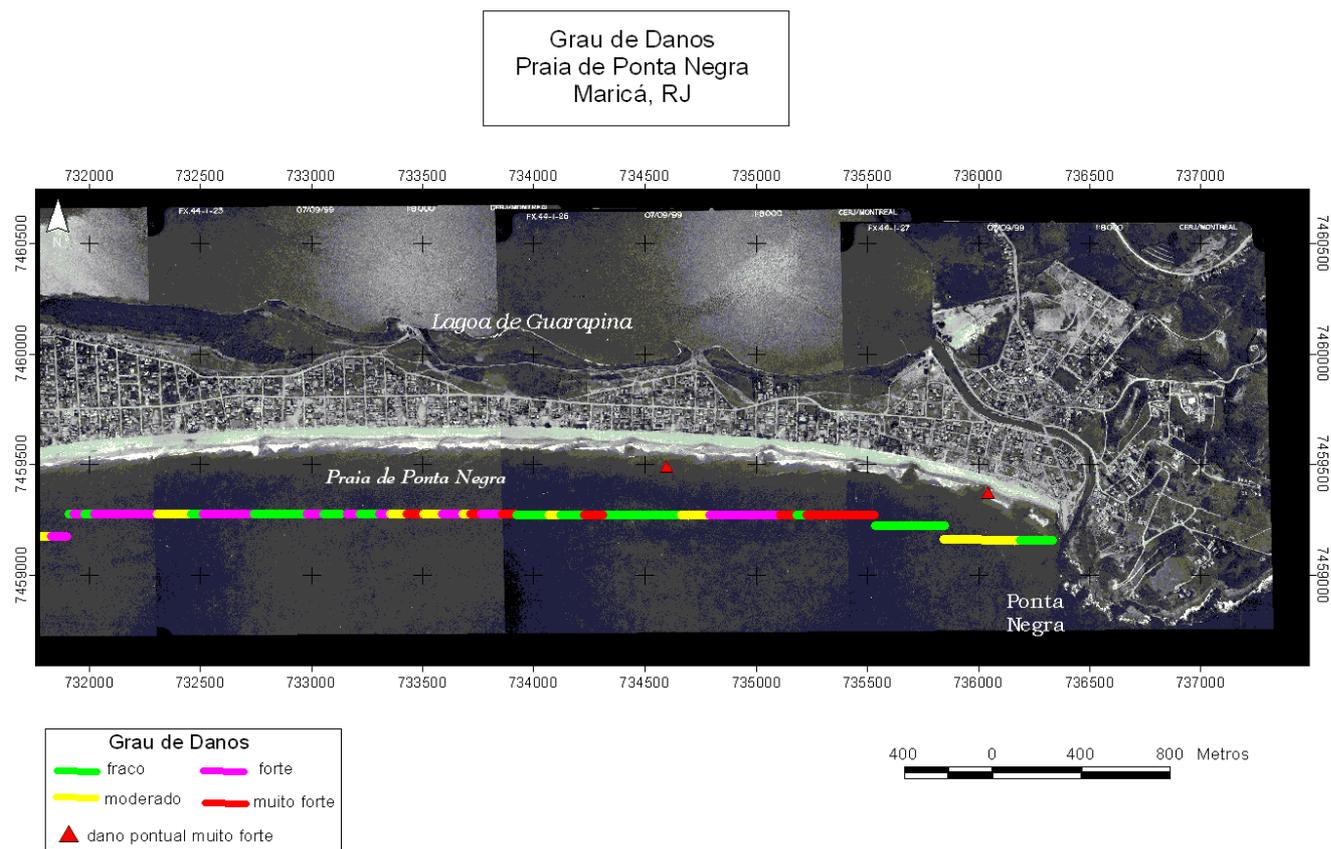
Mapa 18 – Grau de Danos entre as praias de Itaipuaçu e Francês



Mapa 19 – Grau de danos na praia da Barra de Maricá



Mapa 20 – Grau de danos na praia de Guaratiba e Cordeirinho



Mapa 21 – Grau de danos na praia de Ponta Negra

O trecho da APA de Maricá não foi mapeado visto que não existem construções. Embora não esteja representada no mapa a praia de Jaconé, segundo as observações de campo, sofreu danos moderados, de acordo a classificação da tabela 10. Nesta praia houve destruição parcial da avenida Litorânea.

Os mapeamentos do grau de danos mostram que na praia da Barra de Maricá muitos segmentos com danos forte e muito forte foram observados, com exceção de trechos onde as casas encontram-se a mais de 20 metros da escarpa da pós-praia ou não existe ocupação na orla. As praias de Guaratiba e de Cordeirinho, por sua vez, apresentaram predominância de danos fracos com pequenos trechos com danos moderados a muito forte e danos pontuais muito fortes. Estes últimos correspondem a quiosques situados na berma da praia. Ponta Negra volta a apresentar maior quantidade de danos forte a muito forte como ocorre em Barra de Maricá.

Comparando estes mapas do grau de danos com o mapeamento de risco nota-se que existe uma correlação entre os dois resultados. As praias de Guaratiba e

Cordeirinho, onde os danos observados foram predominantemente fracos, correspondem ao segmento classificado como risco elevado enquanto que as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra apresentaram risco muito elevado. Os dois segmentos com risco muito elevado em Guaratiba correspondem aos segmentos onde os danos foram mais fortes. Esta correlação mostra também que a aparente pequena diferença entre o risco muito elevado e elevado resultou em uma grande diferença no grau de danos. Ao observar as outras variáveis separadamente é possível perceber que as principais diferenças entre as praias de Guaratiba e de Cordeirinho e as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra são a cobertura vegetal, e a densidade e posição das construções. As outras variáveis não apresentam diferenciação o que contribuiu para um grau de risco muito semelhante. Assim, pode-se concluir, a princípio, que estes três fatores (cobertura vegetal, densidade e posição das construções) são provavelmente os que mais influenciaram a diferenciação entre o grau de danos nestas praias.

Na praia de Itaipuaçu, com exceção do canto oeste onde a Avenida Litorânea e os muros das casas foram completamente destruídos pelas ressacas ocorridas em 1995 e 1996, os danos não foram tão fortes como os observados em Ponta Negra e Barra de Maricá. A baixa densidade e a posição das casas parecem ser os principais fatores para esta diferença, visto que, mesmo em locais com instabilidade local muito elevada, não foram observados danos muito forte. Mais uma vez a cobertura vegetal classificada nesta praia como esparsa, assim como a granulometria mais grossa, podem também ter influenciado neste menor grau de danos. Outro aspecto muito importante é a morfologia do cordão litorâneo nesta praia que influencia a posição das casas. O cordão litorâneo muito estreito apresenta logo após o seu topo, em seu reverso, uma forte declividade. Muitas casas estão situadas no reverso do cordão apenas com os muros situados no topo do cordão ou na praia. Esta posição pode significar menor risco de danos por ação direta das ondas mas o risco de alagamentos pode ser mais elevado.

Na praia do Francês destaca-se o dano pontual forte em dois quiosques que avançavam sobre a berma da praia. As casas e a Avenida Litorânea não sofreram danos nesta praia.

6.4.3 Grau de Danos e Cobertura Vegetal

Como fora observado, a cobertura vegetal foi classificada em duas diferentes escalas – uma com maior detalhamento que distinguiu todos os locais com vegetação no topo do perfil daqueles sem cobertura vegetal; e outra com o agrupamento dos trechos com cobertura vegetal intercalados de trechos pequenos sem cobertura vegetal. A partir da classificação mais detalhada foi possível realizar uma correlação desta variável com o grau de danos.

A tabela 11 faz uma comparação entre os segmentos com e sem cobertura vegetal que apresentam construções na mesma posição (até 20 metros da escarpa do pós-praia) e o grau de danos:

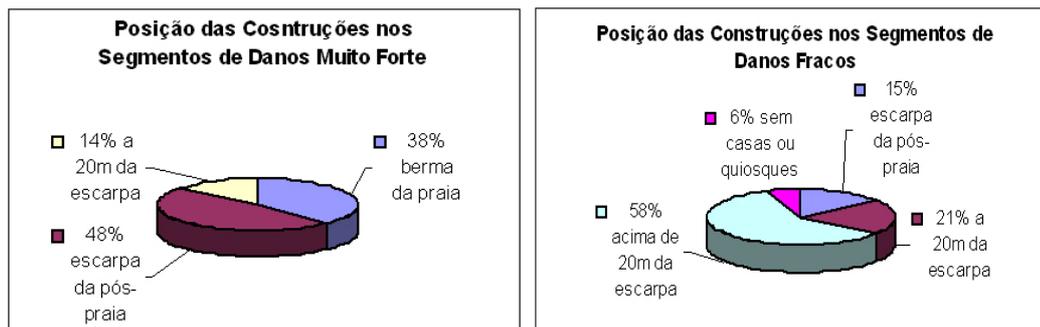
Danos e Cobertura Vegetal nos segmentos com construções até 20 metros do topo da escarpa do pós-praia		
<i>Danos / Cobertura vegetal</i>	<i>Com Vegetação</i>	<i>Sem Vegetação</i>
Fraco a Moderado	61%	22%
Forte a Muito Forte	39%	78%

Tabela 11 Correlação entre o grau de danos sofridos e a presença de cobertura vegetal.

O que se constata é que 61 % dos segmentos com vegetação no topo do perfil da praia apresentam danos fraco a moderado e dos segmentos sem vegetação apenas 22 % possuem este grau de danos. No caso dos segmentos sem vegetação predomina, portanto, grau de danos forte a muito forte.

6.4.4 Grau de Danos e Posição das Construções

A correlação entre a posição das construções e o grau de danos também revelou forte influência desta característica da ocupação na determinação da diferença dos danos sofridos, como pode ser observado nos gráficos a seguir:



Gráficos 1 e 2 - Posição das casas nos segmentos com diferentes graus de danos.

A grande maioria dos segmentos com danos muito forte possuem construções na escarpa do pós-praia e na berma da praia (86%). Não foi observado nenhum caso com casas fortemente danificadas a mais de 20 metros da escarpa. Ao contrário, a maior parte dos segmentos com danos fracos correspondem a construções posicionadas acima de 20 metros da escarpa. Nota-se, no entanto que existe um valor não tão baixo de construções situadas na escarpa da pós-praia que tiveram danos fracos. Destes, com exceção de um segmento, todos apresentam cobertura vegetal no topo do perfil o que pode ter sido responsável pelo menor grau de dano.

6.5 Adaptação e Percepção

6.5.1 Obras

Os proprietários das casas e quiosques localizados na orla de Maricá realizaram diversos tipos de obras, sendo esta a principal maneira de adaptação observada. Trata-se, segundo as diferentes distinções colocadas por Klein (2002), de uma adaptação reativa, autônoma e baseada em interesses privados.

As entrevistas com os proprietários revelaram alguns casos de obras realizadas em segmentos com danos fraco para prevenção no caso de ressaca. Este exemplo refere-se a uma adaptação antecipatória representando, porém, casos raros. Predominaram os casos de obras de recuperação e proteção nos segmentos que sofreram danos moderado, forte ou muito forte (gráfico 3), isto é, adaptação reativa.

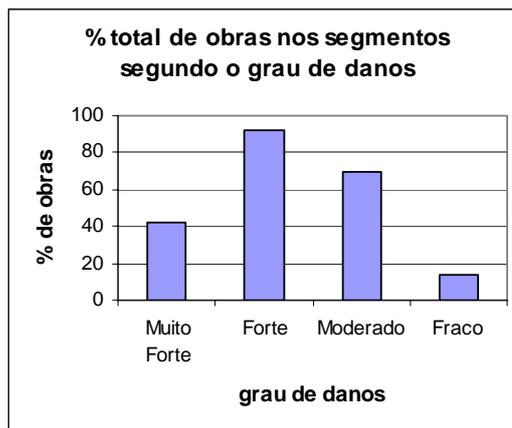


Gráfico 3 – Total de obras em cada segmento classificado quanto ao grau de danos sofrido.

No gráfico percebe-se também que em mais de 80% dos segmentos com danos forte foram realizadas obras representando um valor relativamente muito maior que o total de obras em segmentos com danos muito forte. Nos segmentos com danos moderado quase 70% dos casos tiveram obras de recuperação da avenida ou do acesso das residências. O fato de ter tido relativamente pouca obra nos segmentos com o maior grau de danos pode ser explicado pelo elevado custo que representaria a reconstrução quase total de uma casa ou de um quiosque. Desta forma, o que foi ocorreu em muitos destes segmentos foi o abandono das construções.

A adaptação pode ser entendida como autônoma e respondendo a interesses privados visto que foi realizada por indivíduos sem o apoio da prefeitura ou qualquer tipo de assistência técnica. Tal característica resultou na grande variedade de materiais usados nas obras (gráfico 4).



Gráfico 4 – Caracterização do litoral quanto aos tipos de obras.

Foi classificado como obras de recuperação aquelas que representam apenas uma recuperação do que foi danificado (muro, escada, varanda, deque dos quiosques) sem a realização de obras novas para proteção futura. No conjunto nomeado de muros estão incluídos muros de tijolos, de concreto, anéis de manilhas e enrocamentos (fotos 27, 28, 29 e 30). Foi considerado como contenção a colocação de pneus ou madeiras para conter o deslizamento da escarpa da praia (foto 31). No grupo dos aterros foram observado alguns realizados com areia da própria praia e outros com barro e entulhos (foto 32). Finalmente, as obras mistas são aquelas onde diversos materiais foram utilizados simultaneamente.



Foto 27 – Praia da Barra de Maricá

Muro de Concreto

Foto: Dieter Muehe



Foto 28 – Praia da Barra de Maricá

Muro de Tijolos

Foto: Dieter Muehe



Foto 29 – Praia de Guaratiba

Muro de Concreto e Anéis de Manilha

(Obra Mista)

Foto: Dieter Muehe



Foto 30 - Praia de Guaratiba

Rampa de Concreto e Anéis de Manilha.

(Obra Mista)

Foto: Dieter Muehe



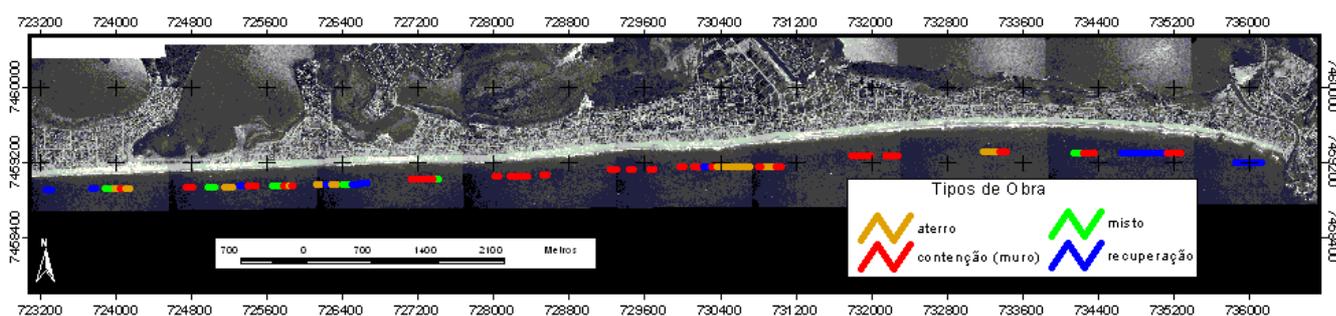
Foto 31 – Praia de Guaratiba
 Contenção feita de bambus
 Foto: Flavia Lins de Barros



Foto 32 - Praia da Barra de Maricá
 Aterro de Areia
 Foto: Flavia Lins de Barros

O gráfico 4 revela que nenhum tipo de obra tem predominância significativa sobre outra. Os tipos de obras mais comum foram recuperação, aterros e muros. Nas fotos é possível observar que as obras foram realizadas na beira da praia, isto é, mais próximas do mar. Esta característica revela que não existiu uma tendência de recuo das construções, mas sim de avanço destas, o que significa um risco ainda mais elevado no caso de novas ressacas.

A distribuição espacial dos tipos de obras ao longo de todo o litoral pode ser observada no mapa 21. Para tal mapeamento os muros e as contenções foram agrupados na mesma classe:



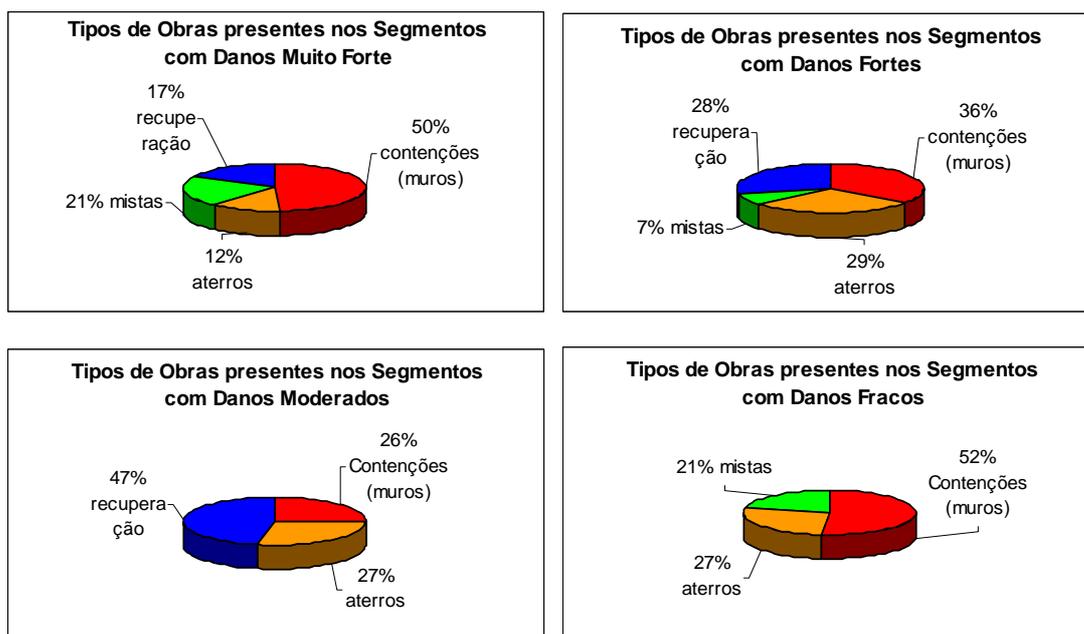
Mapa 22 – Localização dos tipos de obras no arco praiar entre Barra Maricá e Ponta Negra.

Na praia de Itaipuaçu o único segmento que apresentou obras corresponde àquele com danos muito forte. No restante desta praia e na praia do Francês a menor

densidade urbana e a predominância de danos fracos ou ausentes resultou na inexistência de obras de qualquer tipo.

Ao contrário, observa-se que entre Barra de Maricá e Ponta Negra houve uma enorme quantidade e variedade de obras. Neste trecho do litoral aproximadamente 42% de sua extensão possui obras. Predomina muros e contenções, principalmente na praia de Guaratiba. A maior variedade de obras, com a presença de diversas de obras mistas, encontra-se na praia da Barra de Maricá. Estas obras são, geralmente, as de custo mais elevado devido aos diversos tipos de materiais utilizados. Tal predominância na praia da Barra de Maricá pode estar associada ao fato desta praia possuir grande quantidade de casas permanentes ao contrário de Guaratiba e Ponta Negra que possuem, em sua maioria, casas de veraneio.

Ao associar o tipo de obra com o dano sofrido foi possível perceber diferentes reações de acordo com a intensidade deste último (gráficos 5 ao 8).



Gráficos 5 ao 8 - Tipo de obras predominantes nos diferentes segmentos classificados quanto ao grau de danos.

Nos segmentos com danos muito forte o principal tipo de obra realizado foi muros e contenções, representando 50% de todas as obras e o número de obras mistas é também significativo (21%). Por outro lado, o número de aterros e de recuperação, se comparado com os outros segmentos, foi pequeno. Isso pode mostrar uma tendência de

optar por obras duras e aparentemente mais eficazes no caso de danos muito fortes. É relativamente elevada a quantidade de obras mais leves (representadas por aterros) nos segmentos com danos forte e moderado. Nestes últimos o número de obras apenas de recuperação se torna muito elevado representando quase a metade dos casos. Tal fato demonstra que quando os danos são menos fortes os proprietários preferem apenas recuperar, não se preocupando em realizar obras de prevenção no caso de nova ressaca. Os segmentos com danos fracos apresentam uma relação diferente do padrão descrito acima, voltando a ter grande número de muros e contenções. Tal fato merece ser investigado para melhor compreensão da percepção e formas de adaptação dos proprietários.

A falta de assistência técnica e de intervenção do poder público além de ter causado toda esta variedade de tipos de obras, pode ter sido responsável também pela incredibilidade dos proprietários quanto a eficácia das obras. Esta última afirmação é baseada no questionário (anexo 2) em que a maioria dos entrevistados respondeu não acreditar que, em caso de nova ressaca, as obras possam evitar novos danos.

6.5.2 Prejuízos Diretos e Indiretos

A destruição das construções e a realização de obras representaram prejuízos econômicos diretos e indiretos respectivamente. Neste item serão apresentados o valor destes prejuízos para o arco praiial entre Barra de Maricá e Ponta Negra onde foram observados os maiores danos e a maior quantidade de obras.

A tabela a seguir apresenta os valores aproximados dos prejuízos diretos e indiretos e do prejuízo econômico total:

Prejuízo Econômico Total (R\$) - Barra de Maricá a Ponta Negra		
<i>Prejuízo Direto</i>	<i>Prejuízo Indireto</i>	<i>Prejuízo Total</i>
<i>Destruição total das casas</i>	<i>Custo total das obras realizadas</i>	
1.560.000,00	534.000,00	2.090.000,00

Tabela 12 - Prejuízo econômico total considerando os prejuízos diretos com a destruição e os prejuízos indiretos com a realização de obras.

É importante apontar que estes valores foram encontrados a partir dos relatos dos moradores e proprietários e do cálculo do valor das propriedades destruídas através da relação entre a área (metros) e o valor venal. Este último geralmente é um valor subestimado podendo distorcer os resultados.

Os valores mostram que no trecho de aproximadamente 14km houve prejuízo financeiro de mais de R\$ 2 milhões, o que equivale a um prejuízo médio de aproximadamente de 143.000,00 reais/km. Tal prejuízo é muito elevado principalmente por se tratar de custos individuais.

O prejuízo indireto com a realização de obras ultrapassou meio milhão de reais. Cada tipo de obra apresentou, devido ao material utilizado, custos variados (tabela 13):

Prejuízo Econômico Indireto - Barra de Maricá a Ponta Negra								
Tipos de Obras	Muro ou Proteção					Aterro	Deque	Valor Total
	Mista	Enrocamento	Concreto	Manilha	Tijolo			
Custo Estimado (R\$)	15.300,00	43.350,00	138.900,00	92.200,00	19.560,00	196.895,70	42.800,00	533.705,70

Tabela 13 - Custo estimado das obras realizadas discriminado pelo tipo.

Nota-se que o gasto com aterros foi o mais elevado chegando a um valor de aproximadamente R\$200.000,00. O custo para fazer um aterro varia muito de acordo com o tamanho e a quantidade de areia necessária. Na maioria dos casos, de acordo com as entrevistas e observações de campo, estes aterros custaram entre R\$3.000,00 e R\$16.000,00. Porém, caso o aterro seja muito grande este custo pode elevar-se muito. Este é o caso de um morador que afirma ter gastado cerca de R\$65.000,00 para a realização de um aterro muito maior do que os outros (com aproximadamente 5000 m³). A grande quantidade de aterros realizados também contribuiu para o gasto total relativamente maior quando comparado aos outros tipos de obras.

Com um valor bastante elevado também a realização de muros de concretos foi responsável pelo prejuízo de aproximadamente R\$140.000,00. Este tipo de obra apresentou um valor médio de quase R\$12.000,00 e, assim como no caso dos aterros, o tamanho e a quantidade de material utilizado provocou uma grande variação do custo. Ainda na categoria de muros as obras feitas com anéis de manilha apresentaram o custo médio de R\$13.300,00. Este custo médio, o mais elevado, é em função do alto preço do

material usado neste tipo de obra e da mão de obra. Muros com enrocamentos também apresentam custo elevado, porém, foram realizadas poucas obras deste tipo assim como ocorre no caso das obras com mais de um material (mista). O muro de tijolos é o tipo mais simples e apresenta um custo médio relativamente baixo de R\$3.200,00. Todos os tipos de muros juntos representam quase R\$310.000,00 o que equivale a 57% do prejuízo indireto total.

Diversos quiosques que tiveram destruição parcial refizeram o deque, geralmente com piso de madeira, o que representou um prejuízo total de R\$42.800,00.

As obras de contenção não tiveram o gasto calculado visto que se trata de materiais improvisados como pneus e madeiras representando custo quase zero.

Não foi calculado o custo de recuperação dos bens perdidos como muros, escadas de acesso ou ruas devido a grande dificuldade de obtenção destes dados. Muitas vezes foram construídos no lugar de muros antigos outros completamente diferentes não caracterizando apenas uma recuperação, mas efetivamente uma obra de proteção. Além disso, os proprietários e moradores não tinham precisão do custo de recuperação quando esta se tratava de pequenas obras. No entanto, foi possível obter algumas informações do custo de recuperação da Avenida Litorânea ou do acesso às casas. Este tipo de recuperação apresentou custos muito elevados e na maioria dos casos os moradores se uniram para dividir o gasto. No começo da praia de Guaratiba, por exemplo, três moradores reconstruíram a avenida usando areia, terra e brita e gastando no total R\$75.000,00.

Os valores apresentados aqui são uma aproximação do real prejuízo econômico sofrido pelos moradores. Em algumas casas as obras para proteção ainda não foram terminadas e, portanto, não foi possível obter informações sobre o seu custo. Além disso os resultados expressam distorções em função dos dados se basearem em relatos que podem estar muitas vezes super ou subestimados. É possível afirmar, no entanto, que os resultados revelaram prejuízos muito elevados os quais, se somados aos prejuízos diretos com as destruições de muros, do acesso às casas, entre outros, deve atingir cifras ainda maiores.

6.5.3 Desvalorização

A figura 39 apresenta um modelo esquemático da inter-relação entre vulnerabilidade e o valor imobiliário percebido nas orlas em processo de erosão costeira. Segundo o modelo o valor das propriedades se eleva gradualmente à medida que as propriedades encontram-se mais próximas da praia. O valor máximo, representado no modelo pelo número 4, é atingido quando as casas encontram-se muito próximas e possuem excelentes vistas para o mar. Porém, na posição 5 do modelo a percepção do risco devido aos danos e marcas de erosão causa uma queda no valor das propriedades. A linha tracejada indica que o valor máximo das propriedades pode encontrar-se mais próximo da costa quando existem obras costeiras.

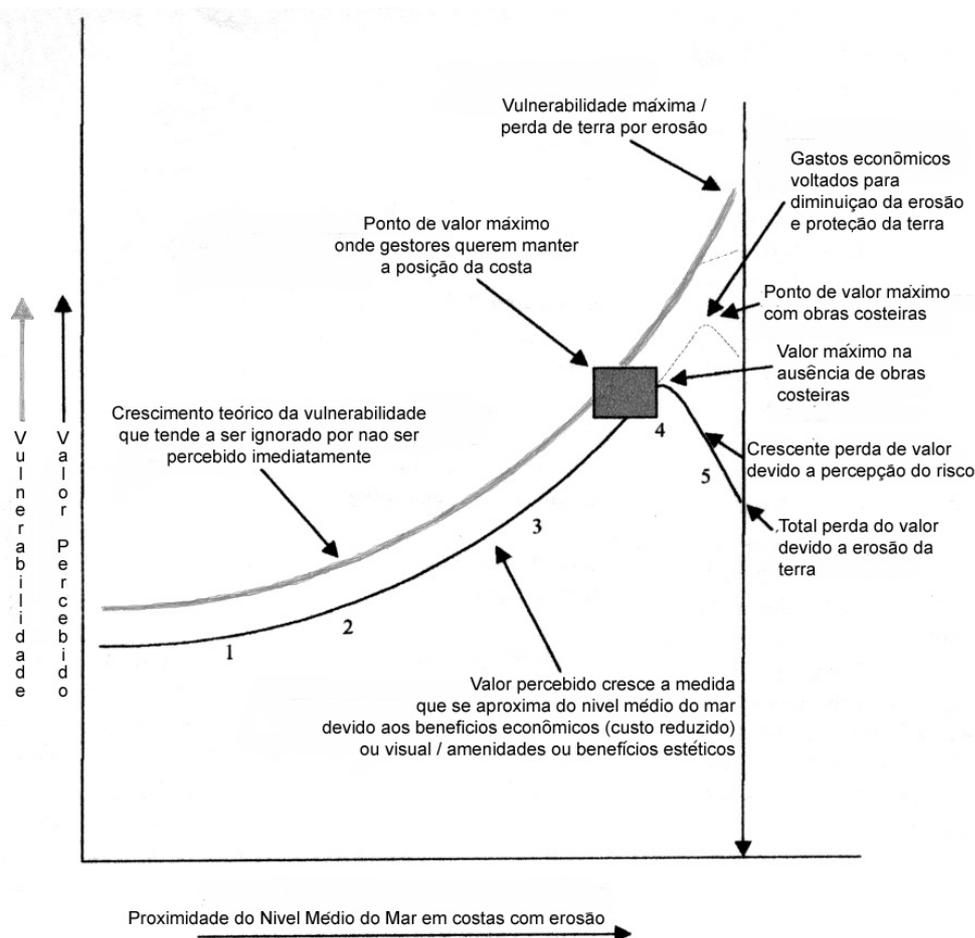


Fig. 39 - Modelo esquemático da inter-relação entre vulnerabilidade e o valor imobiliário percebido nas orlas em processo de erosão costeira

Fonte: S. McLaughlin *et al.*, 2002, p. 496

Na orla de Maricá a percepção dos danos e do risco também influenciou o valor das propriedades. Os danos sofridos pelas construções foram responsáveis, além de todo o prejuízo em função das destruições e da realização de obras, pela desvalorização das casas e terrenos. Nos casos extremos em que houve destruição total da construção (segmentos com dano muito forte) esta desvalorização pode ser considerada de 100%. Porém, de acordo com o grau de danos sofrido e com a proximidade das áreas mais danificadas esta desvalorização pode variar bastante. Um aspecto frequentemente apontado pelos moradores como forte fator de desvalorização das casas na orla foi a destruição do acesso às casas.

A grande maioria dos moradores e proprietários entrevistados entre Barra de Maricá e Ponta Negra afirmou que as casas sofreram desvalorização. Porém, apenas a metade destes entrevistados soube responder o valor desta desvalorização. Afirmaram, em sua maioria, que esta foi de 50% ou mais o valor das casas. Entrevistas nas imobiliárias também revelaram que houve desvalorização entre 30 e 70% dependendo da localização e valor da casa.

A partir destas informações e da estimativa do valor das casas a partir do valor venal foi realizado um cálculo da desvalorização (considerando 100% no caso das construções completamente destruídas e de 50% no restante da orla) para todo o arco praiar entre a praia da Barra de Maricá e Ponta Negra. O quadro a seguir mostra os valores encontrados:

Desvalorização das casas (R\$) - Barra de Maricá a Ponta Negra		
Desvalorização de 100% (casas totalmente destruídas)	Desvalorização de 50%	Desvalorização Total
1.560.000,00	1.200.000,00	2.760.000,00

Tabela 14 – Desvalorização das casas no arco praiar entre Barra de Maricá e Ponta Negra

A desvalorização média para o arco praiar considerado é de praticamente 200.000,00 reais/ km. Este valor somado aos prejuízos indiretos pela realização de obras atinge a cifra de 235.000,00 reais / km. O valor total do prejuízo, considerando as obras realizadas e a desvalorização foi de R\$ 3.300.000,00. Deste total mais de 80%

corresponde ao prejuízo causado pela desvalorização o que demonstra a importância deste processo.

Nos segmentos com danos forte ou muito forte alguns proprietários e moradores afirmaram que as casas e terrenos localizados nas ruas mais internas vinha apresentando valorização visto que algumas pessoas passaram a dar preferência a esta localidade em detrimento dos terrenos e casas da orla.

No entanto, esta desvalorização foi provavelmente um problema mais presente nos dois primeiros anos após a ressaca de 2001 quando ainda era possível ver na praia alguns quiosques, casas e ruas destruídos assim como seus destroços. Atualmente alguns moradores afirmam que as casas estão voltando a se valorizar, visto que, segundo relatos, “as pessoas esquecem rápido” e que “hoje, alguém de fora não se lembra”.

Por outro lado diferentes agentes imobiliários concordam que a desvalorização ainda ocorre e que as casas apresentam hoje um valor menor do que apresentavam antes do ano de 2001.

Especificamente na praia de Itaipuaçu todos os moradores entrevistados afirmaram que não está ocorrendo desvalorização, ao contrário, os terrenos e as casas da praia estão valorizando devido ao intenso crescimento urbano. Nesta praia as ressacas mais fortes com destruição da Avenida Litorânea e de diversos muros de casas ocorreram há cerca de dez anos atrás. Segundo a reportagem do Jornal O DIA de setembro de 1996 nove imóveis foram abandonados depois de uma ressaca severa no extremo oeste desta praia e casas no valor de R\$ 25.000,00 passaram a custar apenas R\$ 5.000,00.

Este dado sugere que depois de decorrido um determinado tempo a tendência “normal” de valorização das propriedades da orla é retomada. Desta forma, quatro anos após a ressaca do ano de 2001 diversos entrevistados afirmaram que está ocorrendo um processo, mesmo que lento, de re-valorização nas praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra e que em Itaipuaçu após 10 anos das fortes ressacas o processo de valorização é uma realidade. Portanto, pode-se afirmar que, caso não ocorra outra tempestade excepcionalmente forte toda a orla deve estar em processo de valorização dentro de cinco anos. O gráfico a seguir (figura 40) representa a um modelo esquemático deste processo de valorização / desvalorização das propriedades ao longo do tempo:

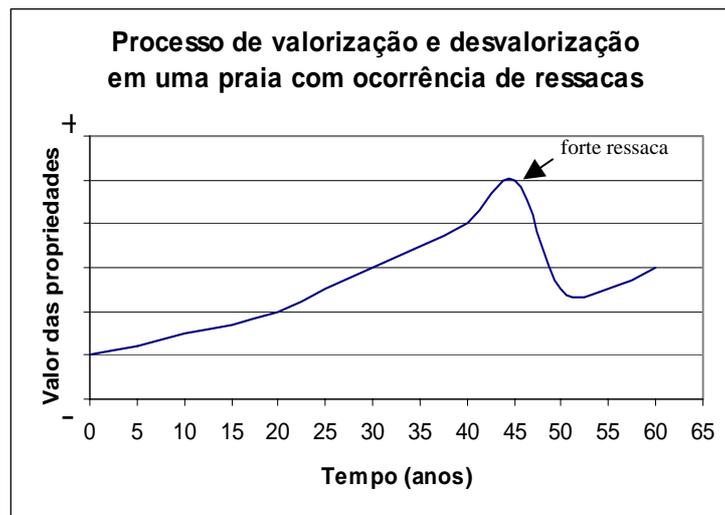


Fig. 40 - Modelo esquemático representando a valorização das propriedades da orla ao longo dos anos e a interrupção deste processo no momento em que tal litoral é atingido por forte ressaca responsável por danos nas construções. O processo de desvalorização que se segue permanece por aproximadamente 5 anos quando observa-se nova re-valorização.

6.5.4 Percepção

A partir das entrevistas realizadas nas praias do município de Maricá é possível afirmar que o problema relacionado às ressacas e aos danos sobre as construções é percebido por todos os entrevistados. Na praia do Francês, onde a proteção das ilhas Maricás minimiza a energia das ondas, este problema também foi apontado, principalmente devido aos danos causados nos quiosques desta praia durante as maiores ressacas ocorridas.

Na praia de Itaipuaçu os entrevistados relataram a ocorrência de diversas ressacas responsáveis pela destruição de ruas e muros. Os moradores mais antigos (dez anos ou mais) lembraram das ressacas ocorridas nos anos de 1995, 1996, 1999 e 2001.

Como já foi mencionado os danos mais fortes já observados, com destruição parcial ou total de ruas, casas e quiosques, ocorreram na ressaca de 2001 principalmente nas praias da Barra de Maricá, Guaratiba, Codeirinho e Ponta Negra. Nestas praias quase todos os entrevistados citaram apenas esta última ressaca. Na praia do Francês

todos os entrevistados afirmaram que as ilhas Maricás protegeram este trecho do litoral das fortes ressacas minimizando os impactos.

Em relação à todo o universo pesquisado, mais da metade dos entrevistados afirmou que o maior problema da praia de Maricá é o mar bravio e as freqüentes ressacas³. Na praia do Francês este problema foi apontado por apenas um dos entrevistados que se referia ao risco de afogamentos devido às correntezas e à declividade da face da praia muito acentuada. Porém, o mesmo entrevistado, morador de Maricá a mais de 30 anos, relatou que durante as ressacas os quiosques tiveram sua estrutura danificada e que as ondas passaram por cima do cordão litorâneo atingindo as ruas à sua retaguarda. Na praia de Itaipuaçu e da Barra de Maricá até Ponta Negra a indicação do mar e das ressacas como o maior problema estava sempre associado aos danos que as ressacas causaram e podem voltar a causar nas construções. Ao questionar sobre a principal mudança percebida na praia novamente a ressaca é o aspecto mais citado inclusive pelos os moradores mais antigos. Muitos dos entrevistados afirmam que não houve mudanças, criticando a falta de investimento municipal, a precariedade das estradas, e a infra-estrutura obsoleta. A grande maioria dos entrevistados percebeu que a largura da praia se modificou desde que residem ou conhecem as praias de Maricá. As pessoas notaram que ao longo de um ano a largura da praia aumenta no verão e diminui no inverno e durante as ressacas. Cinco entrevistados, três destes moradores da praia da Barra de Maricá e Guaratiba e os outros dois moradores da praia de Itaipuaçu, perceberam que a largura da praia está diminuindo gradativamente, sem reposição do estoque de sedimentos.

Quanto à percepção do risco os resultados das entrevistas mostraram que a maior parte das pessoas acredita que ocorrerão novas ressacas e que suas casas, a rua em frente ou os quiosques encontram-se permanentemente em risco. Apenas na praia do Francês a maioria dos entrevistados informou que não se sente em risco. Geralmente o trecho da praia mais próximo da residência ou local de trabalho do entrevistado era apontado como o mais danificado ou em situação de risco mais elevado. Assim, as pessoas entrevistadas na praia de Itaipuaçu não tinham conhecimento da gravidade dos danos

³ Pressupões que esta resposta não foi diretamente influenciada pelo entrevistador visto que durante as entrevistas o verdadeiro objetivo da presente pesquisa não era revelado com o intuito de tentar minimizar a indução a uma determinada resposta. Assim, era explicado aos entrevistados, de maneira pouco precisa, que a pesquisa visava estudar a orla de Maricá, sua urbanização, problemas, etc.

ocorridos nas praias entre Barra de Maricá e Ponta Negra. Da mesma maneira os entrevistados nestas últimas praias afirmaram que não houve danos em Itaipuaçu. Na praia do Francês todos os entrevistados relataram os danos causados aos quiosques que avançam muito sobre a faixa de areia da praia e acreditam que o canto oeste da praia de Itaipuaçu tenha sido o mais afetado.

Foram apontadas diversas causas para o problema das ressacas e dos danos desde as mais complexas – o aquecimento global e o conseqüente derretimento das geleiras causando a subida do nível do mar; a elevada exposição do litoral de Maricá às fortes ondulações do quadrante sul – até as mais difusas: a natureza; a degradação ambiental. Deve-se ressaltar que a proximidade das construções à praia também foi apontada como causa dos fortes danos por diversas pessoas. Estas mesmas pessoas apontaram que uma das soluções possíveis seria a proibição da ocupação urbana em toda a orla. Outros entrevistados apontam que obras realizadas pela prefeitura como a criação de um quebra-mar ou de um enrocamento ao longo da praia poderiam minimizar o impacto das ondas. No entanto, todos os entrevistados entre as praias da Barra de Maricá e Ponta Negra não acreditam na eficácia das obras que vêm sendo realizadas pelos moradores. Em Itaipuaçu três dos entrevistados acreditam que as obras irão proteger suas casas nas próximas ressacas.

As entrevistas mostraram, portanto, que as variações constantes do ambiente praias, a elevada ocorrência de fortes ressacas e o risco em que as construções se encontram são aspectos percebidos pelas pessoas que residem, trabalham ou possuem casas na praia de Maricá. É possível afirmar, no entanto que esta percepção é espacialmente restrita visto que quase nenhum dos entrevistados tinha conhecimento da gravidade dos danos nas diferentes praias do município, o que pode ser justificado pela grande extensão do arco praias dificultando este conhecimento. Comparando-se as entrevistas nas diferentes praias percebe-se que apenas na praia do Francês os entrevistados não se sentem em risco visto que nunca observaram danos fortes nas ruas ou nas casas além de perceberem a proteção que as ilhas Maricás realizam. Tal resultado condiz com aquele encontrado para o grau de risco considerado baixo neste segmento do arco praias.

6.6 Classificação de áreas especiais para planejamento

Com base na definição proposta por Esteves (2003) foram classificadas no litoral de Maricá diferentes áreas que demandam ações e planejamento: áreas críticas; áreas de risco potencial; e áreas latentes.

A identificação e classificação destas áreas foi baseada no grau de risco, no grau de danos e na distinção das áreas quanto à pressão de ocupação:

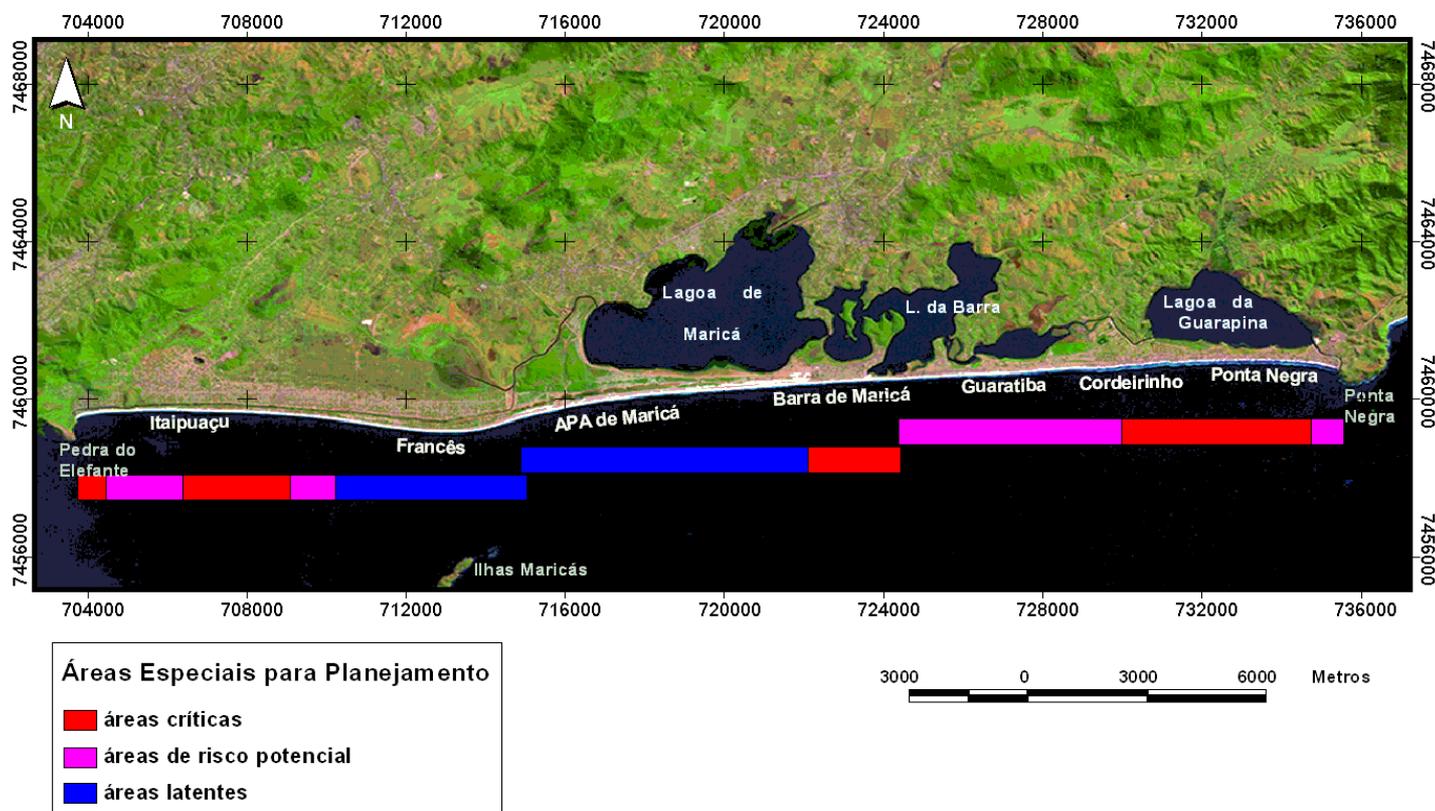
Áreas críticas – são as áreas que apresentam risco elevado ou muito elevado e correspondem a segmentos que sofreram danos forte e muito forte. Representaram uma situação de problema eminente com perdas e prejuízos econômicos concretos e atuais. Nestas áreas as entrevistas demonstraram ainda que os proprietários e moradores percebem o risco em que vivem. São áreas que necessitam, portanto, de ações corretivas.

Áreas de risco potencial – são aquelas que apresentam instabilidade local elevada ou muito elevada, mas apresentaram danos predominantemente moderado e fraco. São caracterizadas por construções mais afastadas da praia ou inexistentes. Devem ter ações prioritárias pois possuem tendência de urbanização ou de aumento da densidade de construções o que pode levar à ocupação do topo da escarpa da praia e de sua berma. Desta maneira, possuem prioridade para gerenciamento costeiro com ênfase no planejamento e controle da ocupação evitando uma situação de risco elevado ou muito elevado no futuro.

Áreas latentes – referem-se às áreas sem urgência de intervenção por apresentarem instabilidade local fraca, densidade de construção baixa com predominância de casas e quiosques afastados da praia (a 20 metros ou a mais de 20 metros). Não possuem forte pressão de uso ou indícios de tendência de ocupação em um futuro próximo.

A classificação da orla de Maricá quanto às áreas de manejo resultou no mapeamento a seguir:

Classificação do Litoral do Município de Maricá
quanto às Áreas Especiais para Planejamento



Mapa 23 – Áreas especiais para planejamento no litoral de Maricá

Assume-se que as áreas atualmente desocupadas que se encontram muito próximas às áreas com densidade de construção média ou alta possuem tendência de urbanização em um futuro próximo. Esta hipótese é sustentada pela elevada taxa de crescimento urbano do município na década de 1990, o que pode levar a busca por áreas ainda desocupadas na orla. Além disso, as entrevistas contribuíram para identificação de áreas com maior ou menor crescimento urbano e valorização imobiliária. Estas áreas, quando localizadas em segmentos com instabilidade local elevada ou muito elevada, são consideradas, portanto, como áreas de risco potencial.

O trecho correspondente à APA de Maricá foi classificado na categoria de áreas latentes visto que, além de apresentar instabilidade baixa a moderada não possui construções e nem tendência de ocupação por se tratar de uma área *non-aedificandi*.

É importante apontar que quase toda a orla do município analisada quanto às mudanças da linha de costa mostraram recuo no período de 27 anos, inclusive a praia do Francês considerada com menor risco e menor vulnerabilidade. Além disso, foi observada através dos modelos de refração forte convergência da energia das ondas as quais, em caso de ressacas muito fortes, podem ter alturas elevadas mesmo no trecho menos exposto. Acrescenta-se o pequeno aporte de sedimentos e a fragilidade intrínseca dos cordões litorâneos. Assim, as áreas consideradas latentes inserem-se em um contexto de elevada vulnerabilidade potencial e não devem ser tratadas como áreas completamente livres de qualquer risco, principalmente considerando-se uma escala de médio a longo prazo.

Outra ressalva deve ser feita em relação aos quiosques que, quando posicionados na berma da praia, encontram-se em risco muito elevado, inclusive na praia do Francês onde já foram observados danos.

6.6.1 Definição da Faixa de Proteção

Segundo Muehe (2003), para o estabelecimento de limites diferenciados para ocupação da orla três critérios fundamentais devem ser considerados: o critério hidrodinâmico, morfodinâmico e morfológico. De acordo com estes critérios os cordões litorâneos são considerados uma tipologia especial pois:

“Cordões litorâneos e pontais estreitos que podem ser transpostos por ondas, constituindo feições destacadas, separadas da retroterra por uma laguna, canal ou segmento de estuário, que tendem a migrar (transladas) em direção à retroterra em adaptação a uma elevação do nível do mar, apresentam um flanco oceânico, com praia exposta e um flanco reverso com praia abrigada ou semi-abrigada. A simples soma das larguras das faixas de proteção dos dois flancos da feição destacada já resultaria numa faixa de não edificação entre 100 e 200m.”
(Muehe, 2003, p. 30)

Quanto a definição de uma faixa de proteção para feições destacadas o autor coloca que:

“A fixação de uma largura de pelo menos 200m para estas feições, medida a partir do limite interno ou proximal da berma de tempestade, como critério de instabilidade potencial, e conseqüente não edificação, poderia ser o mínimo estabelecido.” (Muehe, 2003, p. 30)

O litoral do município de Maricá, constituído de cordões litorâneos estreitos, com marcas de transposição pelas ondas e tendência de migração para retroterra, enquadra-se nesta tipologia especial. No entanto, como foi visto, o crescimento urbano acelerado e desordenado com a ocupação intensa deste cordão litorâneo resultou em construções posicionadas muito próximas ao perfil ativo da praia. Assumindo esta realidade a proposta da faixa de proteção de no mínimo 200 metros deveria ser adotada em todas as áreas pouco ocupadas ou sem construções na orla consideradas como áreas de risco potencial.

Nas áreas críticas, onde a urbanização já está mais consolidada, outras ações poderiam ser propostas como a orientação aos moradores e proprietários para não avançarem seus terrenos com a realização de obras de proteção ou de expansão das casas em direção à praia. A construção de quiosques ou deques na berma da praia deveria ser proibida.

Tendo em vista as mudanças atuais na distribuição de responsabilidades sobre a zona costeira segundo as esferas de poder os municípios passam a ter o direito de promover diversas ações, como, por exemplo, a reurbanização (Ministério do Meio Ambiente, 2004). Neste sentido, outras medidas com o objetivo de impedir a edificação da orla nos trechos ainda desocupados poderiam ser tomadas pelo município de Maricá. Para tanto, acredita-se ser primordial a atualização do Plano Diretor com a adequação do limite da faixa de proteção da orla.

Tais medidas levariam aos poucos a um rearranjo espacial e de uso da ocupação da orla revertendo a situação de elevado risco atualmente vivenciada pela maioria das construções.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSÕES

A erosão costeira, os riscos e os danos associados devem ser entendidos como uma questão intrinsecamente humana, mais especificamente relacionada às formas de ocupação e de valorização das zonas costeiras a partir de meados do século XX. A desordenada e acelerada urbanização das orlas em todo o mundo, principalmente a partir da década de 1970, está associada à valorização cada vez maior da proximidade das praias e do mar. As conhecidas conseqüências negativas decorrentes desta valorização, que gerou a ocupação das zonas costeiras por diversas atividades, demonstram, de forma clara, o erro desta concepção. Além das questões ambientais como a poluição dos mares, lagoas, estuários e mangues, a destruição dos recursos naturais, a devastação da vegetação, entre outros, deve-se ressaltar os conflitos de uso entre as atividades que ocupam as zonas costeiras e o próprio conflito estabelecido entre o poder destrutivo do mar e o homem. Todas estas problemáticas trazem para o meio acadêmico, assim como para os debates políticos, a necessidade de se pensar o planejamento urbano para as áreas costeiras de maneira integrada ao gerenciamento costeiro.

Nos últimos 30 anos a orla do município de Maricá experimentou um intenso processo de urbanização chegando a apresentar na década de 1990 a quinta maior taxa de crescimento urbano do estado do Rio de Janeiro (IBGE, 1999). Com a pequena largura do cordão litorâneo, variando de menos de 50 até pouco mais de 200 metros, tal expansão urbana resultou na ocupação de grande parte do espaço do cordão, embora, como fora visto ao longo do capítulo VI, existam trechos da orla ainda desocupados. O Plano Diretor do Município determinou no ano de 1977 uma faixa marítima de proteção para a orla de Maricá completamente inadequada (a faixa sugerida não ultrapassa a própria faixa de areia) diante as características do litoral em questão (Plano Diretor de Maricá, 1977). No ano de 1984 a zona *non-aedificandi* criada pelo Plano de Desenvolvimento Urbano de Maricá mantém a mesma largura da faixa adotada no ano de 1977 (PDU do Município de Maricá, 1984). Desta forma, a situação vivenciada pelo

município após as mais fortes tempestades ocorridas nos anos de 1995, 1996 e 2001 revela um problema relacionado não exclusivamente à sua elevada vulnerabilidade física, mas essencialmente associado à falta do estabelecimento de uma faixa de proteção adequada. A discussão ao longo da dissertação a respeito das legislações atuais e das propostas de zoneamento e planejamento urbano das orlas no Brasil deixou claro ainda que esta ausência de instrumentos legais adequados para determinação de uma faixa de proteção das orlas não é um problema exclusivo do município de Maricá.

De modo geral, a análise integrada dos diferentes indicadores considerados permitiu apontar as diferentes dimensões inseridas na questão da erosão costeira, do desenvolvimento urbano das orlas e do gerenciamento costeiro integrado. O resultado encontrado indicou que os conceitos e a metodologia utilizados podem ser adequados para a classificação da orla quanto à vulnerabilidade física e ao grau de risco, assim como na identificação de áreas especiais para planejamento. Através da relação entre os indicadores estudados foi constatado que o grau de risco é influenciado principalmente pela posição das construções no perfil transversal e pela diferença ao longo do arco praias da instabilidade local, visto que estes influenciam diretamente a maior ou menor exposição das construções à ação erosiva das tempestades, isto é, à processos de erosão em escala temporal instantânea ou de eventos. Por outro lado, a análise dos indicadores em escala municipal aponta para elevada vulnerabilidade potencial do cordão litorâneo que deve ser associado, por sua vez envolve processos, como, por exemplo, a evolução da linha de costa, relacionados à macro-escala ou escala temporal geológica. Neste sentido, a discussão ao longo da dissertação demonstrou a importância de se considerar as tendências de curto, médio e longo prazo, de forma que, tanto a avaliação da vulnerabilidade potencial como da instabilidade local devem ser incluídas na determinação das áreas especiais para o planejamento.

Os resultados obtidos na dissertação apontam, ainda, para conseqüências sócio-econômicas negativas decorrentes da falta de planejamento e ordenamento da ocupação urbana na zona costeira ressaltando principalmente os elevados prejuízos financeiros e a desvalorização imobiliária das orlas em função da percepção do risco.

Portanto, acredita-se que a discussão e os resultados apresentados na presente dissertação, tendo como base o desenvolvimento de uma metodologia integrada entre os processos físicos, urbanos e sócio-econômicos envolvidos nas zonas costeiras, contribui

positivamente para a elaboração de medidas visando solucionar a problemática levantada. Desta forma, é possível afirmar que o estudo da geomorfologia costeira e da dinâmica espaço-temporal dos processos relacionados à erosão costeira integrado à compreensão da evolução e espacialidade da ocupação urbana de uma determinada orla se mostraram conhecimentos importantes que compõem a Geografia Costeira e fornecem bases para aplicação desta ciência nos planejamentos e programas de Gerenciamento Costeiro Integrado.

Finalmente é importante listar algumas sugestões para a continuidade da pesquisa assim como para o desenvolvimento de sub-temas:

- 1) Aprofundar o estudo sobre a evolução da linha de costa e do balanço sedimentar da zona costeira em questão buscando compreender a tendência de erosão costeira apontada.
- 2) Desenvolver a metodologia apresentada na dissertação a partir da definição de indicadores quantitativos que permitam gerar uma padronização para classificação das orlas quanto à vulnerabilidade física, ao tipo de ocupação urbana e ao grau de risco.
- 3) Buscar compreender de forma mais completa as adaptações da população e do poder público local, assim como os conflitos sociais envolvidos, a partir de entrevistas com a população e do levantamento mais completo da legislação municipal e das possíveis medidas que já tenham sido tomadas.

BIBLIOGRAFIA

1. ADGER, W. N. **Scales of Governance and Environmental Justice for Adaptation and Mitigation of Climate Change.** Journal of International Development, v. 13 (7), 2001, p. 921-931.
2. AGUIRRE, M.; ÁVILA, D.; COLLAZO, D.; PÍRIZ, C.; VARELA, C. **Una Experiência de Gestion Integrada Costera. Lãs áreas piloto Del Programa ECOPLATA 1999-2001.** Ed. Programa Ecoplata - Montevideo, Uruguai, 2001, 125 p.
3. AZEVEDO, I.; VELOSO, J. GUERRA, J. V.; CAMARGO, J. M. R. **Monitoramento de Mudanças Morfológicas em Praias Arenosas: O caso de Itaipuaçu, Maricá – RJ.** In: IX CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO QUATERNÁRIO (ABEQUA). Recife, 2003, CD.
4. BENAVENTE, J.; DEL REY, L.; ANFUSO, G.; GARCIA, F.J.; REYES, J. L. **Utility of Morphodynamic Characterization in the Prediction of beach Damage by Storms.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 36, ICS 2002 Proceedings, North Ireland, 2002, p. 56-64.
5. BENEDET, L. FINKL, C. W.; KLEIN, A. H. F. **Morphodynamic classification of beaches on the Atlantic coast of Florida: geographical variability of beach types, beach safety and coastal hazards.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 39, Brasil, 2004 (No prelo).
6. BIRD, E. **Submerging Coasts – The effects of a Rising Sea Level on Coastal Environments.** John Wiley & Sons. Earthwatch, 1993, p. 184.
7. BIM – BASE DE INFORMAÇÕES MUNICIPAIS, 1990. Disponível em: www.ibge.com.br. Acesso em: março de 2003.
8. BRASIL. Lei Federal nº 7611, de 21 de novembro de 1990. Aprova o **PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO – PNGC** (mimeo).
9. BUSH, D. M.; NEAL, W.; YOUNG, R; PILKEY, O. **Utilization of Geoindicators for Rapid Assessment of Coastal-Hazard Risk and Mitigation.** Ocean and Coastal Management, v. 42. Ed. Elsevier, 1999, p. 647-670.

10. CALLIARI, L.; BOUKAREVA, I.; PIMENTA, F.; SPERANSKI, N. **Classificação da Costa Gaúcha com Base nos Padrões de Refração de Ondas de Tempestade e Evidências Geomorfológicas de Erosão Costeira.** *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PRAIAS ARENOSAS.* 2000, p. 195-198.
11. CALLIARI, L.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO Jr, E. **Morfodinâmica praias: uma breve revisão.** *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 51 (único), 2003, p. 63-78.
12. CARTER, R. **Coastal Environments – An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines.** Ed. Academic Press, 1988 (reimpressão 1993), 617 p.
13. CARVALHO, M. P. **Fatores Meteorológicos, Oceanográficos, Morfodinâmicos, Geológicos e Urbanos relacionados a incidência de afogamentos nas praias da Costa Atlântica de Salvador.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, UFBA, Salvador. 2002, 146 p.
14. **COASTAL CLASSIFICATION MAPPING PROJECT.** Department of Coastal and Marine Geology from USGS, St Peterburg, Florida, 2004. Disponível em: www.coastal.er.usgs.gov. Acesso em 20 / 01 / 04.
15. CORBIN, A. **O território do Vazio. A praia e o imaginário ocidental.** Tradução Paulo Neves. Ed. Companhia das Letras, São Paulo, 1989, 385 p.
16. COWELL, P. J.; THOM, B.G **Morphodynamics of coastal evolution.** *In: Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline morphodynamics.* Edited by R. W. G. Carter; C. D. Woodroffe. Cambridge University Press, 1994, p. 33-87.
17. **CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos).** Disponível em: www.cptec.inpe.br. Acesso em 06 / 05 / 01.
18. DAL CIN, R.; SIMEONI, U. **A Model for Determining the Classification, Vulnerability and Risk in the Southern Coastal Zone of the Marche (Italy).** *Journal of Coastal Research*, v. 10 (1). Florida, 1994. p. 18-29.
19. DIAS, A. **A Gestão Integrada das Zonas Costeiras: Mito ou Realidade?** *In: II CONGRESSO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA.* Recife, 2003. CD.

20. DIAS, J. B. **Gestão Costeira no Estado do Rio de Janeiro.** Trabalho apresentado ao INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT COURSE (U. S. – Brazil Consortium In Marine Policy / Programa Capes-Fipse), UERJ, Rio de Janeiro, 2004. Não publicado.
21. DINIZ, R. F. **A Erosão Costeira ao Longo do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte: Causas, Conseqüências e Influência nos Processos de Uso e Ocupação da Região Costeira.** Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia / Programa de Pós-Graduação em Geologia da. Bahia, 2002, 180 p.
22. DOLAN, A. H.; WALKER, I. J. **Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 39, Brasil, 2004 (No prelo)
23. DYOULGEROV, M and FELLOW, K. **Integrated Coastal Mangement: an International Priority.** Disponível em: www.globaloceans.org/story/icm, Acesso em: julho /2004.
24. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) **Brasil Visto do Espaço.** Org. Evaristo E. de Miranda. 2002. CD.
25. ESTEVES, L. S. **Identificação de Áreas Prioritárias para Gerenciamento Costeiro no Rio Grande do Sul.** In: II CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA. Recife, 2003. CD.
26. ESTEVES, L. S.; SILVA, A.R.P.; AREJANO, T.B.; PIVEL, M.A.; VRANJAC, M.P. **Coastal Development of Human Impacts Along the Rio Grande do Sul Beaches, Brazil.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 35, Santa Catarina, Brasil, 2003. p. 548-556.
27. FIGUEREIDO, C. **A aplicação de um modelo de refração de ondas em águas rasas para o controle de erosão costeira.** In: XXVI JONRNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRJ. Anais da XXVI Jornada de Iniciação Científica da UFRJ – CCMN. Rio de Janeiro, 2004. (No prelo).
28. FUCELLA, J.; DOLAN, R. **Magnitude of Subaerial Beach Disturbance During Notheast Storms.** Journal of Coastal Research, v. 12 (2). Florida, 1996. p. 420-429.

29. FUNDAÇÃO IBGE. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico. XI recenseamento Geral do Brasil**, 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: setembro / 02.
30. GIDDENS, A. **As Conseqüências da Modernidade**. Tradução de Raul Fiker. São Paulo, ed. da Universidade Estadual de São Paulo, 1991, 177 p.
31. HARVEY, N; CLOUSTON, B.; CARVALHO, P. **Improve Coastal Vulnerability Assessment Methodologies for Integrated Coastal Zone Management: an Approach from South Australia**. Australian Geographical Studies, v. 37 (1), 1999, p. 50-69.
32. INNOCENTINI, V. **Agitação Marítima Contínua**. Revista Pesca, 2001. Disponível em: www.revistapesca.com.br. Acesso em novembro / 04.
33. INNOCENTINI, V.; OLIVEIRA, F.A.; CUNHA PRADO, S. C. **Modelo de ondas aplicado ao caso 5-8 de maio de 2001**. Inpe – São José dos Campos. Disponível em: www.cptec.inpe.com.br, 2001. Acesso em: jan / 03.
34. **IPCC-CZMS - Report of The Coastal Zone Management Subgroup: Strategies for Adaption to Sea Level Rise**. Intergovernmental Panel On Climate Change – Response Strategies Working Group. November, 1990, 122 p.
35. **ITAIPUAÇU: paraíso esquecido**. Jornal O Dia. Grande Niterói, 22 de setembro, 1996.
36. KLEIN, R.J.; SMIT, M. J.; HASSE, G.; HULSBERGEN, C. **Resiliense and Vulnerability: Coastal Dynamics or Duth Dikes?** The Geographical Journal, v. 164 (3). 1998. p. 259-268.
37. KLEIN, R. J. T. **Coastal Vulnerability, Resilience and Adaptation to climate: an interdisciplinary perspective**. Cumulative Dissertation, 2002, p.40. Disponível em: <http://www.pik-potsdam.de/~richardk/part1.pdf>. Acesso: maio / 04.
38. KOMAR, P. **Beach Processes Erosion: An introduction**. In: CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion. P.D. Komar (ed), CRC Press, London, 1984, p. 1-20.
39. KOMAR, P. **Beach Process and Sedimentation**. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976, 428 p.

40. **LEY DE COSTAS: Real decreto 1471/1989.** 1 de Diciembre de 1989.
Disponível em: www.mediterranea.org.cae. Acesso: outubro / 04.
41. LINS DE BARROS, M. **Pesquisando Fotografias e Lembranças: Os Guardiões da Memória.** In: *Cabelos de Neon* Org. Sara Nigri Goldman e Serafim Fortes Paz. Ed. Talento Brasileiro, 2001 p.136-153.
42. LINS-DE-BARROS, F.; MUEHE, D.; ROSO R. H. **Erosão e Danos na Orla Costeira do Município de Maricá, Rio de Janeiro.** In: II CONGRESSO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, Recife, 2003. CD.
43. MACEDO, S.S. **Paisagem, Turismo e Litoral.** In: *Turismo e Paisagem.* Org. Eduardo Yázigi. Ed. Contexto. São Paulo, 2002. p. 181-215.
44. MALVÁREZ GARCÍA, G; POLLARD, J.; HUGHES, R. **Coastal Zone Management on the Costa del Sol: a Small Business Perspective** Journal of Coastal Research, Special Issue, v.36, 2002. p. 470-482.
45. MARQUES, F. **Erosão e recuo do mar redesenham o litoral brasileiro.** Revista Pesquisa FAPESP nº 92, outubro de 2003, p.46-51.
46. MARTINS, M. A. **Lutando contra a maré.** Jornal O DIA, Grande Niterói. 3 de setembro, 1995.
47. McLAUGHLIN, S., McKENNA, J., COOPER, J.A.G. **Socio-Economic Data in coastal Vulnerability Índices: Constraints and Opportunities.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 36, 2002 p. 487-497.
48. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **PROJETO ORLA: Fundamentos para Gestão Integrada.** Brasília, 2002, 76 p.
49. MITCHELL, J.K. **Community Response to Coastal Erosion: Individual and Collective adjustments to Hazard on the Atlantic Shore.** The Department of Geography. The University of Chicago, Chicago, 1974, 209 p.
50. MORTON, R. **Factors Controlling Storm Impacts on Coastal Barriers and Beach – A Preliminary Basis for Near Real-Time Forecasting.** Journal of Coastal Research, v. 18 (3). Florida, 2002. p. 486-501.
51. MUEHE, D. **Erosion in the Brazilian Coastal Zone: An Overview.** Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 39, 2004. (No prelo).

52. MUEHE, D. **Definição de limites e tipologias da orla sob aspectos morfodinâmicos e evolutivo.** In: *Subsídios para um Projeto de Gestão*. Projeto Orla – Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, Ed. Distrital Gráfica, 2003, p. 13-32.
53. MUEHE, D. **Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 2 (1), 2001, p. 35-44.
54. MUEHE, D. **Estado morfodinâmico praiial no instante da observação: uma alternativa de identificação.** Revista Brasileira de Oceanografia, v. 46 (2), 1998a, p. 157-169.
55. MUEHE, D. **O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação.** In: Geomorfologia do Brasil. Org: Antônio José Texeira Guerra e Sandra Baptista. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998b, p.274-349.
56. MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Org: Antônio José Texeira Guerra e Sandra Baptista. Ed. Bertrand Brasil. São Paulo, 1994, p. 253-308.
57. MUEHE, D. **Evidências de Recuo dos Cordões Litorâneos em Direção ao Continente no Litoral do Rio de Janeiro.** In: SIMPÓSIO SOBRE RESTINGAS BRASILEIRAS. Rio de Janeiro, 1984. Anais do Simpósio sobre Restingas Brasileiras, p. 75-80.
58. MUEHE, D. **Análise Ambiental do Sistema Costeiro Sul-Oriental do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado). UFRJ / Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1975, 141p.
59. MUEHE, D. e VALENTINI, E. **Danos Ambientais Provocados por Mineração Clandestina de Areia e Atividades *Off-Road*: Um caso extremo no Litoral do Rio de Janeiro.** In: II CONGRESSO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA. Recife, 2003. CD.
60. MUEHE, D.; FERNANDEZ, G. B.; SAVI, D. C. **Resposta Morfodinâmica de um Sistema praia-antepraia a oeste de Cabo Frio exposto às Tempestades de 2001.** In: VIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO

- BRASILEIRA DO QUATERNÁRIO (ABEQUA). Boletim de Resumos. Mariluz, Imbé, RS, 2001, p. 63-64.
61. MUEHE, D.; VALENTINI, E. **O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental**. Ed. FEMAR. 1998, 99 p.
62. MUEHE, D.; IGNARRA, S. **Arenito de praia submerso em frente à praia de Itaipuaçu – RJ**. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, 1994, P. 341-348.
63. MUEHE, D.; CORRÊA, C. H. **The Coastline Between Rio de Janeiro and Cabo Frio**. In: *Coastline of Brazil*. Org. Claudio Neves. American Society of Civil Engineers (ASCE). New York, 1989, p. 110-123.
64. MUEHE, D. e SUCHAROV, E. **Considerações sobre o transporte de sedimentos na plataforma continental nas proximidades das ilhas Maricás**. Revista Brasileira de Geociências, v. 11 (4). 1982, p. 238-246.
65. MUEHE, D.; MARANHÃO, V. A.; NORMANDIE, R.; JUNIOR, R.; FONTELES DE SOUZA, J. R.; FEITOSA DA COTA, M. G. **Características Texturais dos Sedimentos de Algumas Praias do Litoral Sul-Oriental do Estado do Rio de Janeiro**. ACADEMINA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 49 (3), 1977, p. 435-441.
66. NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO DA LÍNGUA PORTUGUESA
67. O'HAGAN, A. M. e COOPER, J. A. **Spatial Variability in Approaches to Coastal Protection in Ireland**. Journal of Coastal Research, Special Issue, v. 36, ICS 2002 Proceedings, North Ireland, 2002, p.544-551.
68. PILKEY, O. H. **From Curriytuck to Calabash – Living With North Caroline's Barrier Islands**. Duke University Press, 1980, 244 p.
69. **PLANO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE MARICÁ** – Estado do Rio de Janeiro. Prefeitura Municipal de Maricá, Secretaria de Obra e Meio Ambiente, 1984-1988, 90 p.
70. **PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE MARICÁ** – Estado do Rio de Janeiro. Prefeitura Municipal de Maricá, 1977 (mimeo).
71. POLLETE, M. e PAGETTI SILVA, L. **Gesamp Icam e PNGC – Análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado**.

- Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, nº4 Tema e Tendências: Gestão das Águas, 2003 p. 27-30.
72. PREFEITURA DA CIDADE DE MARICÁ. Disponível em: www.marica.com.br. Acesso em: fevereiro / 2004.
73. PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO **Fotografias do Rio de Ontem – 1902 a 1936. A. Malta.** Coleção Memória do Rio 7. 1970.
74. RICKTTS, P. J. **National policy and management responses to the hazard of coastal erosion in Britain and the United States.** Applied Geography, v. 6, 1986, p. 197-221.
75. SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira.** Editora Hucitec – 4ª edição, São Paulo, 1998, 157 p.
76. SANTOS, C. L. **Dinâmica Sazonal e os Efeitos das Ressacas nas Praias de Niterói (Rio de Janeiro).** 2001, p.114. Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense. Dissertação de Mestrado.
77. SHORT, A. **Beach Systems In: Beach and Shoreface Morphodynamics Course.** Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina. Setembro, 2000, p. 1-10.
78. SOUZA, C. R.; SUGUIO, K. **The Coastal Erosion Risk Zoning and The São Paulo State Plan for Coastal Management.** Journal of Coastal Research Special Issue, v. 35, Santa Catarina, Brazil, 2003. p. 530-547.
79. SPERANSKI, N.; CALLIARI, L. **Batymetric Lenses and Localized Coastal Erosion.** Journal of Coastal Research, ICS 2000 Proceedings. Nova Zelândia, 2000. p. 209-215.
80. SUMAN, D. **Integrated Coastal Management.** Trabalho apresentado ao INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT COURSE (U. S. – Brazil Consortium In Marine Policy / Programa Capes-Fipse), UERJ, Rio de Janeiro, 2004. Não publicado.
81. TANNER, W. **Advances In Near-Shore Physical Sedimentology: A Selective Review.** Shore and Beach Magazine, 1973. (*Mimeo*)
82. TEXEIRA, M.; SOARES, W. **Integração de Maricá à Área Metropolitana do Rio de Janeiro.** Boletim Geográfico de Geografia. Ano XXIV. Rio de Janeiro, 1975, p. 79-97.

83. THIELER, E. R. e HAMMA-KLOSE, E. S. **National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast.** U.S. Geological Survey Open-File Report, 1999. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/of/of99-593/index.html>. Acesso em: julho / 04.
84. VELLINGA, P. KLEIN, R. **Climate Change, Sea Level Rise and Integrated Coastal Zone Management: An IPCC Approach.** Ocean and Coastal Management, 21. Elsevier, 1993. p. 245-268.
85. VIDAL, M. A. **Batimetria da Plataforma Continental Interna para Aplicação na Simulação de Propagação de Ondas em Águas Rasas.** In: XXVI JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRJ. Anais da XXVI Jornada de Iniciação Científica da UFRJ – CCMN. Rio de Janeiro, 2004. (No prelo).
86. WALSH, K. **Climate Change and Coastal Response.** Report of Coast to Coast 2002 National Conference. Published by Coastal CRC, Gold Coast, Australia, 2002. Disponível em: [www.coastal.crc.org.al/coast2coast2002/papers/climate.pdf](http://www.coastal.crc.org.au/coast2coast2002/papers/climate.pdf). Acesso em: julho / 04.
87. WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. **Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A Synthesis.** Marine Geology, vol. 56. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, 1984. p. 93-118.

Sites Consultados:

www.professorivanluiz.hpg.ig.com.br
www.marica.com.br/museu
www.cptec.inpe.br
www.mma.gov.br
www.coastal.crc.org.al/coast2coast2002/papers/climate.pdf
<http://pubs.usgs.gov/of/of99-593/index.html>
www.coastal.er.usgs.gov
www.globaloceans.org/story/icm
www.revistapesca.com.br
www.mediterranea.org.cae

ANEXO 1

MODELO DE PLANILHA DE TRABALHO DE CAMPO

Local: Barra de Maricá

Data: 20 / 07/ 02

Condições climáticas e oceanográficas: Tempo bom (ensolarado) / ondas com 1,5 a 2,0 metros de altura

Datum usado no GPS: Córrego Alegre 23K

Segmento	Coordenas (GPS)		Construção Afetada / Destruição	Valor da Obra (R\$)	Grau dos danos	FOTOS																																																																																	
1 Início	X	722762	Estrutura de concreto de um antigo quiosque que foi destruído.		muito forte	3																																																																																	
	Y	7459073					1 Final	X	722775						Y	7459070	2 Início	X	722775	Muro das casas não foi destruído. Escada de acesso destruída.		moderada	4		Y	7459070	2 Final	X	722849	Término das casas com muro.			para Leste		Y	7459091	3 Início	X	722849	Casas a mais de 20 metros da escarpa.		sem erosão			Y	7459091	3 Final	X	722971						Y	7459099	4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y
1 Final	X	722775																																																																																					
	Y	7459070					2 Início	X	722775	Muro das casas não foi destruído. Escada de acesso destruída.		moderada	4		Y	7459070	2 Final	X	722849	Término das casas com muro.			para Leste		Y	7459091	3 Início	X	722849	Casas a mais de 20 metros da escarpa.		sem erosão			Y	7459091	3 Final	X	722971						Y	7459099	4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro						
2 Início	X	722775	Muro das casas não foi destruído. Escada de acesso destruída.		moderada	4																																																																																	
	Y	7459070					2 Final	X	722849	Término das casas com muro.			para Leste		Y	7459091	3 Início	X	722849	Casas a mais de 20 metros da escarpa.		sem erosão			Y	7459091	3 Final	X	722971						Y	7459099	4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																
2 Final	X	722849	Término das casas com muro.			para Leste																																																																																	
	Y	7459091					3 Início	X	722849	Casas a mais de 20 metros da escarpa.		sem erosão			Y	7459091	3 Final	X	722971						Y	7459099	4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																										
3 Início	X	722849	Casas a mais de 20 metros da escarpa.		sem erosão																																																																																		
	Y	7459091					3 Final	X	722971						Y	7459099	4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																																				
3 Final	X	722971																																																																																					
	Y	7459099					4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6		Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).	5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																																														
4 Pontual	X	722974	Final de uma rua com quiosque destruído.		muito forte	5 e 6																																																																																	
	Y	7459098	Quiosque avançava 4m além da escarpa. foto 6 para oeste (escarpa erodida).				5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7		Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção	5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																																																									
5 Início	X	722982	Muro com residências logo atrás não afetadas.		moderada	7																																																																																	
	Y	7459099	OBS: provável reconstrução / muro de proteção				5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8		Y	7459085	após tempestade.		fim do muro																																																																				
5 Fim	X	723032	Final do segmento com muro de proteção construído	6.000		8																																																																																	
	Y	7459085	após tempestade.			fim do muro																																																																																	

ANEXO 2

ROTEIRO PARA QUESTIONÁRIO

DATA:

LOCAL:

1) O senhor/a mora na praia de Maricá ou sua propriedade é de veraneio?

Veraneio: De onde senhor/a é e com que frequência vem para Maricá? Quando comprou este terreno / casa?

Permanente: O senhor/a nasceu em Maricá? Caso contrário de onde veio e quando?

2) Diga 3 motivos principais que levou o senhor/a a comprar esta casa / terreno na praia de Maricá?

3) Para o senhor/a qual é o maior problema da praia de Maricá?

4) Desde que o senhor/a conhece a praia de Maricá, qual a principal mudança percebida?

5) O Senhor/a acha que a largura da praia mudou desde que conhece para Maricá até hoje?

6) Como era antes?

7) Para o senhor/a, qual é a causa desta mudança?

8) O Senhor/a já presenciou alguma forte ressaca em Maricá?

Quantas vezes? Quando?

9) Ao longo da praia as construções foram danificadas? Onde foi pior?

10) Seu quiosque / casa ou rua em frente foram danificados? SIM NÃO
Quando ocorreu e o que foi danificado?

11) Após os danos houve desvalorização das casas e terrenos? Quanto desvalorizou? E atualmente ainda está desvalorizado?

12) O senhor/a já realizou alguma obra de recuperação dos danos ou de proteção no caso de (nova) ressaca?

O que foi feito e qual foi o custou?

13) Na sua opinião as obras realizadas solucionarão o problema? Por que?

14) O senhor/a acha que este problema relacionado às ressacas das praias vai tornar a acontecer no futuro? Por quê?

15) Caso aconteça o senhor/a acha que a sua casa / quiosque será alagado ou danificado? Por que?

16) O senhor/a considera que sua casa / terreno / quiosque está em risco?

17) Para o senhor/a quais são as causas deste problema?

18) O que o senhor/a acha que deve ser feito para solucionar o problema?

19) O senhor/a pretende vender sua casa / terreno?

ANEXO 3

PERFIL DOS ENTREVISTADOS POR PRAIA

Número de entrevistados segundo o local de residência ou trabalho

Praia	Nº de pessoas entrevistadas
Itaipuaçu	5
Francês	4
Barra de Maricá	7
Guaratiba	8
Ponta Negra	1

Tabela 1, anexo 3 – nº de entrevistados em cada praia.

Número de entrevistados segundo atividade exercida no local da entrevista

Atividade / nº de entrevistados por praia	Itaipuaçu	Francês	Barra de Maricá	Guaratiba	Ponta Negra
morador	2	2	5	4	
proprietário de casa de veraneio	1			2	
caseiro	1			1	
funcionário de quiosques, bares ou pousadas	1	2	2	1	1

Tabela 2, anexo 3 – nº de entrevistados e atividade exercida em cada praia.