

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CENTRO DE ESTUDOS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Programa de Pós-Graduação em Geografia

THAÍS BAPTISTA DA ROCHA

MORFODINÂMICA COSTEIRA E GESTÃO DE ORLA MARÍTIMA EM COSTA
SOB INFLUÊNCIA FLUVIAL:

Borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)

Niterói
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

THAÍS BAPTISTA DA ROCHA

MORFODINÂMICA COSTEIRA E GESTÃO DE ORLA MARÍTIMA EM COSTA
SOB INFLUÊNCIA FLUVIAL:

Borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Ordenamento Territorial Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. GUILHERME BORGES FERNANDEZ

Niterói
2009

THAÍS BAPTISTA DA ROCHA

MORFODINÂMICA COSTEIRA E GESTÃO DE ORLA MARÍTIMA EM COSTA
SOB INFLUÊNCIA FLUVIAL:

Borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Ordenamento Territorial Ambiental.

Aprovada em Junho de 2009

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Guilherme Borges Fernandez – Orientador - UFF

Prof. Dr. Marcus Polette - UNIVALI

Prof. Dr. Dieter Carl Ernst Heino Muehe - UFRJ

Prof. Dr. Raúl Sánchez Vicens - UFF

Niterói

2009

R672

Rocha, Thaís Baptista da

Morfodinâmica costeira e gestão de orla marítima em costa sob influência fluvial: borda meridional do atual delta do Rio Paraíba do Sul (RJ) / Thaís Baptista da Rocha. – Niterói : [s.n.], 2009.

141 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2009.

1.Morfodinâmica costeira. 2.Erosão costeira. 3.Projeto Orla.
4.Rio Paraíba do Sul (RJ). I.Título.

CDD 551.3098153

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Márcia Baptista da Rosa e Jorge da Rocha, pelo amor, carinho, pela maravilhosa educação, e por tudo que investiram em mim durante toda a minha vida, apesar das muitas dificuldades. Sem vocês, não teria chegado aqui. Obrigado por tudo!

A Guilherme Borges Fernandez pela orientação e atenção ao longo desses quatro anos de trabalho, desde a minha Iniciação Científica. Meu muito obrigado também por ser um dos responsáveis pelos investimentos e grandes melhorias na infra-estrutura do laboratório de Geografia Física (LAGEF) nos últimos dois anos.

A Thiago Gonçalves Pereira, companheiro de longa data nas pesquisas e trabalhos de campo. Fundamental à realização deste trabalho, sobretudo na realização dos trabalhos de campo.

A Ricardo Álvares Santos e Sérgio Cadéna, pelas ajudas cartográficas nos primeiros meses de trabalho. Agradeço também á Heleísa pela ajuda em alguns campos e no processamento das amostras, e também a Andréa pelas dicas no tocante à dinâmica e regimes fluviais.

À FAPERJ e CNPq pelo financiamento da pesquisa e de concessão de bolsas.

Ao professor Alberto Figueiredo por ter viabilizado financeiramente a realização do muitos dos campos em São João da Barra.

Ao professor Raul Sanches e José Antônio pela paciência do acompanhamento deste trabalho através de bancas e seminários.

Às amigas Thaísa, Luciana, Bianca, Gabriela, Patrícia, Diogo, Thiago e minha prima Bruna pela amizade e compreensão da minha ausência em muitos momentos.

Aos companheiros de laboratório, Nátalhe, Thais, Luíza, Felipe, Dudu e Thiago, por fazerem deste ambiente de trabalho um lugar muito prazeroso e descontraído.

A dona Nilce pelas agradáveis conversas no café da manhã na pousada Maramar (São João da Barra). Também à Juju, Celina e Gil pela incrível hospitalidade, paciência e amizade de vocês na Takahouse (Búzios).

SUMÁRIO

Lista de Figuras e Tabelas	vii
Resumo	xii
Abstract	xiii
Capítulo 1: Introdução e Objetivos	1
1.1 Introdução e objetivos	1
Capítulo 2: Gestão de Orla Marítima e a Diversidade das Feições Costeiras	4
2.1- A valoração e as formas de consumo dos espaços à beira-mar	4
2.2- As Diretrizes de Ordenamento da Orla Marítima	7
2.2.1- O Conceito de Orla Marítima	7
2.2.2- Gestão de Orla Marítima e Gerenciamento Costeiro	10
2.2.3 - Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima: Projeto Orla: Fundamentos, Estrutura e Metodologia	14
2.3- Considerações sobre a diversidade das feições costeiras e suas implicações para critérios de gestão de Orla Marítima	19
2.3.1- Processos e Feições Costeiras	19
2.3.2- Critérios Físicos e Gestão de Orla Marítima	27
Capítulo 3: Apresentação da Área de Estudo: a Planície Deltáica do Rio Paraíba do Sul	35
3.1- Introdução	35
3.2- A geomorfologia e as características oceanográficas do Delta do Rio Paraíba do Sul	36
3.2.1- Considerações Iniciais	36
3.2.2- Características climáticas e oceanográficas da área de estudo	37
3.2.3- Características morfológicas e evolução da planície deltáica do Rio Paraíba do Sul	40
3.2.4- Histórico e significados da erosão costeira na área de estudo	43
3.3- Situação atual dos instrumentos de gerenciamento costeiro do município de São João da Barra	47

Capítulo 4: Metodologia	51
4.1- Introdução	51
4.2- Caracterização da Morfodinâmica Costeira	53
4.3- Análise da relação das características hidro-sedimentológicas do rio Paraíba do sul com os processos costeiros	62
4.4- Simulação de critérios morfodinâmicos do Projeto Orla para fins de gestão	62
4.4.1- Mapeamento da Faixa de Orla Marítima	63
4.4.2- Discussão sobre o estabelecimento de área restritiva ou de não-edificação	65
4.4.3- Caracterização de tipologias de orla segundo critérios morfodinâmicos previstos no Projeto Orla	66
Capítulo 5: Resultados: Caracterização da Morfodinâmica Costeira e a Avaliação dos Critérios para a Gestão de Orla	69
5.1- Caracterização da Morfodinâmica de Praia e Comportamento da Linha de Costa	69
5.2- O componente hidrológico e sua relação com a dinâmica costeira	88
5.3 - Simulação de Critérios Morfodinâmicos do Projeto Orla para fins de Gestão	95
5.3.1- Mapeamento da Faixa de Orla Marítima	95
5.3.2- Critérios para Estabelecimento de Faixas de Orla de Uso Restritivo ou de Não-Edificação	103
5.3.3- Análise sobre a classificação de tipologias para a Orla Marítima	110
	120
Capítulo 6: Conclusões	
Referências Bibliográficas	124
Anexos	135

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

1. Limites estabelecidos para da orla marítima (Projeto Orla), pg 9
2. Onda Quebrando (Breaking Wave) e remobilizando sedimentos, pg 20
3. Transporte de Sedimentos pela Corrente Longitudinal, pg 21
4. Distribuição de ambientes sedimentares costeiros em associação com a amplitude de maré. Modificado de Hayes (1975 *in* Neto *et.al.* 2004), pg 23.
5. Curva média das variações do nível relativo do mar nos últimos 8.000 anos entre Pernambuco e Rio de Janeiro, associado a simulações geofísicas (Ângulo *et.al.* 2006), pg 25
6. Influência da variação do nível do mar no perfil praiial (Brunn, 1962), pg 26.
7. Barreiras arenosas costeiras entre Macaé até o Cabo de São Tomé, RJ (Fernandez, 2008), pg 29.
8. Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo de São Tomé e a foz do Paraíba do Sul, RJ, pg 29.
9. Correlação entre a declividade da face da praiial e as características granulométricas dos sedimentos em função da exposição às ondas (Wiegel, 1964 *in* Muehe, 2001), pg 30.
10. Esquema tipológico do Projeto Orla baseado no grau de exposição de ondas, pg 31.
11. Frequência relativa, considerando o conjunto de países analisados, da largura da zona de proteção ou uso restrito em diferentes países (Sorensen red. 1992 *in* Muehe 2001), pg 33.
12. Mapa de localização da área de estudo, pg 36.
13. Percentual das direções de vento para a região (Modificado de Pinho, 2003), pg 38.
14. (A) Diagramas mostrando a frequência anual de direção das ondas em (B) nas estações do ano (Souza, 1988), pg 39
15. Províncias geomorfológicas da Bacia de Campos. (modificado de Dias, 1981), pg 40
16. Morfologia dos sistemas de cristas de praia da planície meridional do rio Paraíba do Sul (Fonte, Vasconcelos 2006), pg 41
17. Modelo de bloqueio de transporte de sedimentos no litoral pelo fluxo fluvial (Martin *et.al.* 1984), pg 43.

18. Readaptação morfológica do pontal do rio Paraíba do Sul que comprometeu grande parte da estrutura urbana de Atafona (Santos, 2006), pg 44.
19. Mapeamento residual das modificações da linha de costa entre Atafona e Grussaí no período de 1954 e 2000 (Santos, 2006), pg 45.
20. Localização do Complexo Portuário do Açú, no litoral do município de São João da Barra. (Fonte: CAL, 2006), pg 48.
21. A foto A foi tirada de um outdoor localizado na orla, que fazia referência ao Projeto de Urbanização da Orla. A foto B mostra as obras que já estão sendo implementadas, como o reasfaltamento e o calçadão na orla. (Fotos registradas pela autora em setembro de 2008), pg 49.
22. Fluxograma sobre as etapas metodológicas do presente trabalho, 52.
23. Compartimentação Morfológica e Hidrodinâmica das praias (Hoefel, 1998), pg 54.
24. Mapa de localização dos pontos de monitoramento morfodinâmico, com suas respectivas coordenadas, pg 56.
25. Realização da topobatimetria em um ponto transversal a linha de costa, pg 57.
26. Aplicação do método da baliza de Emery (1961), pg 57.
27. Processamento de amostras no Sistema de Análise Granulométrica, pg 59.
28. Perfil esquemático de uma topografia transversal à praia, onde são apresentados parâmetros como a distância do espraiamento e a declividade da face da praia, representada por B, pg 61.
29. Fluxograma sobre a aplicação de critérios do Projeto Orla, pg 64.
30. Mapa contendo os três setores de discussão ao longo da linha de costa, pg 70.
31. Amostragens de perfis dos pontos 1 e 2, pg 72.
32. Amostragens de perfis dos pontos 3 e 4, pg 72.
33. Notar a presença inicial de dunas frontais e sua posterior erosão, associada ao recuo da escarpa de pós-praia, pg 73.
34. Fotos indicando severa erosão e migração das dunas sobre edificações, pg 73.
35. Variação espaço-temporal entre os pontos 1 e 5 da largura da parte emersa das praias, com as respectivas linhas de tendência, pg 74.
36. Gráfico de potencial de instabilidade obtido a partir do desvio padrão das larguras da parte emersa das praias. Destacado em vermelho os pontos 1 ao 5, pg 75.
37. Quadro demonstrativo do comportamento morfodinâmico dos pontos 1 ao 5. No gráfico de distribuição do parâmetro delta, os intervalos são: Dissipativo $< 0,5$ / BCL de 0,5 a 0,8 / BT de 0,8 a 1,0 / TBM de 1,0 a 2,0 / Refletivo $> 2,0$; pg 76.

38. Variação espaço-temporal entre os pontos 6 e 7 da largura da parte emersa das praias, com as respectivas linhas de tendência; e gráfico de potencial de instabilidade, pg 77.
39. Amostras de perfis dos pontos 6 e 7, indicando estabilidade morfológica, pg 78.
40. Quadro demonstrativo do comportamento morfodinâmico dos pontos 6 ao 10. No gráfico de distribuição do parâmetro delta, os intervalos são: Dissipativo $< 0,5$ / BCL de 0,5 a 0,8 / BT de 0,8 a 1,0 / TBM de 1,0 a 2,0 / Refletivo $> 2,0$, pg 80.
41. Amostras de perfis dos pontos 8 e 9, pg 80.
42. Amostras de perfis do ponto 10, pg 81.
43. Variação espaço-temporal da largura da parte emersa das praias entre os pontos 8 a 10, com as respectivas linhas de tendência; e gráfico de potencial de instabilidade, pg 82.
44. Quadro demonstrativo das direções de transporte longitudinal, pg 83.
45. Gráfico de análise granulométrica das amostras retiradas na antepraia, a partir das médias encontradas em Phi. Ao lado está evidenciado a instabilidade do ponto 9, provavelmente em função desta convergência de sentido de transporte, pg 84.
46. Mapa síntese com o comportamento da linha de costa, vetores de transporte litorâneo e potencial de instabilidade, pg 85.
47. Variação dos valores da média granulométrica da berma, pg 86.
48. Mapeamento dos dois tipos de campo de dunas, pg 87.
49. Histórico dos valores médios de vazão líquida da estação de Campos, separados mensalmente, pg 88.
50. Série histórica da vazão sólida, no período de 1989 a 2006, obtida pela concentração de sedimentos em suspensão da Estação de Campos, pg 90.
51. Gráfico da vazão média do rio Paraíba do Sul no período entre 1953 e 2006 correlacionado com os eventos erosivos mapeados em Santos (2006). Ao lado, entre 2005 e 2006, o gráfico refere-se a variação mensal da vazão (m^3/s) e da largura da praia em metros (perfil 1), indicando que não há influência do efeito do “molhe hidráulico”, pg 92.
52. Resultante de direção de transporte litorâneo no ponto 1 de controle morfodinâmico entre abril de 2005 e agosto de 2006, pg 93.
53. Fisiografia local caracterizada por uma topografia aplainada e sucessivas cristas de praia, pg 96.

54. A figura A indica a localização dos dez pontos de monitoramento, onde o ponto destacado indica o local do caminhamento representado na foto. A foto B mostra o caminhamento sendo realizado, em que o contato entre a berma e a crista apresenta-se destacada pela linha amarela. A figura 4 representa a amarração do caminhamento com o perfil transversal topográfico, onde também é visualizada a fisiografia local, pg 97.
55. Caminhamento realizado com GPS no contato crista-berma, e plotado na imagem de 2003, pg 98.
56. Delimitação da faixa de orla marítima, para o caso de orla urbanizada e não-urbanizada, pg 100
57. Variação morfológica da feição para o mapeamento da orla, obtida pela comparação com a fotografia aérea de 1954, pg 102.
58. Áreas de não edificação projetadas a partir de três larguras do canal medidas em pontos distintos, digitalizadas na imagem de 1954, pg 104.
59. Imagem de 2000 com as margens e ilhas digitalizadas da foz em 1954 e a diferença das larguras de um mesmo ponto entre as duas épocas, indicando intensa dinâmica e variação morfológica, pg 106.
60. Sugestão de delimitação da orla baseado no Projeto Orla, a partir da batimétrica de 10m como limite marinho e os 250m em direção a retroterra (realizado em função de um caminhamento no contato entre a duna mais frontal e berma); e delimitação de uma Área de Regime Especial em função da instabilidade natural do ambiente, considerando a extensão do processo erosivo e a taxa erosiva anual (2100m em direção à retroterra), pg 109
61. Sobreposição dos resultados encontrados na área ao gráfico do modelo de Wiegel (1974), para avaliação do grau de exposição de ondas à costa, pg 111.
62. Geoindicadores mapeados nos pontos 2, 3, 4 e 5, indicando estado de erosão costeira, pg 113
63. Geoindicadores mapeados no ponto 6: alguns indícios de erosão, pg 114
64. Mapeamento de Geoindicadores nos pontos 8, 9 e 10, indicando estabilidade ou progradação da linha de costa, pg 115.
65. Mapa síntese do mapeamento de geoindicadores para comportamento da linha de costa (modificado de Bush *et.al* 1999) na presente área de estudo, pg 116.
66. Mapa síntese do comportamento morfodinâmico e respectivas feições associadas, segmentado em unidades de paisagem e respectiva classificação, pg 118.

67. Esquema das Unidades de Paisagem e respectivos setores no delta meridional do rio Paraíba do Sul, pg 119.
68. Critérios sugeridos para instrumentalização e diagnóstico de gestão de orla associada à desembocadura fluvial, no sentido da caracterização físico-ambiental, pg 120.

TABELAS

1. Quadro de atividades e produtos da fase de diagnóstico do Projeto Orla. Destacado em laranja estão as atividades que visam a avaliação da paisagem, pg 18.
2. Tabela com Geoindicadores de avaliação de comportamento da linha de costa, modificado de Bush *et.al.* 1999. Em vermelho está número correspondente aos indicadores para posterior mapeamento, pg 68.
3. Taxas de erosão e progradação mapeadas por Santos (2006) em intervalos de tempo entre 1954 e 2004 a partir de imagens aéreas, pg 105.
4. Tabela com valores granulométricos da face da praia e seu respectivo gradiente, pg 110.
5. Tabela com os Geoindicadores mapeados e respectivos estados diagnosticados na linha de costa, pg 112.

RESUMO

O Projeto de Gestão Integrada da Orla (Projeto Orla) foi lançado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2004 com a finalidade de promover o ordenamento do uso e ocupação do solo e promover a preservação patrimonial e ambiental da orla. Contudo, o programa apresenta algumas fragilidades e lacunas que podem inviabilizar sua aplicação e implementação. Nesse sentido, o presente trabalho irá abordar essas limitações no sentido físico-ambiental uma vez que o próprio conceito de orla é definido no programa sob o viés geomorfológico e que, portanto, podem ser compostas de diversos tipos de feições costeiras. Desta forma, o trabalho visa essencialmente analisar critérios, indicadores e metodologias de diagnóstico à gestão de orla marítima, do ponto de vista fisiográfico e morfodinâmico em costas sob influência fluvial, a partir de um estudo de caso sobre a caracterização da morfodinâmica costeira de parte da orla associada à planície deltáica do Rio Paraíba do Sul. Considerando as particularidades morfodinâmicas locais, foram mapeados setores da linha de costa com distintos comportamentos, predominando uma severa erosão e instabilidade próxima à foz, e também diagnosticado a importância das componentes de deriva litorânea e fluvial. Já quanto à simulação de critérios e metodologias para diagnóstico do Projeto Orla na área, foram observadas algumas limitações e foram sugeridas propostas alternativas e complementares, norteando, desta forma, metodologias e aplicações mais condizentes com o tipo de ambiente costeiro e orla marítima.

Palavras – chave : Morfodinâmica costeira, erosão costeira, Projeto Orla, Orla Marítima, Delta do rio Paraíba do Sul

ABSTRACT

The Project of Integrated Management of Edge (Projeto Orla) was launched by the Ministry of Environment in 2004 with the aim of promoting the land use and occupation of land and promote the preservation of heritage and environmental edge. However, the program has some weaknesses and gaps that may impede its application and implementation. Accordingly, the present work will go to approach these limitations in the physicist-ambient sense a time that the concept of edge is defined in the program under the geomorphological bias and therefore may consist of several types of coastal features. Thus, the work is intended primarily to examine criteria, indicators and methods of diagnosis to the management of coastline, from the physiographic and back under the influence in morphodynamic river from a case study on the characterization of morphodynamic coastal part of edge associated with the delta plain of the Paraíba do Sul River whereas local morphodynamic features were mapped to the shoreline areas with different behavior, predominating a severe erosion and instability near the mouth, and also diagnosed the importance of longshore drift and fluvial components. As for the simulation of diagnostic criteria and methodologies for Projeto Orla in the area, some limitations had been observed and had been suggested alternative and complementary proposals, guiding, in such a way, consistent methodologies and applications with the type of coastal environment and maritime edge.

Palavras – chave: Coastal Morphodynamics, coastal erosion, Project Orla, Shoreline, Paraíba do Sul delta coast

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1- Introdução e Objetivos

A crescente ocupação da faixa costeira cada vez mais vem sendo objeto de preocupação por parte das autoridades públicas e também pela comunidade científica, visto a especificidade e vulnerabilidade desses ambientes. Estes são representados por uma série de feições que em geral são dotadas de considerável dinâmica morfológica que podem ser desequilibradas em seus aspectos morfodinâmicos quando ocupadas de forma pouco ou nada criteriosa. De fato são muito vulneráveis principalmente em relação à intensificação de tempestades, a desequilíbrios sedimentares causadas por obras de engenharia, por exemplo, ou ainda a uma provável elevação do nível do mar.

Neste contexto, a orla marítima apareceu recentemente como um espaço prioritário às ações voltadas ao ordenamento da ocupação e uso do solo, e como espaço estratégico ao gerenciamento costeiro, necessitando de diretrizes à preservação e conservação ambiental, onde foi introduzida, desta forma, a idéia de gestão. Esta aparece de fato instrumentalizada ao ser lançado o Projeto de Gestão Integrada da Orla (Projeto Orla) que, inclusive, encontra-se amparado pela lei 5.300/04. O programa é baseado na descentralização das políticas públicas, ressaltando a esfera municipal, e compreende cinco fases de metodologia: instrumentalização, diagnóstico, consolidação, planejamento das ações locais e implementação.

Muitos municípios costeiros vêm adotando o programa, entretanto há algumas lacunas e desafios, e até contradições, referentes à aplicação do programa. Voivodic (2007) já havia feito tais apontamentos em relação à esfera político-administrativo da implementação do Projeto Orla (PO). Entretanto, uma outra limitação do PO refere-se à diversidade fisiográfica e ambiental (aqui, no sentido geomorfológico) da orla marítima, o que pode levar ao comprometimento, sobretudo, das fases de instrumentalização e de diagnóstico do programa, uma vez que o litoral brasileiro é caracterizado por uma expressiva diversidade de ambientes e feições costeiras como manguezais, marismas, deltas, lagoas, praias arenosas, entre outros.

O próprio conceito de Orla marítima, de acordo com o PO, foi desenvolvido do ponto de vista geomorfológico e do equilíbrio morfodinâmico, cujos processos geológicos e oceanográficos são os elementos básicos de conformação de diversos tipos de orla. Desta forma, presume-se que devam existir considerações e tratamento específicos a esses ambientes, mesmo que de forma mínima.

No presente trabalho, tal temática foi direcionada especificamente a orlas sob influência fluvial, ou seja, próximo a desembocaduras fluviais. Estas se caracterizam por feições dotadas de considerável vulnerabilidade, sobretudo do ponto de vista hidrodinâmico e morfológico. São caracterizadas por intensa dinâmica uma vez que estão submetidas à hidrodinâmica das ondas e também a do próprio canal, podendo apresentar realinhamentos da linha de costa ou migração de pontais, e até atingir diretamente as propriedades e benfeitorias construídas nessas áreas.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo principal analisar critérios e metodologias de diagnóstico à gestão de orla marítima, do ponto de vista fisiográfico e morfodinâmico em costas sob influência fluvial, a partir de um estudo de caso na planície costeira do Rio Paraíba do Sul. Este trabalho visa contribuir para a aplicação de uma gestão (diagnóstico) em áreas associadas a desembocaduras fluviais, sobretudo de formação deltáica, complementando as propostas do Projeto Orla ou de outros instrumentos que visem à orla de forma geral.

Desta forma, os objetivos secundários se dispõem da seguinte forma:

- Investigar a morfodinâmica costeira local, considerando a dinâmica da parte emersa da praia e zona submarina adjacente; assim como a direção predominante do transporte litorâneo;
- Avaliar a relação da componente fluvial com os processos costeiros;
- Investigar o histórico de modificações na linha de costa relacionados aos processos de erosão ou acresção costeira, bem como de prejuízos materiais.
- Verificar e simular os critérios para tipologia, delimitação de faixa de orla e de áreas restritivas, de acordo com a perspectiva de diagnóstico do Projeto Orla.
- Discutir a possibilidade da implementação de critérios e metodologias alternativas e a associação de outros instrumentos de gestão ambiental à gestão de orla marítima

CAPÍTULO 2: GESTÃO DE ORLA MARÍTIMA E A DIVERSIDADE DAS FEIÇÕES COSTEIRAS

2.1- A valoração e as formas de consumo dos espaços à beira-mar

Apesar de ser reconhecido o caráter concentrador de ocupação e de atividades na costa brasileira desde os tempos de sua formação territorial, recentemente, a orla marítima e os seus espaços praianos vêm passando por intensos processos de ocupação desordenada e degradação paisagística e ambiental. Questões como a acessibilidade às praias, irregularidades fundiárias, proteção de ecossistemas, danos às populações tradicionais e supervalorização desses espaços tem sido alguns dos conflitos mais comuns em função das muitas atividades e empreendimentos em realização como turismo, o fenômeno da segunda residência e grandes empreendimentos imobiliários como resorts, condomínios fechados, entre outros.

Segundo Carlos (2002), o processo de comercialização e especulação em torno do espaço tem se dado de forma acentuada, sobretudo a partir das pressões do mercado imobiliário e das políticas estratégicas do Estado. De acordo com a autora, o espaço-mercadoria vem sendo consumido enquanto espaços de turismo e lazer, sendo estes,

comportamento e atividades próprios da reprodução do capital e da sociedade. Nesse sentido, ainda segundo a autora um dos principais espaços consumidos são os de relativa raridade como os “espaços da praia”, “espaços das montanhas”, entre outros, gerando, desta forma, espaços fragmentados, contradições entre o espaço público e privado, requalificação de relações sociais e corrosão direta da natureza.

Contudo, para haver este consumo, um sistema de valores deve estar atrelado ao objeto referente. No caso dos espaços a beira-mar, Corbin (1989) abordou as representações e valores que fizeram da praia ambiente de atração aos europeus entre 1750-1840. De acordo com o autor, durante a época clássica, com raras exceções, as praias e o mar não representavam encanto, e sim repulsa. O oceano surge como lembrança de catástrofe (como relato do dilúvio), assim como habitado por criaturas repulsivas e demoníacas. É somente por volta do século XVII que se tem as primeiras representações de admiração, baseadas, sobretudo, nos primeiros discursos científicos, na contemplação dos românticos e na adoção de novas práticas marítimas propagadas principalmente pelas classes dominantes, como o banho terapêutico, banhos de mar, passeios de barco e a natação; iniciando, desta forma, o desejo da beira-mar e a moda das estações balneárias.

Dantas (2004) aborda essa perspectiva, evidenciando o caso dos trópicos e mais especificamente o nacional tomando como exemplo prático o caso de Fortaleza. Ao considerar os trópicos, o autor afirma que a valorização do mar e do marítimo esteve relacionada principalmente ao fluxo turístico internacional. Porém, no caso brasileiro a valorização aconteceu próximo do ocorrido no ocidente, conforme citado na obra de Corbin (1989) sobre a adoção das práticas marítimas modernas. Sobre Fortaleza, essas práticas tiveram papel importante, mas, segundo o autor, não provocaram processo significativo de urbanização das zonas de praia. Diferentemente do caso fluminense, no qual Abreu (2006) afirma que a difusão da ideologia que associava o estilo de vida “moderno” à localização residencial à beira-mar, foi um dos mais importantes fatores de estruturação urbana ainda no final do século XIX no Rio de Janeiro, onde a zona sul desde esta época se configurava como uma das áreas mais valorizadas e dotadas de melhor infra-estrutura.

Neste último caso, é percebido que os sistemas de valores que imperavam naquela época na zona sul fluminense, foram fundamentais para o direcionamento criado na localização e construção de equipamentos urbanos, e conseqüentemente vindo a influenciar

o preço do solo urbano. Contudo, nos dias atuais, outros vetores devem ser considerados no modo em que as atividades relacionadas ao consumo do espaço se organizam nessas áreas a beira mar.

No caso da apropriação desses espaços, é notória a participação dos promotores imobiliários como agentes fomentadores de um consumo de estilo de vida vendido como sinônimo de lazer, beleza cênica e qualidade de vida, sendo estas promotorias de venda, exemplo óbvio da apropriação do solo enquanto valor de troca e mercadoria.

Sem dúvida esses vetores agem conjuntamente com uma lógica de representação simbólica já pré-existente (inclusive sem o qual a publicidade imobiliária não surtiria quase efeito), porém, também deve-se considerar vetores produzidos numa proporção escalar distinta da ação imobiliária. Nesse sentido podemos citar para o caso dos espaços a beira-mar, o caso das atividades petrolíferas no litoral, cuja capacidade de reestruturação territorial é no mínimo regional.

Grandes projetos relacionados ou não a uma política de desenvolvimento regional devem ser citados, apesar destes se manifestarem de forma mais ampla no espaço. As atividades relativas ao petróleo, por exemplo, que se configuram por empreendimentos e aporte de divisas de alta magnitude, sobretudo nas receitas municipais, têm sido atualmente uma das principais responsáveis pela reestruturação espaço-regional das áreas costeiras. De acordo com Piquet e Oliveira (2007), tal renovação afetou diretamente a dinâmica demográfica e o ritmo de expansão do espaço urbano nas localidades, assim como as cadeias produtivas, com aumento das atividades predominantemente urbanas.

A partir destas considerações torná-se válido salientar, principalmente em termos ambientais, a pressão sob os espaços a beira-mar neste contexto. As áreas de restinga, próximas às praias, têm a sua valorização ainda mais reforçada, não só pela beleza cênica ou ideal de lazer e de modo de vida, mas agora também por uma melhor oferta de equipamentos urbanos e obras paisagísticas, de cunho meramente estético, fazendo com que seja fomentando os agentes especulativos imobiliários e as “práticas” turísticas.

Todas essas formas de consumo espaciais põem à prova a capacidade de suporte desses espaços no sentido estético-paisagístico, de balneabilidade e qualidade de água, de acessibilidade e segregação, de resiliência e/ou suscetibilidade do ambiente à erosão ou

outro tipo de perturbação, e até do papel simbólico exercido nas aldeias de pescadores, comunidades tradicionais e moradores mais antigos.

De acordo com Moraes (1999) o caráter impactante dessas atividades, em termos sócio-ambientais, é diretamente relacionado à capacidade dos poderes públicos de ordenarem o uso do solo. Nas áreas costeiras, muitos têm sido os planos e instrumentos voltados à gestão dos ambientes costeiros, nas diversas instâncias do poder público e, inclusive, atualmente, com participação das esferas sociais. Sendo, portanto, também um novo momento de apropriação desses espaços, agora mais normatizados e com novas intencionalidades do ponto de vista do planejamento, sobretudo por parte do Estado.

2.2- As Diretrizes de Ordenamento da Orla Marítima

2.2.1- O Conceito de Orla Marítima

Feita esta breve consideração sobre os vetores de valoração da orla marítima e dos problemas decorrentes em função do tipo de ocupação que, inclusive, vão justificar a necessidade de medidas de gestão e gerenciamento, faz-se necessário, primeiramente, uma distinção conceitual de alguns termos, sobretudo os que estão diretamente relacionados à orla marítima, como zona costeira, terrenos de marinha, praia e a própria idéia de gestão.

O conceito de orla marítima aparentemente não se apresenta como um conceito tão desbravado e estudado enquanto objeto de definição como acontece com a zona costeira. Na verdade, apresenta-se freqüentemente como sinônimo de Praia, apesar desta ter definição legal própria desde de 1988, em que é descrita como “área coberta e descoberta periodicamente pelas águas acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou em sua ausência, onde comece um outro ecossistema” (Art 10º da lei 7.661/88)¹. Além

¹ Tal definição não considera a praia enquanto ambiente dinâmico, uma vez que se quer menciona a parte submersa, cuja área interage diretamente com a parte emersa e vice-versa. Nesse sentido, segundo Short (1999) as praias podem ser definidas como corpos de sedimentos normalmente arenosos não coesivos, submetidos a diferentes regimes de maré, ondas e ventos limitados pela zona de arrebatção e pelo início da ocorrência de dunas ou qualquer outra feição fisiográfica brusca.

disto, Moraes e Zamboni (2004) chamam atenção que, legalmente, o conceito de orla não era reconhecido, sendo “terrenos de marinha” o que mais se aproximava.

Terrenos de marinha, enquanto bem público patrimonial, foi definido como terrenos situados no continente, na costa marítima e nas margens de rios e lagoas, até onde se faça sentir a influência das marés, com limites de 33m medidos horizontalmente para a parte da terra, da posição da linha de preamar média de 1831 (Art. 2º do Decreto-lei 9.760/46). Segundo Diniz e Vasconcelos (2007) desde o século XVIII os terrenos de marinha eram vistos dotados de importância estratégica pelo estado, no tocante a questão militar e de defesa, de construções de portos, e mais recentemente até como geradora de divisas para o estado a partir da ocupação dessas áreas. Na verdade, como se trata de terrenos da União, há uma contrapartida para o uso e ocupação destes terrenos sob a forma de pagamento de impostos, como Foro e Laudêmio. Contudo, os mesmos autores vão de encontro com Moraes e Zamboni (*op.cit.*) no tocante a dificuldade à demarcação dessas áreas conforme prevista na Legislação, em que, para estes últimos, o desconhecimento de seus limites efetivos gera controvérsias, não permitindo circunscrição prática, principalmente para princípios de gestão.

É justamente nesse contexto que, em termos legais, a orla passa a ser apreendida como um espaço cuja escala é adequada ao planejamento e gestão sob as diretrizes maiores da zona costeira². Contudo, Moraes e Zamboni (2004) apontam a também necessidade do estabelecimento de limites a esse espaço como pressuposto para sua caracterização e definição. Nesse sentido, a orla encarada do ponto de vista geomorfológico aparece como a forma mais adequada para o desenvolvimento de sua definição e limite.

Portanto, uma boa definição de orla marítima, que sustenta e fornece bases adequadas para a implementação de metodologias e intervenções em termos de gestão, é a sugerida pelo Projeto Orla (2004). Nela, a orla é definida como unidade geográfica inclusa

² Por uma questão de ordem prática, o presente trabalho assumirá a definição legalmente definida no II Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Este define a zona costeira como sendo o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais. Abrange uma faixa marítima distando 12 milhas náuticas das linhas de base, compreendendo a totalidade do mar territorial e uma faixa terrestre, onde esta pode ser formada pelos municípios defrontantes do mar e municípios não defrontantes com o mar, porém localizados em regiões metropolitanas litorâneas ou contíguas a grandes cidades em processo de conurbação, ou municípios estuarinos-lagunares dada à relevância da dinâmica marítimo-litorânea.

na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e do mar, cujo ambiente é caracterizado pelo equilíbrio morfodinâmico, no qual interagem fenômenos terrestres e marinhos, sendo os processos geológicos e oceanográficos os elementos básicos de conformação de diversos tipos de orlas: costas rochosas, falésias erodíveis, praias arenosas, praias de seixos, planícies lamosas, manguezais e formações recifais. Sobre as disposições a cerca de seus limites, segundo o mesmo programa, foi estabelecido na zona marinha um limite até a profundidade de 10 metros e no limite terrestre de 50m a 200m a partir do limite final de ecossistemas (Figura 1). Há também a referência a limites para feições específicas e recomendações a áreas fisicamente instáveis ou sujeitas à erosão costeira.

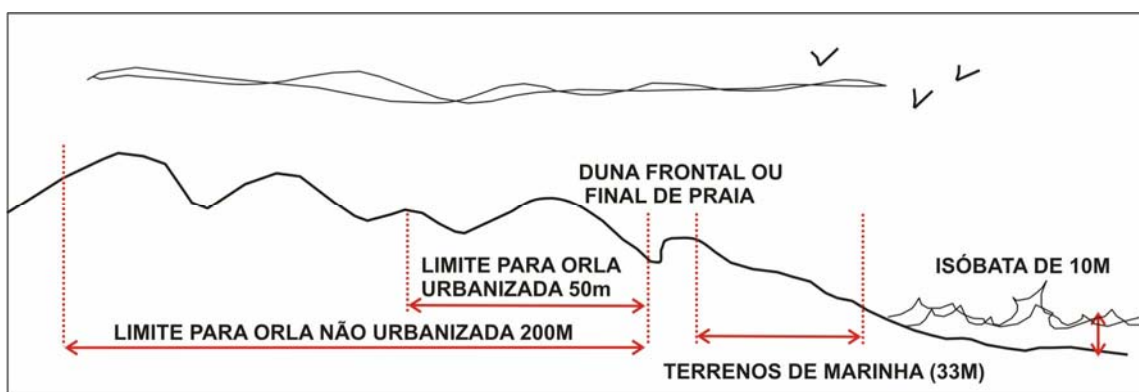


Fig. 1. Limites estabelecidos para da orla marítima. Projeto Orla.

Inclusive, tais limites estão dispostos no Decreto 5.300/04 sobre as atribuições dos limites, objetivos, instrumentos e competências para gestão de orla marítima, a seguir:

Art. 22. Orla marítima é a faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar.

Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:

I - marítimo: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;

II - terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acréscidos.

§ 1º Na faixa terrestre será observada, complementarmente, a ocorrência de aspectos geomorfológicos, os quais implicam o seguinte detalhamento dos critérios de delimitação:

I - falésias sedimentares: cinquenta metros a partir da sua borda, em direção ao continente;

II - lagoas e lagoas costeiras: limite de cinquenta metros contados a partir do limite da praia, da linha de preamar ou do limite superior da margem, em direção ao continente;

III - estuários: cinquenta metros contados na direção do continente, a partir do limite da praia ou da borda superior da duna frontal, em ambas as margens e ao longo delas, até onde a penetração da água do mar seja identificada pela presença de salinidade, no valor mínimo de 0,5 partes por mil;

IV - falésias ou costões rochosos: limite a ser definido pelo plano diretor do Município, estabelecendo uma faixa de segurança até pelo menos um metro de altura acima do limite máximo da ação de ondas de tempestade;

V - áreas inundáveis: limite definido pela cota mínima de um metro de altura acima do limite da área alcançada pela preamar;

VI - áreas sujeitas à erosão: substratos sedimentares como falésias, cordões litorâneos, cabos ou pontais, com larguras inferiores a cento e cinquenta metros, bem como áreas próximas a desembocaduras fluviais, que correspondam a estruturas de alta instabilidade, podendo requerer estudos específicos para definição da extensão da faixa terrestre da orla marítima. (Decreto 5.300/04, Capítulo 4, Seção 1)

2.2.2- Gestão de Orla Marítima e Gerenciamento Costeiro

A Gestão de Orla Marítima será abordada no presente trabalho no sentido relativo à gestão ambiental. Paradigmas e questões de cunho filosófico sobre o assunto não serão abordados, em função dos objetivos dispostos da pesquisa. Contudo, algumas questões serão abordadas, como os instrumentos de gestão relativa à zona costeira e o ponto de partida para a tomada da orla marítima como espaço prioritário ao ordenamento ambiental e da ocupação.

Na verdade, a “Gestão” será aqui entendida como uma etapa interativa de “Planejamento”, na qual sua execução é realizada através de programas de curto-prazo, conforme aponta Almeida *et.al.*(2006), colocando, inclusive, que é considerado artificial a separação entre planejamento e gestão. Souza (2006) também vai de encontro a esta idéia.

Para o autor o que realmente difere os dois é a escala temporal das ações correspondentes, em que, o Planejamento teria como horizonte temporal o futuro, especialmente a médio e longo prazos; e a Gestão, remeteria ao presente, tendo em vista necessidades imediatas, com realização a partir de uma administração com recursos presentemente disponíveis. Nesse sentido, Gestão e Planejamento não seriam termos concorrentes, mas sim diriam respeito a diferentes tipos de atividades complementares.

Partindo da idéia de Planejamento Ambiental, Almeida *et.al*, (op.cit.) chama atenção para o fato de que ora é visto como parte de um Planejamento Territorial, ora como extensão de outros planejamentos setoriais (urbano, institucional, econômico) que foram acrescidos da consideração ambiental. No Brasil, destacaram a proposta de Lúcio Gregorini (1987) de Ação Preventiva de Planejamento, tratando a questão ambiental como “um desequilíbrio entre as atividades humanas e o meio ambiente físico natural”, sugerindo ações corretivas e preventivas, com intervenção na natureza e controle de atividades humanas. Nesse sentido, os autores também chamam atenção pela forma de como essas questões foram tratadas, ou seja, de forma setorial (água, floresta, solo, etc.) e sem uma eficaz política ambiental, resultando na criação de várias leis e órgãos, com superposição de funções, gerando conflitos e ineficácias.

Atualmente, muitos são os instrumentos dispostos para implementação da gestão ambiental que, inclusive, vêm atender os objetivos estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente³. Alguns desses instrumentos aparecem como preventivos, de reparação e/ou corretivos, podendo se caracterizar como planos de monitoramento, zoneamento, de fiscalização ou de licenciamento.

Dentre estes instrumentos podemos citar os relacionados à Legislação Ambiental propriamente dita; a Legislação Urbanística, como a Lei Orgânica, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Plano Diretos, entre outros; Avaliação de Impacto e licenciamento Ambiental, conforme prevista na Resolução CONAMA 001/86; Zoneamentos Ambientais; a gestão e a legislação das Unidades de Conservação, concretizada em 2001 com a regulamentação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC; as Áreas de

³ De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente podemos citar alguns especiais objetivos como: o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos naturais; incentivos à produção e instalação de equipamentos, e a criação e absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental; incentivo ao estudo e a pesquisa de tecnologias orientadas para o uso sustentável e a proteção dos recursos naturais.

Preservação Permanente (APPs), regulamentadas em 2002; e o Gerenciamento de Bacias Hidrográficas e gestão dos Comitês de Bacias, instrumentalizada legalmente com a Lei Federal 9.433/97, a partir da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos.

O Gerenciamento Costeiro, com plano de gestão instituído desde 1988, também faz parte desse escopo de planos e instrumentos destinados à gestão ambiental. A tomada de consciência a cerca da fragilidade e da necessidade de criação de diretrizes nos espaços costeiros ocorreu a partir da década de 70. A Conferência de Estocolmo em 1972 norteou as primeiras políticas e recomendações direcionadas às zonas costeiras. Posteriormente, a Conferência do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 1981 e a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 também foram marcos nessa temática (Rufino, 2004), havendo nesta última um capítulo tratando especialmente do uso e gestão dos recursos costeiros e marinhos.

O ponto de partida da gestão e do gerenciamento da costa brasileira tem como referência o ano de 1974, quando é composta a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), com objetivo de implementar um programa de Zoneamento da Zona Costeira em escala de execução estadual. Nesse período, muitos programas de pesquisa foram criados, principalmente para reconhecimento da costa e da plataforma continental brasileira. Contudo, somente em 1988 foi instituído o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), sendo este revisado em 1997 e aprovado como PNGC II. O Plano considera a Zona Costeira como patrimônio nacional e tem como alguns princípios fundamentais o uso sustentável dos recursos costeiros, gestão integrada de ambientes costeiros e marinhos, entre outros. Inicialmente o Plano previa três instrumentos de ação: a criação de um Sistema Nacional de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO); a implementação de um programa de Zoneamento da Zona Costeira; e elaboração, descentralizada e participativa, de planos de gestão e programas de monitoramento para atuação mais localizada em áreas críticas ou de alta relevância ambiental na zona costeira.

È diante dessas metas que em 1998 a orla marítima aparece como um espaço estratégico ao gerenciamento da costa. O Plano de Ação Federal para a Zona Costeira, instituído via resolução CIRM 005/98, estabelece como demanda ações voltadas ao “Ordenamento da Ocupação e Uso do Solo” e especifica a orla marítima como um espaço prioritário para seu exercício; inclusive, mediante a Lei 9.636/98, são inseridos como

Patrimônio Natural terrenos e acrescidos de marinha (parte significativa da orla marítima), necessitando de diretrizes à preservação e conservação ambiental.

O Plano de Ação Federal para a Zona Costeira, além dessas indicações para gestão de orla, também estabelece como meta relativa às áreas a beira-mar a alteração da lei 7.661/88 para redefinição do conceito de praia; regulamentar e regularizar as instalações aquáticas e as localizadas em terrenos de marinha; executar a ‘Operação Praia Livre’, garantindo o pleno acesso público aos espaços praianos; compatibilizar metodologias com UC’s costeiras; e implementar ações específicas de gestão nos estuários considerados como ‘de risco’ no Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil, na escala da União.

Outra questão pertinente ao presente trabalho é a relação que pode ser estabelecida entre gerenciamento Costeiro e a gestão de bacia hidrográfica. Na verdade, há dispositivos legais que definem diretrizes gerais para tal integração, desde a síntese do PNGC em 1988, Lei 7661/88. Neste, ficou disposto que o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro deveria prever o zoneamento de usos e atividades na zona costeira e dar prioridade à conservação e proteção como sistemas fluviais, estuarinos, lagunares, entre outros.

Posteriormente, com a formalização da Política Nacional de Recursos Hídricos, o Artigo 3º da Lei 9.433/97, prevê a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e com o uso do solo; e a integração da gestão de bacias com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras. Nesse sentido, Pollete *et.al.* (2000) já considerava a compatibilidade para a integração de programas que visassem o gerenciamento costeiro integrado e o gerenciamento de recursos hídricos, tanto em termos legislativos, administrativos e técnicos, citando a experiência do caso de Balneário Camboriú (SC).

Embora a política de gerenciamento costeiro seja antecedente ao de recursos hídricos, a proposta de integração em termos formais partiu desta última. Em 2005, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou a criação de uma Câmara Técnica de Integração de Gestão de Bacias Hidrográficas, Sistemas Estuarinos e Zona Costeira (CT-Cost).

A partir da articulação entre os colegiados costeiros e os comitês de bacias, em conjunto com conselhos municipais, a CT-Cost tem promovido atividades, e já apresenta alguns resultados. Dentre estes pode ser citada a proposta de nova legislação para orientar comitês de bacia a preverem mecanismos de integração entre os dois sistemas; a definição

da base territorial para gestão integrada em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, além de um plano-piloto realizado no Espírito Santo para elaborar proposta metodológica de gestão integrada, também em parceria com a mesma universidade. (Pollete, 2008).

Este plano-piloto foi realizado na forma de um estudo de caso nas bacias capixabas Jacaraípe e Piraquê-Açu. Dentre os desdobramentos deste estudo, houve o subsídio para implementação do Comitê Piraquê-Açu, contribuição para estudos ecológicos de longa duração deste sistema estuarino, operacionalização de unidades de conservação, contribuição para os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro (Aracruz e Linhares), além do fortalecimento do Projeto Orla.

2.2.3 - Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima – Projeto Orla: Fundamentos, Estrutura e Metodologia

A gestão de orla aparece de fato instrumentalizada no ano de 2004 quando foi lançado o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - o Projeto Orla – divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente, supervisionado pelo GI-GERCO e pelo CIRM. Segundo o próprio Programa “Trata-se, portanto, de uma estratégia de descentralização de políticas públicas, enfocando um espaço de alta peculiaridade natural e jurídica: a Orla Marítima” (Projeto Orla, 2004).

O programa tem basicamente o objetivo de propor e aplicar diretrizes gerais de disciplinamento de uso e ocupação da orla, considerando aspectos de gestão patrimonial e ambiental, com finalidades como a valorização da paisagem, valorização de atrativos turísticos, reversão de processos de degradação, utilização sustentável da biodiversidade, entre outros.

Visando um diagnóstico e posteriormente um Plano de Intervenção, a metodologia desenvolvida para a execução do Programa foi dividida em cinco fases: Instrumentalização, Aplicação Prática, Consolidação, Planejamento das Ações Locais e Implementação. Tal organização envolve um conjunto específico de atividades, responsabilidades e produtos.

Em geral, a fase de *Instrumentalização* está voltada para a fase de organização e integração de materiais e dados disponíveis sobre o município, podendo ser aprofundado os

conceitos e fundamentos do Projeto Orla. A *Aplicação Prática* traz orientações para a elaboração do diagnóstico, classificação e definição de cenários de usos e ocupação da orla do município. A terceira fase refere-se à *Consolidação* das informações apreendidas nas fases anteriores por um grupo técnico. No *Planejamento das Ações Locais*, é apresentado um roteiro para a elaboração do plano de intervenção, para então ser *Implementado* ações por uma coordenação local. As principais demandas abordadas nesse plano referem-se a projetos de urbanização com intervenção paisagística, implantação de equipamentos na orla e ainda revisão ou elaboração de Plano Diretor; saneamento ambiental; regularização fundiária; manejo de ecossistemas costeiros; gestão de resíduos sólidos; ordenamento de atividades pesqueiras e de maricultura; e controle e prevenção de erosão.

Muitos municípios costeiros vêm adotando o programa. De acordo com o Ministério de Meio Ambiente, atualmente 58 municípios, distribuídos em 14 estados, implementaram tal projeto e já possuem Planos de Intervenção para suas orlas. Contudo, há algumas lacunas, desafios e até contradições referentes à aplicação do Projeto Orla, sobretudo do ponto de vista político-administrativo. (Voivodic, 2007).

De acordo com o autor, apesar dos princípios do Programa serem condizentes com os princípios do Gerenciamento Costeiro Integrado, sobretudo no que consiste a descentralização política das tomadas de decisão e implementação de ações, foi verificado pelo autor uma sobrecarga de atribuições no poder municipal, com pouca integração entre as outras esferas do governo e ainda, pouca ou nenhuma relação com as outras políticas setoriais como a urbana, por exemplo.

Além disto, o mesmo autor ainda traz críticas e contradições referente ao momento da implementação do Plano de Intervenção do programa. Ao abordar as obras e intervenções paisagísticas na orla normalmente contidas nesses planos, ele chama atenção para a sobrevalorização estética da orla, que contraditoriamente acaba tornado-a um espaço ainda mais visado e valorizado, dificultando a preservação ou uso sustentável desses ambientes. Também é ressaltada a possibilidade do repasse de uma porcentagem dos impostos recolhidos pela Secretaria de Patrimônio da União (SPU) às prefeituras municipais, como Foro e Laudêmio conforme a legislação patrimonial existente. Isto também viria a gerar contradição entre o estímulo à preservação ambiental dos terrenos de marinha em oposição à concessão de licenças e aforamentos de ocupação.

Na verdade, nos muitos Planos de Intervenção da Orla, que inclusive ficam disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, nota-se que as intervenções são na grande maioria de caráter estético-paisagístico, com ações destinadas à revitalização e embelezamento de orlas, assim como o ordenamento e padronização de quiosques. Dificilmente a concretização de demais ações é levada adiante. Isso pode ser explicado por um somatório de fatores, como o pouco envolvimento das outras esferas políticas conforme apontado por Voivodic (op.cit.), o fraco preparo técnico das prefeituras e os interesses de grupos de maior poder de pressão, normalmente também atrelados aos políticos locais. Nesse sentido, fica clara a fragilidade e as contradições presentes no Projeto orla no sentido político-administrativo, vindo a comprometer, sobretudo, as fases de *Planejamento de Ações e Implementação*.

Por outro lado, considerando os objetivos do presente trabalho, a real preocupação será direcionada a questões com envolvimento mais metodológico, ligados a fases como a de *Diagnóstico*; no caso do Projeto Orla, vindo a ser o que seria a Instrumentalização e Aplicação Prática.

Muitas são as atividades e produtos correspondentes a essas fases, conforme pode ser visto no quadro abaixo (tabela1). Contudo, do ponto de vista da avaliação e do diagnóstico da paisagem, no sentido geomorfológico e morfodinâmico, o que de fato vem a nos interessar remete a atividades como a “apresentação de critérios de avaliação da paisagem; identificação de elementos da paisagem local, apresentação de critérios para delimitação de orla; delimitação de faixa de orla; demarcação de trechos com homogeneidade paisagística (tipologias de orla)”, além de critérios para delimitação de áreas restritivas em orlas marítimas. Este último não confere como um fundamento oficial do Projeto Orla, entretanto aparece como algo sugestivo em um volume do Programa denominado de “Subsídios ao Projeto Orla” e também é princípio comum em muitos países.

Para esta fase de Diagnóstico, a base metodológica fundamenta-se no *diagnóstico paisagístico*. Este foi definido como instrumento que oferece um conjunto de conceitos e elementos que irão auxiliar a divisão da orla do município em trechos de homogeneidade paisagística, a partir de caracterizações rápidas e simplificadas. Para isso, em seguida, foi definido o conceito de *Paisagem*, avaliado como estrutura territorial dinâmica, resultado do

processo de transformação do ambiente no decorrer do tempo sendo, desta forma, a *unidade de paisagem* o elemento de decodificação para o diagnóstico (Anexo 1).

Esta unidade, segundo o próprio programa, pode ser individualizada por uma homogeneidade resultante de um padrão urbanístico ou de um padrão natural, como um acidente topográfico ou tipo de vegetação, com uma escala de representação entre 1:25.000 e 1:10.000.

Na verdade, segundo Guerra e Marçal (2006), esse dimensionamento da paisagem em unidades é atualmente concebido como uma orientação metodológica importante para o planejamento e gestão ambiental, relatando trabalhos já na década de 40 com esse propósito. Os mesmos autores chamam atenção para a abordagem teórico-conceitual que fundamenta esta metodologia, que estaria relacionada à idéia da “Ecologia da Paisagem” definida por Carls Troll em 1950⁴.

Como metodologia, Troll (1997 *in* Guerra e Marçal *op.cit*) caracterizava a paisagem do ponto de vista da sua dimensionalidade, inicialmente, detectando e delimitando as suas diferenças para, em seguida, através de seu conteúdo e limites, chegar à compreensão da sua estrutura e classifica-la em diferentes escalas e territórios. Nesse sentido, podemos perceber a semelhança metodológica com a proposta pelo Projeto Orla.

Nesse sentido, Voivodic (2007) também faz considerações interessantes ao Programa. Para o autor, o uso da paisagem enquanto elemento estruturador do diagnóstico propiciou vantagens operacionais, reduzindo o excesso de sofisticação teórica dos modelos tradicionais de planejamento e tornando prática a geração de um diagnóstico e de planos de intervenção. Entretanto, o autor considera deficiente a utilização do conceito enquanto ferramenta de análise, o que também explicaria o caráter meramente estético-paisagístico dos planos de intervenção.

⁴ A partir de uma abordagem sistêmica, a Ecologia da Paisagem proposta por Carls Troll, enfatiza a interação entre modelos espaciais e processos ecológicos, que é causa e consequência da heterogeneidade espacial, através do alcance da escala. Bertrand (1971) e Tricart (1976) também seguiriam a mesma linha no estudo do sistema ambiental, com abordagem integradora entre os elementos que o compõe (Guerra e Marçal, 2006).

Etapas	Atividades	Produtos
1 Apresentação da dinâmica e capacitação	1.1 Apresentação das atividades a serem desenvolvidas	Conhecimento das atividades a serem
2 Fundamentos do Projeto Orla, da gestão costeira e patrimonial	2.1 Apresentação dos instrumentos do gerenciamento costeiro 2.2 Apresentação sobre gestão patrimonial	Reconhecimento das ações do GERCO e da GRPU
3 Caracterização da área de interesse	3.1 Apresentação dos projetos previstos para a orla do município 3.2 Construção do Quadro síntese 1 de problemas e potenciais da orla 3.3 Apresentação de critérios para avaliação da paisagem 3.4 Identificação de elementos da paisagem local 3.5 Demarcação de trechos com homogeneidade paisagística	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da realidade local • Quadro síntese 1 • Apreensão dos fundamentos de avaliação paisagística • Primeira aproximação gráfica dos conceitos paisagísticos no contexto local • Mapa com definição das unidades e trechos da orla
4 Classificação preliminar de trechos da orla	4.1 Classificação das unidades e dos trechos demarcados 4.2 Construção de Quadro síntese 2 das unidades e dos trechos demarcados	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa com a classificação preliminar da orla • Quadro síntese 2
5 Delimitação da orla municipal	5.1 Apresentação da situação patrimonial local 5.2 Apresentação de critérios para delimitação da faixa da orla 5.3 Delimitação da faixa de orla	<ul style="list-style-type: none"> • Apreensão dos fundamentos de delimitação da área de interesse • Mapa com faixa de orla demarcada
6 Diagnóstico de campo	6.1 Parâmetros de qualidade ambiental 6.2 Construção dos perfis, por meio da observação e identificação dos elementos conceituais estudados 6.3 Organização dos perfis da orla	<ul style="list-style-type: none"> • Visita de campo • Perfis dos trechos de interesse • Revisão da classificação do trecho da orla selecionado
7 Formulação de cenários para a orla	7.1 Construção de cenários: tendência e desejado	• Definição e descrição dos cenários
8 Planejamento das ações	8.1 Construção do quadro de ações e medidas estratégicas	
9 Agenda da Consolidação	9.1 Dinâmica da consolidação do Diagnóstico	• Conteúdo do plano sistematizado

Tabela 1: Quadro de atividades e produtos da fase de diagnóstico do Projeto Orla. Destacado em laranja estão as atividades que visam a avaliação da paisagem

2.3- Considerações sobre a diversidade das feições costeiras e suas implicações para critérios de gestão de Orla Marítima

2.3.1- Processos e Feições Costeiras

Considerando a diversidade fisiográfica e morfodinâmica dos ambientes costeiros como questão relevante a ser tratada em metodologias que visem à gestão de orla e o gerenciamento costeiro, ou ainda o mapeamento de áreas de risco e vulnerabilidade ambiental, será feito uma revisão sobre as principais forçantes e processos costeiros, assim como um breve apanhado sobre os distintos ambientes costeiros.

A geomorfologia e suas respectivas feições costeiras são produtos de condicionantes relacionados à tectônica de placas, clima e variações do nível do mar, assim como à dinâmica costeira (ondas, correntes litorâneas, marés e tempestades) (Villwock *et al* 2005). No presente capítulo será dado ênfase aos condicionantes de dinâmica costeira atual e as variações do nível do mar, associando questões referentes às escalas dos processos e as consequentes respostas da linha de costa.

- Ondas

As ondas são a principal variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazo e são as maiores responsáveis pela remobilização de sedimentos e formação de praias. Elas são geradas no mar aberto pelos ventos, normalmente em zonas de alta pressão, e dependem de sua velocidade, duração e da extensão da pista na superfície do oceano. Quanto maiores a duração e a pista, maior a quantidade de energia potencial absorvida pelas ondas.

Muitas podem ser os tipos de ondas geradas em função desses condicionantes. As ondas geradas em locais distantes de tempestades originam um trem regular de ondas conhecidas como *swells*. Ondas secundárias geradas nas proximidades da linha de costa normalmente devido à ação de ventos fortes são denominados de *seas*. A energia da onda refletida pela face da praia pode ficar aprisionada dentro da costa, gerando ondas estacionárias (*standing waves*) ou ser reintegrada ao oceano, assumindo a forma de ondas de ressonância (*edge waves*). Há também um tipo de onda gerada por abalos sísmicos

(*tsunami*) que possui um longo período, porém baixa amplitude, tendo um efeito devastador quando atinge a costa.

Em águas profundas a velocidade de propagação das ondas é proporcional ao seu período. Entretanto, quando o trem de ondas se aproxima da costa começa a sofrer o efeito de refração do fundo marinho, em função da diminuição da profundidade e difração ao redor de obstáculos (ilhas, promontórios). Quando as ondas atingem as zonas mais rasas, o seu comprimento diminui em contraposição ao aumento da altura das cristas, adquirindo elevada esbeltez. Esse processo avança com a diminuição da profundidade até que ela se desestabilize e quebre (Souza *et.al.* 2005). A quebra resulta em uma rápida dissipação de energia da onda, que gera uma grande turbulência na água, e movimenta o material do fundo como ilustrado na figura 2.



Fig.2. Onda Quebrando (Breaking Wave) e remobilizando sedimentos.

- Correntes de Deriva Litorânea

As correntes litorâneas constituem um dos mais importantes agentes de remobilização de sedimentos e são responsáveis pelo transporte de material ao longo da costa. Parte da energia dissipada pelas ondas incidentes na zona de surf é transferida para a geração de correntes costeiras. Essas correntes litorâneas incluem tanto os fluxos paralelos como os perpendiculares (normais) à costa. Estas correntes representam importantes agentes transportadores de sedimentos na zona de surf, gerando campos de velocidade efetivos na modificação do relevo praias (Clarke *et. al.*, 1984 in Guimarães, 2005).

De acordo com a incidência das ondas na linha de costa as correntes podem ser transversais a ela (*onshore transport*), do tipo correntes de retorno (*rip currents*), transporte

de massa de água costa afora (*offshore transport*) e de deriva litorânea (*longshore currents*). Esta última é considerada a mais importante corrente costeira e o principal agente de movimentação, retrabalhamento e distribuição dos sedimentos ao longo da costa. (Souza *et.al*, 2005)

As correntes longitudinais são fluxos paralelos à zona de surfe e são formadas a partir da incidência oblíqua das ondas nas regiões costeiras. Ela é produto entre a deriva costeira, que atua na zona de surfe e tem sentido paralelo à costa, e a deriva praial, que atua entre o estirâncio e a face da praia. A resultante dessas duas componentes vetoriais define um padrão de transporte “zig-zag”, mas com resultante no mesmo sentido da deriva costeira (Figura 3).

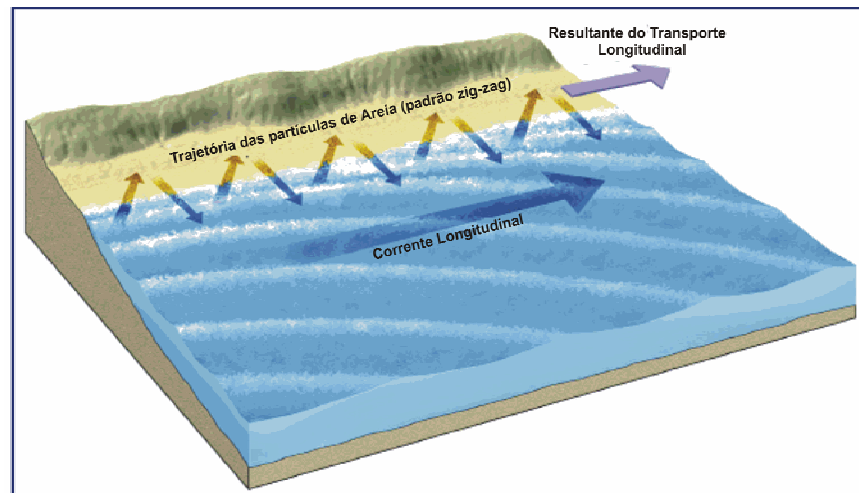


Fig.3. Transporte de Sedimentos pela Corrente Longitudinal

De acordo com muitos autores, Souza *et.al* (2005), Dominguez (1999), Suguio (2003), Surter (1995), a deriva litorânea é também a principal responsável pelas migrações laterais das desembocaduras fluviais, lagunares, estuarinas; e também considerado como o principal mecanismo de construção das planícies deltáicas do nordeste e do leste do Brasil.

- Marés

O regime das marés é outro fator determinante na geomorfologia e dinâmica de áreas costeiras. Elas resultam da atração gravitacional exercida nas águas oceânicas pelo sol e principalmente pela lua, que exerce o dobro da força gravitacional do Sol. À medida que a Terra rotaciona, as águas oceânicas sobem e descem duas vezes ao dia na maior parte das costas. Durante o mês, as variações entre o alinhamento do Sol e da Lua geram as marés astronômicas de sizígia, na lua nova e cheia, e de quadratura. As marés de sizígia apresentam uma amplitude cerca de 20% maior que a de quadratura. (Villwock *et.al* 2005).

Os regimes de maré são classificados em três tipos: micromaré, quando a amplitude de maré de sizígia é menor que 2 metros; mesomaré, quando a amplitude de maré de sizígia varia entre 2 a 4 metros; ou macromarés, quando a amplitude é maior que 4 metros, podendo atingir 12 metros em algumas regiões. No Brasil, as micromarés ocorrem nas costas sul e sudeste, as mesomarés atuam na costa leste e em parte do nordeste, e as macromarés em parte da costa nordeste e em toda costa norte.

O efeito das marés e suas correntes atingem mais significativamente as costas baixas sujeitas a macromarés. Por outro lado, em costas submetidas a regime de micromaré, as correntes geradas por elas adquirem importância em corpos de água restritos, em costas recortadas e nos canais de ligação entre lagunas e baías costeiras e o mar, gerando nessas desembocaduras depósitos conhecidos por deltas de maré vazante ou de maré enchente. (Souza *et.al.*, 2005).

Hayes (1975) associou a variação morfológica de praias e planícies costeiras às respectivas amplitudes de maré. Segundo o autor feições costeiras como deltas, ilhas-barreiras e deltas de maré são praticamente ausentes em regiões de macro-marés, ao contrário das planícies de maré e manguezais, mais comuns sob essas condições, conforme mostra a figura 4.

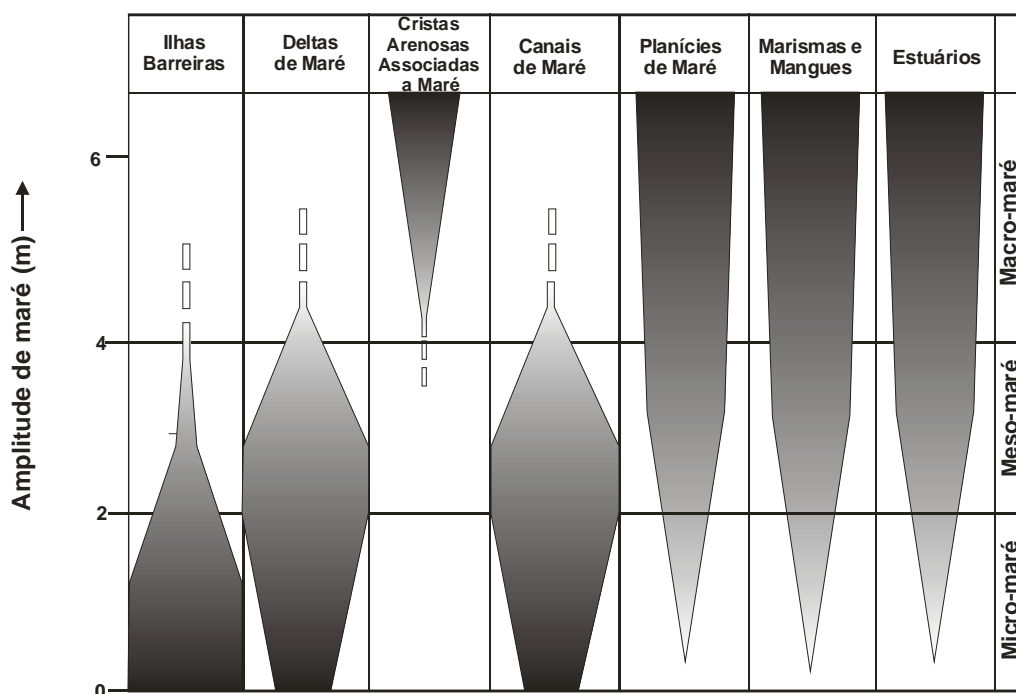


Fig. 4 Distribuição de ambientes sedimentares costeiros em associação com a amplitude de maré. Modificado de Hayes (1975 in Neto *et.al.* 2004)

-Variações do nível do mar na costa brasileira

Grandes oscilações do nível do mar ocorreram no período Quaternário e exerceram papel preponderante na evolução da linha de costa. Neste período o principal fator para essas mudanças no nível dos oceanos foi o crescimento e desintegração de geleiras continentais. Estima-se que devido ao degelo das calotas no Quaternário Superior (últimos 20.000 anos), o nível do mar global subiu em média 70 a 65 metros, atingindo até mesmo cerca de 100 a 130 metros em alguns locais, principalmente na Europa e América do Norte (Milliman and Emery, 1968; Emery, 1980; Peltier, 1988 in Silva *et al* 2004).

As flutuações dos paleoníveis do mar representam uma consequência das variações reais dos paleoníveis dos oceanos, conhecidas por eustasia, e das mudanças dos níveis dos terrenos emersos adjacentes devidas à tectônica e/ou isostasia (Martin *et al.*, 1986).

Segundo Suguio *et al.* (2005), as variações dos paleoníveis do mar são controladas principalmente por: a) flutuações nos volumes das bacias oceânicas, principalmente em consequência da tectônica de placas, causando a tectonoeustasia; b) flutuações nos volumes das águas contidas nas bacias oceânicas, principalmente por fenômenos de glaciação

(formação de geleiras) e deglaciação (fusão de geleiras), dando origem a glacioeustasia; e c) deformações das superfícies oceânicas, principalmente por causas gravitacionais, causando geoidoeustasia.

Por outro lado, as mudanças dos paleoníveis dos continentes são controladas por: a) movimentos tectônicos, tanto horizontais como verticais; b) movimentos isostáticos relacionados às variações nas sobrecargas exercidas pela expansão (glaciação) ou retração (deglaciação) das calotas glaciais sobre os continentes ou ainda pela deposição e erosão em bacias sedimentares ou pela transgressão e regressão sobre as plataformas continentais (hidroisostasia); c) deformação das superfícies continentais, devido a principalmente a causas gravitacionais.

Portanto, o nível do oceano em um determinado local da costa é produto de complexas interações entre os níveis da superfície do oceano e da terra emersa adjacente. As flutuações dos volumes das bacias oceânicas exercem seus efeitos em escala mundial. Por outro lado, as mudanças nas superfícies dos geóides e nas superfícies dos continentes atuam em escala regional ou local. Assim, a resultante desta conjugação entre os fenômenos globais e regionais determina o comportamento do Nível do Mar Relativo em uma determinada região.

Suguio, 1984; Martin *et al* 1980, 1983; e Angulo *et.al.* 2006 entre outros demonstraram que no decorrer do Quaternário, a parte central do litoral brasileiro esteve sujeita a importantes variações do nível relativo do mar, tendo sido identificadas duas fases de níveis marinhos mais altos que o atual. O mais antigo onde o nível relativo do mar atingiu 8 a 2m (120.000 anos A.P.), e último entre 4,5 a 0,5m (entre 7.000 e 5.000 anos A.P.), onde deixaram abundantes registros que puderam ser reconhecidos e datados por diferentes métodos (Figura 5).

Por conseguinte, essas variações relativas do nível do mar desempenharam papel fundamental na sedimentação costeira e na formação de ambientes costeiros. Brunn (1962) estabeleceu a relação entre elevação do nível do mar e a respectiva resposta da linha de costa, considerando a busca do ambiente pelo equilíbrio. De acordo com ele, uma elevação do nível do mar atingindo um litoral em suposto equilíbrio, geraria uma perturbação na forma de erosão. Este material erodido seria transferido e depositado na antepraia, provocando uma elevação do assoalho na antepraia numa magnitude igual à elevação do

nível do mar, mantendo, desta forma, uma profundidade constante na lâmina d'água, além de uma retrogradação da linha de costa (Figura 6).

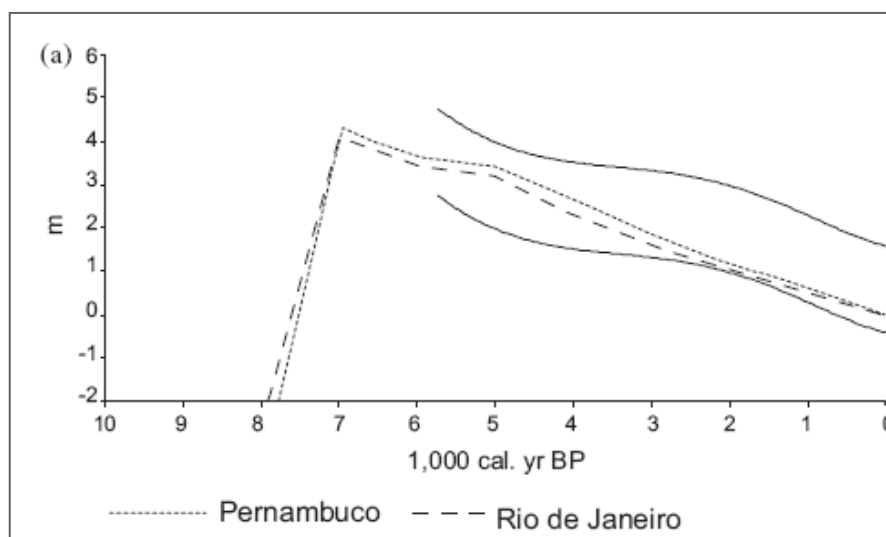


Fig.5 Curva média das variações do nível relativo do mar nos últimos 8.000 anos entre Pernambuco e Rio de Janeiro (Ângulo et.al. 2006).

O contrário é esperado para o caso de uma descida do nível do mar. A diminuição da espessura da lâmina d'água geraria um desequilíbrio, tornando a antepraia mais agradada. As ondas movimentariam os sedimentos inconsolidados da antepraia em direção à costa, provocando desta maneira uma progradação da linha de costa (Figura 6). Flexor *et.al.*(1984) ressalta a semelhança deste processo com as modificações do perfil ativo da praia em função do ataque de ondas de tempestades, com transferência de sedimentos da antepraia para o prisma da praia.

Apesar das críticas constantes e das limitações a tal modelo, sem dúvida as feições costeiras têm relação estreita com as oscilações no nível do mar, gerando paisagens características no litoral. Segundo Suguio *et al.* (2005), durante os episódios de submersão (subida do nível relativo do mar), sistemas de ilhas-barreiras/lagunas são dominantes. Em contraste, descidas do nível do mar criam condições de rápida progradação de cristas de praia, resultando em depósitos regressivos de cristas arenosas.

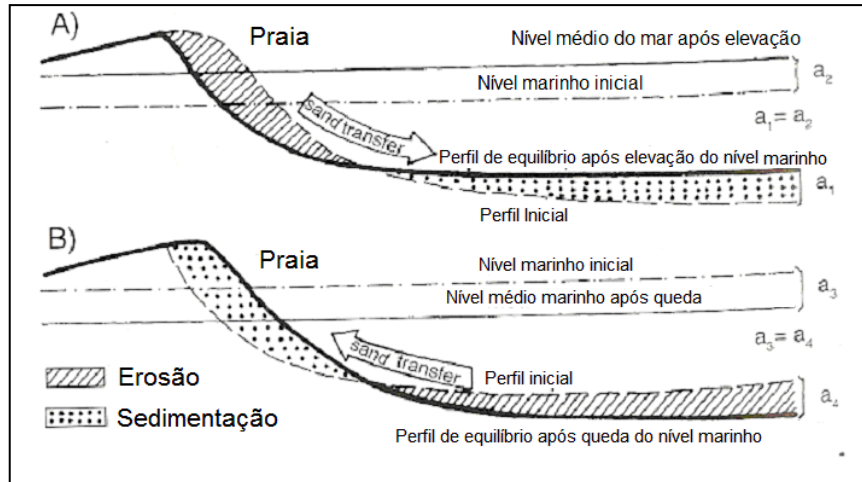


Fig. 6 Influência da variação do nível do mar no perfil praiial (Brunn, 1962)

Esta relação entre variações do nível do mar e resposta da linha de costa, imprimindo feições características, trata de uma perspectiva de longo-termo de processos e evolução da paisagem costeira. Contudo, atualmente a temática das variações do nível do mar vem ganhando considerável destaque e vem sendo cada vez mais incorporada a uma perspectiva de gerenciamento e monitoramento ambiental. Tal discussão tem ganhado destaque nos principais debates sobre as perspectivas ambientais, sob a ótica das mudanças climáticas.

Nesse sentido, muitos cenários para a zona costeira têm sido previstos em função de taxas de elevação do nível do mar. Um dos cenários mais pessimistas do IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) considera uma elevação do nível do mar de 1m até o ano de 2100. Desta forma, apresenta-se cada vez mais freqüente a incorporação de tal temática e cenários por gestores e programas de planejamento e gerenciamento costeiro, onde modelos evolutivos, como o de Brunn (1962), têm sido utilizados tanto por gestores quanto por engenheiros costeiros.

2.3.2- Critérios Físicos e Gestão de Orla Marítima

-Considerações sobre critérios morfodinâmicos gerais para fins de gestão de orla

Apesar das poucas considerações dadas à síntese de tipologias de orla e definição de limites para fins de gestão baseada em critérios morfodinâmicos, considerando processos oceanográficos e geológicos, Muehe (2001 e 2004) trouxe tais considerações para o âmbito da aplicação de diretrizes de gestão de orla marítima, contribuindo de forma ímpar para esta discussão.

Primeiramente o autor sugere três critérios como fundamentais: critério hidrodinâmico, critério morfodinâmico e critério morfológico. O primeiro está relacionado ao grau de exposição da praia à ondas de tempestades; o segundo, relacionado à variabilidade topográfica associada ao clima de ondas, incluindo a dinâmica entre praia e antepraia; e o último, considerando a praia a partir da morfologia propriamente dita, em que esta pode ser “destacada” ou “aderente”.

Neste último o autor discute sobre as principais formações arenosas, correlacionando algumas considerações sobre aspectos evolutivos. Como feições destacadas ele menciona as “barrier beaches”, que seriam acumulações sedimentares, com o flanco frontal voltada para o oceano e o flanco reverso voltado para uma laguna, que forma uma paisagem do tipo barreira-laguna. Segundo Muehe (2004), essas feições teriam a tendência de se adaptarem a uma elevação do nível do mar, com deslocamento em direção a retroterra e elevação altimétrica, caso esses cordões possam ser ultrapassados pelas ondas (Figura 7).

Já as feições aderentes, quando praias, seria resultado do crescimento de planícies costeiras por progradação frontal (Figura 8). A resposta dessas praias a uma elevação do nível do mar dependeria da largura da planície costeira. Sendo muito estreitas elas tenderiam a desaparecer; no contrário, a resposta dependeria da disponibilidade de sedimentos e da amplitude e taxa de elevação do nível do mar.

Nesse sentido para determinação de uma resposta da linha de costa à elevação do nível do mar, para fins de gestão, o autor sugere a aplicação da Lei de Bruun (Bruun, 1962), utilizando a seguinte equação:

$$R = \frac{SLG}{H} \quad \text{onde:}$$

R = recuo erosivo da linha de costa devido à elevação do nível do mar(m)

S = elevação do nível do mar (m)

L = comprimento do perfil ativo(m)

H = Altura do perfil ativo(m)

G = Proporção do material erodido que se mantém no perfil ativo

A altura do perfil ativo (H) pode ser determinada pelo somatório do topo do perfil emerso (topo do cordão litorâneo, da praia ou da duna frontal) com a profundidade de fechamento do perfil, e L sendo a distância entre esses pontos. Esses parâmetros também dariam uma idéia dessa resposta em função do gradiente do perfil ativo. Quanto menor a declividade da antepraia maior seria a retrogradação da linha de costa em resposta a uma elevação do nível do mar.

A definição da profundidade de fechamento do perfil, ou seja, a profundidade limite na qual a ação das ondas sobre o transporte sedimentar passa a ser desprezível, pode ser estabelecida em função do cruzamento de dados de batimetria, cobertura sedimentar, clima de ondas, ou ainda pela aplicação de equações empíricas como a de Hallermeier (1981) e Nicholls *et.al.* (1995) basicamente para fundos arenosos e gerado a partir de clima de ondas. Muehe (op.cit.) ao aplicar tais equações obteve resultados de 7m a 12m para o litoral sul e sudeste do Brasil até Cabo Frio, e de 6m a 10,5m para o restante do litoral. No presente trabalho não serão aprofundados critérios para delimitação da área marinha da orla para fins de gestão, na verdade, será dada ênfase a área terrestre e a área de interface com a marinha.

Contudo, o próprio autor chama atenção para possíveis inviabilidades na aplicação do modelo de Brunn. Por exemplo, em áreas sob influência fluvial, sobretudo quando significar representativa taxa de sedimentação, tal modelo aparece pouco viável, pois este não considera fontes de abastecimento no perfil ativo. Desta forma, o autor ressalta a necessidade de determinação da tendência evolutiva do litoral, tanto numa escala de tempo

de centenas a milhares de anos, como na escala de tempo de processos atuais, de anos ou décadas. Tais análises viriam a identificar áreas tradicionalmente frágeis e/ou intrinsecamente instáveis, respectivamente.



Fig.7 Barreiras arenosas costeiras entre Macaé até o Cabo de São Tomé, RJ



Fig.8 Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo de São Tomé e a foz do Paraíba do Sul, RJ

- Estabelecimento de Tipologias de Orla Marítima

De acordo com Moraes (2007), as possibilidades de classificação dos lugares são amplas e variadas. Estas podem ser de diferentes naturezas em relação ao fenômeno que se quer abordar, tendo em vista a reflexão à cerca dos critérios e indicadores mais adequados aos correspondentes objetivos. Desta forma, as tipologias geográficas podem ser resultado

de elementos físicos ou naturais, econômicos, sociais, culturais, entre outros ou até da combinação de dois ou mais critérios.

A classificação em tipologias deve buscar a setorização dos espaços pelo grau de similaridade, obtendo com isto o agrupamento dos lugares com características semelhantes. Em termos de gestão, isto se apresenta como uma ferramenta prática, uma vez que as ações de intervenção podem ser direcionadas de forma mais eficaz numa determinada área de planejamento.

Para a criação de tipologias de orlas a partir das características morfodinâmicas, Muehe (2001) sugere uma classificação quanto à exposição das ondas. Desta forma, a partir da relação entre a inclinação da face da praia e a característica granulométrica dos sedimentos expressa em termos de diâmetro médio ou velocidade de decantação, tem-se a classificação da praia em Exposta, Semi-Exposta e Protegida (Figura 9). Segundo o autor, isso daria uma idéia de agressividade do clima de ondas e conseqüentemente sobre a capacidade de mobilização de sedimentos e propensão à erosão. Contudo, o autor reconhece a metodologia como a mais simples para a inferência do grau de exposição da orla.

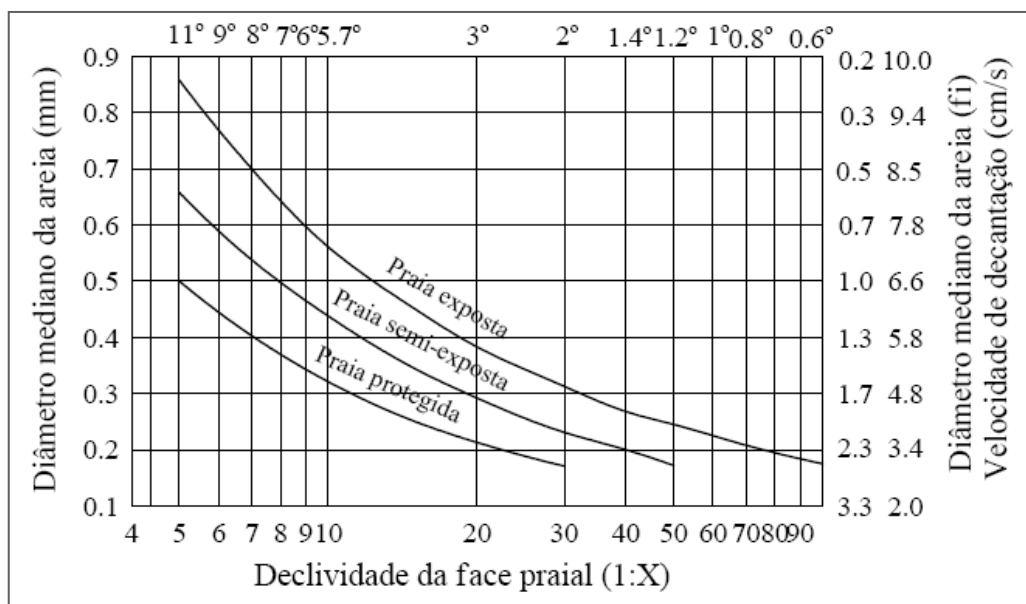


Fig 9. Correlação entre a declividade da face da praial e as características granulométricas dos sedimentos em função da exposição às ondas (Wiegel, 1964 in Muehe, 2001).

No caso do Projeto Orla, uma de suas atividades envolve a formulação de critérios para avaliação da paisagem, em que são recomendáveis a demarcação de unidades de paisagem e a classificação em tipologias de orlas. Inicialmente, o Programa sugere tipos genéricos de orla baseado em dois critérios, o de fisiografia e o de ocupação. O primeiro tem como objetivo indicar o índice de vulnerabilidade da orla face aos processos naturais e antrópicos; e o segundo, de verificar índices de ocupação humana e a intensidade de usos praticados (anexo 2).

O critério de ocupação resultou em tipologias como orla não-urbanizada, em processo de ocupação, de urbanização consolidada e de interesse especial. No caso fisiográfico, foco desta análise, as tipologias foram definidas também em função do grau de exposição de ondas, o que resultou em tipos genéricos semelhante a metodologia trazida por Muehe (2001). Esta tipologia, inclusive, está amparada pelo Decreto 5.300/04 que estabelece os critérios de gestão da orla, especificamente na Seção dos Instrumentos, Art. 25 e 26.

No programa, esta tipologia daria uma idéia sobre a forma da orla, a posição e algumas características físicas, permitindo individualizar os tipos de formação costeiras como, por exemplo, baías, estuários e golfos como *orlas abrigadas*; praias oceânicas de baixa concavidade como *orlas expostas*; e as *orlas semi-exposta*, com características intermediárias das anteriores (Figura 10).

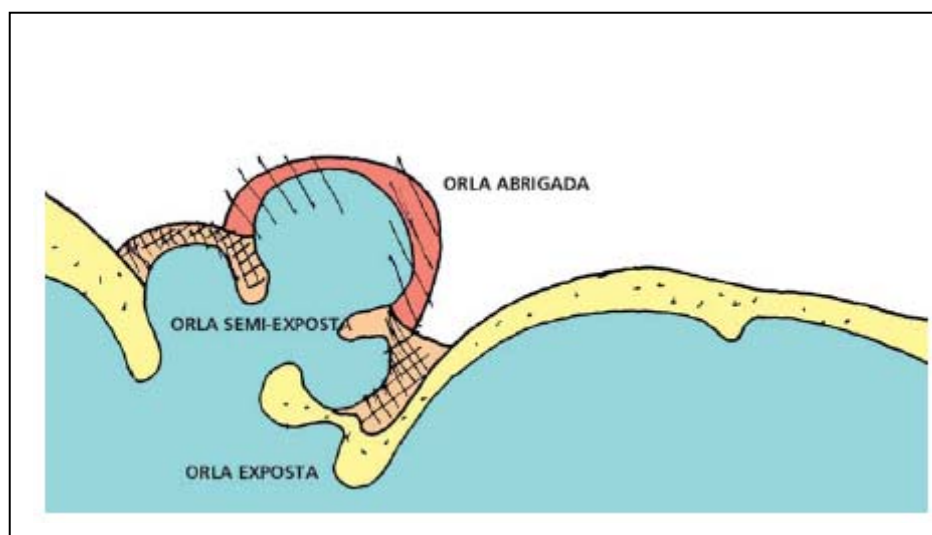


Fig 10. Esquema tipológico do Projeto Orla baseado no grau de exposição de ondas.

- Limites de Orla Marítima e critérios para delimitação de áreas restritivas ou de zona de proteção

Apesar de ser recente a temática de gestão e limites de orlas no Brasil, muitos países possuem seus critérios desde décadas atrás. A Espanha, por exemplo, possui diretrizes de gestão de orla que datam de 1969. Nesta foi estipulado um limite máximo de orla de até 500m e estipulado um limite de 100m para faixas de não edificação, sendo proibidas nessa faixa edificações destinadas à residência, construções ou modificações de vias de transporte interurbano, entre outros. (Lei de Costas, 1988).

De acordo com Rufino (2004), a Noruega, em seu *Act for planning on shore areas* de 1971, confirmou a proibição geral de construções sobre faixa de 100m, assim como a Suécia e Dinamarca dispoem de limites similares. Nesta última, o princípio que proíbe a construção na faixa de 100m remonta aos anos 30. Já a Itália, em 1985 proíbe sobre faixa de 300m, medidos a partir do mar, toda modificação do ambiente fora das zonas urbanizadas. Muehe (2001) também faz referência de tais limites dispostos em outros países, conforme mostra a figura 11.

A proposta de definição de limites de orla marítima no Brasil vem de Muehe (2001), sugeridos a partir dos critérios anteriormente apresentados, em que se considere basicamente o alcance do processo morfodinâmico atual e o efeito de uma elevação do nível do mar. Para o autor, os limites da orla marítima poderiam valer como os limites aos usos restritivos ou de proteção. Atualmente esses limites de orla estão destacados na legislação, contudo não há referência à restrição de uso e ocupação ou de proteção vinculada à questão estético-paisagística ou de erosão costeira.

Nesse sentido, a proposta apresenta-se da seguinte maneira: para o limite submarino foi proposto a isóbata de 10m, podendo ser modificado por estudos que considerem o limite da profundidade de fechamento do perfil maior ou menor. Para os limites terrestres foram dispostos limite de 50m e 200m. O primeiro valeria para áreas urbanizadas e o segundo para orlas não urbanizadas, ambas contadas a partir do reverso de cordão, dunas frontais, ou limite da praia (Muehe, 2001).

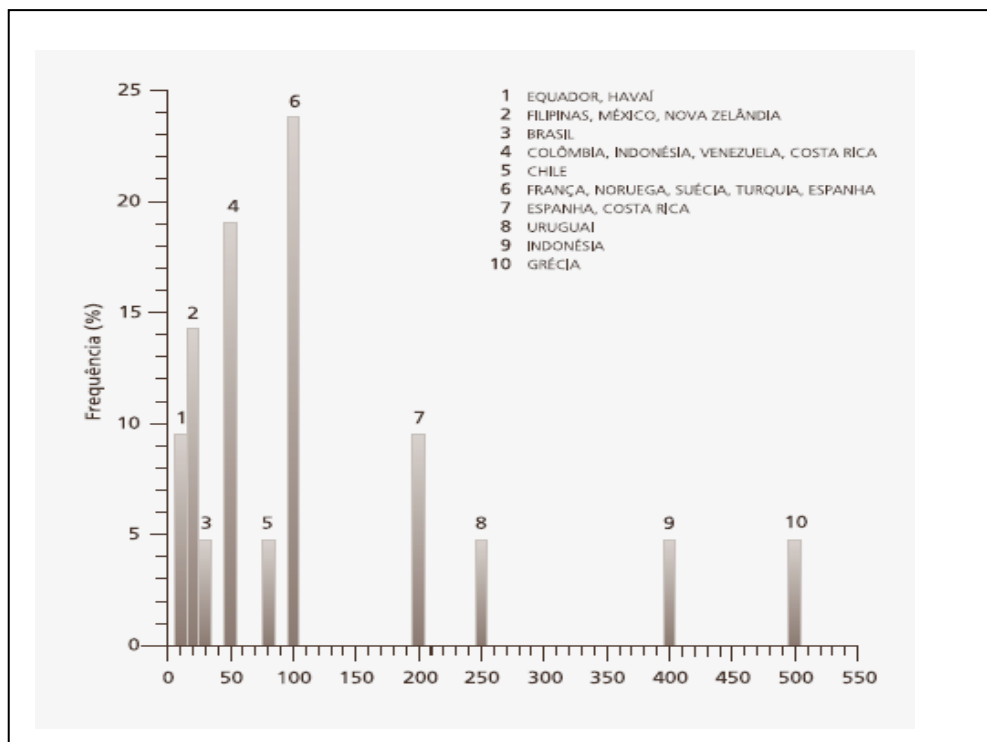


Fig.11. Frequência relativa, considerando o conjunto de países analisados, da largura da zona de proteção ou uso restrito em diferentes países (Sorensen. *et.al.*1992 in Muehe 2001).

Há ainda, no volume “Subsídio ao Projeto Orla” (MMA, 2004), outras propostas relatadas pelo mesmo autor. No caso da Turquia, considera-se uma faixa de segurança com um mínimo de 100m, com critérios específicos para uso e ocupação. Já a Carolina do Norte nos EUA, considera uma faixa de segurança ampliada em função de taxas de erosão histórica. Contudo Muehe (2004) admite a dificuldade de implementação dessa proposta em função da pressão dos agentes imobiliários e dos políticos locais.

O autor ainda traz considerações específicas sobre algumas feições. No caso de falésias sedimentares, o limite seria de 50m a partir da borda da falésia; em lagoas e lagoas costeiras, 50m a partir da praia ou da borda superior da margem; em estuários, 50m contados a partir do limite da praia ou da borda superior em ambas as margens; para falésias ou costões rochosos, limite a ser definido segundo plano diretor, estabelecendo uma faixa de segurança de no mínimo 1m acima do limite máximo de ação de ondas de tempestades; e áreas inundáveis com limite definido por isolinha localizada a pelo menos 1m acima da área atualmente alcançada pela preamar de sizígia.

As desembocaduras fluviais também são tratadas pelo autor como especificidade, uma vez que são feições geomorfológicas naturalmente instáveis. Numa tentativa de sugestão de estabelecimento de área restritiva ou de proteção para essas feições, o autor sugere o estabelecimento da largura de proteção maior ou igual à foz, sendo esta transportada para o perímetro da parte oceânica da feição, excetuando-se nesse caso de embocaduras de largura excepcional como a foz do Amazonas, por exemplo. (Muehe, 2004).

Contudo, o próprio autor admite a fragilidade desses critérios, sobretudo para as áreas mais instáveis e frágeis. Na verdade, Muehe (op.cit.) defende uma avaliação específica para cada feição, acompanhado de pesquisa geológica, geomorfológica e oceanográfica, inclusive associado a estudos de monitoramento. Nesse sentido, tem-se o reconhecimento da diversidade dos ambientes costeiros como uma questão que deve ser considerada na proposição e implementação de metodologias baseadas em critérios morfodinâmicos e geomorfológicos, enfatizando, desta forma, os objetivos deste trabalho.

Metodologias e critérios que levassem em conta as particularidades fisiográficas, morfodinâmicas e processos associados seriam mais condizentes em termos de diagnóstico, considerando a vasta composição de tipos de orla marítima, como praias, deltas, estuários, falésias, manguezais, entre outros, e a complexidade a eles associados.

Em geral, dentre os critérios morfodinâmicos e métodos respectivos propostos pelo autor, foi dado ênfase a métodos baseado na forçante de ondas. Desta forma, outras forçantes e condicionantes são pouco considerados. Partindo do princípio que parte significativa da costa brasileira apresenta um litoral com grande influência de marés e/ou apresenta-se sob significativa influência fluvial, torná-se pertinente à necessidade de outros estudos que considerem tais forçantes, de forma a vir complementar os critérios e propostas do respectivo autor e de demais trabalhos pré-existentis.

E é sobre essa questão que o presente trabalho será construído. Sem dúvida o Projeto Orla representa um avanço na gestão de orla marítima, porém, cabe ressaltar que tal temática será abordada muito mais no sentido da gestão de orla de forma geral, independentemente de um específico instrumento. Mas, sem dúvida, muito do que será apresentado mostrar-se-á construído a partir dos fundamentos do Projeto Orla, considerando sua importância no presente momento.

CAPÍTULO 3

APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: A PLANÍCIE DELTAÍCA DO RIO PARAÍBA DO SUL

3.1- Introdução

A área de estudo localiza-se no extremo Norte Fluminense, e abrange um litoral de aproximadamente 10 km, no município de São João da Barra. Este se localiza na margem direita da foz deltáica do Rio Paraíba do Sul, abrangendo três distritos: Barcelos, Pipeira e Sede. Neste último encontram-se os principais balneários do município, Atafona e Grussaí (Figura 12). Na verdade, o município de São João da Barra congregava ainda a margem esquerda da foz do Rio Paraíba do Sul. Até 1996, faziam parte do município os distritos de Barra Seca, Itabapoana e Maniva. Estes se emanciparam a partir do ano mencionado, formando o município de São Francisco do Itabapoana.

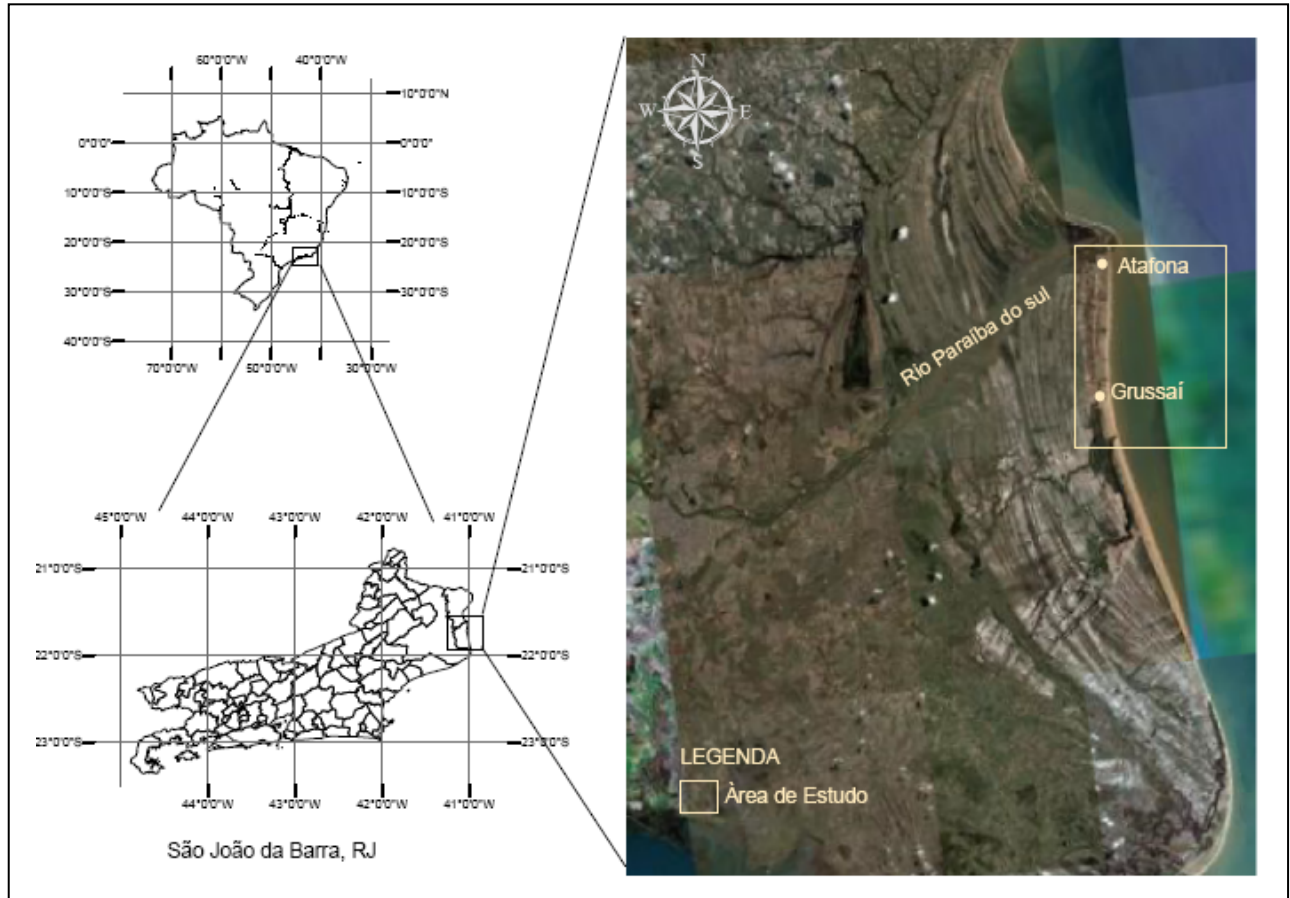


Fig. 12. Mapa de localização da área de estudo

3.2- A geomorfologia e as características oceanográficas do Delta do Rio Paraíba do Sul

3.2.1- Considerações Iniciais

O termo “delta” foi aplicado pela primeira vez acerca de 450 a.C. Herodotus foi quem notou a similaridade entre a letra grega com a forma da acumulação sedimentar ao redor da desembocadura do rio Nilo. Apesar de muitos deltas não apresentarem esta particular morfologia, o termo permaneceu (Suter, 1995).

Os deltas são feições deposicionais de configuração extremamente variável. De acordo com Suguio (1981) o termo delta é utilizado para designar depósitos sedimentares

contíguos, em parte subaéreos e parcialmente submerso, depositado em um corpo de água (oceano ou lago), principalmente pela ação de um rio. Com isso, a sedimentação contínua irá resultar em progradação da linha de costa, formando uma protuberância nas proximidades da desembocadura.

Segundo o mesmo autor, as condições para que ocorra a construção de um delta pode ser expressa pela relação entre aporte sedimentar e energia do meio receptor. A corrente aquosa (um rio, por exemplo) carregada de sedimentos deve fluir rumo a um corpo d'água (oceano, um mar interior, um lago ou uma laguna). Para que os sedimentos transportados pelo rio se acumulem ao largo da desembocadura é necessário que a energia do meio receptor não seja suficiente para transportá-los e redistribuí-los ao longo da costa. Portanto, para que ocorram condições para a construção deltáica é necessário um déficit de energia em relação ao aporte sedimentar. Por conseguinte, o retrabalhamento dos sedimentos estão relacionados com efeitos das ondas, marés, correntes e regime fluviais.

A partir da ação recíproca dos processos marinhos e do papel desempenhado por esses processos na construção deltáica. Galloway (1975) *in* Suter (1995) apresentou uma classificação modificada de Scott e Fisher (1969) de deltas. Estes foram agrupados de acordo com a forçante predominante, desta forma podiam ser caracterizados como delta dominado por ondas, delta dominado por marés ou delta de domínio fluvial. Neste caso, o delta do Rio Paraíba do Sul, conjuntamente com os deltas dos rios Doce, Jequitinhonha, São Francisco e Parnaíba, foram considerados como “clássico delta dominado por ondas”.

3.2.2- Características climáticas e oceanográficas da área de estudo

- Clima

A planície costeira do rio Paraíba do Sul está inserida numa área caracterizada como de clima tropical úmido, com temperatura média de 22°C. Apresenta uma estação chuvosa no verão e uma estação seca no inverno, indicando uma média anual de 1300 mm (Costa, 1994 *in* Bastos, 1997). Segundo Bernardez (1957), o mês de dezembro é tido como o mês com maior índice pluviométrico, com cerca de 150 mm.

Os ventos dominantes provêm do quadrante NE, associado à influência da Alta Pressão do Atlântico Sul (Figura 13), com velocidade em torno de 5-10 nós em média. Associados a passagem de frentes frias, os ventos S, SE e em menor expressividade os SW atingem a região principalmente no outono e no inverno (Pinho, 2003 *in* Guimarães, 2005).

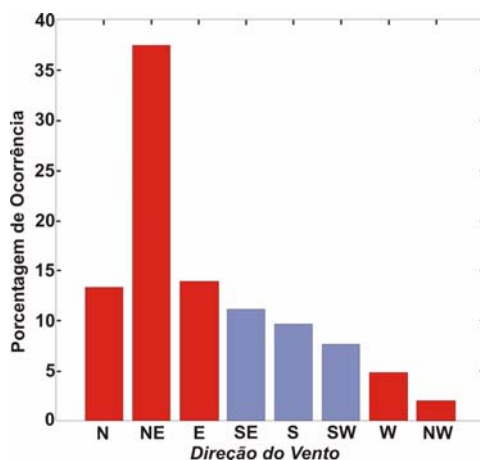


Fig. 13. Percentual das direções de vento para a região (Modificado de Pinho, 2003).

-Ondas

Dados levantados por Souza (1988) expressam que ao longo do ano, a maior frequência da direção de incidência de ondas está associada a ventos locais dos quadrantes nordeste e leste, ocorrendo ainda ondas provenientes dos quadrantes SE, S e SW, associada a frentes frias. A figura 14 mostra a frequência anual de ventos e também das estações do ano. Nota-se a predominância da incidência das ondas do quadrante NE, sobretudo nos meses de verão.

Quanto à altura das ondas (H_o), o mesmo autor observou uma altura média das ondas compreendida entre 1.6 e 2m. A partir dos dados de Souza (1988) observou-se que as ondas com alturas superiores a 3m são mais frequentes oriundas dos quadrantes S e SE.

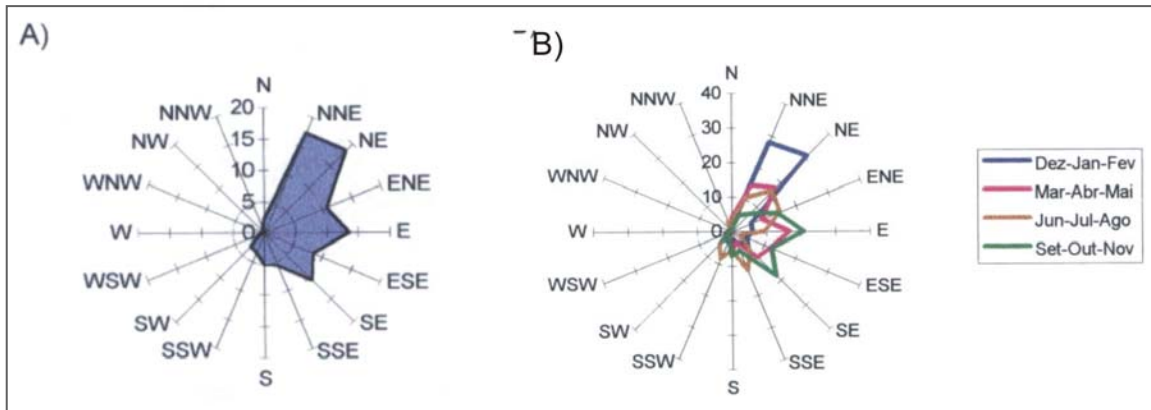


Fig. 14. (A) Diagramas mostrando a freqüência anual de direção das ondas e m (B) nas estações do ano. (Souza, 1988).

-Marés

Segundo Silva (1987), observações em Guaxindiba ao norte da foz do rio Paraíba, indicam variações de até 2,25 m com nível máximo de 0,172 e mínimo de $-1,538\text{m}$, referenciados ao zero do IBGE. Os dados também mostram uma maré semidiurna com desigualdade diurna.

3.2.3- Características morfológicas e evolução da planície deltáica do Rio Paraíba do Sul

A atual planície costeira faz parte do complexo deltáico do rio Paraíba do Sul. Segundo Dias (1981), este complexo pode ser entendido como um conjunto de ambientes sedimentares relacionados, principalmente, a diversas fases de deltação do rio Paraíba (Figura 15).

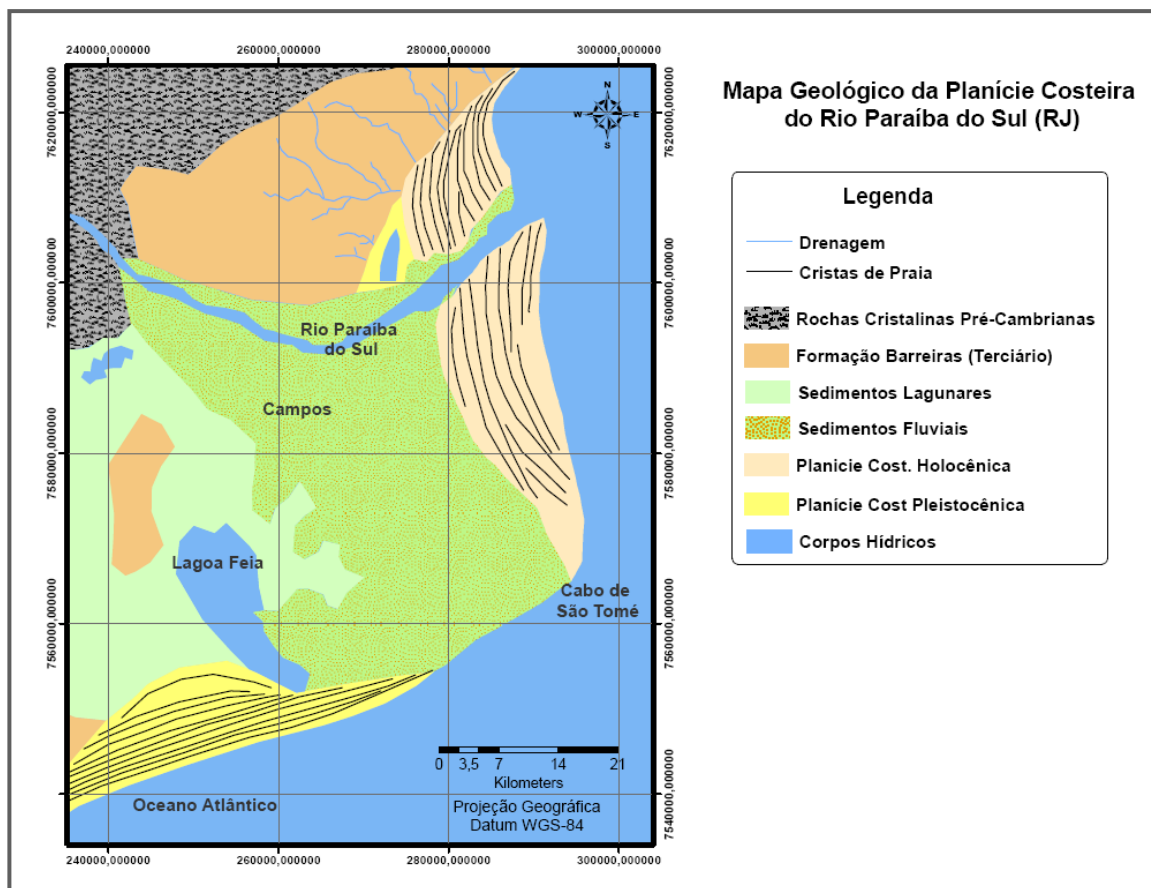


Fig. 15. Províncias geomorfológicas da Bacia de Campos. (modificado de Dias, 1981)

Os processos evolutivos que desencadearam as principais transformações morfológicas no delta foram apresentados entre outros trabalhos por Dias & Gorini (1980); Dominguez *et al.* (1981); Martin *et al.* (1984); Silva (1987); Bastos (1997). Apesar de algumas considerações discordantes em relação à evolução da área, em todos os trabalhos é consenso que o atual sistema de cristas de praia associadas à desembocadura do rio Paraíba

do Sul foi formado numa situação regressiva do nível relativo do nível do mar, criando condições para um ambiente progradante da linha de costa nos últimos 5000 anos.

A margem sul da foz, diferentemente da parte norte, apresenta sucessivos sistemas de cristas de praia e depressões alongadas menos evidente de direção geral NE-SW (Silva, 1987). Os sistemas de cristas estão separados entre si por discordâncias em relação à orientação geral destas e por escalonamentos (Figura 16). Para Dias (1981), tais características representam um hiato de deposição na seqüência de progradação deltáica, em geral acompanhado de erosão. Já para Martins *et.al* (1984) as discordâncias observadas nesta planície, assim como os degraus presentes no curso do rio atual, estão associados ao bloqueio de transporte litorâneo de sedimentos arenosos pelo fluxo fluvial.

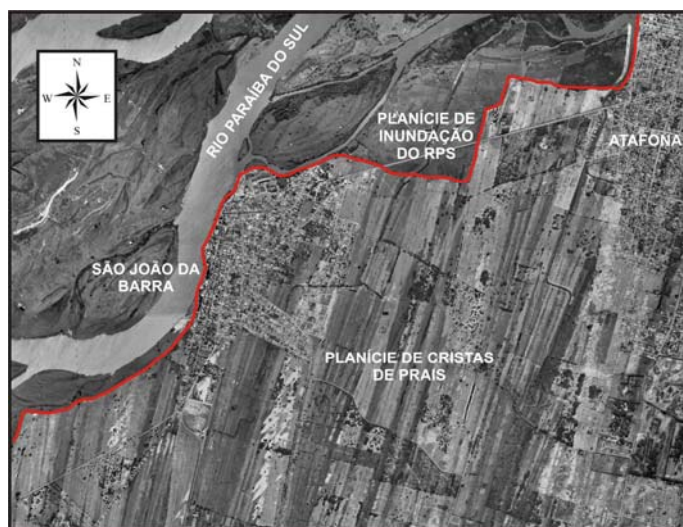


Fig.16 Morfologia dos sistemas de cristas de praia da planície meridional do rio Paraíba do Sul (Fonte, Vasconcelos 2006)

Dias *et al.* (1984) ressalta a existência de divergências de opiniões no que diz respeito ao sentido da deriva litorânea nas proximidades da foz do Paraíba. Para Dias e Gorini (1980) e Cassar e Neves (1977) o transporte residual de sedimentos neste trecho ocorre no sentido de Norte para Sul, resultando no retrabalhamento dos sedimentos trazidos pelo rio e no maior acúmulo de sedimentos na planície arenosa ao sul da foz. Já Martin *et.al.* (1980) acreditam que o sentido da deriva predomina de Sul para Norte. Para esses autores, as areias dos depósitos arenosos ao sul do rio Paraíba são provenientes da

plataforma continental. Essas areias ao atingirem a praia seriam transportadas para norte, até serem barradas na foz pela atividade hidráulica do rio.

Contudo, Dias *et.al* (1984), a partir do mapeamento de depósitos de lamias encontrados já na batimétrica de 4 metros ao largo da desembocadura, contestam tal proposição. As areias relíquias da plataforma estariam cobertas pelas lamias, tornando muito pouco provável que as primeiras sejam a fonte de alimentação para a progradação da planície costeira.

Com a intenção de corroborar tal fato, Fernandez *et.al* (2006) e Murillo *et.al.* (2007), utilizando dados geofísicos e sedimentológicos, mapearam o depósito de lamias e concluíram que os sedimentos para a construção da planície seriam provenientes de uma faixa estreita de areias próxima à linha de costa. Estes sedimentos seriam provenientes do rio Paraíba do Sul e provavelmente consorciados com sedimentos oriundos de fontes mais ao sul, em direção ao cabo de São Tomé, que distribuídos pela corrente longitudinal, representariam de fato a fonte de sedimentos arenosos para a construção das cristas.

- O componente hidrológico e sua relação na evolução do delta e dinâmica costeira

Apesar da supervalorização dos estudos baseados nos processos costeiros ao entendimento da dinâmica e evolução deste delta, não se pode ignorar a componente fluvial. Desta forma, há uma clássica abordagem relacionando a evolução da planície na desembocadura e os eventos de erosão, às mudanças no regime fluvial. De acordo com Martin *et.al.* (1984), existiria uma forte relação entre hidrodinâmica fluvial e costeira. O modelo sugere que as discordâncias nos alinhamentos de cristas de praias, representativos de momentos erosivos na foz, estariam relacionados à ciclos de cheias e estiagens no regime fluvial.

Para isto, segundo o autor, a foz atuaria como um molhe hidráulico, que quando mais ativo atuaria na retenção de sedimentos transportados por deriva litorânea com sentido sul-norte permitindo o crescimento da planície ao sul da foz. Em fases de enchente os sedimentos seriam trazidos por essa corrente de deriva e barrados pelo fluxo fluvial, sendo então construída a planície. Em fase de baixa vazão, a forçante costeira atuaria com mais intensidade, se sobrepondo a forçante fluvial, e erodindo parte da planície imediatamente

próxima à foz. Na nova fase de construção, seria marcado um escalonamento da planície e evidenciada uma discordância erosiva (figura 17).

Outro trabalho interessante relacionando tais forçantes refere-se a Costa (1994). A autora, a partir de dados históricos de vazão, associado a um mapeamento de obras desenvolvido no rio Paraíba e a correlação com alguns eventos de erosão costeira em Atafona, concluiu pela mudança do regime hidrológico do rio como um dos fatores significativos para o processo de erosão em Atafona. Ao contrário de Martin (1984), a autora diagnosticou os processos de erosão no pontal em períodos de cheia, principalmente em meses de maior índice pluviométrico e conseqüente vazão, como fevereiro e março.

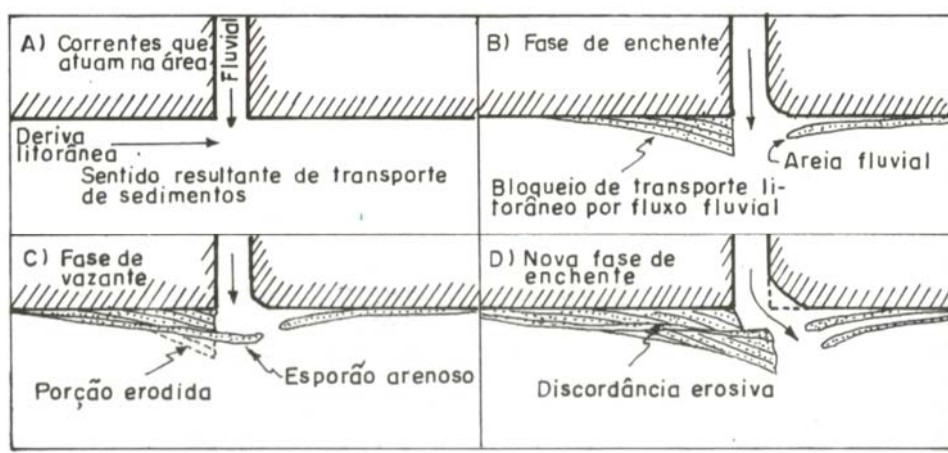


Fig. 17. Modelo de bloqueio de transporte de sedimentos no litoral pelo fluxo fluvial (Martin *et.al.* 1984)

3.2.4- Histórico e significados da erosão costeira na área de estudo

Muitos foram os autores e trabalhos publicados acerca das mudanças morfológicas e dos processos evolutivos, principalmente relacionados aos episódios erosivos recorrentes na foz do rio Paraíba (Dias *et al.*, 1981; Dominguez *et al.*, 1993; Bastos, 1997 entre outros). De modo geral, todos os autores ressaltam que as características morfológicas da linha de costa estão associadas a feições típicas regressivas, mas que recentemente, porém, foi verificado que a correspondente linha de costa apresentou modificações sutis em seu alinhamento, principalmente nas proximidades da desembocadura. Este realinhamento

provocou certa retrogradação junto à foz e uma gradual progradação em áreas mais ao sul da desembocadura.

Santos *et al.* (2005) a partir de fotografias aéreas históricas entre 1954 e 2000, retrataram muito bem identificando as taxas erosivas e progradacionais recentes. Especialmente na área onde houve retrogradação se estabelece a cidade de Atafona, que foi severamente atingida por estes processos. Na frente deltáica é recorrente a formação de um pontal arenoso que se antepõe transversalmente ao canal principal, conforme mostra a figura (Figura 18). Este sofre constantemente processos erosivos e realinhamentos em função da influência direta da dinâmica fluvio-marinha; ao contrário de Grussaí, onde é evidenciado um processo de deposição e progradação contínuo.

A partir dos valores absolutos medidos pelo autor foi estimando uma velocidade média de erosão e progradação residual para o período de 1954 e 2004 de 3,2 m/ano de erosão para Atafona, e 3,1 m/ano de progradação em Grussaí. Segundo Santos (*op. cit.*) a área total erodida durante esse período foi estimada em 906.368m², o que representou segundo Azevedo (2004) a destruição de 14 quadras, totalizando 183 construções destruídas ou severamente danificadas em função da tendência erosiva verificada na área. A figura 19 mostra o residual dos processos erosivos e progradacionais na área.



Fig. 18. Readaptação morfológica do pontal do rio Paraíba do Sul que comprometeu grande parte da estrutura urbana de Atafona. A foto da esquerda tirada no início da década de setenta, onde a linha vermelha registra a linha de costa mais estável no atual e a linha pontilhada em azul o contato do oceano com a praia. Estas linhas foram tiradas a partir da foto da esquerda registrada em 2003, em condições semelhantes de altitude e obliquidade (Santos, 2006).

Dias (1981) relaciona uma série de fatores para explicar os intensos processos erosivos recentes tais como: mudanças na orientação do curso fluvial, diminuição do aporte de sedimentos na zona costeira adjacente e inversão do sentido inverso ao padrão de NE das ondas. Desta forma foram definidas sucessivas fases de progradação e erosão da foz através de um efêmero pontal arenoso que cria as condições morfológicas para diversas fases erosivas e deposicionais que, no entanto, tiveram como resultante o recuo da linha de costa entre 1956 e 1979 de cerca de 100 metros nos vinte últimos anos do estudo (Dias & Gorini, 1980; Dias, 1981).

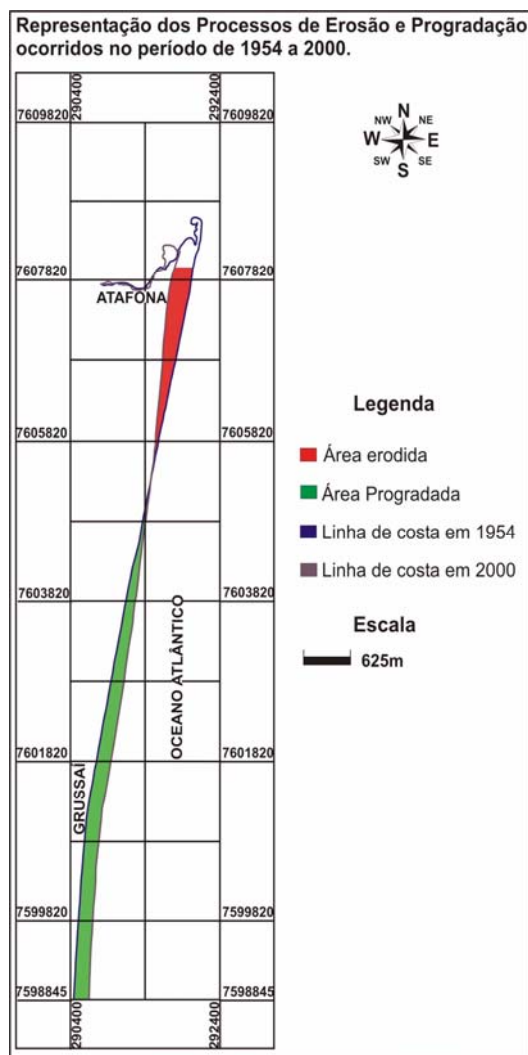


Fig. 19. Mapeamento residual das modificações da linha de costa entre Atafona e Grussaí no período de 1954 e 2000 (Santos, 2006).

Bastos (1997) a partir de dados morfodinâmicos de praia na localidade de Atafona verificou que o pontal arenoso junto à foz apresentou um alto índice de mobilidade de praia, que provavelmente refletiria uma convergência de ortogonais neste ponto, conduzindo a um processo erosivo.

Mais recentemente Muehe (2004) sugere que os processos erosivos em Atafona estejam relacionados ao recobrimento recente de lamas oriundo da foz sobre areias que abasteceriam as praias de sedimentos. O autor desta forma estabelece que haveria um aprisionamento do estoque de areias na zona submarina adjacente, por sedimentos fins de origem fluvial, impossibilitando de suprir de sedimentos o prisma praias ativo na antepraia.

Contudo, Santos (2006) além de identificar os valores absolutos de velocidade de erosão e progradação, e área total erodida, cruzou os eventos erosivos com os dados de ventos obtidos na DHN, constatando uma inter-relação entre os episódios de erosão e a ocorrência de El-Niño intenso. Segundo o autor, durante tal evento os ventos de NE se intensificam e, por conseguinte a erosão nas proximidades da foz também.

3.3- Histórico de ocupação e situação atual dos instrumentos de gerenciamento costeiro do município de São João da Barra

De acordo com Lamego (1974) a área de São João da Barra foi formada a partir de vilarejos de pescadores oriundos de Cabo Frio, por volta de 1622. Estes chegaram até a foz, onde construíram os primeiros casebres no que seria o atual balneário de Atafona, com a primeira vila sendo fundada em 1677. Antes disto, segundo o mesmo autor, a região era dominada por índios Tamoios e Goitacás.

No século seguinte, segundo Azevedo (2004), a região de São João da Barra apresentou um desenvolvimento baseado em atividades portuárias, produção açucareira, e até construção naval. De acordo com a autora, o rio Paraíba passou a ter grande importância, sobretudo no sentido de escoamento de produtos primários. Porém, no início do século XX tal favorecimento foi interrompido por fatos como o advento das ferrovias e das mudanças hidráulicas do rio Paraíba do Sul, já não sendo mais tão favorável à navegação.

Posteriormente, o desenvolvimento da região passou a ser impulsionado por atividades turísticas e de veraneio. Azevedo (op.cit.), a partir de um acervo de reportagens antigas, traz algumas informações sobre a origem do balneário de Atafona. Segundo a mesma, o “desejo a beira-mar” na localidade também esteve relacionada inicialmente aos tratamentos de saúde e aos banhos de mar considerados terapêuticos, entre as décadas de 20 e 30. Mas é na década de 40 que a mentalidade da segunda residência começa a se delinear, com o respectivo auge nas seguintes décadas.

Contudo, a partir dos anos 80 os episódios severos de erosão costeira passaram a atingir as atividades turísticas e de segunda residência. Logo, assistiu-se nos anos seguintes um forte declínio dessa população flutuante, e um concomitante aumento da procura por Grussaí, agora como novo balneário da região. Dialeticamente, o atrativo turístico de Atafona nos dias atuais baseia-se na paisagem de destruição que foi gerada pelos processos de erosão costeira.

Desta forma, a erosão costeira na localidade de Atafona e a constante migração de dunas sob as edificações têm representado um desafio para a população local, que constantemente tem sido obrigada a conviver com a perda material de seus imóveis. Tal

fato também tem representado um desafio para os gestores locais, que se mostram à procura de soluções e ações de mitigação.

Além da vulnerabilidade ambiental característica da área, a zona costeira do município de São João da Barra, e particularmente a orla marítima, encontram-se sob pressão de alguns empreendimentos e alvo de projetos urbanísticos. Atualmente, está sendo prevista a construção de um porto off-shore, denominado de Complexo Portuário do Açú. O empreendimento será localizado próximo a lagunas costeiras, numa área de cerca 6000 hectares de vegetação de restinga (CAL, 2006). Nele estão previstos um complexo industrial e a construção de quebra-mares e enrocamentos, além da execução de dragagens e aterros. (Figura20)



Fig.20 Localização do Complexo Portuário do Açú, no litoral do município de São João da Barra. (Fonte: CAL, 2006)

Também atualmente, está sendo executado o plano urbanístico na orla entre Atafona e Grussaí, com construção de um pólo gastronômico, calçadão e outras obras de embelezamento voltadas para o incremento do turismo (Figura 21). Porém, parte desse projeto de revitalização da orla está localizada próximo ao trecho do litoral com indícios de

erosão costeira, o que denuncia uma falta de diagnóstico e planejamento, além do risco ao próprio projeto.



Fig.21. A foto A foi tirada de um outdoor localizado na orla, que fazia referência ao Projeto de Urbanização da Orla. A foto B mostra as obras que já estão sendo implementadas, como o reasfaltamento e o calçadão na orla. (Fotos registradas pela autora em setembro de 2008)

Mesmo estando sob pressão, a zona costeira municipal mostra-se carente de políticas e instrumentos de planejamento, como o próprio Projeto Orla. Somente em 2006, o município instituiu seu Plano Diretor (Lei Nº 050/2006). Ainda assim, poucas foram as diretrizes direcionadas à gestão de orla marítima encontradas no Plano diretor.

No capítulo referente à política de meio ambiente, o inciso X do artigo 31 visa à implementação da melhoria das condições ambientais da orla marítima, o livre acesso e o aproveitamento das suas potencialidades. No mesmo capítulo, no inciso XI, apesar de haver a proposta de delimitação de áreas de não edificação, estas se limitam as margens de cursos d'água e as nascentes, excluindo a possibilidade desta ação ser implementada na orla. Estas faixas de não-edificação justificam-se pela manutenção e recuperação de matas ciliares (Anexo 3).

Ainda assim, o plano prevê o mapeamento e o monitoramento contínuo das condições das áreas de risco, com a adoção de medidas preventivas e corretivas. No documento referente ao Diagnóstico de Plano Diretor do município, a localidade de Atafona foi reconhecida como área de risco, juntamente com outras áreas sujeitas à inundação atribuída às condições de drenagem local. (Anexo 4).

Desta forma, mesmo considerando a implementação do Plano Diretor como um avanço em termos de instrumentos de planejamento, nota-se a carência de diretrizes destinadas à orla marítima e também ausência de outros instrumentos de gestão, sobretudo os destinados à zona costeira.

CAPÍTULO 4 METODOLOGIA

4.1- Introdução

Considerando o objetivo principal do presente trabalho, baseado na análise dos critérios morfodinâmicos e fisiográficos à gestão de orla associada à influência fluvial, a discussão partirá da caracterização morfológica e da compreensão da dinâmica costeira na área mencionada. Seguido de tal análise será investigada a relação da dinâmica fluvial com os processos costeiros.

Tais investigações serão a base para a aplicação e discussão dos critérios de gestão de orla associado à influência fluvial, já num segundo momento. Critérios de caráter morfodinâmico sugeridos no Projeto Orla serão simulados, finalizando com uma discussão sobre alternativas metodológicas e perspectivas sobre outros instrumentos de gestão de orla marítima (Figura 22)

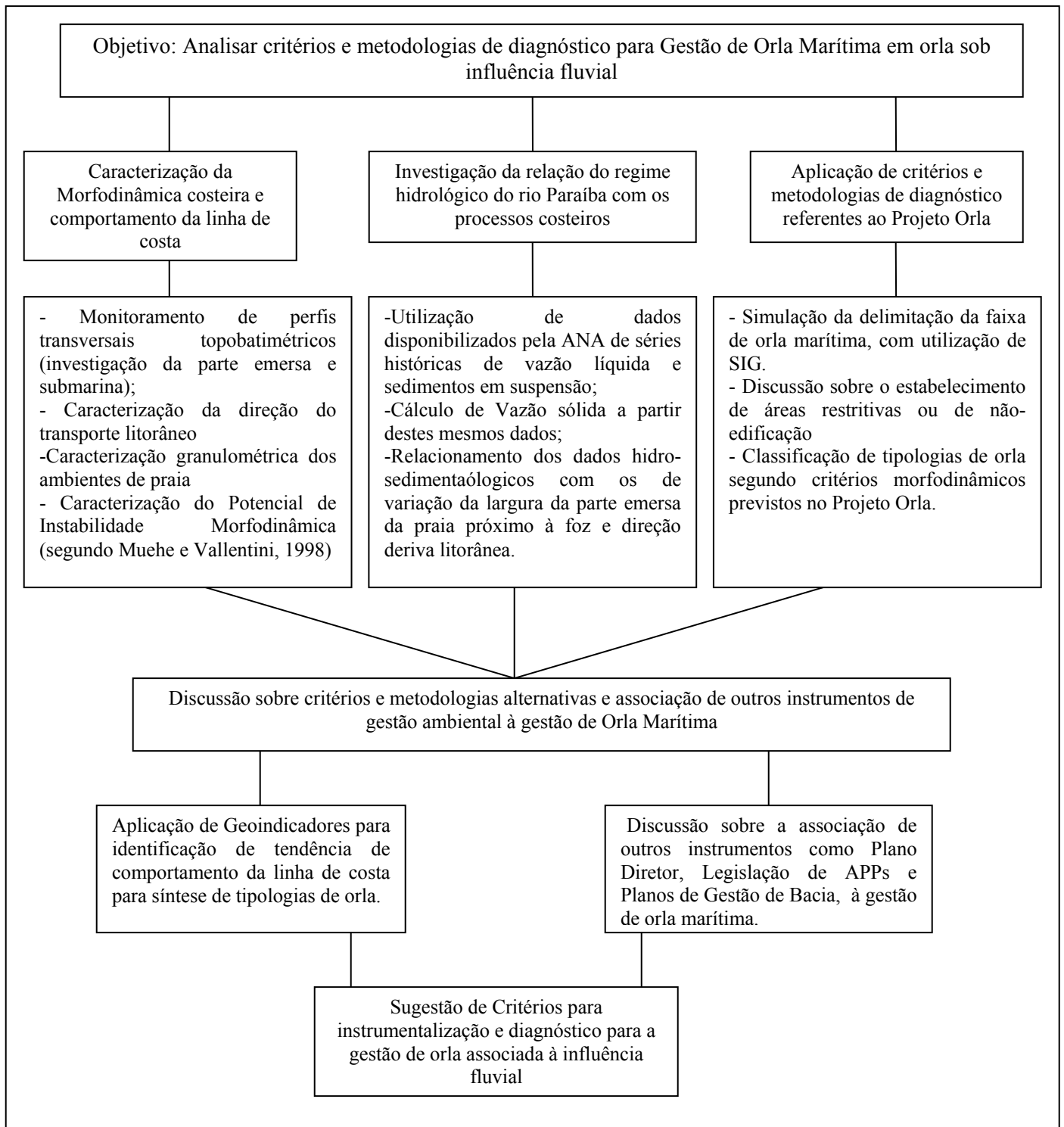


Fig.22: Fluxograma sobre as etapas metodológicas do presente trabalho.

4.2- Caracterização da Morfodinâmica Costeira

Para realização de tal objetivo foram utilizados métodos referentes ao estudo de Morfodinâmica de Praia. De acordo com Wright e Thom (1977) a modificação da morfologia do ambiente praial, na forma de ganhos e perdas de sedimentos em diversos setores do seu perfil ativo a partir da ação das forças costeiras é denominada de Morfodinâmica de Praia (Figura 23).

De acordo com os autores, o processo morfodinâmico reflete um ajuste mútuo entre topografia e hidrodinâmica. Esta última é resultado de uma interação de ondas incidentes que exerce atrito entre os sedimentos móveis da praia, causando gradientes espaciais e temporais em seu transporte. São estes gradientes que ocasionam mudanças na morfologia as quais por sua vez induzem modificações no padrão hidrodinâmico atuante. Há uma troca bidirecional entre os sedimentos da antepraia e o limite externo praial através da zona de arrebatamento que, por sua vez, causa alterações morfológicas (Calliari *et.al*, 2003).

O acompanhamento espaço-temporal desta análise possibilita inferências positivas sobre balanço sedimentar e processos associados, como erosão e deposição. Além disso, considerando a evolução costeira como produto da ciclicidade entre erosão e deposição de sedimentos, envolvendo hidrodinâmica e modificações morfológicas que ocorrem em resposta às mudanças nas condições externas, justifica-se sobremaneira a utilização de estudos referentes a Morfodinâmica de Praia em auxílio à compreensão da dinâmica costeira.

Nesse sentido foram utilizados métodos correspondentes à tal abordagem, como perfis topobatimétricos transversais à praia, coleta e análise de sedimentos em diferentes ambientes praias, caracterização da direção do transporte litorâneo, coleta de parâmetros oceanográficos, além de uma investigação sobre o potencial de instabilidade ao longo da linha de costa estudada.

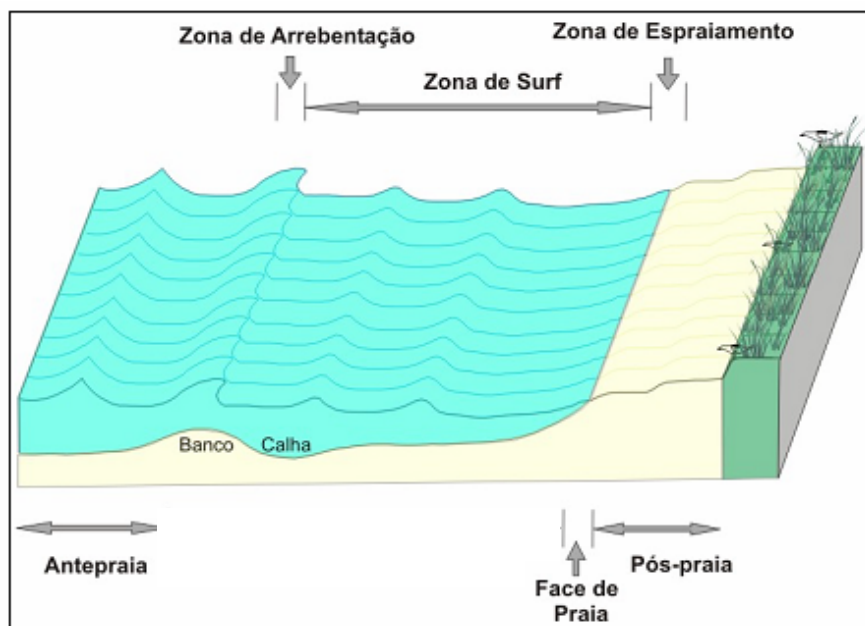


Fig.23. Compartimentação Morfológica e Hidrodinâmica das praias (Hoefel, 1998).

Estes dados morfodinâmicos foram realizados em 10 pontos ao longo da linha de costa da área de estudo, materializando um recorte espacial de pontos de controle morfodinâmico a partir de um monitoramento que vem sendo realizado desde de Abril de 2005. Nos dois primeiros anos, o acompanhamento apresentava periodicidade praticamente mensal. A partir disso, o período de monitoramento passou a ter intervalos de aproximadamente três meses.

Esses pontos foram posicionados de forma a representar os três setores morfologicamente distintos em relação aos processos morfodinâmicos visivelmente estabelecidos. O primeiro setor se distingue por estar diretamente associado à dinâmica do pontal arenoso junto à desembocadura fluvial. No pontal foram monitorados três perfis transversais. O segundo setor foi definido pela identificação de feições erosivas associadas à formação de campos de dunas sobre cristas arenosas, onde também foram marcados três pontos de monitoramento. Por último o setor onde nas últimas décadas se identificou processo de progradação da costa, sendo necessários mais quatro pontos de monitoramento. (Figura 24).

- Perfis Topobatimétricos Transversais à Praia

As investigações da parte emersa da praia e da zona submarina foram obtidas a partir de levantamentos topobatimétricos transversais as praias nos dez pontos mencionados. Para obtenção destes perfis foram utilizados métodos tradicionais de topografia, isto é, com auxílio de nível e mira. O prolongamento dos perfis em direção a zona submarina foi possível por um mergulhador que conduz a mira na zona submarina. As medidas de distância necessárias para o acoplamento batimétrico com o perfil emerso foram realizadas por estadimetria (Figura 25).

No caso do levantamento da parte emersa, também foi utilizado o método topográfico de nivelamento geométrico com uso de balizas. De acordo com Emery (1961), o método consiste na utilização de duas balizas de mesma altura (no caso, 1,5 metro) graduada em centímetros. O princípio básico para este método parte de que duas retas paralelas têm como ponto de convergência o infinito. No campo, deve-se alinhar o topo de uma das balizas com a linha do horizonte, projetando-se a seguir a continuação desta linha imaginária na outra baliza, onde será encontrada a diferença de altura entre elas devido à mudança de gradiente do terreno. Os valores horizontais são medidos com auxílio de trena. (Figura 26).

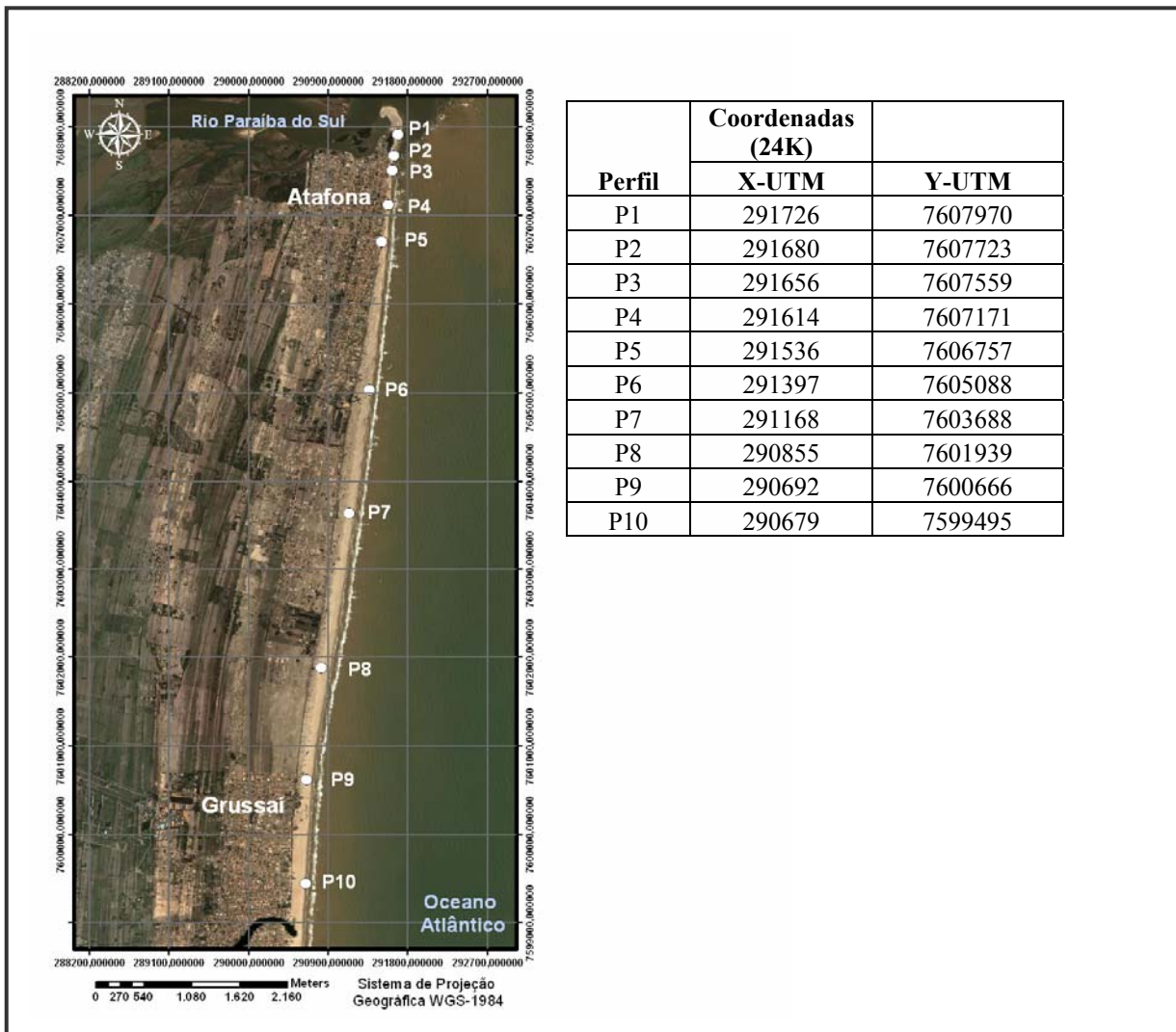


Fig. 24 Mapa de localização dos pontos de monitoramento morfodinâmico, com suas respectivas coordenadas.



Fig.25. Realização da topobatimetria em um ponto transversal a linha de costa.

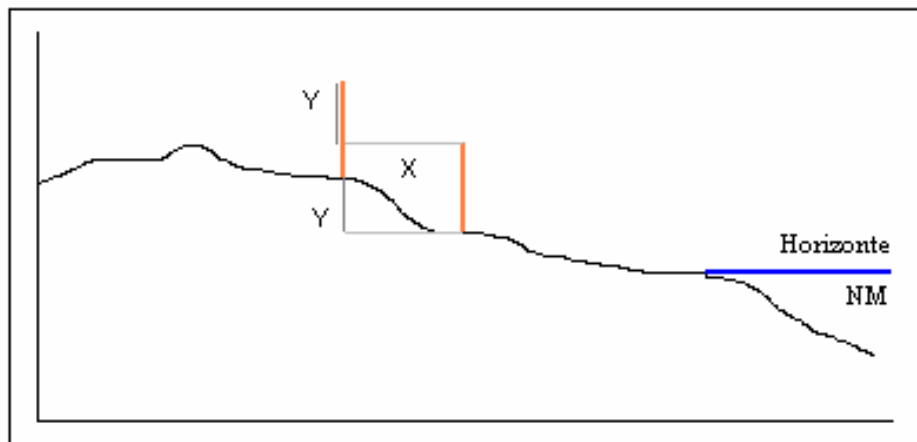


Fig. 26: Aplicação do método da baliza de Emery (1961).

Quanto ao estabelecimento das cotas altimétricas de referência de nível de cada perfil, estas foram ajustadas ao nível médio do mar para São João da Barra, ponto mais próximo da área de estudo seguindo orientações publicadas por Muehe *et al.*(2003). Segundo este autor, de acordo com Bigarella *et al.* (1961), deve-se levar o perfil de nivelamento partindo de um referencial de nível (RN) que foi materializado por marcos de concreto ou de madeira, de nível arbitrário até o ponto de refluxo máximo da onda na face da praia. Deve-se anotar tal horário e estabelecer o nível do mar no momento da medida com base na previsão de altura horária da maré. Neste caso, tais previsões foram obtidas na DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação).

Posteriormente, as cotas e distâncias da planilha topográfica foram processadas no programa *Excel for Windows* para obtenção de gráficos e análise de variação dos perfis.

- Direção de Transporte Litorâneo

A direção do transporte litorâneo foi obtida basicamente pela determinação do ângulo de incidência das ondas, conforme a metodologia descrita em Muehe (2002), com a utilização de bússola. Primeiramente determina-se a inclinação da face da praia, sempre perpendicular à direção da praia. Depois é medida a direção de aproximação das ondas na altura da arrebentação. Para isto a bússola é direcionada perpendicularmente à direção da crista da onda. Desta forma, determiná-se o ângulo de incidência subtraindo a direção de propagação da onda pela direção da inclinação da face da praia. Se o resultado der positivo, significa que a direção do transporte de sedimentos é para direita do observador olhando da terra para o mar, e se for negativo será para esquerda do observador (Muehe, 2002). Contudo, o autor chama atenção para dificuldade de efetuar uma correta medição de ondas, o que pode vir a gerar erros no resultado.

Tais dados foram levantados, sempre que possível, sob as mesmas condições em todos os dez pontos, com defasagem de no máximo um dia em relação aos mesmos.

- Coleta e Análise de Sedimentos

Foram coletadas amostras em todos os dez pontos de monitoramento do litoral estudado. Para auxiliar a caracterização morfodinâmica essas coletas foram realizadas em diferentes subambientes praias como a antepraia, face da praia e berma.

Em laboratório, essas amostras foram lavadas e mantidas imersas em água de um dia para o outro e posteriormente colocadas em uma estufa, à temperatura de aproximadamente 100° C, até secar. Quando necessário, foi utilizado um quarteador para separação e obtenção da amostra no tamanho desejado.

Feito isto, as amostras foram pesadas, colocadas num conjunto de peneiras com intervalo de $0,5\Phi$ e postas num vibrador de peneiras, durante 15 minutos. O material retido em cada peneira foi então coletado e pesado. Após esse processamento, os dados foram processados no programa Sistema de Análise Granulométrica (SAG) desenvolvido pelo Laboratório de Geologia Marinha da UFF (Lagemar) e gerados gráficos e curvas a cerca destes dados, conforme mostra a figura 27.

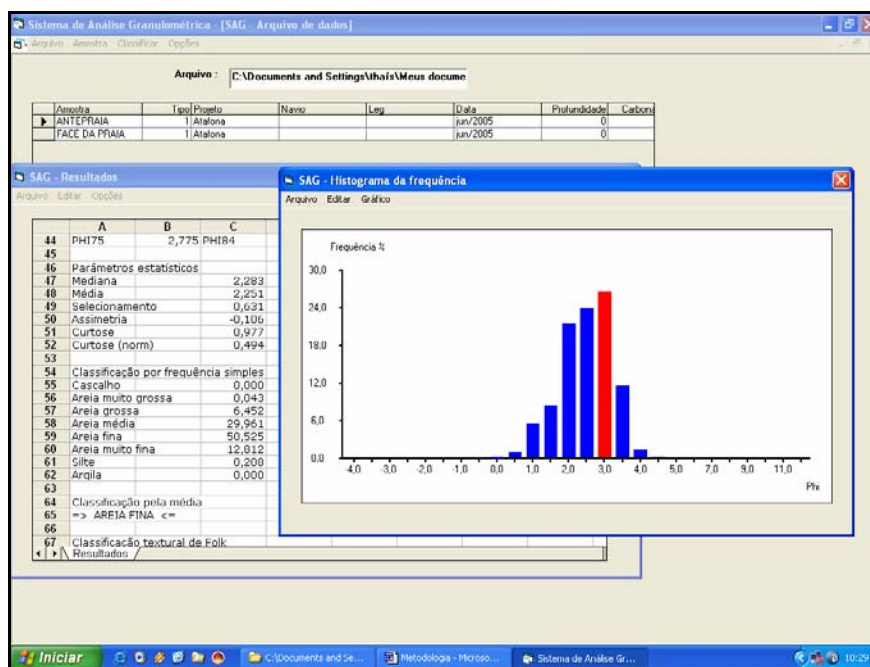


Fig.27 : Processamento de amostras no Sistema de Análise Granulométrica

- Verificação de Potencial de Instabilidade

Conforme já mencionado sobre a característica natural de instabilidade em áreas associadas a desembocaduras fluviais, mostra-se relevante a análise sobre a instabilidade local. Para esta verificação também foram utilizados métodos relativos à análise da morfodinâmica das praias, como a variação da largura da parte emersa das mesmas e verificação do estado morfodinâmico predominante.

A partir do acompanhamento topográfico das praias, foi calculado o desvio padrão das larguras da parte emersa. Segundo Muehe e Vallentini (1998), praias que apresentam desvio padrão de suas larguras igual ou maior que 10 metros são consideradas instáveis. Desta forma, pode-se organizar e mapear as áreas mais instáveis da linha de costa.

Já sobre a relação entre a instabilidade e o estado morfodinâmico, considera-se que praias intermediárias respondem por uma elevada instabilidade, e praias refletivas e dissipativas indicariam caráter mais estável, segundo alguns autores como Muehe (1998b) e Linz-de-Barros (2005). Esses estágios morfodinâmicos foram desenvolvidos pela escola Australiana de Geomorfologia Costeira e vem sendo utilizada para sistemas de micromaré (Short, 1993 *in* Calliari *et.al*, 2003).

Portanto, para a definição do estado morfodinâmico, tanto em subsídio ao comportamento morfológico quanto à caracterização da instabilidade, foi utilizada a equação proposta por Muehe (1998), a partir de determinação de parâmetros visuais e oceanográficos, expressa da seguinte maneira:

$$\Delta = \frac{(\text{sen}\beta \cdot D_{\text{espr}}) / H_b}{T_{\text{espr}} / T}$$

Onde:

- β - a declividade da face da praia
- D - distância de espraiamento da onda na face da praia (m)
- H_b - altura da onda na arrebentação (m)
- T_{espr} - duração do espraiamento da onda na face da praia (s)
- T - período das ondas

De forma que:

Estado	Delta (Δ)
Dissipativo	< 0,5
Banco e Calha	0,5 - 0,8
Bancos Transversais	0,8 - 1,0
Terraço de Baixa Ma	1,0 - 2,0
Refletivo	> 2,0

Os parâmetros apresentados são obtidos da seguinte maneira: no caso da declividade da face da praia (β) e a distância do espraiamento da onda na face da praia (D), estes são obtidos a partir da topografia realizada no determinado momento, conforme é mostrado na figura 28. Já para a Altura da onda na arrebentação (H_b) e Período das ondas (T), os métodos foram utilizados de acordo com Muehe (1998). A obtenção da primeira foi realizada através do uso de mira topográfica posicionada no recuo máximo da onda, na face da praia. O observador lê a altura na mira topográfica, na interseção de uma 'linha imaginária' com a linha do horizonte e a linha da altura da onda pouco antes de arrebentar. E por fim, para a obtenção do Período da onda, utilizou-se o intervalo de tempo, medido em segundos, da passagem cronometrada de 11 cristas de ondas, dividindo-se tal intervalo por 10.

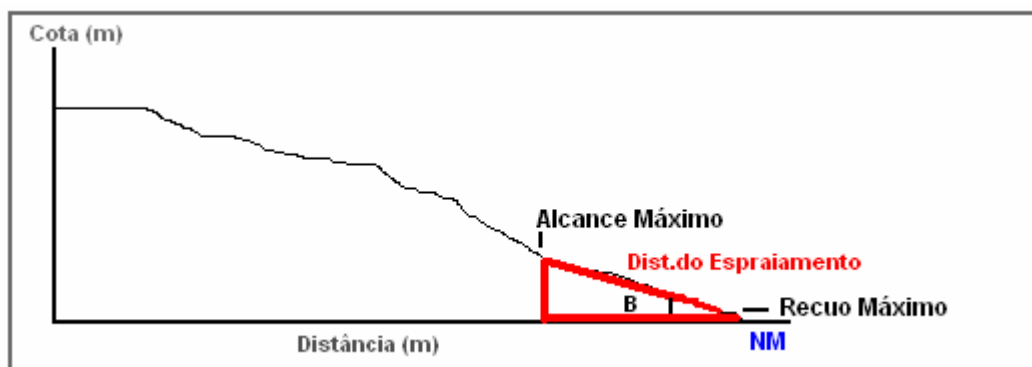


Fig 28: Perfil esquemático de uma topografia transversal à praia, onde são apresentados parâmetros como a distância do espraiamento e a declividade da face da praia, representada por B.

4.3- Análise da relação das características hidro-sedimentológicas do rio Paraíba do sul com os processos costeiros

Para tal análise, utilizaram-se dados hidro-sedimentológicos disponibilizado pela ANA (Agência Nacional de Águas), em sua rede de informações *Hidroweb*. Estes dados foram obtidos da estação fluviométrica chamada de Campos-Ponte Municipal, cujo código é 58974000. Tal estação localiza-se a cerca de 40 km da foz, sendo esta a mais próxima da desembocadura fluvial.

Foram usadas séries históricas de Vazão (média, mínima e máxima) e de sedimentos em suspensão. Na primeira, os dados disponibilizados tratam-se de dados consistidos e referem-se a uma série histórica de 1934 a 2006, com periodicidade mensal. Já a relação de sedimentos, os dados são brutos, com séries históricas de 1989 a 2007 e aleatórios. Estes apresentam respectivas medições de vazões, obtidas em igual momento.

Os dados foram tratados e representados em forma de gráficos para melhor análise. Posteriormente foram relacionados com os principais episódios erosivos na costa adjacente, mapeados desde 1954 por Santos (2006), e com o comportamento morfodinâmico apresentado no presente trabalho. Desta forma, foram relacionados dados de variação da vazão, de sedimentos, de largura da parte emersa da praia e direção de transporte litorâneo. Além disso, procurou-se corroborar tais associações com trabalhos pretéritos de outros autores, tanto na respectiva área de estudo, quanto em outras áreas sob influência flúvio-costeira (figura 22)

O efeito das marés não foi considerado. Porém presume-se que isso tenha pouca influência nos resultados, uma vez que a estação dos dados hidro-sedimentológicos localiza-se a uma distância suficiente do domínio desta forçante.

4.4- Simulação de critérios morfodinâmicos do Projeto Orla para fins de gestão

Este segundo momento do trabalho tem a finalidade de verificar a viabilidade dos critérios sugeridos no Projeto Orla. Foram averiguados critérios fisiográficos e morfodinâmicos relativos à caracterização de tipologias de orla, de delimitação de orla propriamente dita e estabelecimento de áreas restritivas de caráter preventivo e/ou

corretivo. Isto foi aplicado na respectiva área de estudo e os resultados serviram de base para uma discussão metodológica à cerca dos critérios físicos sugeridos no Projeto Orla (figura 29).

4.4.1- Mapeamento da Faixa de Orla Marítima

O mapeamento da faixa de orla marítima apresenta-se como essencial para a prática da gestão. Uma vez delimitada o raio de ação para a gestão, os objetivos, o diagnóstico e a implementação das medidas passam a ser de fato viáveis. No Projeto Orla, tal atividade faz parte do escopo dos objetivos e produtos do Programa, conforme dispostas as diretrizes contidas na fase de *Diagnóstico*. Desta forma, cada município deve apresentar seus critérios para delimitação de orla e como produto, um mapa contendo tal faixa mapeada.

Cabe ressaltar que o mapeamento realizado no presente trabalho não está atrelado aos limites municipais. Neste caso, a orla delimitada foi de uma faixa do litoral do município de São João da Barra. Tal fato deve-se à finalidade da pesquisa, que não questiona a escala da gestão de orla na esfera municipal, e sim o caráter metodológico em termos fisiográficos e morfodinâmicos; e também ao fato de já haver uma área de monitoramento anterior à execução do presente trabalho.

A delimitação da orla foi obtida a partir das características fisiográficas locais. Para isto, foi evidenciada a feição de ponto de partida, que pode ser o reverso do cordão, reverso de duna ou outro mais adequado considerando as particularidades fisiográficas locais. Após a escolha da feição, esta foi mapeada por meio de GPS (modelo GPSMAP 60 CSx) através de um caminhamento, cujo dado foi posteriormente plotado numa imagem Ikonos do ano de 2003, na escala 1:30.000 através do aplicativo ArcGIS 9.2. Tal dado também foi plotado na fotografia área do ano 1954 para efeito de comparação temporal.

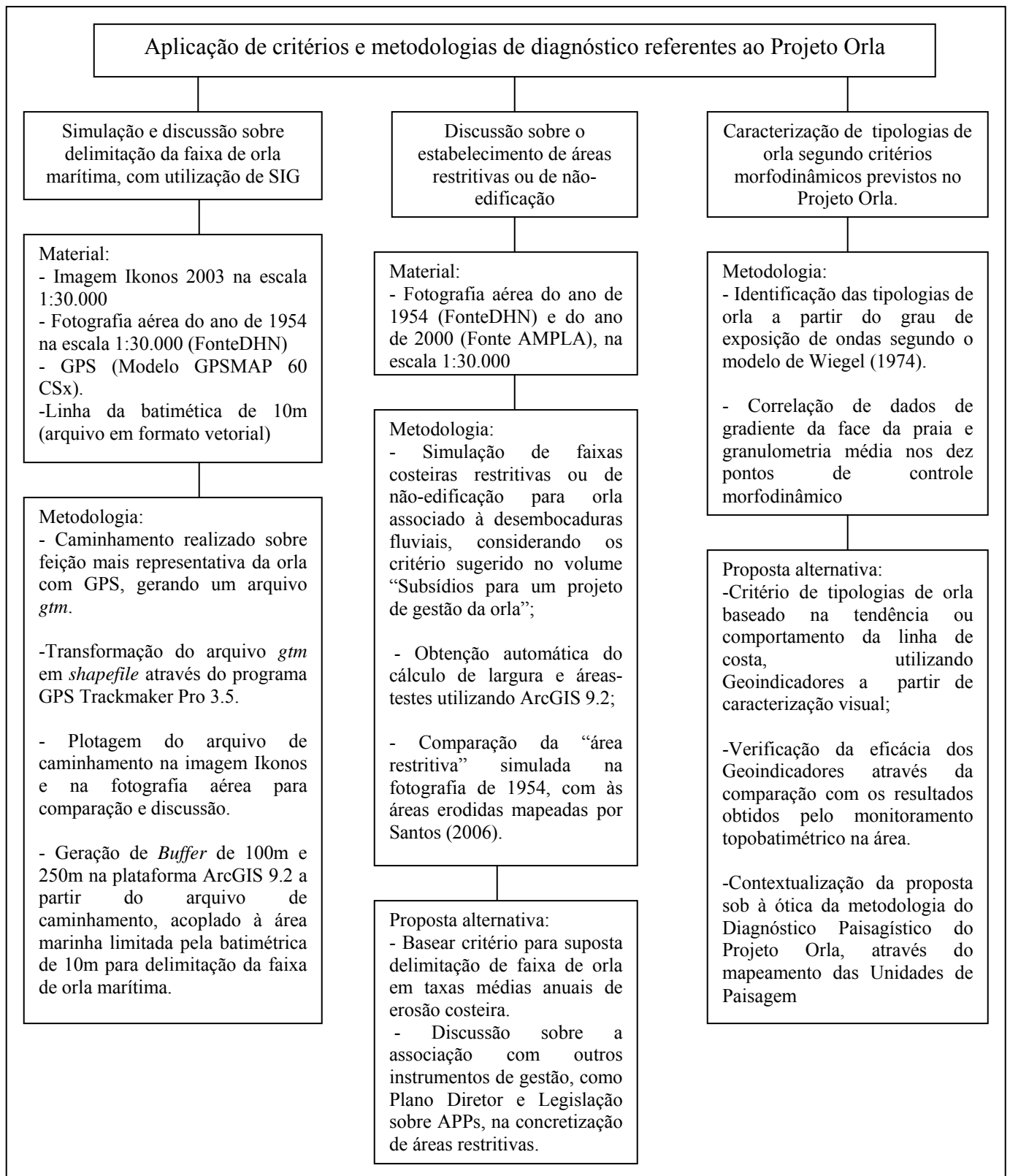


Fig.29: Fluxograma sobre a aplicação de critérios do Projeto Orla.

4.4.2- Discussão sobre o estabelecimento de áreas restritivas ou de não-edificação

Primeiramente, para a delimitação de áreas restritivas ou de não-edificação foi considerado o critério sugerido por Muehe (2001) para orlas associadas a desembocaduras fluviais. Neste caso, foram simuladas faixas costeiras restritivas, considerando o aspecto da largura do canal da desembocadura a ser transportada para faixa oceânica.

Para se atingir os objetivos propostos foram elaborados mapas temáticos onde foram definidas diferentes faixas de proteção em função de diferentes larguras da foz medida em diferentes pontos do rio. Essas larguras foram aleatoriamente definidas, uma vez que o Projeto Orla não explicita com exatidão o ponto no canal a ser tomado como referência.

Desta forma, para a representação espacial dessa discussão foram reunidas fotografias aéreas para as épocas de 1954 (escala 1:30.000) e 2000 (escala 1:30.000), obtidas na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e na AMPLA (Concessionária de distribuição de energia elétrica do estado do Rio de Janeiro) respectivamente. Cabe ressaltar que o mosaico referente ao ano 2000 foi obtido em meio digital de alta resolução e ortorretificado, o que elimina as distorções normalmente presentes em fotografias. Já as imagens do ano de 1954 foram georreferenciadas com base nas ortofotos de 2000, o que diminuiu significativamente eventuais erros de posicionamento.

Para o georreferenciamento das fotografias da área de estudo utilizou-se a mesma metodologia empregada por Vasconcelos (2006), a partir do uso do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas SPRING versões 4.2, *software* nacional e gratuito, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, como ferramenta básica para a criação de um banco de dados georreferenciados que permitiu a organização, integração, visualização e plotagem dos dados e mapas produzidos.

Depois de georreferenciadas e inseridas no banco de dados do programa, as feições de interesse (canal fluvial, ilhas fluviais, praias e demais feições costeiras) tiveram seus contornos digitalizados sobre as fotografias e suas formas comparadas entre si, possibilitando a obtenção de um mapeamento temático digital de suas variações morfológicas ao longo do período estudado (Vasconcelos, 2006). O cálculo das medidas de larguras obtidas na foz e das áreas de não edificação também pôde ser realizado de forma automática utilizando as funções do programa. Com o intuito de verificar a eficiência das

áreas de proteção em função dos critérios do Projeto Orla, as mesmas foram projetadas na imagem de 1954 a partir das respectivas larguras do canal e comparadas com os dados erosivos relativo ao período de 1954 a 2004.

Por fim, num segundo momento buscou-se alternativas metodológicas e associação com outros instrumentos de gestão ambiental para delimitação de áreas restritivas como Plano Diretor do município e Legislação de APPs com intuito de minimizar as limitações da esfera de ação do Projeto Orla (Figura 29).

4.4.3 - Caracterização de tipologias de orla segundo critérios morfodinâmicos previstos no Projeto Orla

A caracterização das tipologias foi baseada no critério do grau de exposição de ondas. Tal critério relaciona basicamente a declividade da face da praia e o grão médio dos sedimentos, levando a uma classificação de orla protegida, semi-exposta e exposta, de acordo com a proposta de Muehe (2001). Logo, efetuou-se tal proposta nos dez pontos de controle morfodinâmico da presente área de estudo.

Num segundo momento, foi testada a aplicação de Geoindicadores como método alternativo para avaliação e diagnóstico da orla do ponto de vista da vulnerabilidade física. De acordo com a União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), estes são definidos como parâmetros de processos geológicos e de fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, podendo gerar informações relativos à magnitude, frequência, taxas e tendências, e com a finalidade de fornecer elementos para uma avaliação ambiental. São mais eficientes quando aplicados à escala de tempo de até 100 anos e numa escala espacial de paisagem (0,1-10km) ou de meso-escala (10-100km) (Berger, 1997 e Bush *et.al.*, 1999).

Segundo Berger (1997), os geoindicadores fazem parte do universo de indicadores ambientais. De acordo com o autor, as descrições do estado ambiental (SOE – state of environmental reporting) são comuns na definição de elementos para estratégias de gerenciamento. Tradicionalmente, estas se caracterizavam pela ênfase dada às idéias de biodiversidade e ecossistema, com indicadores baseados em parâmetros biológicos e químicos, sendo pouco ou nada considerada a avaliação e indicadores de processos abióticos.

Só recentemente, a paisagem e os processos atuantes na superfície terrestre passaram a ser considerados de forma detalhada, como movimentos de massa, erosão costeira, erosão fluvial, variações do nível do mar, inundações, entre outros. Desta forma, os geoindicadores também podem ser utilizados para avaliações de risco, vulnerabilidade ou susceptibilidade a específicos eventos ou processos.

Especificamente sobre geoindicadores comuns a processos costeiros, Bush *et.al* (1999) apresentou um sumário de possíveis geoindicadores para uma avaliação de risco envolvendo parâmetros gerais, como vegetação e elevação; parâmetros de linha de costa, como taxas de erosão, configuração de dunas e escarpas; parâmetros de *inlets*, relativos à presença de canais de maré ou desembocaduras fluviais; e parâmetros interiores, como tipo de solo e drenagem. Cabe ressaltar que estes indicadores têm aplicação referente às linhas de costa formadas de material inconsolidado, como praias arenosas.

È neste mesmo trabalho que o autor apresenta uma segunda tabela de geoindicadores suplementares, neste caso, para avaliação de modificações da linha de costa. São basicamente estes parâmetros que serviram de base para aplicação na área de estudo do presente trabalho, apenas com algumas modificações conforme mostra a tabela 3. Tais indicadores já haviam sido apontados por Lins-de-Barros (2005), também como alternativa para avaliação de risco potencial na orla marítima.

Estes mesmos indicadores foram aplicados na área de estudo, seguindo de acordo com os pontos de controle morfodinâmico, a partir de caracterização visual, com levantamentos de campo. Desta forma, a partir do grupo de indicadores mapeados identificou-se o estado ambiental dos trechos de orla em “Erosão Severa, Erosão e Acreção ou estabilidade à longo prazo” (tabela 2). Além disto, os resultados foram comparados com o monitoramento topobatimétrico da linha de costa, com intuito de avaliar a eficácia desses indicadores.

Finalmente, buscou-se contextualizar esta proposta com a metodologia do “Diagnóstico Paisagístico” do Projeto Orla. Para isto foi realizado um mapeamento de “Unidades de Paisagem” na presente área a partir das características de homogeneidade fisiográfica. Nestas foram inseridas a classificação tipológica obtida a partir dos Geoindicadores, onde foi avaliada a pertinência desses trechos paisagísticos em termos de direcionamento de ações de gestão (Figura 29).

Geoindicadores para Rápida Avaliação de Comportamento de Linha de Costa
<p>Erosão Severa</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Ausência de dunas de transposição freqüente; 2 Escarpas ativas por ondas ou dunas remanescentes; 3 Canais de maré expostos na zona de surfe; 4 Ausência de vegetação; 5 Obras de engenharia costeiras presentes na praia ou <i>offshore</i>; 6 Escarpamento do pós-praia evidente (acúmulo de areia). 7 Presença de edificações e infra-estruturas urbanas danificadas.
<p>Erosão</p> <ul style="list-style-type: none"> 8 Dunas escarpadas ou rompidas; 9 Escarpas íngremes e depósito de talús; 10 Turfa, lama ou troncos de árvores expostos na praia; 11 Praia estreita ou somente com área coberta por espraiamento de ondas; 12 Presença de leques de transposição; aberturas artificiais (como corte de estrada); 13 Vegetação efêmera ou tombada ao longo da linha de escarpa;
<p>Acresção ou estabilidade em longo tempo</p> <ul style="list-style-type: none"> 14 Dunas e cristas de praia robusta e vegetada; 15 Escarpa vegetada com rampa estável; 16 Praia larga e berma bem desenvolvida; 17 Ausência de leque de transposição; 18 Vegetação bem desenvolvida desde floresta marítima interna, a arbustos de dunas, e grama pioneira de praia.

Tabela 2: Tabela com Geoindicadores de avaliação de comportamento da linha de costa, modificado de Bush *et.al.* 1999. Em vermelho está número correspondente aos indicadores para posterior mapeamento.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS: CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA COSTEIRA E A AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A GESTÃO DE ORLA

5.1- Caracterização da Morfodinâmica de Praia e Comportamento da Linha de Costa

Para uma melhor compreensão da análise dos resultados, optou-se por uma apresentação vinculada aos distintos setores desta costa, de acordo com os processos então predominantes. Desta forma, serão apresentados resultados entre os pontos 1 e 5, cujo setor é caracterizado por severa erosão, com evidências de recuo da linha de costa e grande instabilidade morfodinâmica, em função da localização próxima à desembocadura fluvial. O segundo setor será representado pelos pontos 6 e 7, em que a linha de costa apresentou-se estável predominantemente ao longo dos anos de monitoramento. E o último setor será representado pelos pontos 8 a 10, cujo residual observado ao longo dos anos foi o de uma progradação da linha de costa (Figura 30).

No primeiro setor, a amostragem dos perfis sugeriu informações quanto a morfodinâmica propriamente dita, a instabilidade local e a tendência à erosão na área. De acordo com as figuras 31 e 32, a análise conjunta da topobatimetria do setor entre os perfis 1 e 5 indicou perfis bem intermediários, ora se comportando com características refletivas. As características morfodinâmicas representadas sugerem um estoque de sedimentos na zona submarina muito próxima a parte emersa do perfil, sendo sistematicamente incorporados à berma.

Analisando alguns separadamente, o perfil 1, após o primeiro levantamento, sofreu uma pequena acreção nos quatro meses subseqüentes, e após tal período o processo erosivo foi contínuo, significando um recuo da praia da ordem de 100m em menos de dois anos. Tal evento gerou novas perdas de edificações e arruamentos, além de muitas

danificações à estruturas urbanas. Todavia, bastou menos de quatro meses para o perfil se recuperar e apresentar até uma largura maior ou igual ao máximo de acresção, em julho de 2005. Já o perfil 4, vem apresentando recuo da linha de costa desde aproximadamente janeiro de 2006, sem haver praticamente momentos de recuperação. Nesse perfil fica evidente o recuo do topo da escarpa na ordem de 20m (figura 32).

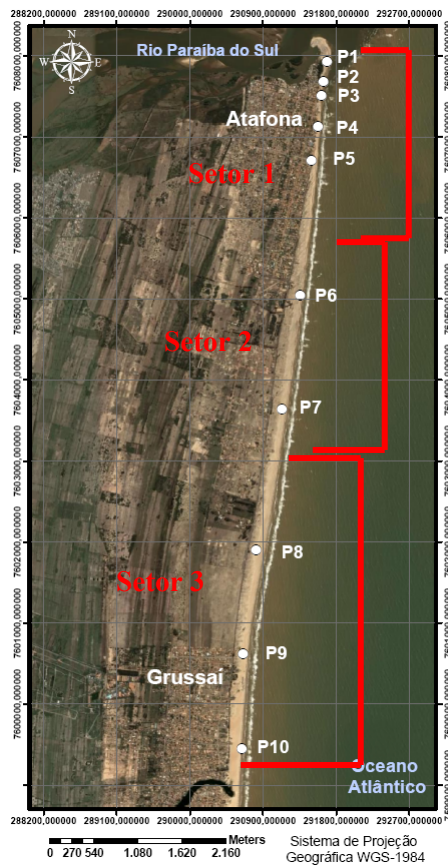


Fig. 30. Mapa contendo os três setores de discussão ao longo da linha de costa.

Na figura 33, referente ao perfil 5, é possível visualizar modificações nas dunas mais frontais. Até a primeira metade dos levantamentos, havia um campo de dunas proeminente. Após esse período, as dunas mais frontais foram totalmente erodidas pela ação direta das ondas, e esse material foi então remobilizado em direção a retroterra. Essa disponibilidade de sedimentos e a ação eólica dos ventos de NE, permitiu uma migração do campo de dunas localizado a partir desse ponto, em direção ao continente (Fernandez *et.al.* 2008). A partir desta fase é que estruturas urbanas e edificações passaram a sofrer com o constante recobrimento dessas dunas sobre os mesmos (Figura 34).

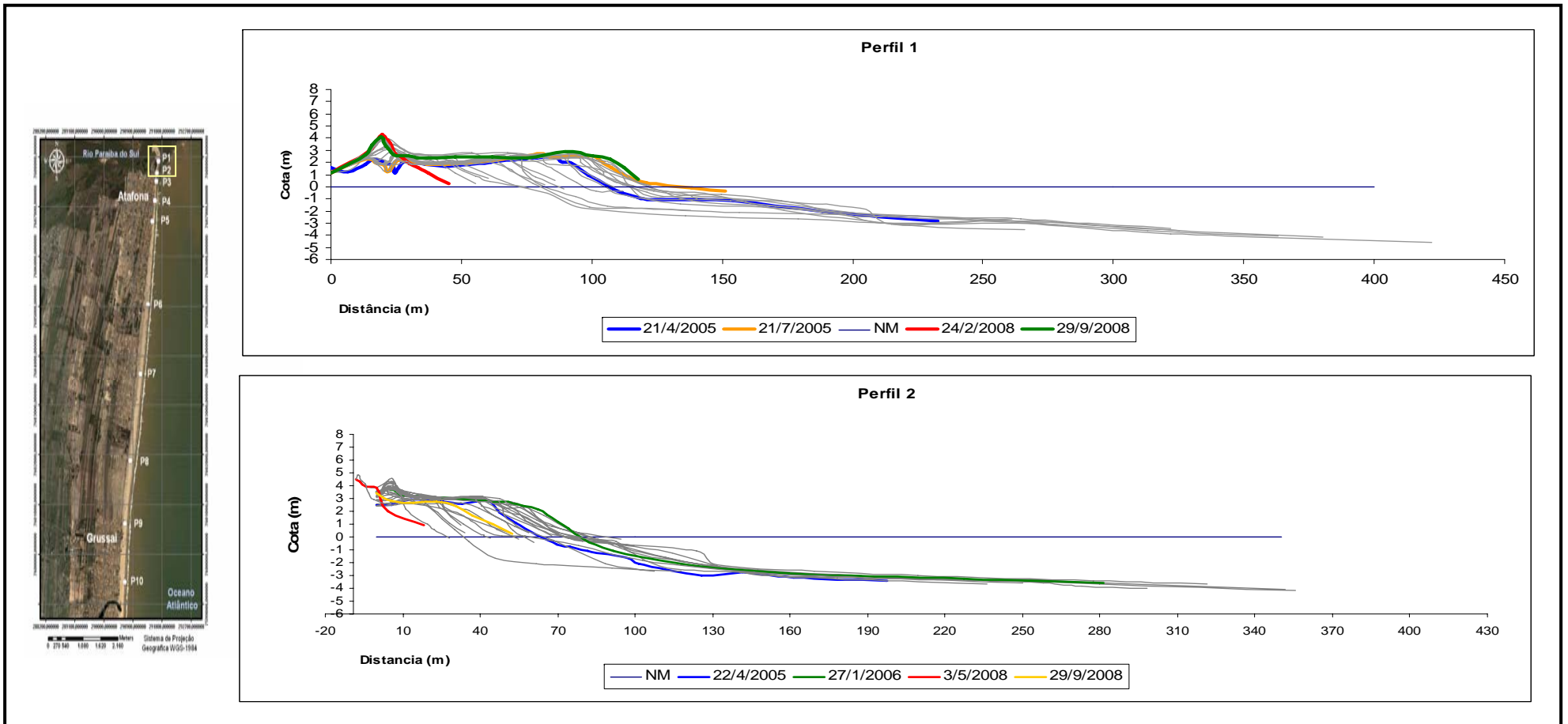


Fig. 31: Amostragens de perfis dos pontos 1 e 2. O perfil em azul representa o primeiro levantamento realizado. Os demais destacados indicam as mais evidentes variações morfológicas. Notar a rápida recuperação desses pontos no último levantamento, apesar da tendência de erosão configurada nos últimos anos. No perfil 2 houve a necessidade de transferir o RN (referencial de nível) mais para o interior após uma intensa fase erosiva.

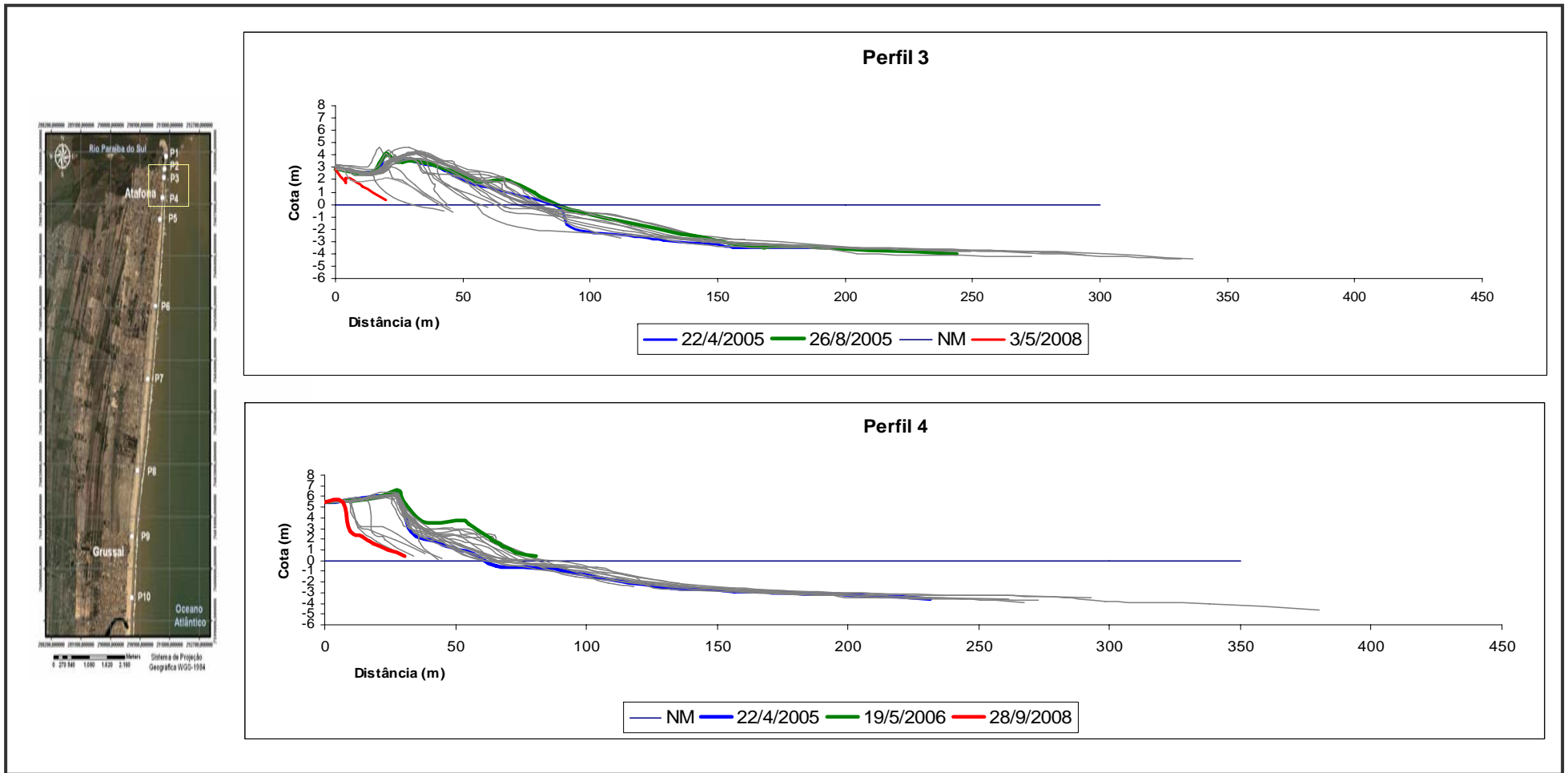


Fig.32. Amostragens de perfis dos pontos 3 e 4. O perfil em azul representa o primeiro levantamento realizado. Os demais destacados indicam as mais evidentes variações morfológicas. Processo de erosão evidenciado no perfil 4 pelo o recuo da escarpa de pós-praia da ordem de aproximadamente 20m até setembro de 2008.

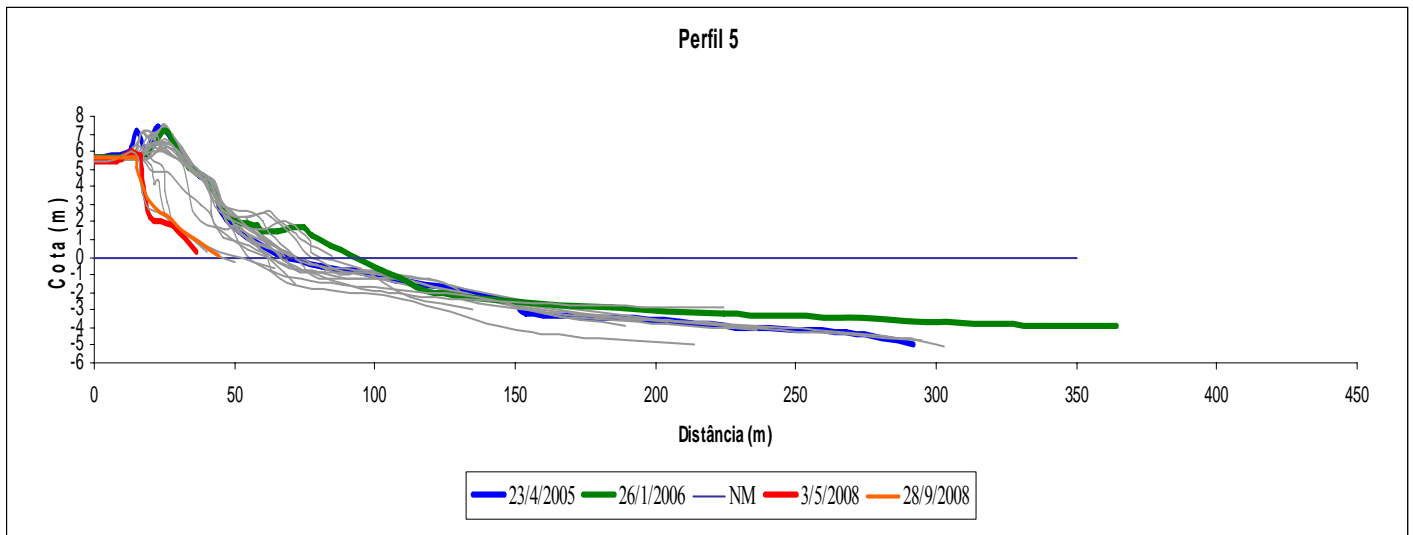


Fig. 33. Notar a presença inicial de dunas frontais e sua posterior erosão, associada ao recuo da escarpa de pós-praia.



Fig.34 Fotografia tirada no ponto 5 em Fevereiro de 2008, indicando severa erosão e migração das dunas sobre edificações.

Apesar de alguns momentos de recuperação, sobretudo no perfil 1, todo setor indica clara tendência erosiva, conforme pode ser observado nos gráficos de variação de largura da faixa emersa da praia (Figura 35).

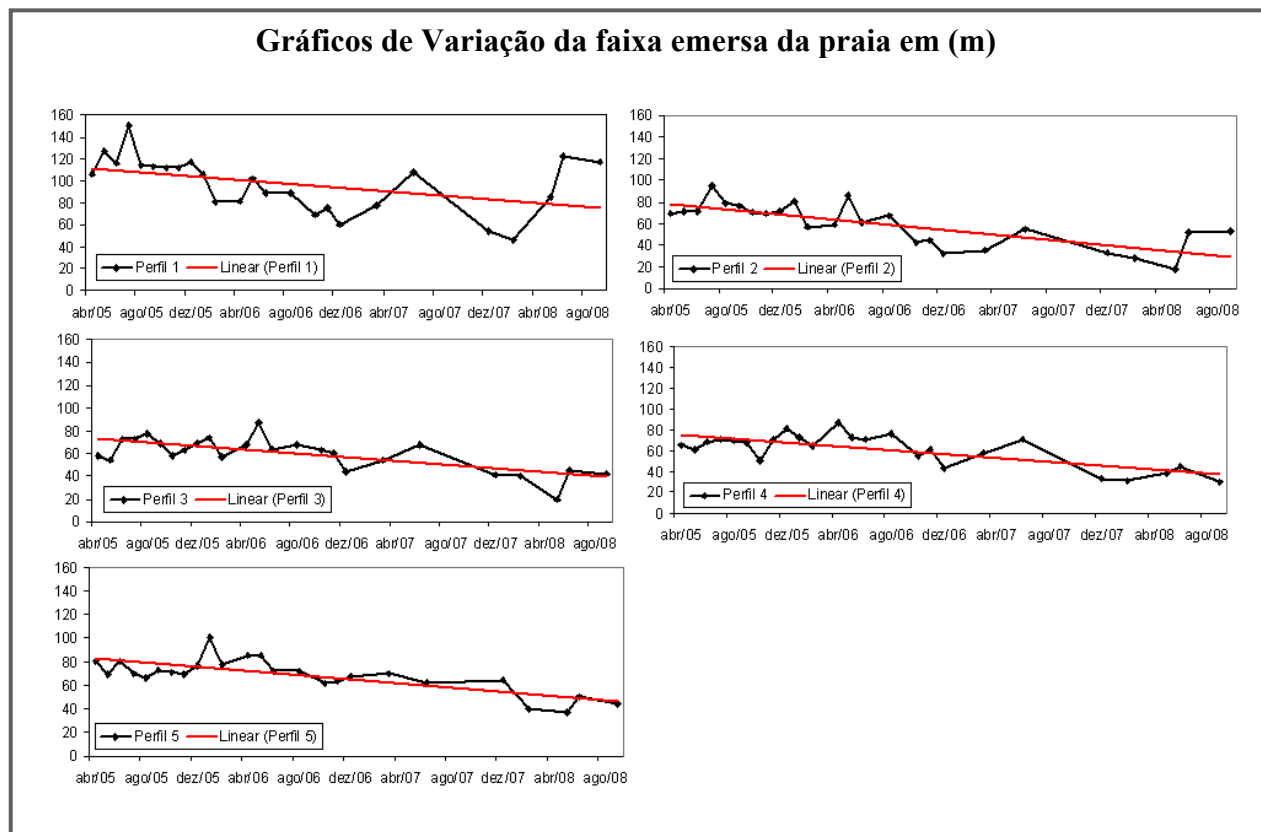


Fig. 35: Variação espaço-temporal entre os pontos 1 e 5 da largura da parte emersa das praias, com as respectivas linhas de tendência.

Na verdade, esses picos de recuperação podem ser explicados pela instabilidade natural desta área, uma vez que se encontra muito próximo da desembocadura fluvial. Desta forma, sofre influência direta das forças costeiras e também fluviais, sendo comum à formação de pontais e sua recorrente destruição ou modificação em espaço de tempo consideravelmente curto.

A análise da figura 36 fornece um bom resultado sobre essa característica de instabilidade. Tais dados foram obtidos a partir do desvio padrão, calculados em função da variação da parte emersa das praias. Segundo Muehe e Vallentini (1998), praias que apresentam desvio padrão de suas larguras igual ou maior que 10 metros são consideradas instáveis. A figura 36 mostra o perfil 1 como o mais instável, inclusive apresentando um

desvio padrão bem acima do valor considerado pelos autores; seguido dos perfis 2, 4, 3 e 5 respectivamente. Tal resultado vai de acordo com a literatura sobre costas próximas à desembocaduras fluviais ou *inlets*, em que estas apresentam grande variabilidade morfológica, e conseqüentemente potencial de instabilidade alto.

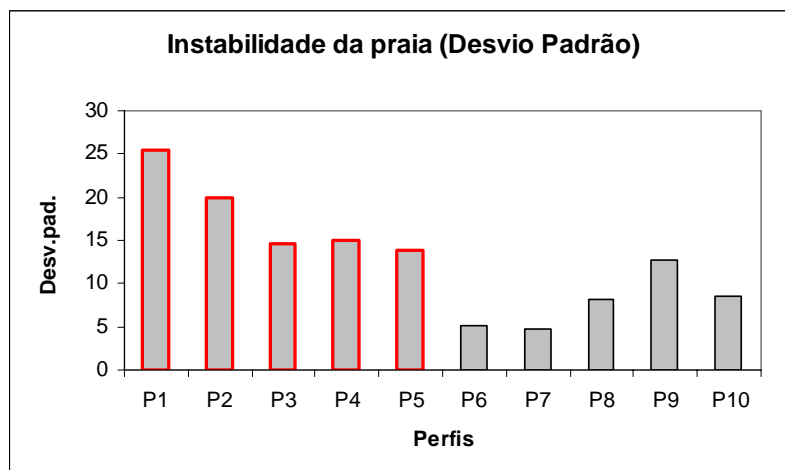


Fig. 36: Gráfico de potencial de instabilidade obtido a partir do desvio padrão das larguras da parte emersa das praias. Destacado em vermelho os pontos 1 a 5.

Outro dado que traz interessante contribuição refere-se ao cálculo do parâmetro Delta (Muehe, 1998). De acordo com os resultados da aplicação do parâmetro delta para a área do primeiro setor, nota-se que, de modo predominante, a praia apresenta-se intermediária (figura 37). Apesar dessa predominância, pode ser visto uma forte irregularidade no comportamento morfodinâmico, ora indo do dissipativo ao refletivo. Presume-se que tal fato está relacionado à intensa instabilidade natural da área, conforme já mencionado.

Tal resultado vai de encontro com indicadores de instabilidade proposta por autores, relacionando o comportamento morfodinâmico, uma vez que, segundo a literatura, praias intermediárias significariam maior potencial de instabilidade, em função da grande mobilidade morfológica.

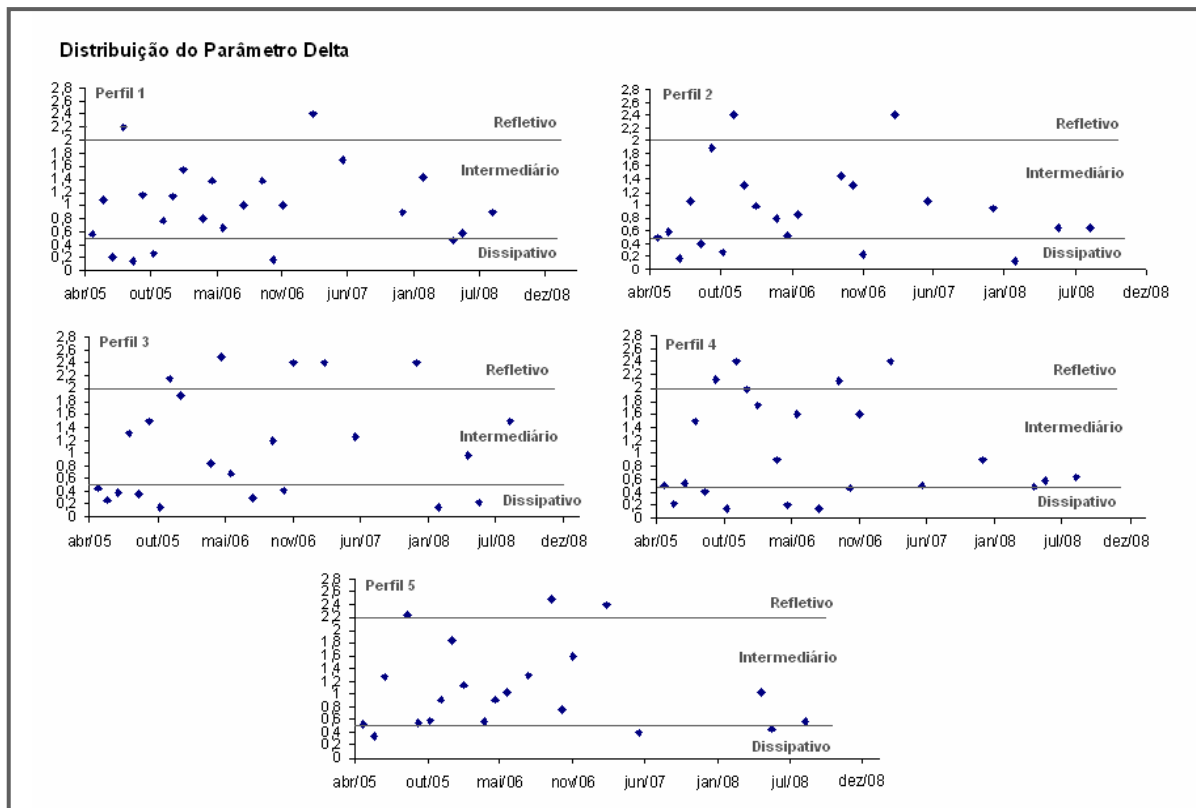


Fig. 37: Quadro demonstrativo do comportamento morfodinâmico dos pontos 1 a 5. No gráfico de distribuição do parâmetro delta, os intervalos são: Dissipativo < 0,5 / BCL de 0,5 a 0,8 / BT de 0,8 a 1,0 / TBM de 1,0 a 2,0 / Refletivo > 2,0.

Partindo para análise dos demais setores, será notado comportamento morfodinâmico distinto do primeiro setor. Continuando progressivamente ao longo da linha de costa, será feita análise do segundo setor, representado pelos pontos 6 e 7.

Na verdade, este setor é tido como uma área de transição entre os setores de erosão e o de deposição. Portanto, é área dotada de maior estabilidade do ponto de vista morfodinâmico, tanto no que concerne à área emersa, quanto à zona submarina, conforme pode ser visto na figura 39.

O gráfico de variação de largura também corrobora tal fato (figura 38). Somente nos últimos dois levantamentos (junho e setembro de 2008) é que o ponto 6 começou apresentar indicativos de erosão, como se tal processo tivesse se espalhando para além do setor de fato considerado erosivo, até então ao ponto 5.

Contudo, ainda admite-se tal setor como o de característica mais estável. Nesse sentido, o desvio padrão obtido nos dois pontos foram os menores de toda a costa, ficando em torno de 4 e 5m (Figura 39). Já as praias apresentaram-se predominantemente intermediárias, ou seja, com alguma suscetibilidade à instabilidade, conforme pode ser observado pela distribuição de pontos do parâmetro delta (figura 40)

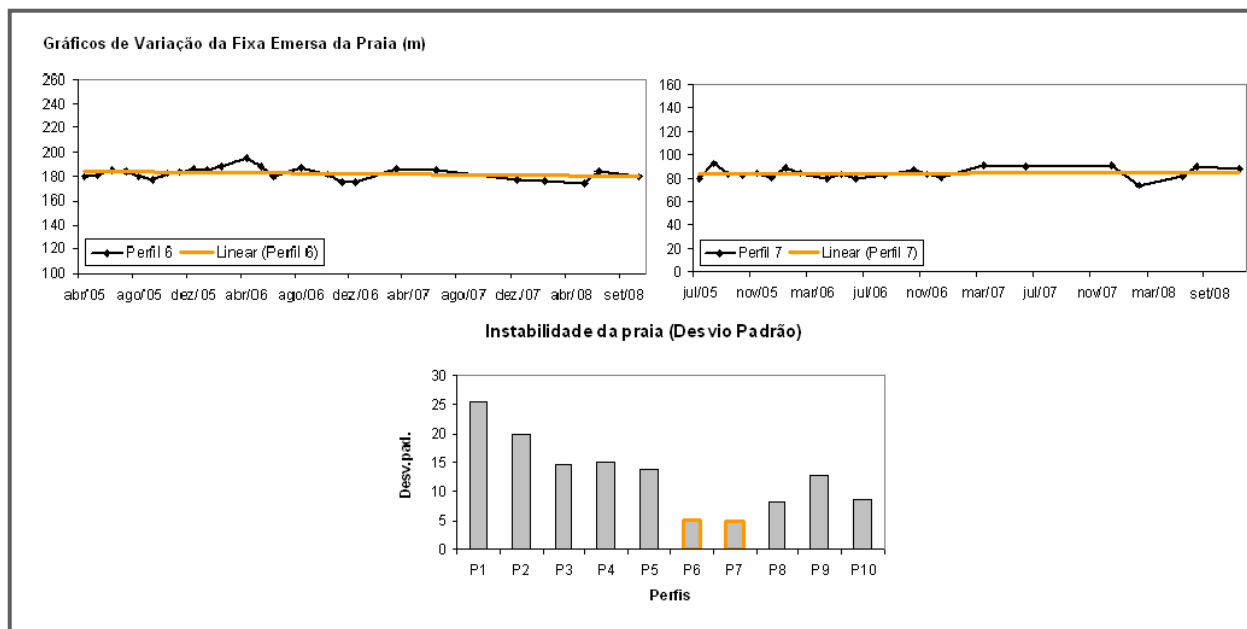


Fig.38 Variação espaço-temporal entre os pontos 6 e 7 da largura da parte emersa das praias, com as respectivas linhas de tendência; e gráfico de potencial de instabilidade.

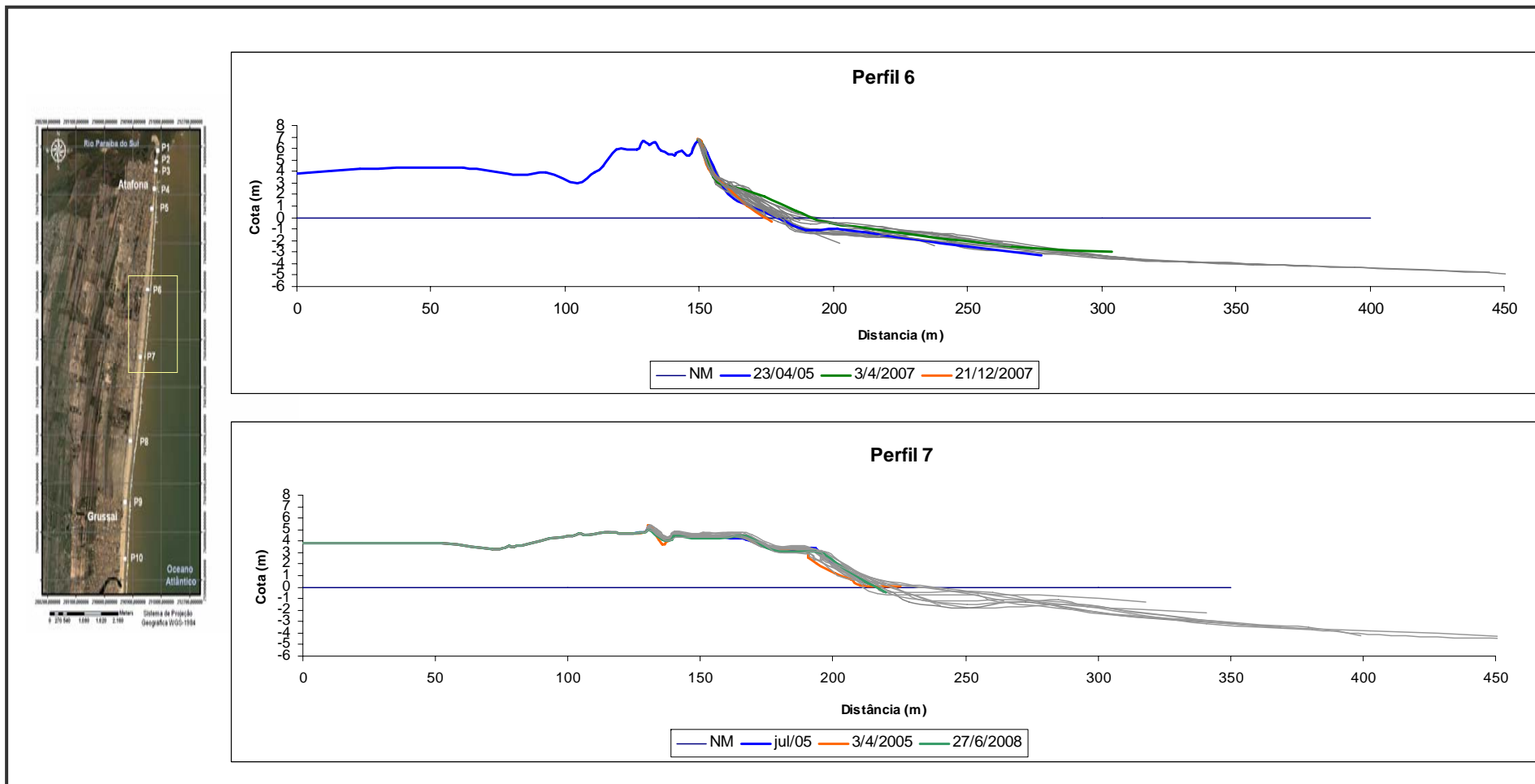


Fig. 39: Amostragens de perfis dos pontos 6 e 7, indicando estabilidade morfológica.

Ainda a respeito sobre o estado morfodinâmico das praias, no mesmo gráfico, pode-se notar um distinto comportamento dos perfis 8, 9 e 10. Estes não apresentam um claro estado morfodinâmico intermediário. Ao contrário, apresentam comportamento mais próximo às características dissipativas, predominando os estados de Banco e Calha Longitudinal (BCL) e Bancos Transversais (BT), sobretudo os perfis 8 e 9. Esses estados geralmente se desenvolvem em seqüências acrescionais a partir de um perfil dissipativo. No envelope de perfis podem ser observadas irregularidades na zona submarina na forma de bancos e calhas, assim como intensa mobilidade fisiográfica (figura 41 e 42).

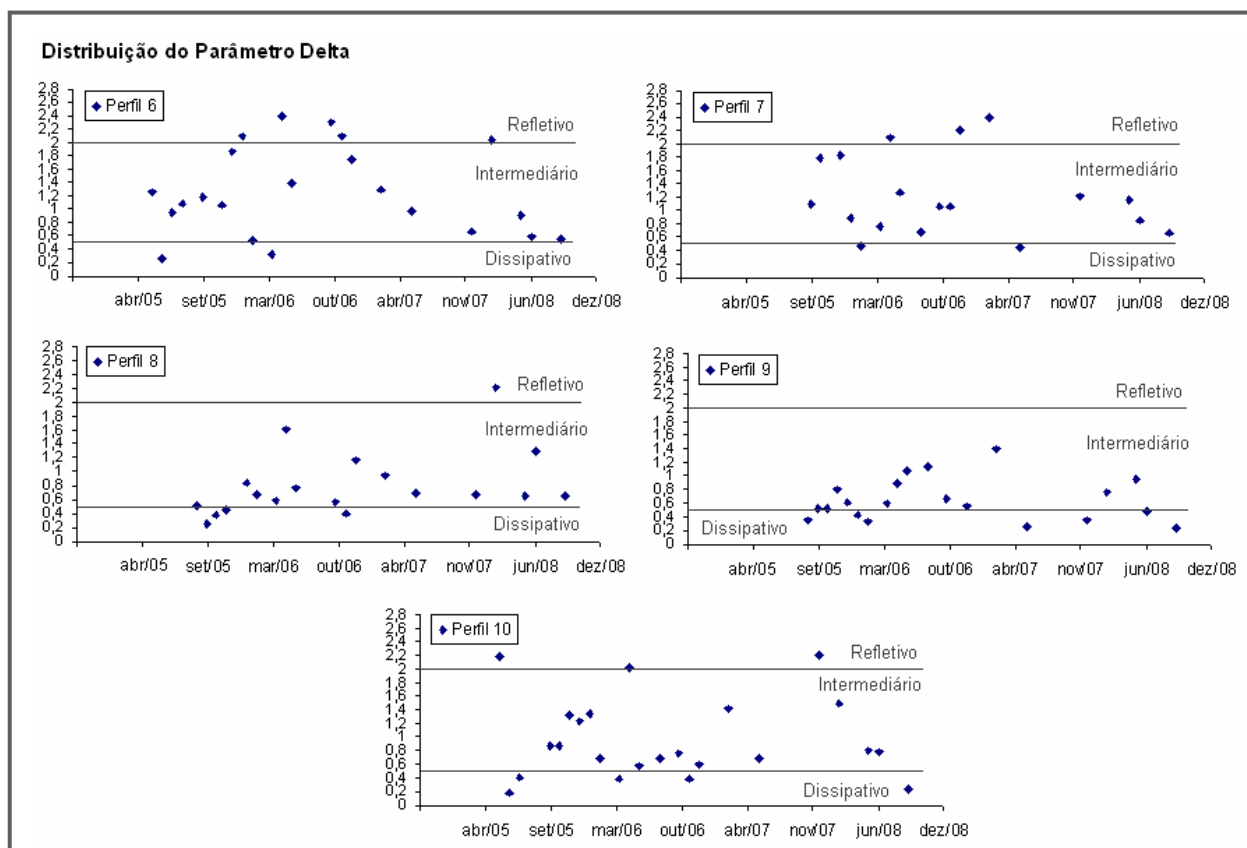


Fig. 40: Quadro demonstrativo do comportamento morfodinâmico dos pontos 6 ao 10. No gráfico de distribuição do parâmetro delta, os intervalos são: Dissipativo < 0,5 / BCL de 0,5 a 0,8 / BT de 0,8 a 1,0 / TBM de 1,0 a 2,0 / Refletivo > 2,0.

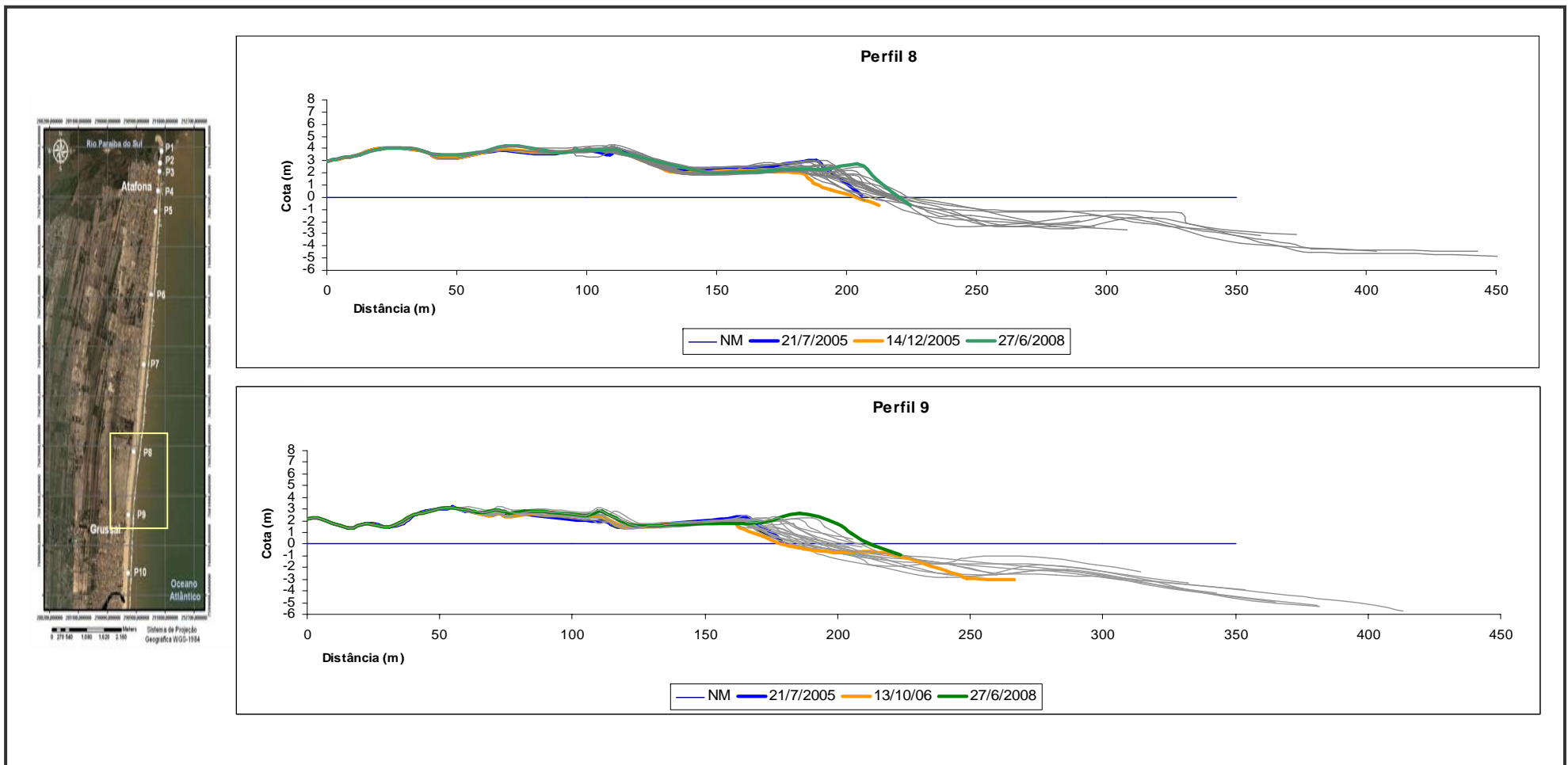


Fig.41. Amostragem de perfis dos pontos 8 e 9, que marcam de forma mais evidente uma progradação da linha de costa neste setor.

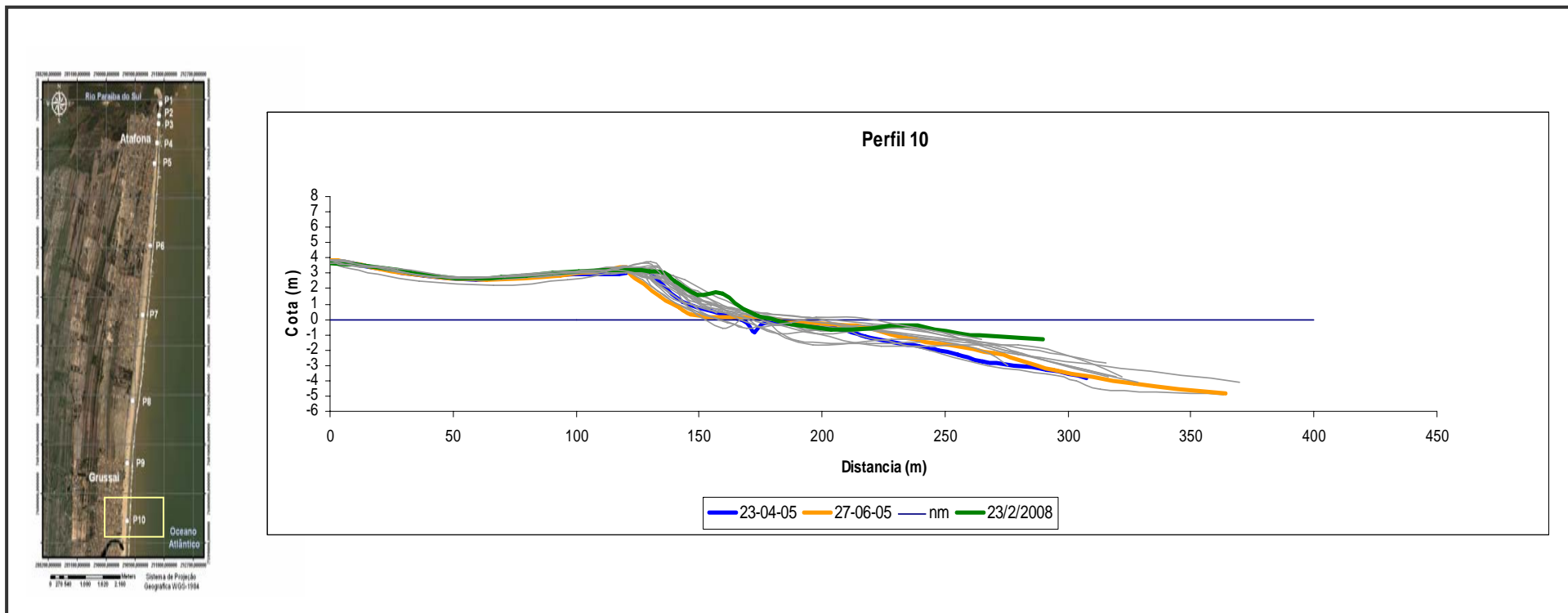


Fig.42. Amostragem de perfis do ponto 10, também indicando um comportamento de progradação e evidente mobilidade submarina.

Este distinto estado morfodinâmico, com características mais próximas ao estado dissipativo, vai de encontro com estado de progradação da linha de costa no correspondente setor. De acordo com a figura 43, fica evidente tal processo entre os três anos de levantamento. Assim, tal comportamento não permitiu tanta estabilidade quanto o setor dos pontos 6 e 7. Porém, os pontos 9 e 10 apresentaram-se em torno de 8m, indicando estabilidade morfológica. Já o perfil 9, apresentou-se instável, com desvio padrão em torno de 12m.

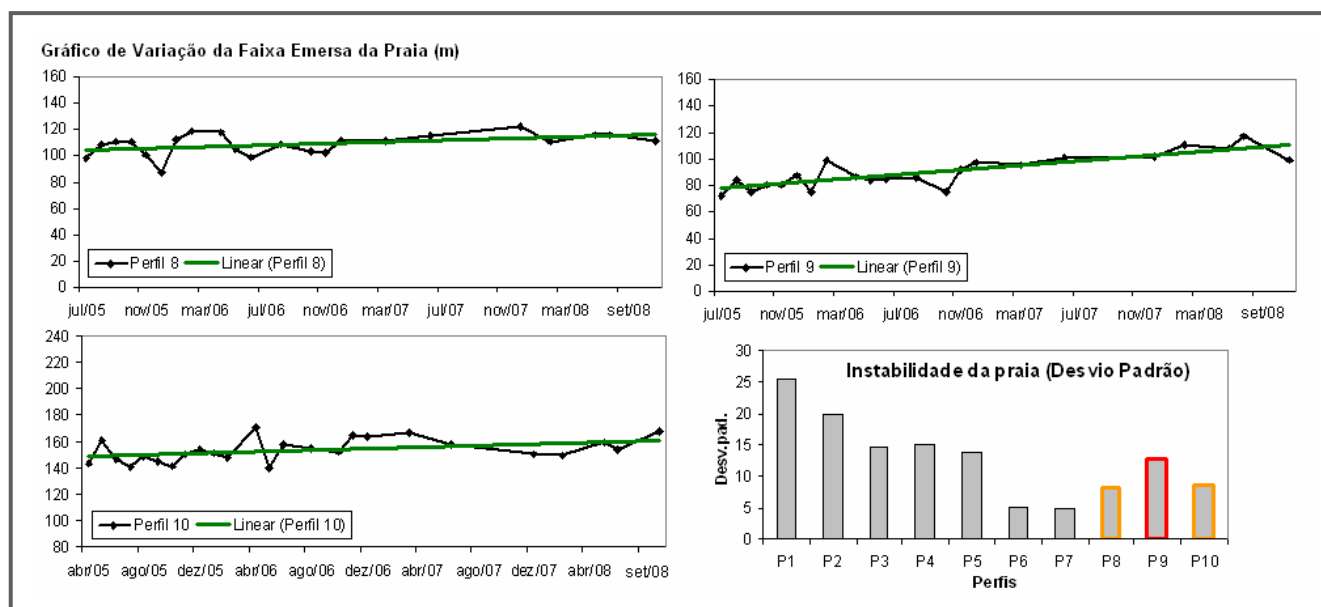


Fig. 43: Variação espaço-temporal da largura da parte emersa das praias entre os pontos 8 a 10, com as respectivas linhas de tendência; e gráfico de potencial de instabilidade.

– Análise Granulométrica e Direção de Transporte Litorâneo

Conforme foi observado na amostragem de perfis, foi notória a intensa mobilidade na zona submarina. Tal fato sugere que o transporte longitudinal ao longo da costa foi mais eficiente que o transporte transversal. Contudo, a mobilidade de bermas visualizadas nos perfis 1 ao 3, também sugere um transporte transversal com alguma expressividade nesse setor.

A partir da coleta de dados paramétricos de natureza essencialmente oceanográficos, verificou-se que a resultante preferencial do transporte longitudinal foi no sentido de norte para sul. Entretanto, a partir do ponto 9 houve uma inversão do sentido da deriva (Figura 44). Cabe a ressalva, que, neste quadro, estão presentes somente os dados de transporte litorâneo obtidos até meados de 2007, em função do menor intervalo de tempo entre um monitoramento e outro.



Fig. 44:Quadro demonstrativo das direções de transporte longitudinal.

Essa inversão de sentido de derivas a partir do ponto 9, significando uma convergência de sentidos de transporte litorâneo, também é corroborada pela análise da sedimentação da antepraia. A análise granulométrica indicou areias finas próximo ao perfil 1, areia muito fina do perfil 2 ao 8 e areia fina nos pontos 9 e 10.

Comparando as médias das amostras da antepraia (figura 45), foi notado uma diminuição do diâmetro dos grãos no sentido sul, até o perfil 8. Tal comportamento ocorre provavelmente em função do sentido da corrente longitudinal ser predominante para sul. Após esse ponto, o grão médio diminui no sentido do ponto 10 para o ponto 8. Portanto, tal resultado corrobora a análise da direção do transporte litorâneo obtido por parâmetros oceanográficos visuais, sugerindo um transporte predominante para sul até o ponto 9, e em diante um transporte voltado para norte, resultando numa convergência de sentidos de direções de transportes.

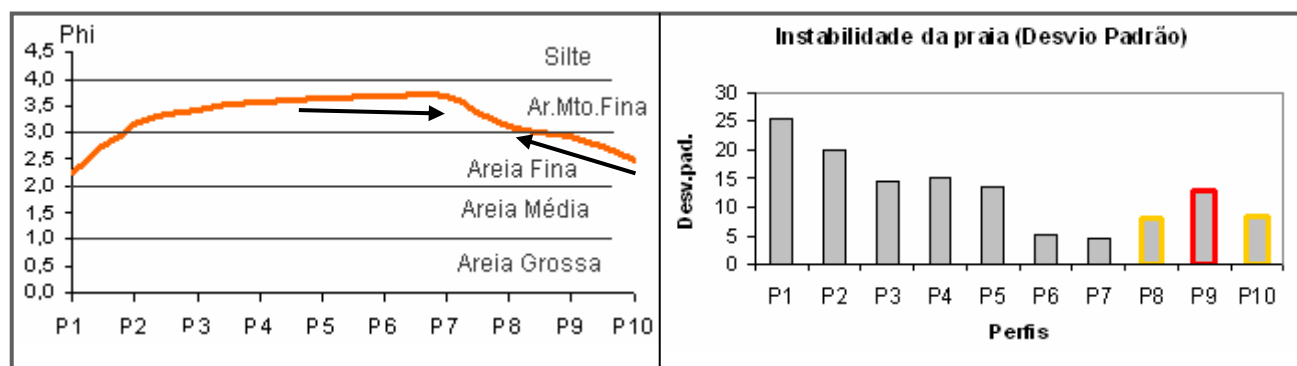


Fig.45: Gráfico de análise granulométrica das amostras retiradas na antepraia, a partir das médias encontradas em Phi. Ao lado está evidenciado a instabilidade do ponto 9, provavelmente em função desta convergência de sentido de transporte.

Tal evidência explicaria certas características do ponto 9. A convergência de sentido de transporte sedimentar nas proximidades deste ponto, traduziria uma certa instabilidade, mesmo sendo mais afastado da desembocadura, com variabilidade de 12,71m (figura 43). A isto também estaria relacionado o fato deste ponto responder com a mais evidente acreção, em comparação ao ponto 8 e 10, do setor de progradação (fig 43 e 46).

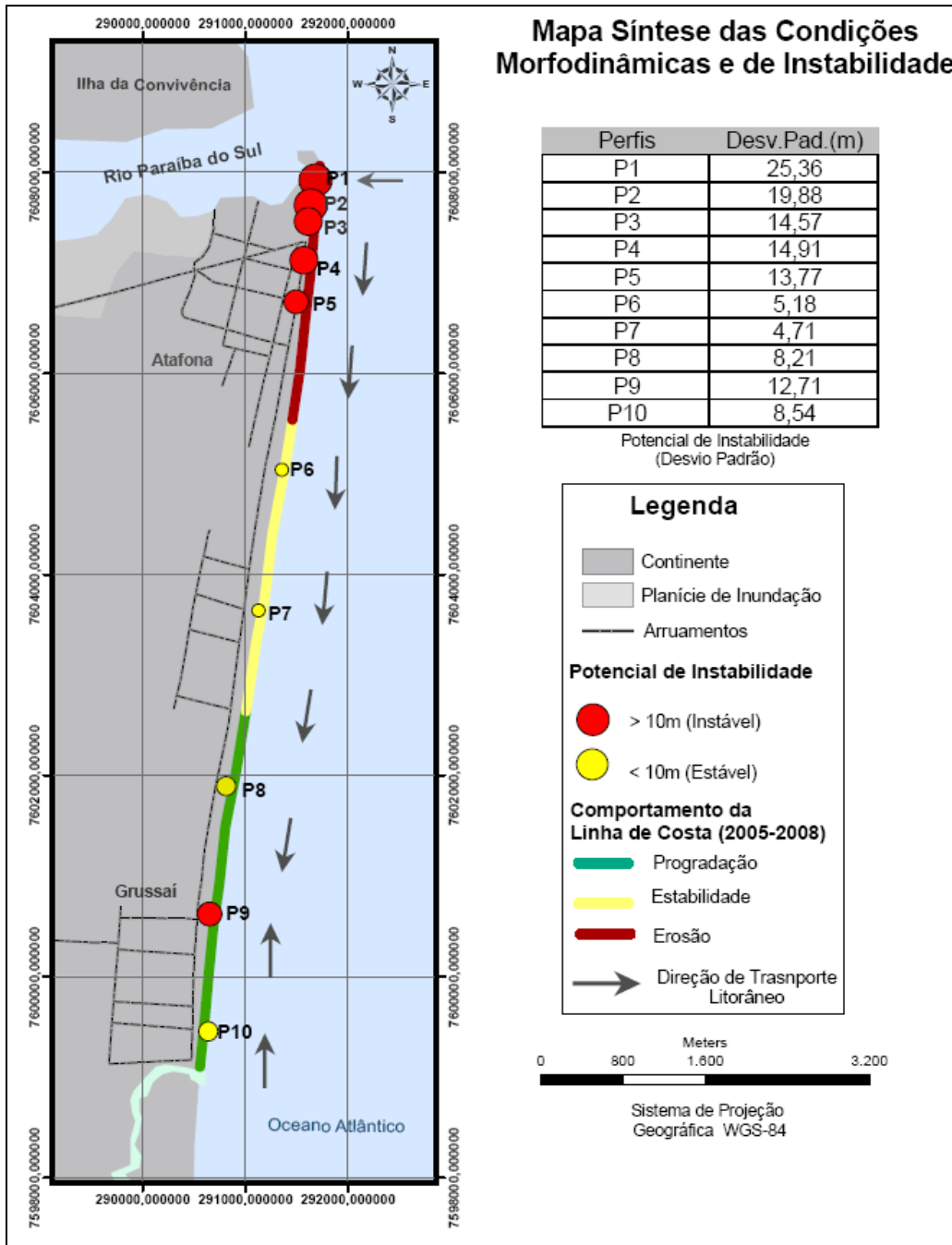


Fig. 46: Mapa síntese com o comportamento da linha de costa, vetores de transporte litorâneo e potencial de instabilidade.

Já a análise dos resultados granulométricos das bermas permitiu algumas considerações sobre a presença de dunas na presente área de estudo. De acordo com os dados de média granulométrica, foi percebido um afinamento dos sedimentos até aproximadamente o perfil 4, indicando um provável transporte eólico para direção sul. Contudo, a partir desse ponto, há um sensível aumento dos grãos e uma resultante de assimetria negativa. Considerando que essa é área de ocorrência de dunas frontais mais significativas e proeminentes, conclui-se que há uma retirada dos grãos mais finos da berma pela ação eólica e posterior deposição nas dunas, conforme mostra a figura 47.

Como já mencionado, além dos constantes prejuízos ocasionados em função da erosão costeira e a intensa instabilidade nas proximidades do pontal, o avanço das dunas sob as edificações também tem sido uma outra constante. De acordo com Fernandez *et.al* (2008), as características evolutivas da planície costeira (cristas de praia regressivas) associada ao retrabalhamento morfodinâmico atual gerou dois sistemas de dunas distintos. O primeiro caracterizado pela presença de Beach Foredune Ridges que seria resultado do transporte de sedimentos provenientes da berma em direção a retroterra, cobrindo a morfologia progradante que, posteriormente, é colonizada pela vegetação rasteira.

Já o segundo sistema, ocorre sob a forma de dunas tipo *Erosional and Transgressive Dunes*. Estas se configuram como depósitos eólicos mais espessos e transgressivos sobre as Beach Foredune Ridges, como resultado do comportamento erosivo da praia e das dunas frontais pré-existentes, conforme mapeado na figura 48.

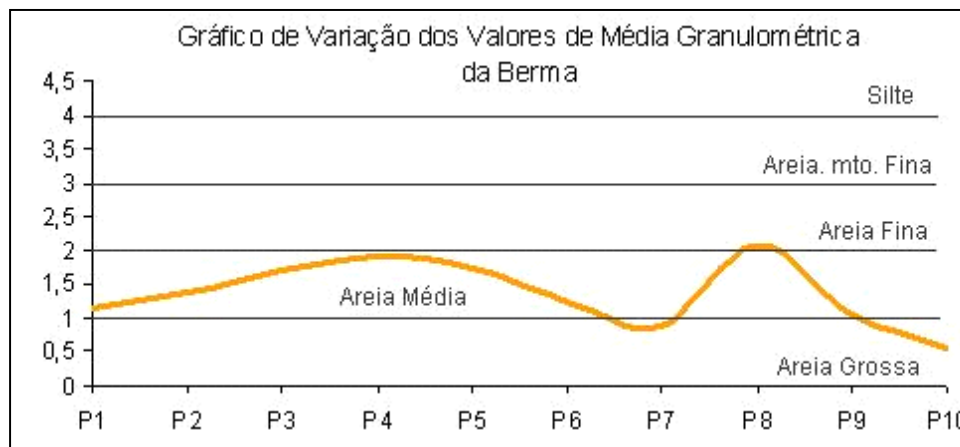


Figura 47: Variação dos valores da média granulométrica da berma.



Fig.48. Mapeamento dos dois tipos de campo de dunas.

5.2- O componente hidrológico e sua relação com a dinâmica costeira

- Caracterização da vazão líquida e sólida do baixo-curso do rio Paraíba do Sul

De acordo com Costa (1994), o baixo-curso do rio Paraíba, que vai do trecho de Itaocara até a desembocadura, tem como principais afluentes os rios Pomba e Muriaé, com vazões médias anuais de 118,2 m³/s e 95,9 m³/s e áreas de drenagem de 9.180 km² e 7.962 km², respectivamente.

Analisando o histórico de vazão obtido na estação fluviométrica de Campos no banco de dados da ANA, neste trecho do curso fluvial, o rio apresenta vazões máximas em torno 4.000 m³/s e mínimas em torno de 300 m³/s.

Na figura 49, foram agrupados os valores de vazão média distribuídos mensalmente, e divididos em intervalos de 20 anos, excetuando-se o intervalo que vai de 1994 a 2006. De acordo com o gráfico, nota-se duas épocas do ano bem definidas em termos de índice fluviométrico. Janeiro, Fevereiro e Março são considerados épocas de cheia e, entre Maio e Outubro, como uma época bem definida de estiagem, indo de encontro com as características climáticas da região.

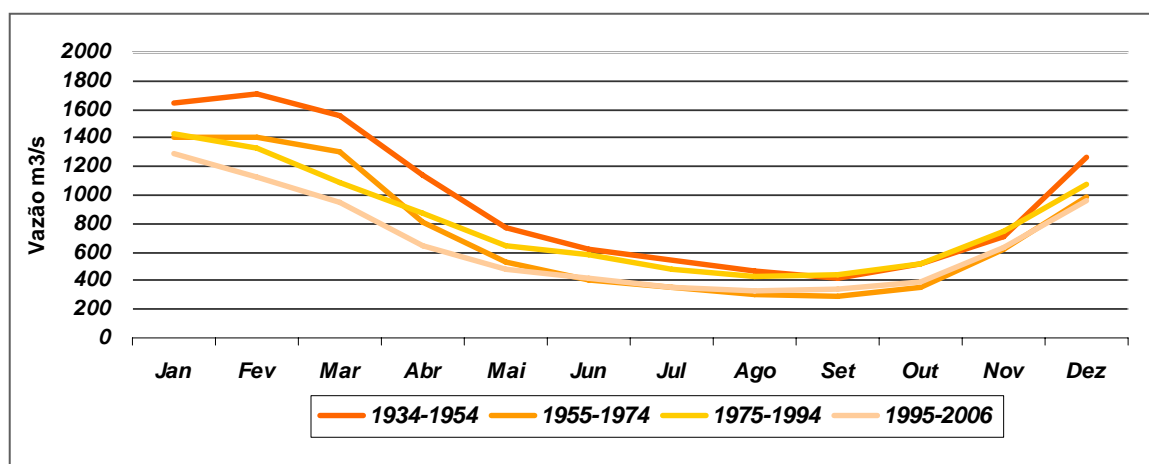


Fig. 49: Histórico dos valores médios de vazão líquida da estação de Campos, separados mensalmente.

Outra característica que pode ser observada neste gráfico refere-se à significativa diminuição dos índices de vazão no decorrer das décadas. Por exemplo, a média do mês de

fevereiro do período de 1934-1954 foi de 1712 m³/s; já entre o período de 1994-2006, o índice foi de 1126 m³/s para o mesmo mês. Num mês típico de estiagem como o de setembro, obteve-se 441 m³/s no período de 1934-1954. No período de 1994-2006, esse índice caiu para 291 m³/s. Em ambos os meses considerados neste exemplo, houve uma redução de cerca de 34% de vazão líquida entre 1934 a 2006.

Costa (1994), a partir de uma análise de gráficos decenais, aponta uma redução dos valores de vazão mínima em cerca de 50%, entre a segunda metade da década de 50 e o início da década de 80. A autora associa tal redução aos diversos empreendimentos hidráulicos executados no rio Paraíba do Sul, particularmente aos hidroelétricos.

A década de 20 apresenta-se como o marco inicial da implementação de obras ao longo deste rio. A barragem da Ilha dos Pombos, localizada no curso médio inferior, é reconhecida como a primeira obra de um cronograma histórico implementada pela autora. De modo geral, os tipos de obras existentes no rio Paraíba foram identificados como sendo do tipo barragens, obras de proteção contra enchentes, auxílio à navegação (espigões e guia-correntes), retificação de meandros, irrigação, abastecimento e dragagem.

A barragem de Santa Cecília é uma das mais citadas por Costa (op.cit) como uma das responsáveis pela mudança no regime hidrológico no baixo-curso do rio Paraíba. Esta foi implementada em 1953 e se localiza em Barra do Pirai, no médio curso inferior da bacia, à aproximadamente 382 km da foz. Segundo a autora, a captação de água neste local para atender o sistema Paraíba-Guandu, reduziu em 44% o valor da vazão natural do rio neste trecho.

Contudo, há ainda a redução da vazão sólida resultante deste tipo de empreendimento, que para a autora, associada à redução da vazão líquida, apresenta-se como um dos fatores de promoção da erosão costeira. Ainda mais, considerando o Paraíba do Sul como o principal fornecedor de sedimentos para as planícies costeiras.

A análise da série histórica da vazão sólida na Estação de Campos, no período de 1989 à 2006, obtida pela concentração de sedimentos em suspensão e da vazão líquida obtida no mesmo momento, indica que houve de fato uma redução da vazão sólida (Figura 50). Com isso, também se sugere a possibilidade de uma redução de chegada de sedimentos à foz.

Evitaram-se mais conclusões a cerca deste gráfico por algumas razões. Primeiro, pela forma aleatória da medição destes valores, com intervalos de até dois anos entre um levantamento e outro. E segundo, pelo fato destes valores serem referentes à análise apenas de sedimentos em suspensão. Para uma melhor análise, ainda deveria fazer parte da discussão dados sobre sedimentos transportados por arrasto e por saltação.

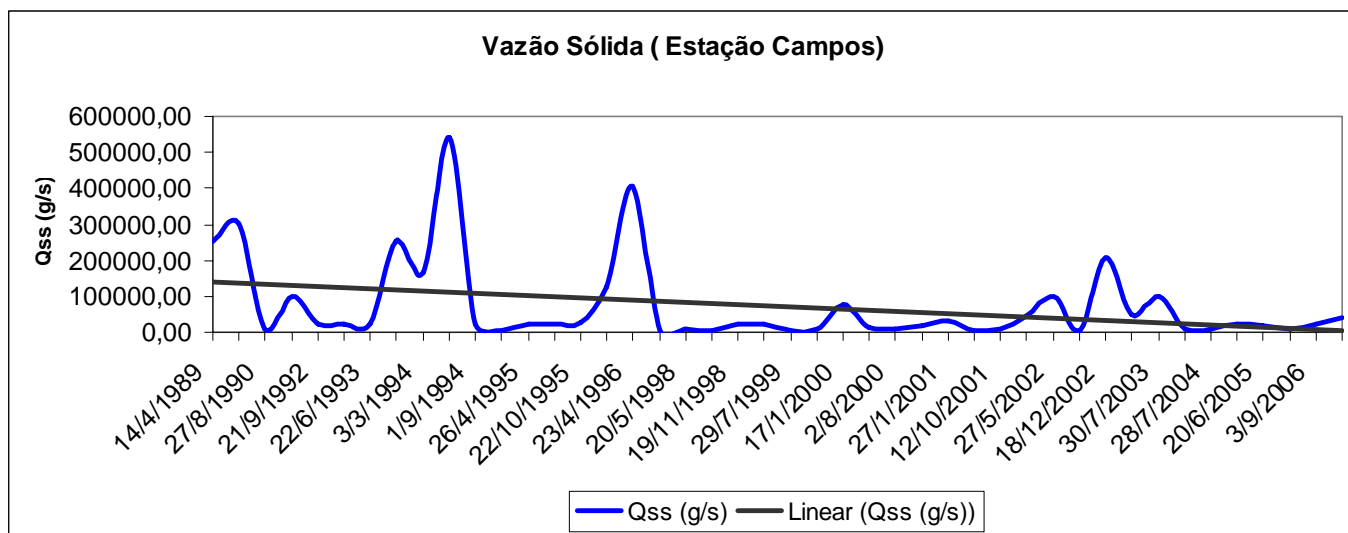


Fig. 50: Série histórica da vazão sólida, no período de 1989 a 2006, obtida pela concentração de sedimentos em suspensão da Estação de Campos.

- A relação da dinâmica fluvial com a morfodinâmica costeira

O modelo mais clássico que enfoca a relação entre a componente fluvial e os processos costeiros no delta do Paraíba do Sul, refere-se ao modelo do molhe hidráulico de Martin *et.al* (1984), já apresentado anteriormente. Na verdade, este modelo teria implicações tanto na compreensão da evolução da planície, quanto na compreensão dos processos costeiros, como os eventos de erosão.

A primeira crítica que se faz a este modelo é sobre o sentido do transporte litorâneo na área. Para de fato ocorrer um crescimento da planície próximo à desembocadura, a partir da força hidráulica do rio, seria necessário um transporte residual para o norte da foz. Porém, os monitoramentos mensais de sentido de transporte implementados no presente

trabalho, e trabalhos anteriores como de Cassar e Neves (1993), indicaram um transporte residual para sul.

Além disto, os sedimentos que, em teoria, seriam carregados por uma deriva litorânea de sul para norte, para então serem barrados pela atividade hidráulica do rio, deveriam ser oriundos da plataforma continental, conforme foi sugerido pelos mesmos autores. Porém, conforme já discutido no presente trabalho, o rio Paraíba do Sul aparece como a principal fonte de sedimentos.

Para dar continuidade a esta discussão, foi gerado um gráfico com a série histórica das vazões médias entre os anos de 1953 a 2006, de acordo com os dados disponíveis da Estação de Campos. Neste gráfico foram correlacionados os eventos erosivos mapeados por Santos (2006) a partir de fotografias aéreas, como a ocorrida entre 1974 e 1976; e o processo de erosão mapeado no presente trabalho desde 2005 (Figura 51).

Para discutir a aplicação do modelo do molhe hidráulico em termos mais sazonais, foram correlacionados os valores de vazão líquida média à variação morfológica da praia, no ponto mais próximo à desembocadura, num período mensal entre fevereiro de 2005 à agosto de 2006. De acordo com o gráfico (figura 51), o período em que a praia apresentou uma relativa acresção, entre abril e agosto de 2005, coincide com a época de baixa vazão do rio. Entretanto, segundo o modelo, os momentos de acresção ou progradação da planície deveriam estar associados às fases de maior vazão e conseqüentemente de maior força hidráulica do rio.

A partir do monitoramento realizado ao logo desses três anos, foi possível verificar que esses momentos de acresção ou recuperação do pontal eram mais comuns nos meses de inverno, inclusive como já havia detectado Costa (1994). Nesta época de maior entrada de sistemas frontais, sugere-se que ocorra uma inversão do sentido da deriva litorânea, passando esta a atuar no sentido sul-norte, representando um transporte de sedimentos até a foz oriundos de área-fonte mais ao sul, conforme já havia apontado Fernandez *et.al.*(2006).

Desta forma, esta variação morfológica sazonal não estaria relacionada aos ciclos de cheia e estiagem na foz, e sim a inversões no padrão de deriva litorânea e conseqüentemente de transporte sedimentar. Nos meses entre dezembro a março, a maior entrada de ventos oriundos de nordeste, refletiria num maior ataque de ondas deste quadrante e um transporte residual para sul, resultando na predominância do processo

erosivo no pontal. Tal questão foi muito bem abordada por Santos (2006), que verificou a relação entre os processos de erosão na foz e a atuação dos ventos de nordeste, inclusive sob a influência de El nino.

Essa inversão no padrão de deriva litorânea é indicada na figura 52. Apesar do transporte aparecer predominante para sul, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, o transporte deu-se para norte. Isto acontece provavelmente por ser a época de entrada de sistemas frontais, normalmente nos meses de inverno. Além disto, nota-se que é em parte desse período que houve um processo de recuperação no pontal, conforme indica a figura 49.

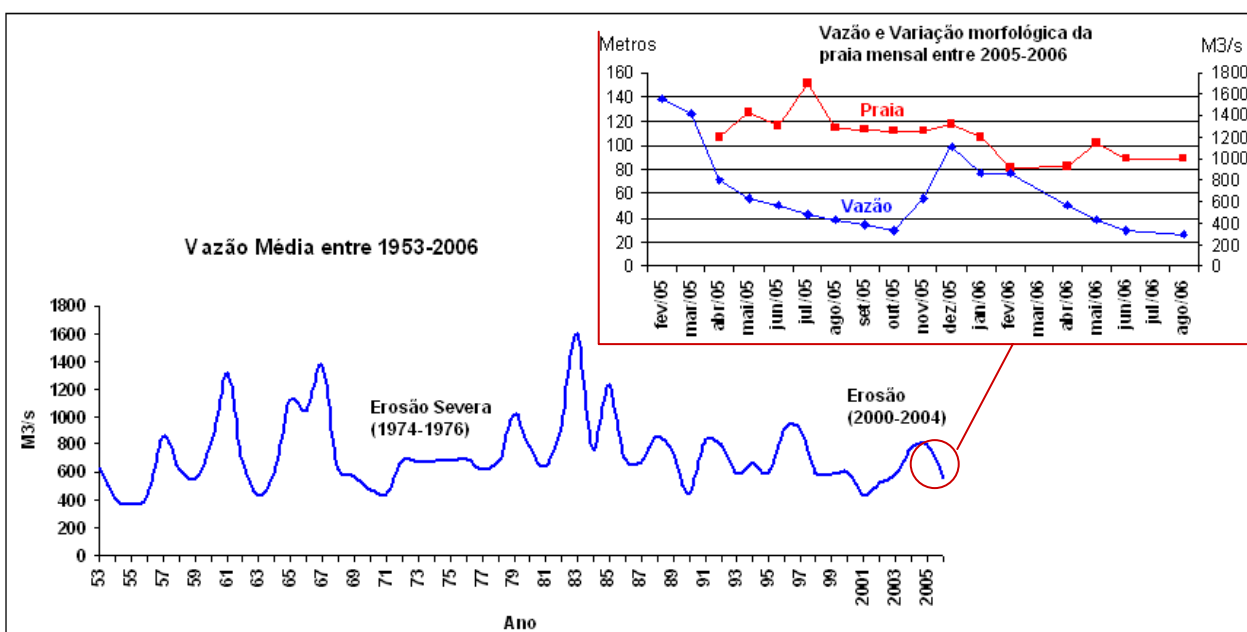


Fig. 51. Gráfico da vazão média do rio Paraíba do Sul no período entre 1953 e 2006 correlacionado com os eventos erosivos mapeados em Santos (2006). Ao lado, entre 2005 e 2006, o gráfico refere-se a variação mensal da vazão (m³/s) e da largura da praia em metros (perfil 1), indicando que não há influência do efeito do “molhe hidráulico”.

Contudo, pode-se argumentar sobre a ocorrência do episódio de severa erosão entre 1974 e 1976, coincidindo num período de baixa-vazão (figura 51). Provavelmente, a diminuição da vazão líquida representou uma menor descarga sedimentar para a costa. Nesse sentido, conclui-se que a vazão líquida, no sentido de forçante de um molhe hidráulico, não apresenta relação com os processos costeiros, e sim a vazão sólida,

considerando a importância do rio Paraíba do Sul como principal fornecedora e sedimentos para planície.

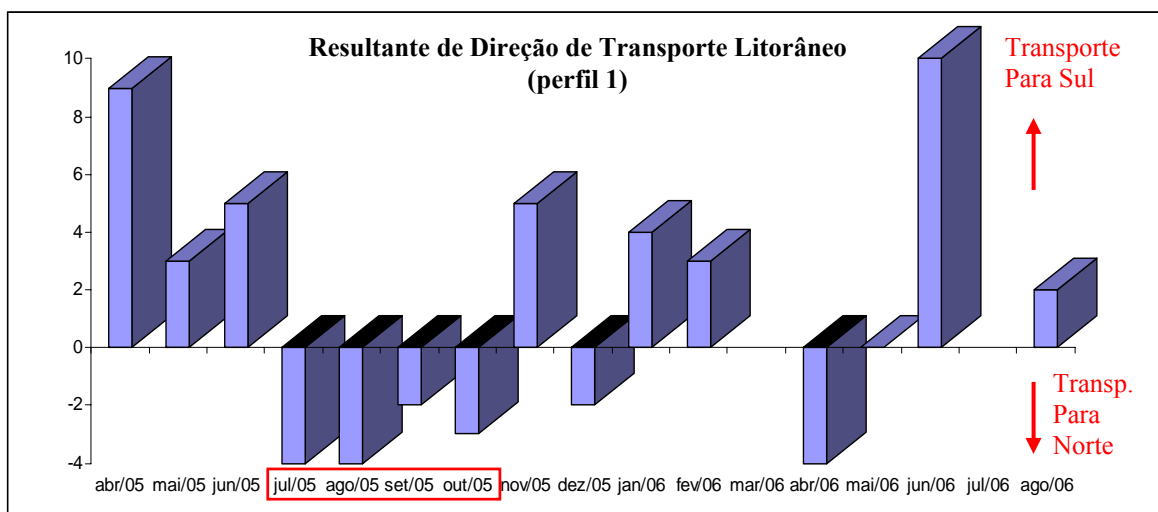


Fig.52: Resultante de direção de transporte litorâneo no ponto 1 de controle morfodinâmico entre abril de 2005 e agosto de 2006. Os valores positivos indicam transporte residual para sul e os valores negativos para norte.

Estas considerações feitas não querem dizer que o modelo seja um equívoco, apenas que não é aplicável na foz do rio Paraíba do Sul. Segundo Bittencourt *et.al* (2007), o rio São Francisco apresenta esse papel e conseqüentemente, os processos costeiros são em grande parte explicados por esse modelo.

De acordo com os autores, a foz do São Francisco também vem apresentando processos de erosão severa que gerou, inclusive, a destruição da Vila de Cabeço, localizada na margem direita da foz. Atualmente, as duas margens apresentam-se em erosão. No caso da margem a barlar, a erosão é explicada pela menor atividade hidráulica do rio, que não teria a capacidade de reter sedimentos na foz de um transporte sedimentar de sentido NE-SW. Já na margem a sotamar da foz, a severa erosão é explicada pela redução da descarga sólida associada à uma divergência de vetores de transporte sedimentar. Neste trabalho, foram gerados modelos de refração de ondas e transporte sedimentar, associado a uma análise da série histórica das médias de vazão líquida entre 1956 a 2002, de uma estação fluviométrica localizada a 150 km da foz.

No caso da foz do Paraíba do Sul, explicar o processo de erosão até hoje mostra-se um desafio para os muitos pesquisadores que trabalham ou já trabalharam na área,

sobretudo em função da sua hidrodinâmica muito complexa. É provável que haja uma ação conjunta de alguns fatores, como a redução da descarga sedimentar fluvial e uma possível convergência de ortogonais de ondas nas proximidades de Atafona, conforme já havia sugerido Bastos (1997).

- Gestão de orla marítima associada à gestão de bacia hidrográfica: uma alternativa de gerenciamento?

Conforme discutido, as modificações e obras executadas no rio Paraíba indicaram haver relação com as mudanças hidrológicas do mesmo, e provavelmente com o processo de erosão costeira próxima à foz, considerando o rio Paraíba como principal fornecedor de sedimentos para a planície costeira. Desta forma, um zoneamento do uso do solo na bacia e zona costeira, assim como a criação de um banco de dados integrado que armazenasse dados de monitoramento das condições hidro-sedimentológicas do rio e do comportamento da dinâmica costeira, representaria um grande passo para tratar das questões de uso comum aos dois sistemas, se tratado em parceria com as universidades, órgãos públicos e organizações civis.

No caso da foz do rio Paraíba do Sul, há ausência de muitos planos e instrumentos. Os municípios de São João da Barra e São Francisco do Itabapoana não possuem seus Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro e nem Projeto Orla implementado; apenas Plano Diretor, no caso de São João da Barra. Contudo, o rio Paraíba do Sul conta com comitê de bacia hidrográfica desde 1994.

Atualmente existem cerca de quatorze organismos para gestão de bacia ao longo do rio Paraíba, distribuídos entre comitês, consórcios e associação de usuários (disponível em www.ceivap.org.br). Dentre estes, há o Consórcio de Municípios e de Usuários da Bacia do Rio Paraíba do Sul para Gestão Ambiental da Unidade da Foz, criado em 2003. Embora este comitê tenha promovido poucas atividades e pareça esvaziado, seria uma boa alternativa para o início de uma integração de diretrizes e ações entre a zona costeira e a bacia hidrográfica da região.

Tais instrumentos não se restringiriam somente à mitigação da erosão costeira. Na verdade, eles funcionariam como uma rede de monitoramento ambiental. E, assim como

ocorreu no caso capixaba (ver página 13), esta articulação poderia incentivar a implementação do Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro e do Projeto Orla nos municípios, além de fortalecer o Consórcio da Unidade da Foz.

5.3 – Simulação de Critérios Morfodinâmicos do Projeto Orla para fins de Gestão

5.3.1- Mapeamento da Faixa de Orla Marítima

O mapeamento da faixa de orla marítima apresenta-se como essencial para a prática da gestão. Uma vez delimitada o raio de ação para a gestão, os objetivos, o diagnóstico e a implementação das medidas passam a ser de fato viáveis.

No Projeto Orla, tal atividade faz parte do escopo dos objetivos e produtos do Programa, conforme dispostas as diretrizes contidas na fase de *Diagnóstico*. Desta forma, cada município deve apresentar seus critérios para delimitação de orla e como produto, um mapa contendo tal faixa mapeada.

Cabe ressaltar que o mapeamento realizado no presente trabalho não está atrelado aos limites municipais. Neste caso, a orla delimitada foi de uma faixa do litoral do município de São João da Barra. Tal fato deve-se à finalidade da pesquisa, que não questiona a escala da gestão de orla na esfera municipal, e sim o caráter metodológico em termos fisiográficos e morfodinâmicos; e também ao fato de já haver uma área de monitoramento anterior à execução do presente trabalho.

De acordo com o mesmo programa, há diretrizes gerais estabelecidas para esta atividade, que, inclusive estão amparadas legalmente no Decreto 5.300/04. Relembrando, para o limite marítimo ficou estabelecido a isóbata de 10m. Já para o terrestre, 50m ou 200m em direção à retroterra contados do reverso de dunas frontais ou cordões litorâneos, limites finais de ecossistemas como estuários, manguezais, lagoas, ou também contados a partir da linha preamar. Portanto, nota-se o componente fisiográfico e morfodinâmico como norteadores de tal atividade.

Conforme visto, tais diretrizes são bastante abrangentes. Desta forma, a escolha da feição como critério é relevante e pode fazer toda a diferença em termos de mapeamento. Caso se opte por uma delimitação contada a partir da linha de preamar, a faixa de orla

marítima pode se quer perpassar o final da berma ou a duna mais frontal, representando uma perda em termos de área de abrangência. Logo, a delimitação baseada no reverso de feições parece ser o menos incoerente.

No caso da área de estudo, ao realizar tal exercício prático, observou-se logo a dificuldade no tocante a fisiografia. Pretendia-se realizar tal levantamento a partir do reverso do cordão litorâneo mais frontal. Contudo, não foi possível visualizar tal reverso. Como, geomorfologicamente, a fisiografia caracteriza-se pela formação de sucessivas cristas de praias, caracterizando uma área com topografia bastante aplainada, com topos de cristas de no máximo 4 metros em relação ao nível médio do mar, fica imperceptível a visualização do reverso dessas feições (figura 53). O que se vê é uma extensa planície. Salvo no pequeno trecho com dunas frontais alteadas, com cristas na ordem de 14 metros.

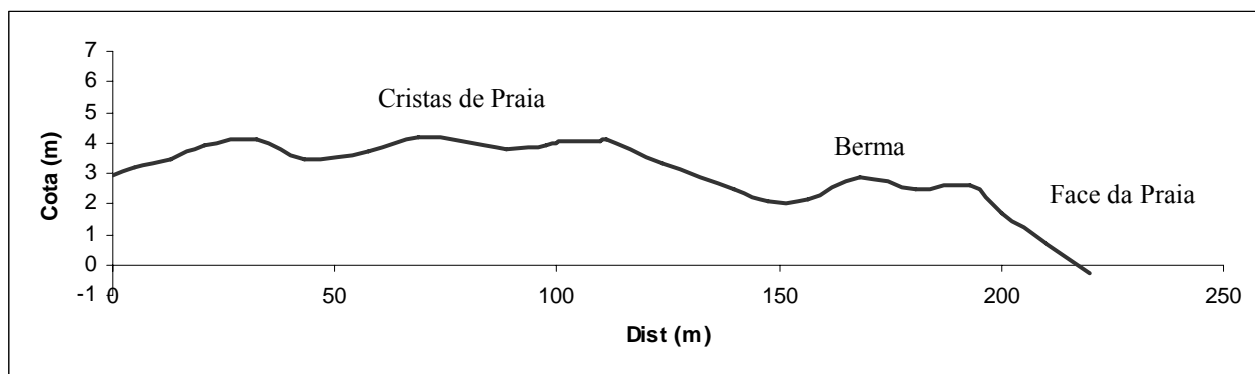


Fig. 53: Fisiografia local caracterizada por uma topografia aplainada e sucessivas cristas de praia.

Nesse sentido, optou-se por considerar o contato da crista mais frontal com a berma, como a fisiografia de delimitação de orla. Esta feição foi mapeada através de um caminhamento realizado com GPS e posteriormente, plotada numa imagem Ikonos de 2003, proveniente do aplicativo Google Earth (Figuras 54 e 55). A plotagem foi realizada na plataforma ArcGis 9.2, assim como o georreferenciamento da imagem, com erro de 0,45 metros.

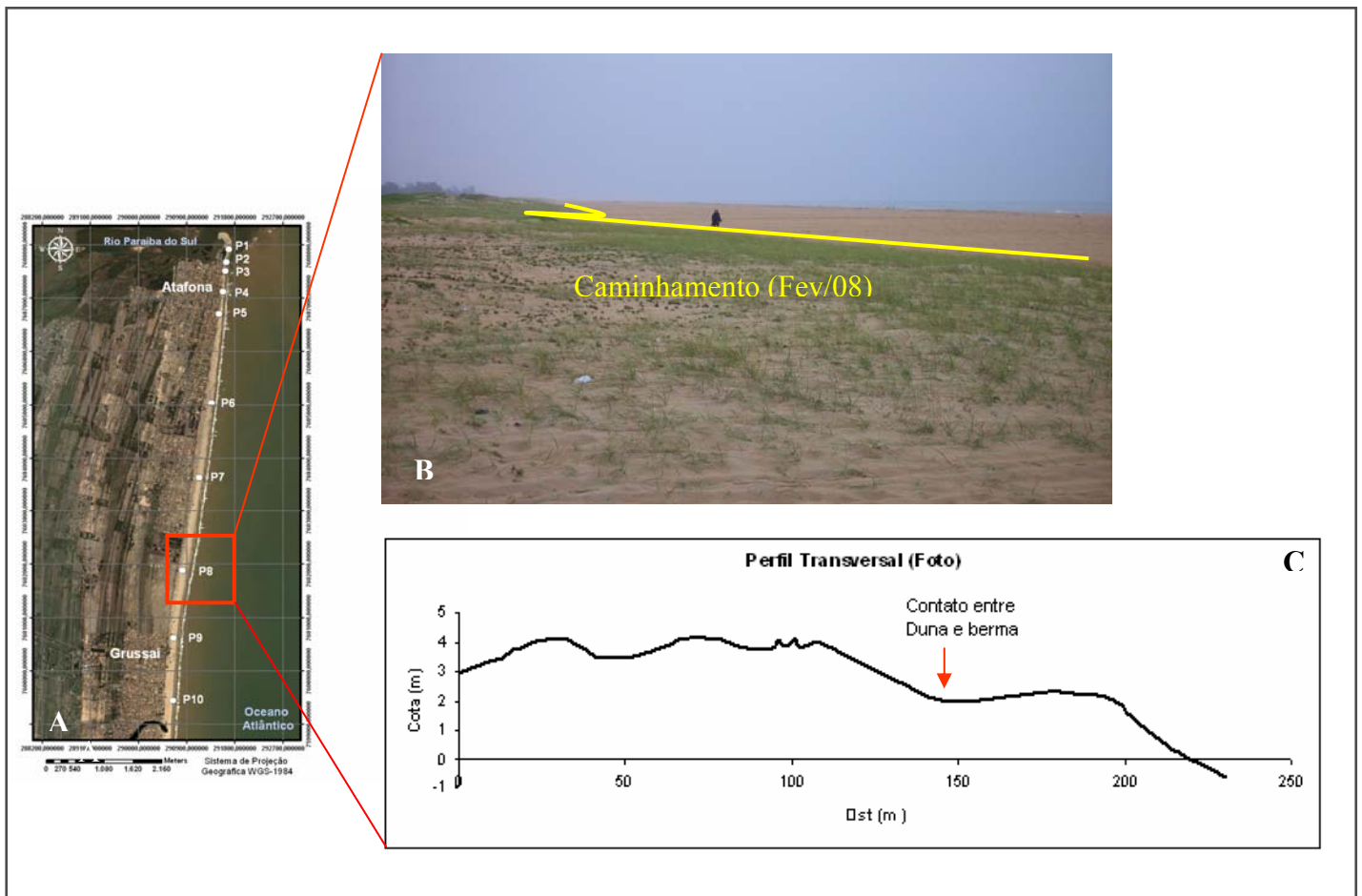


Fig.54. A figura A indica a localização dos dez pontos de monitoramento, onde o ponto destacado indica o local do caminhamento representado na foto. A foto B mostra o caminhamento sendo realizado, em que o contato entre a berma e a crista apresenta-se destacada pela linha amarela. A figura 4 representa a amarração do caminhamento com o perfil transversal topográfico, onde também é visualizada a fisiografia local.

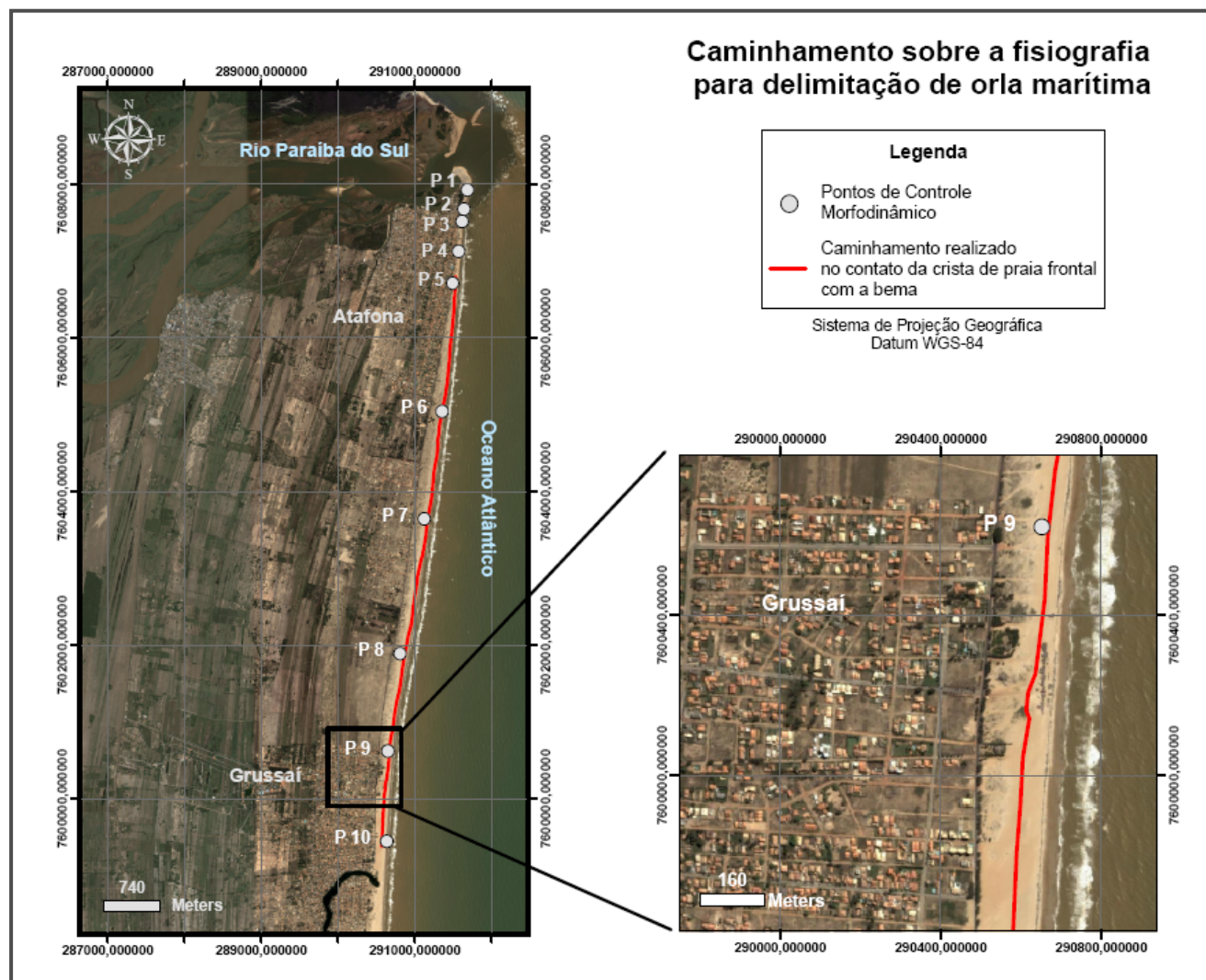


Fig. 55: Caminhamento realizado com GPS no contato crista-berma, e plotado na imagem de 2003.

Para a confecção do mapa com a delimitação da faixa de Orla Marítima, foram utilizadas ferramentas de Geoprocessamento, relativo ao ArcGis 9.2. A partir do arquivo vetorial em linha do caminamento, foram aplicados o comando do *Buffer* para delimitação de uma área obtida a partir da projeção de 250m e 100m em direção à retroterra.

Estes valores se devem a um ajuste metodológico. Como a delimitação não partiu do reverso de uma feição, foram adicionados 50m aos valores padrões de 200m e 50m, para orla não-urbanizada e urbanizada respectivamente.

Também foram utilizadas as coordenadas da batimétrica de 10m para o mapeamento da faixa marítima da orla. Este dado foi obtido a partir de embarque realizado pelo Departamento de Geologia Marinha da UFF (Lagemar), em fevereiro de 2007. As coordenadas foram projetadas no ArcGis, após as devidas alterações de Datum e desta forma, obtida a linha batimétrica de 10m.

Foram gerados dois mapas com faixas de orlas distintas, uma com 100m em direção à retroterra, e a outra com 250m (Figura 56). Na verdade, optou-se por não entrar no mérito da discussão sobre o que seriam orlas urbanizadas e não urbanizadas, nem qual tipo se encaixaria na área apresentada. Mas sem dúvida a porção terrestre da orla de 100m apresenta-se bastante reduzida em comparação à orla de 250m. Em termos de área total, a diferença é aparentemente pouca, a primeira tem 22,22 km² e a outra 23,72 km². Porém, comparando apenas a parte terrestre, a diferença chega à aproximadamente 60% que, mais uma vez, pode representar uma perda significativa de área de abrangência para a gestão.

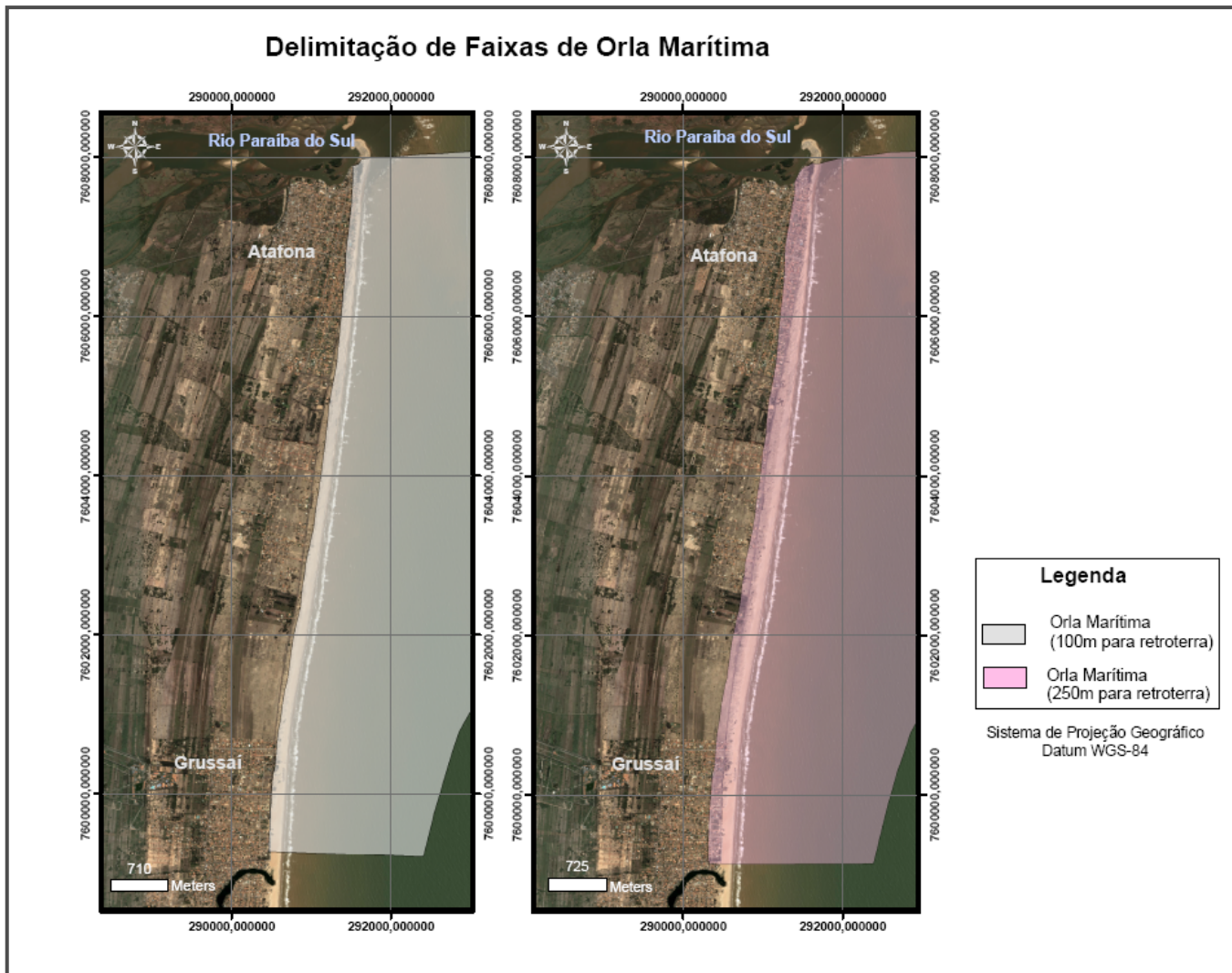


Fig.56: Delimitação da faixa de orla marítima, para o caso de orla urbanizada e não-urbanizada.

Uma outra questão a se discutir é sobre a variabilidade dessas faixas ao longo do tempo. Para se ter uma real dimensão disto, o caminhamento realizado em fevereiro de 2008 foi plotado na fotografia aérea ortorretificada do ano de 1954. Esta foi obtida na DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação), conforme mostra a figura 57.

Nota-se que a feição, caracterizada pelo contato da crista de praia com a berma, está consideravelmente deslocada na fotografia. Próximo a Atafona, há diferenças próximas de 235m, contadas a partir da linha d'água. Se comparada com a imagem de 2003, essa diferença é de aproximadamente 45m, ou seja, a linha d'água aparece reposicionada em 190m (figura 57), contada a partir do contato crista-berma. Isto indica ter havido retrogradação da linha de costa, inclusive conforme mostra os trabalhos anteriores. Conseqüentemente, o contato crista-berma apresentava outra posição em 1954.

Próximo a Grussaí, também houve variação morfológica das feições costeiras. O caminhamento quando sobreposto a imagem de 1954, posiciona-se no mar, indicando que a linha de costa nesta época apresentava-se mais interiorizada; ao contrário de Atafona, mais projetada (figura 57). Tal fato indica progradação da linha de costa, e também variação morfológica nas feições costeiras, incluindo o que seria o contato crista-berma.

Desta forma, conclui-se que a própria faixa de orla marítima é modificável no tempo. Tal fato deve ser considerado pelos Programas e gestores de orla, que não devem admitir esta como caracterizada por rígidos ou inflexíveis limites, sobretudo considerando este ambiente que é dotado de uma natural instabilidade morfológica.

Também em termos metodológicos, o mapeamento das faixas de orla aponta para algumas considerações. Os resultados do mapeamento da Orla indicaram que, conforme sugere o Projeto Orla, cada local (ou município) deve estabelecer seus critérios de delimitação. Mesmo existindo diretrizes gerais, nenhuma delas era viável para a área de estudo, optando-se, desta forma, por uma outra feição, acompanhada de ajustes metodológicos.

A obtenção do mapeamento da faixa de orla a partir de ferramentas de geoprocessamento mostrou-se positiva. A aquisição de dados a partir do caminhamento com GPS e o posterior processamento em aplicativo de SIG (Sistema de Informação Geográfica) apresentou-se prático e preciso. Logo, a maior dificuldade está na reflexão

sobre os critérios para delimitação, considerando as características morfodinâmicas de uma respectiva área.

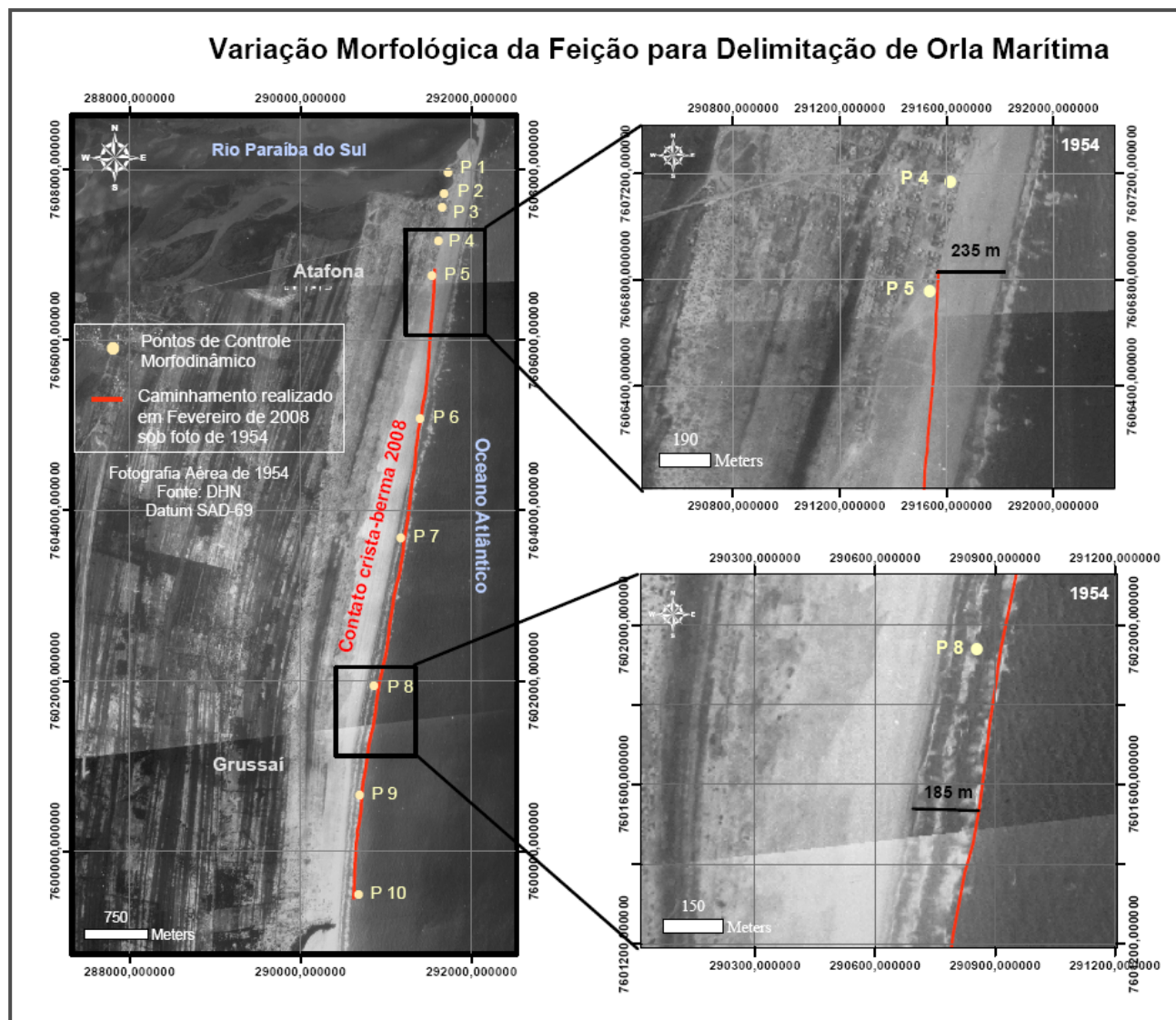


Fig. 57: Variação morfológica da feição para o mapeamento da orla, obtida pela comparação com a fotografia aérea de 1954.

5.3.2 Critérios para Estabelecimento de Faixas de Orla de Uso Restritivo ou de Não-Edificação

As faixas de proteção de costa, enquanto uma medida de ordenamento do uso do solo, vem sendo gradualmente incorporada em planos e programas de planejamento territoriais e ambientais, visto a vulnerabilidade física dos ambientes costeiros. Conforme mencionado, tal prática é recorrente em muitos países costeiros.

No caso da costa brasileira, tal discussão foi incorporada pelo Projeto Orla. Muehe (2001 e 2004) foi quem sugeriu os principais critérios físicos e morfodinâmicos para tal. No caso particular de desembocaduras fluviais o autor sugere o estabelecimento da largura do canal, transportada para o perímetro da parte oceânica da feição (excetuando-se de excepcionais larguras como a foz do Amazonas e baías).

Com o intuito de verificar a eficiência das áreas de proteção na área de estudo em função dos critérios do Projeto Orla, as mesmas foram projetadas na imagem de 1954, a partir das respectivas larguras do canal e comparadas com os dados erosivos relativo ao período de 1954 aos dias atuais.

Para visualização das faixas de proteção projetadas foram definidas três larguras do canal, conforme a figura 58, de maneira que foram plotados os perímetros referentes a 94, 1545 e 1208 metros. O que pode ser primeiramente discutido é que a largura de um canal junto à foz apresenta de fato, comprimentos bastante variáveis, o que para se definir uma faixa de não edificação baseado nesse parâmetro se torna sensivelmente discutível. Tomando por base a menor largura (94m), pode-se perceber que essa faixa, além de ser reduzida, está aquém até da largura máxima definida em áreas de praia (200 metros). Largura que de forma clara seria ineficiente para o estabelecimento de faixas de não edificação.

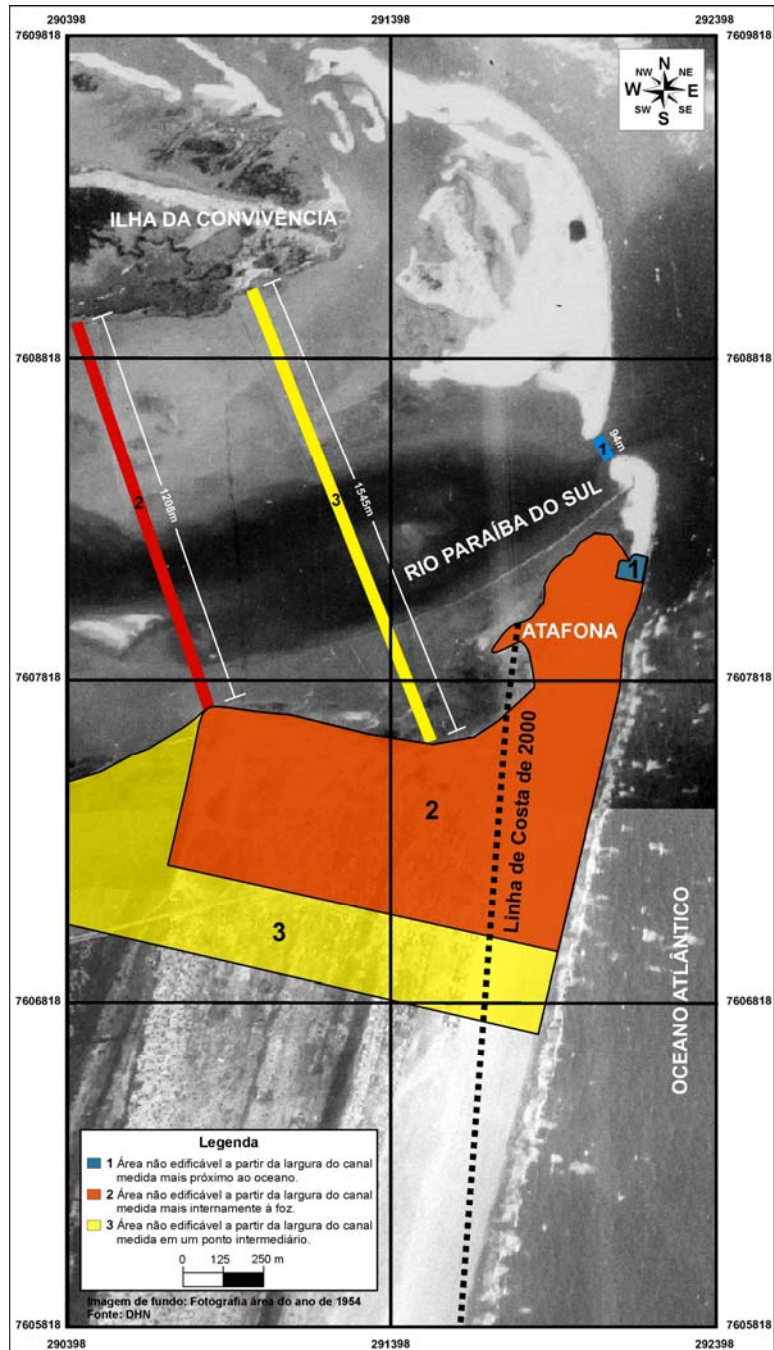


Fig. 58. Áreas de não edificação projetadas a partir de três larguras do canal medidas em pontos distintos, digitalizadas na imagem de 1954.

As áreas 2 e 3, caso fossem aplicadas em 1954, considerando apenas como uma situação hipotética, uma vez que essa área costeira já se encontrava ocupada, viriam a proteger em parte as edificações destruídas ou danificadas pela erosão nas últimas décadas. A área 2, estimada em 823.261m², não seria tão eficaz, por exemplo, frente ao intenso evento erosivo ocorrido entre 1974 – 1976, como foi mapeado por Santos (2006) (Tabela 3). Neste caso, a área 3, com 1.360.321m² seria a menos insegura. Na verdade, ambas garantiriam uma total eficácia em termos de largura estabelecida; diferentemente, em termos de extensão estabelecida ao longo da praia.

Épocas	Taxa média de erosão (m)	Taxa média de progradação(m)	Área erodida (m ²)	Área progradada (m ²)
1954-1964	42m	50m	71.978	375.105
1964-1974	_____	109m	_____	969.344
1974-1976	72m	_____	856.130	_____
1976-2000	85m	78m	271.306	460.575
2000-2004	21m	8m	97.950	40.715

Tabela 3. Taxas de erosão e progradação mapeadas por Santos (2006) em intervalos de tempo entre 1954 e 2004 a partir de imagens aéreas

Outra questão levantada refere-se à mudança morfológica do canal, cujos contornos foram largamente modificados no intervalo de tempo mapeado. Em 1954, um determinado ponto de largura da foz foi estimado em 1208m e atualmente, o mesmo ponto apresenta uma largura de 675m (Figura 59). Tais diferenças refletem na projeção das áreas de proteção e conseqüentemente em suas respectivas eficiências, sendo, portanto, mais um fator de reflexão sobre a tomada do específico critério ao estabelecimento dessas faixas.

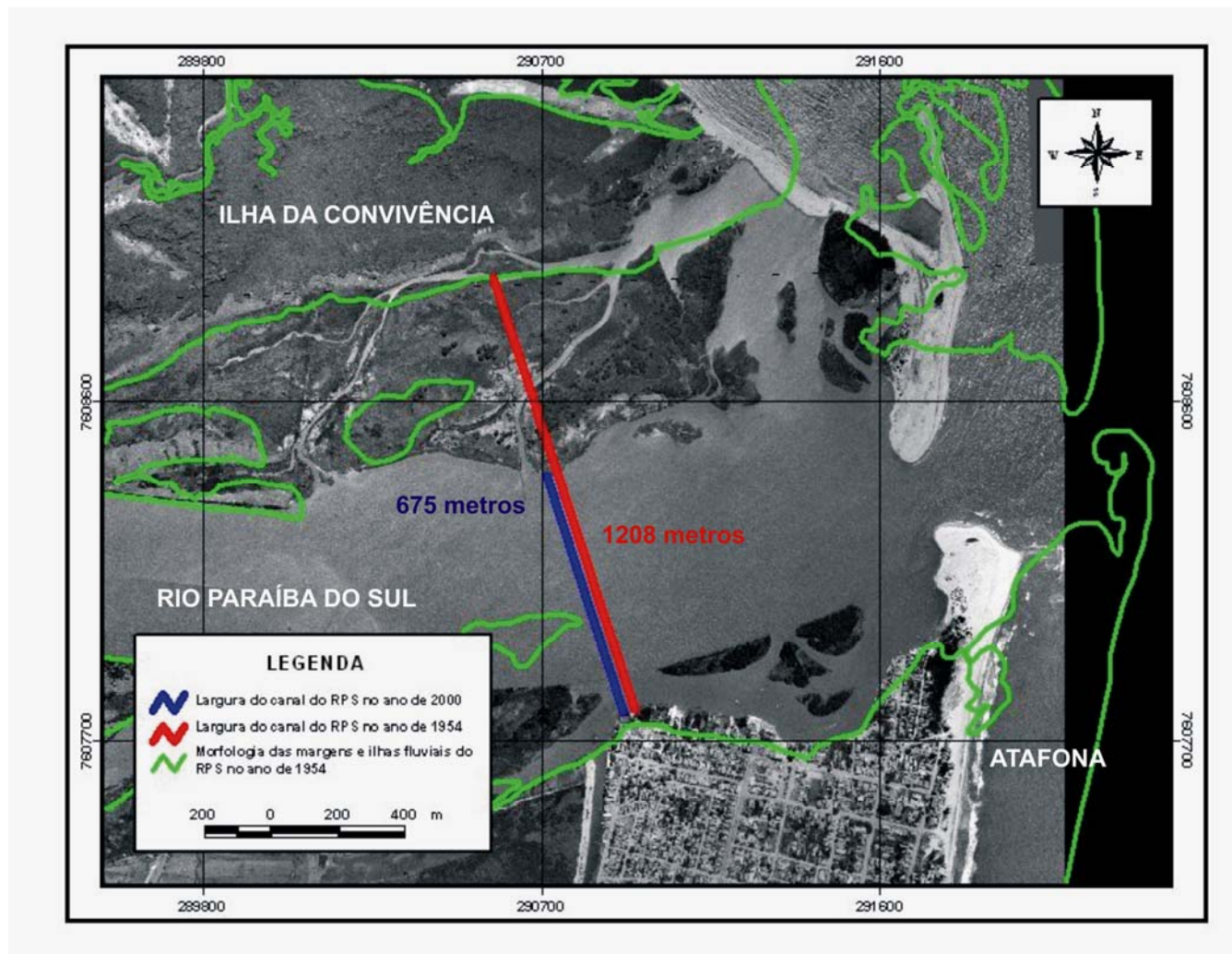


Fig. 59. Imagem de 2000 com as margens e ilhas digitalizadas da foz em 1954 e a diferença das larguras de um mesmo ponto entre as duas épocas, indicando intensa dinâmica e variação morfológica.

Caso tal discussão fosse levada a diante pelos gestores, poderia ser utilizado um critério baseado nas taxas médias anuais de erosão, como é o caso do estado americano da Carolina do Norte, em suas regras de construção de orla, conforme Muehe (2004) exemplificou no tocante a esta temática.

Neste caso, foi delimitada uma “área de regime especial”, ou de restrição de usos, em função das taxas médias de erosão. Em termos de extensão, esta foi obtida a partir do mapeamento dos processos erosivos, tanto em termos morfodinâmicos quanto pelo mapeamento da linha de costa em fotografias aéreas.

A esta faixa, foi delimitada em direção à retroterra a resultante de 250m (limite geral de faixa de orla), multiplicado por uma média da taxa erosiva anual. Esta média foi obtida a partir de três valores oriundos de pesquisas com metodologias e escalas temporais distintas. Calculou-se uma média a partir da taxa encontrada no presente trabalho (15m/ano), da taxa obtida por Santos (2006) (3,2m/ano) e da obtida por Bastos (1997) (7m/ano), resultando numa média geral de 8,4m/ano. Por fim, a este valor foi multiplicado 250m, resultando numa largura de 2100m (Figura 60).

Ainda assim, a discussão relativa às áreas de não-edificação ou de usos restritivos no âmbito no plano de gestão da orla marítima, aparece apenas como uma sugestão de diretriz. Tal proposta não é considerada no real escopo do programa. Apesar da desconsideração do assunto, uma forma de tentar viabilizar áreas de não-edificação ou de uso restritivo em função de justificativas como a garantia do livre acesso, proteção de ecossistemas e manutenção da qualidade ambiental, e/ou promoção da segurança em áreas consideradas de risco ambiental, trata-se da procura por outros instrumentos de gestão que venham viabilizar tal ação.

A Resolução Conama n.303 de 2002, que dispõe sobre parâmetros e limites de Áreas de Preservação Permanente (APPs), aparece como um bom instrumento que pode ser utilizável na gestão de orla marítima. A resolução confere diretrizes específicas à ambientes costeiros como as dunas, restingas, brejos, manguezais e lagoas. Particularmente sobre a área de estudo, as restingas aparecem como o ambiente ou ecossistema mais evidente na orla marítima. Neste caso, tem-se a seguinte definição e recomendações:

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorre em mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e arbóreo, este último mais interiorizado;

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

IX - nas restingas:

- a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;*
- b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;*

No Diagnóstico do Plano Diretor do município, a legislação de APPs e sua aplicação nos ambientes costeiros é mencionada. De acordo com a avaliação encontrada no documento, o avanço da erosão costeira e o efetivo transporte eólico em direção ao continente e ao longo da linha de costa, estariam sendo agravadas também pela remoção da vegetação rasteira nas restingas e dunas, onde estas são ressaltadas como APPs. Inclusive, é relatada a localização de estabelecimentos comerciais próximo ao mar em área inferior aos trezentos metros, que seria a faixa mínima estabelecida pela Resolução Conama (Anexo 4). Portanto, mesmo as diretrizes para delimitação de faixas de não-edificação ser pouco viável sob a ótica da gestão de orla marítima, outros instrumentos podem auxiliar esse objetivo.

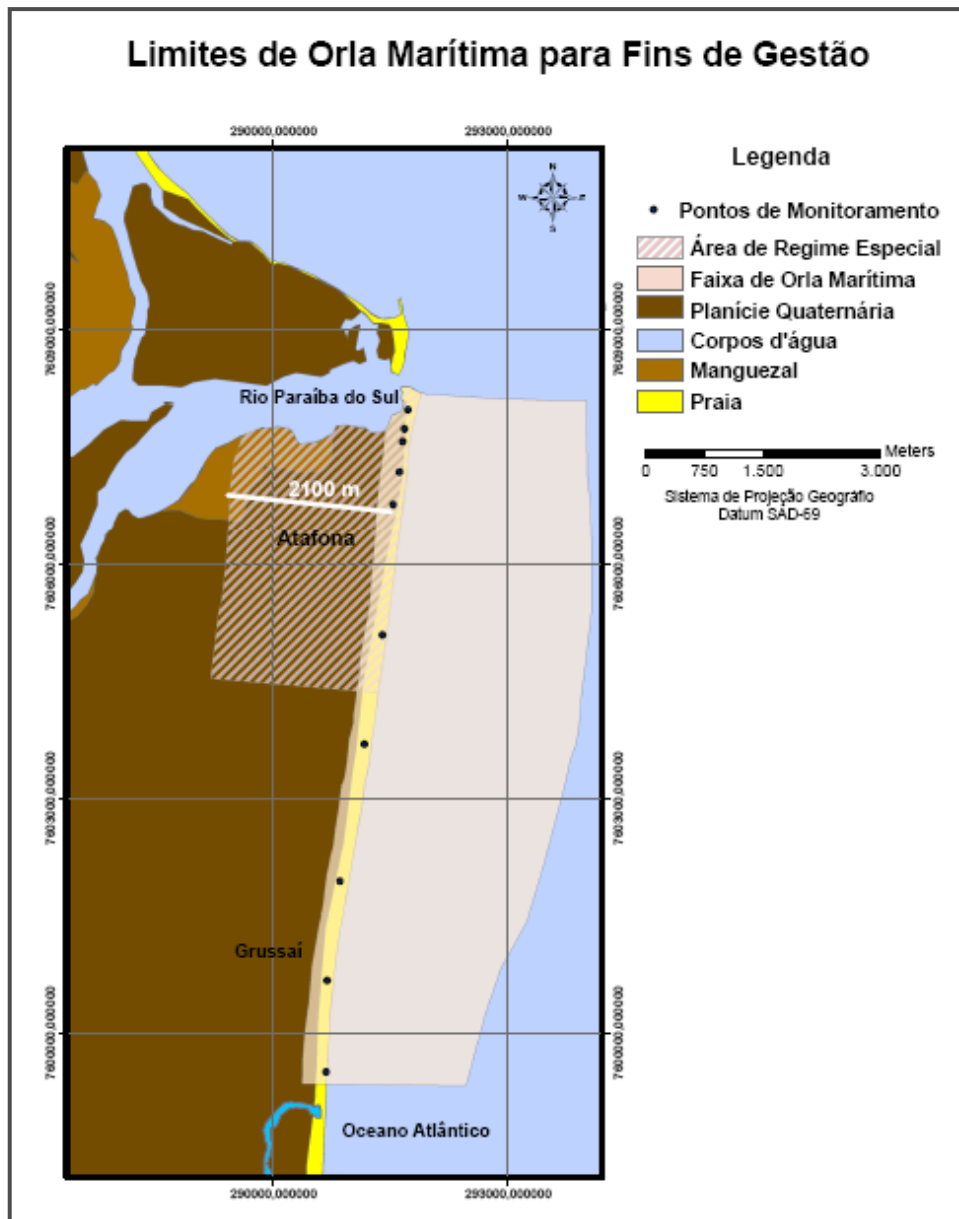


Fig.60: Sugestão de delimitação da orla baseado no Projeto Orla, a partir da batimétrica de 10m como limite marinho e os 250m em direção a retroterra (realizado em função de um caminhamento no contato entre a duna mais frontal e berma); e delimitação de uma Área de Regime Especial em função da instabilidade natural do ambiente, considerando a extensão do processo erosivo e a taxa erosiva anual (2100m em direção à retroterra).

5.3.3 - Análise sobre a classificação de tipologias para a Orla Marítima.

Buscou-se gerar a classificação sob a ótica fisiográfica a partir da metodologia sugerida por Muehe (2001), também com o objetivo de identificar tipologias de orla a partir do grau de exposição de ondas, através do modelo de Wiegel (1964). Este correlaciona as características granulométricas da face da praia com o seu gradiente. Desta forma obteve-se a seguinte tabela para a respectiva área: (Tabela 4)

	Gradiente Face da Praia (1:x)	Diâmetro Mediano da Areia (fi)
Perfil 1	45,4	2,251
Perfil 2	34,8	1,788
Perfil 3	18,5	1,700
Perfil 4	12	1,930
Perfil 5	10,19	2,151
Perfil 6	7,73	1,857
Perfil 7	7,43	1,514
Perfil 8	6,46	1,877
Perfil 9	7,32	1,461
Perfil 10	15,33	2,083

Tabela 4: Tabela com valores granulométricos da face da praia e seu respectivo gradiente .

Tais valores quando aplicados ao modelo de Wiegel (1974), não geraram resultados coerentes. Numa avaliação visual, o litoral estudado estaria classificado inteiramente como exposto. Porém, conforme mostra a figura 61, somente o perfil 2 comportou-se conforme o esperado, estando os demais como praia semi-exposta e protegida.

Araújo *et.al.* (2006) também encontrou discordâncias do método com a classificação visual na orla de Olinda, em Pernambuco. Apesar de Muehe (2001) já haver

atentado para o fato da simplicidade da metodologia, presume-se que o modelo gera poucos resultados positivos.

Mesmo concluindo pela não-eficiência da metodologia, ao se fazer uma reflexão pelo o objetivo da avaliação, que envolve a classificação tipológica baseada na fisiografia, tem-se o critério de exposição de ondas como insuficiente para a obtenção de uma resposta a cerca da vulnerabilidade natural da orla. Poderia ser muito mais interessante uma avaliação com critérios que indicassem processos de erosão costeira ou suscetibilidade para tal, por exemplo.

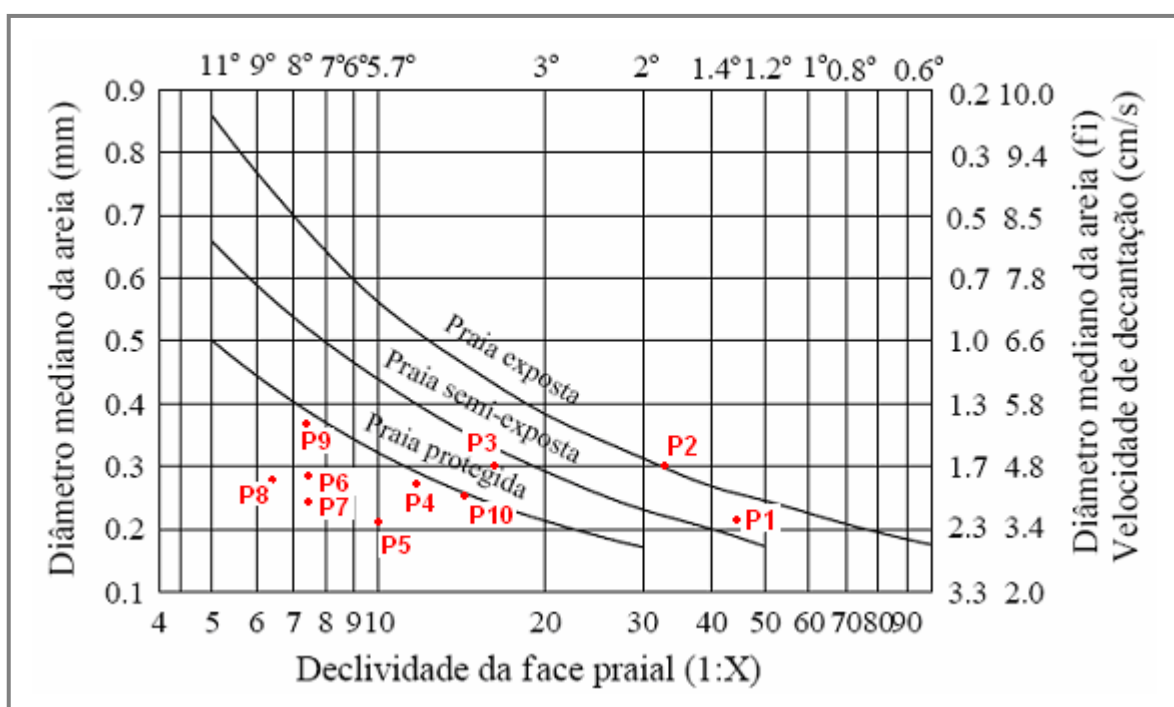


Fig. 61: Sobreposição dos resultados encontrados na área ao gráfico do modelo de Wiegel (1974), para avaliação do grau de exposição de ondas à costa.

Neste sentido, a caracterização da orla baseada no critério de comportamento ou tendência da linha de costa, diagnosticando orlas como erosivas, estáveis ou acrescionais, pode fornecer uma avaliação mais eficiente em termos de vulnerabilidade, do que somente o grau de exposição de ondas, podendo, inclusive, fazer uma associação entre esses dois critérios.

Porém, pensar num novo critério também requer pensar numa metodologia para tal. Para verificar o comportamento ou tendência da linha de costa, tem-se como o ideal a

realização de monitoramentos, conforme implementado na presente pesquisa ao longo de três anos, e/ou aplicação de técnicas de sensoriamento remoto por comparação de fotografias áreas ou imagens de satélite. Entretanto, tais métodos aparecem como pouco viáveis para serem realizados para um contexto de gestão, podendo consumir algum tempo (como alguns anos), corpo técnico muito especializado e ter um custo elevado, sobretudo quando se tem poucas informações e pesquisas realizadas numa determinada área.

Desta forma, para diagnosticar a orla quanto ao comportamento morfodinâmico da linha de costa, foi realizado um mapeamento através de Geoindicadores segundo Bush *et.al.* 1999, cujo estado ambiental pode ser identificado como orla em Erosão Severa, Erosão ou Acreção/Estabilidade. Desta forma, têm-se os seguintes resultados(Tabela 5) :

Pontos da Linha de Costa	Geoindicadores Mapeados	Estado Mapeado
P 1	13,16	* Ponto muito intável
P 2	2,4,6,7,10,11	Erosão Severa
P 3	2,4,6,7,10,11	Erosão Severa
P 4	2,4,6,7,10,11	Erosão Severa
P 5	2,4,6,7,8,10,11	Erosão Severa
P 6	8,11,13	Erosão
P 7	14,16,17,18	Acresção ou estabilidade a longo prazo
P 8	14,16,17,18	Acresção ou estabilidade a longo prazo
P 9	14,16,17,18	Acresção ou estabilidade a longo prazo
P 10	16,17	Acresção ou estabilidade a longo prazo * Praia modificada

Tabela 5: Tabela com os Geoindicadores mapeados e respectivos estados diagnosticados na linha de costa.

O ponto 1 apresentou uma praia extensa, se comparado com os demais pontos de Atafona, e indicativos não-erosivos no instante da observação. Este dado, caso admitido, não corresponderia à sua real tendência. Nos últimos meses, os monitoramentos

topográficos indicaram certa recuperação, porém somente nesse ponto. A sua intensa instabilidade pode mascarar a linha tendência. Desta forma, o uso de geoindicadores requer certo cuidado no ponto mais próximo à foz, devendo ser utilizados outros métodos auxiliares, referência de pesquisas já realizadas e a atualização dos indicadores num período até menor que um ano.

Os pontos 2, 3, 4 e 5 resultaram em indicadores de nítida erosão severa, indo de encontro com o monitoramento topobatimétrico realizado. Foram encontrados indícios de escarpas ativas por ondas, edificações danificadas, praia estreita, escarpamento do pós-praia, troncos de árvores expostos e dunas escarpadas, conforma mostra a figura 62.



Fig. 62: Geoindicadores mapeados nos pontos 2, 3, 4 e 5, indicando estado de erosão costeira.

Os indicadores do ponto 6, resultaram numa avaliação de erosão (figura 63). De fato, os gráficos de variação da largura da parte emersa da praia, obtidos pelo monitoramento topográfico, indicaram uma certa diminuição da faixa de praia nos últimos meses, apesar do residual de relativa estabilidade ao longo dos três anos. Nesse sentido, conforme mencionado acima, deve-se refletir sobre o intervalo de atualização desses indicadores. A princípio, em função da variação morfológica natural do ambiente, um máximo de dois anos para uma reavaliação, ou ainda um monitoramento a partir desses geoindicadores, mostra-se condizente.

Os pontos 7, 8, 9 apresentaram claros indícios de acreção ou estabilidade à longo prazo. Foram identificados dunas e cristas de praias bem desenvolvidas e vegetadas, ausência de transposição, praia larga e berma bem desenvolvidas e grama pioneira de praia. O ponto 10 apresentou de forma nítida somente dois indicadores. Isso se deve a modificação deste trecho de praia, em função da passagem de automóveis e da presença de algumas estruturas urbanísticas, como calçadão, deck e elementos de paisagismo artificial (Figura 64).



Fig. 63. Geoindicadores mapeados no ponto 6: alguns indícios de erosão.

De forma geral, a aplicação de geoindicadores mostrou-se positiva na área teste. Os resultados indicaram similaridade com a avaliação obtida a partir do monitoramento topobatimétrico, mesmo em área de relativa instabilidade como orlas associadas à

influência fluvial (figura 65). Desta forma, os geoindicadores podem fornecer uma variedade de aplicações para o Gerenciamento, como previsão e monitoramento ambiental, avaliação de riscos e ações de mitigação.

Contudo, algumas limitações foram encontradas. A visualização de indicadores torná-se prejudicada quando aplicadas a praias modificadas. Outro fato encontrado, refere-se à relação da escala temporal do método com o processo, exemplificados pelos pontos 1 e 6. Nesse sentido, recomendá-se uma atualização dos indicadores de no máximo dois anos, com a diminuição desse intervalo para as áreas mais próximas à foz.



Fig.64. Mapeamento de Geoindicadores nos pontos 8, 9 e 10, indicando estabilidade ou progradação da linha de costa.

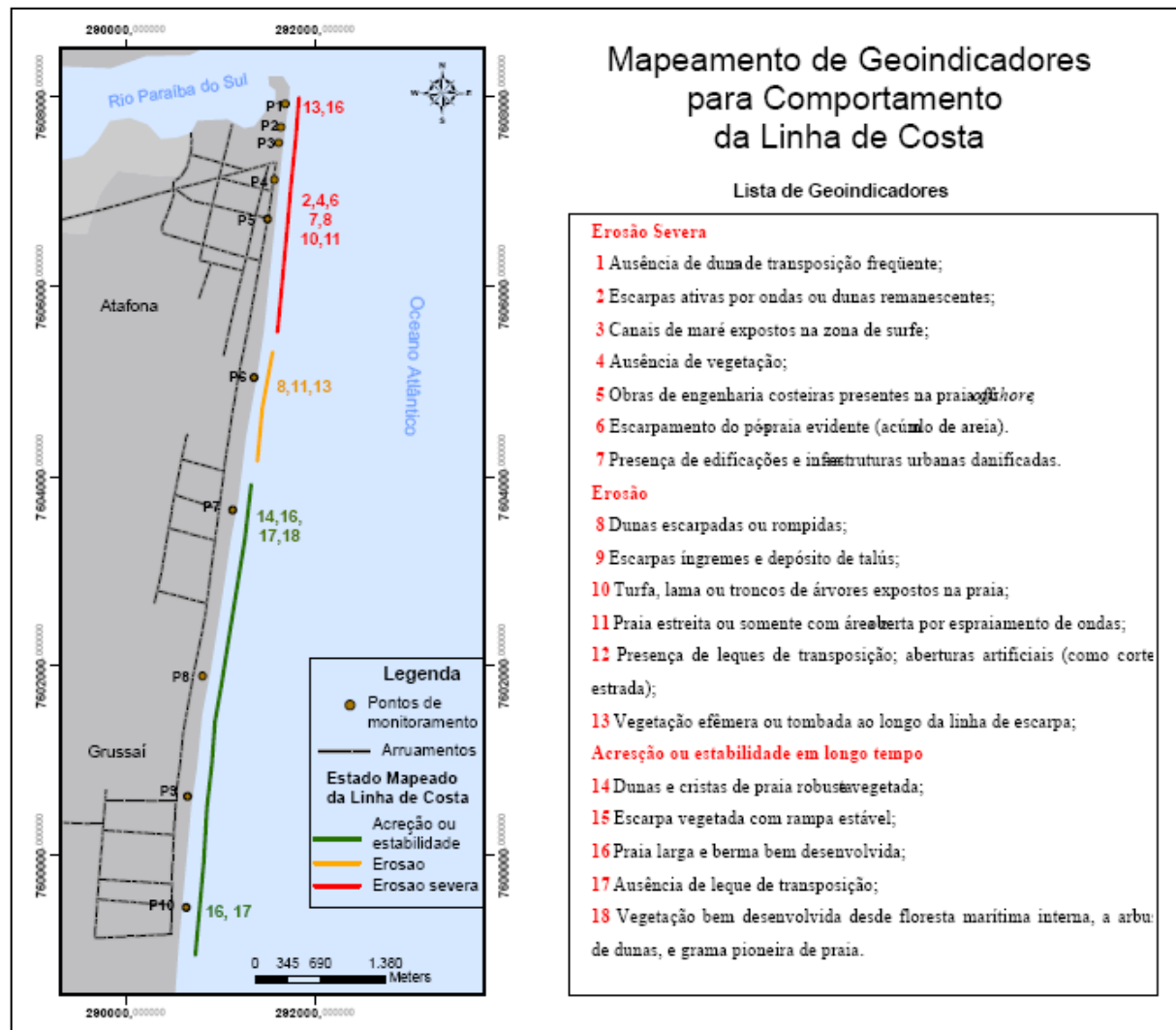


Fig. 65: Mapa síntese do mapeamento de geoindicadores para comportamento da linha de costa (modificado de Bush *et.al* 1999) na presente área de estudo.

Contextualizando a utilização dos Geoindicadores na metodologia do Projeto Orla baseada no Diagnóstico Paisagístico, foi introduzida uma classificação tipológica inserida na perspectiva de Unidades de Paisagem. Estas foram obtidas a partir das características geomorfológicas e fisiográficas, onde há segmentos distintos evidentes quando comparado, por exemplo, com as características de ocupação ou urbanização.

A caracterização da morfodinâmica costeira e o mapeamento do campo de dunas permitiram a individualização de três unidades de paisagem distintas. A primeira associada a dunas transgressivas, cujo desenvolvimento está relacionado ao comportamento erosivo da linha de costa. A segunda associada à uma extensa planície de cristas de praia e pequenas dunas sobre estas fixadas por vegetação rasteira na qual, ao contrário da primeira unidade, está associada à tendência de progradação da linha de costa. E ainda, entre essas duas unidades, foi mapeada uma terceira cuja caracterização é atribuída ao fato de se tratar de uma área de transição entre os outros dois domínios, conforme mostra a figura 66.

A partir dessas três unidades foram individualizados quatro setores de escala maior que as unidades, e classificadas de acordo com o comportamento da linha de costa, potencial de instabilidade e exposição a ondas. A unidade da foz e dunas transgressivas foi setorizada em outras duas áreas, sendo uma de domínio mais efetivo da dinâmica característica de desembocadura fluvial e sem presença efetiva de dunas, sendo classificada como de grande instabilidade morfodinâmica e tendência à erosão severa, e ainda considerando a informação de ser uma orla exposta. Este último foi obtido pela caracterização visual, uma vez que o resultado da aplicação do modelo de Wiegand (1964) indicou ser pouco coerente. Já a classificação desses setores considerando o critério de comportamento da linha de costa é resultado da aplicação dos geoindicadores. Desta forma, as unidades e respectivos setores estão dispostos conforme mostra o esquema na figura 66 e 67.



Fig.66: Mapa síntese do comportamento morfodinâmico e respectivas feições associadas, segmentado em unidades de paisagem e respectiva classificação.

Desta forma, conforme havia mencionado Voivodic (2007), a metodologia do programa baseado no Diagnóstico Paisagístico, apesar de prática, seria deficiente enquanto ferramenta de análise. Entretanto, a definição das unidades de paisagem obtida pelo critério morfodinâmico e fisiográfico, assim como a posterior classificação dos setores na área do presente trabalho, teria condições de traçar objetivos e nortear planos e ações condizentes com os distintos setores caracterizados. Uma associação entre essas condições ambientais ao mapeamento das condições e do padrão de ocupação, por exemplo, permitiria o direcionamento de ações que seriam de cunho restritivo e/ou preventivo. Logo, o que de fato aparece como deficiente não seria a metodologia baseada no Diagnóstico Paisagístico, mas os métodos e indicadores respectivos.

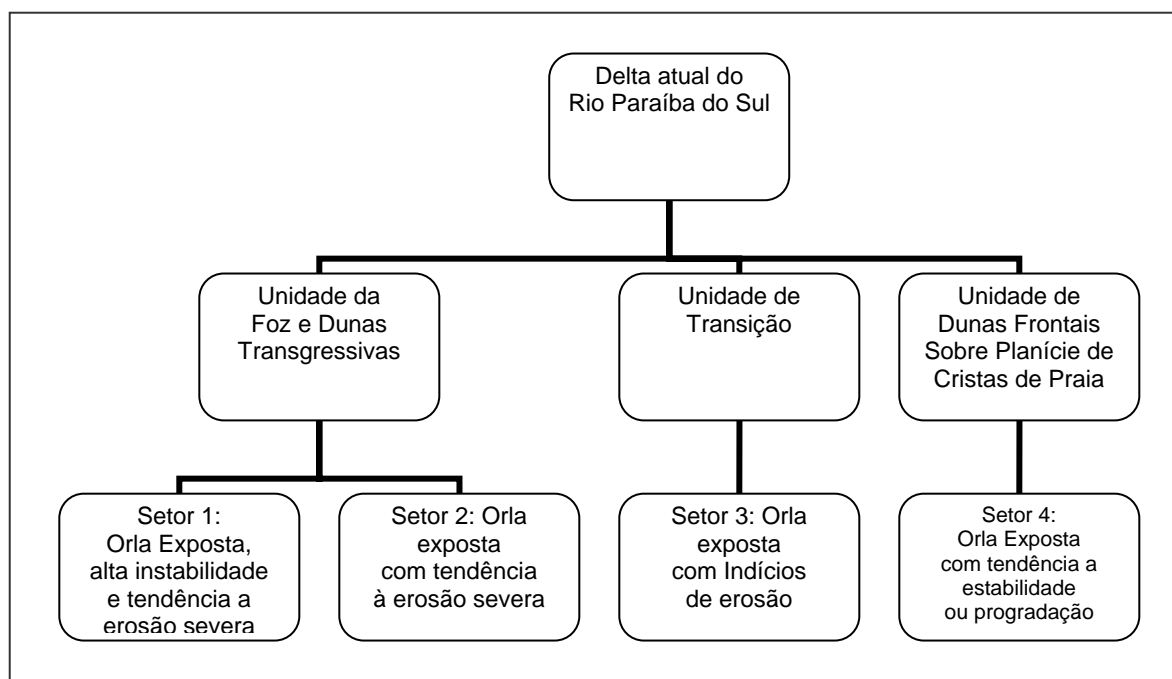


Fig.67. Esquema das Unidades de Paisagem e respectivos setores no delta meridional do rio Paraíba do Sul

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Em termos de critérios norteadores para uma coerente gestão de orla, a fisiografia, os processos morfodinâmicos e a tendência de comportamento da linha de costa devem ser considerados sob a perspectiva da gestão ambiental da orla, sobretudo em função da diversidade e particularidades dos ambientes costeiros. No caso específico da orla associada a desembocaduras fluviais, talvez deva ser mais importante considerar a instabilidade morfodinâmica intrínseca à área como norteadora de critérios físicos à gestão, do que mudanças do nível do mar, ou outros fatores de escalas temporais geológicas propriamente dito. Nesse sentido, a perspectiva dos critérios deve ser direcionada a uma escala temporal de até décadas (Figura 68). Dentre esses critérios, sugere-se que a avaliação ou o diagnóstico da orla considere o comportamento morfodinâmico, o papel desempenhado pelo rio no sistema costeiro, e o histórico erosivo ou de instabilidade local.

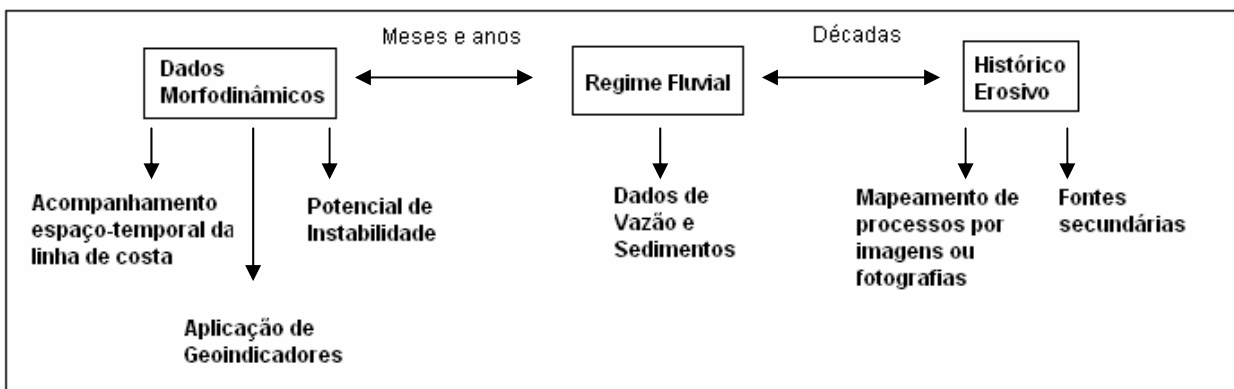


Fig. 68. Critérios sugeridos para instrumentalização e diagnóstico de gestão de orla associada à desembocadura fluvial, no sentido da caracterização físico-ambiental.

O monitoramento das características morfodinâmicas indicou distintos comportamentos encontrados ao longo da linha de costa. Como verificado, as praias localizadas no pontal, indicaram nítida tendência erosiva. Na área central, as praias comportaram-se de forma estável; e na área mais ao sul foi observada tendência

progradante. Compreender as causas que levam à erosão na foz, até hoje se mostra um desafio. Entretanto, a tendência de progradação em Grussaí pode ser explicada pela componente da deriva litorânea. Este comportamento também está relacionado à convergência de transporte sedimentar encontrada na área. Nesse sentido, torná-se evidente a importância da componente da deriva litorânea enquanto forçante costeira na morfodinâmica local. Logo, tal fato também deve ser considerado em termos de critérios de gestão de orla, uma vez que a maioria dos critérios morfodinâmicos sugeridos para a gestão dão ênfase a forçante de ondas. Isto poder-se-ia refletir em modelos ou equações empíricas que considerassem também a forçante de deriva na busca de parâmetros utilizáveis para a gestão.

A análise da relação da dinâmica costeira e do regime fluvial do rio Paraíba, permitiu verificar a não aplicação do modelo do molhe hidráulico proposto por Martin *et.al.*1984. A variação morfológica sazonal da área, em que os momentos de acresção ou recuperação do pontal apresentaram-se mais comumente nos meses de inverno, aparentemente não mostrou relação com os ciclos de cheia e estiagem, mas provavelmente a inversões no padrão de deriva litorânea, em função da entrada de sistemas frontais ou intensificação de ventos do quadrante nordeste.

Ainda sobre esta relação, também foi verificada a importância da descarga sólida no abastecimento da planície costeira. Este é justificado pela relação encontrada entre a redução da descarga sedimentar e os processos de erosão na costa, sobretudo após a construção de barragens; e também é corroborado pelos dados de dinâmica costeira e mapeamento faceológico, sugerindo ser o rio Paraíba do Sul a principal, mas não a única, fonte de sedimentos para costa. Em função desta relação, aparece como pertinente a o gerenciamento costeiro, ou pelo menos a gestão de orla marítima, associada à gestão de bacia hidrográfica.

A aplicação prática dos critérios físicos e morfodinâmicos para a gestão de orla marítima em costa associada à influência fluvial, indicaram um certo grau de complexidade em função da natural instabilidade do ambiente. Os critérios para o mapeamento da faixa de orla marítima exigiram ajustes metodológicos em função das características fisiográficas locais. Por outro lado, a utilização de aplicativos de geoprocessamento mostrou-se prática e precisa na obtenção do objetivo e respectivo produto.

Especificamente para a síntese de áreas de uso restritivo em costa associada à desembocadura fluvial, o critério definido em função da largura da foz indicou algumas fragilidades. Desta forma, o critério sugerido a partir de médias de taxas de erosão anual aparece como alternativa.

Ainda assim, apesar da pouca viabilidade conferida a implementação das faixas de não-edificação ou de uso restritivo nos planos para a gestão de orla marítima, outros instrumentos de gestão oferecem alguma possibilidade, como é o caso da legislação referente às Áreas de Preservação Permanente (APPs). Apesar da recomendação de uma faixa mínima de 300m para a área de restinga significar uma área pequena, sobretudo em áreas que sofrem com a instabilidade morfodinâmica e erosão costeira, o instrumento permite uma discussão sob esses limites, podendo resultar num aumento desta faixa caso se apresente justificativa para tal, sobretudo caso a discussão e aplicação seja levada para a esfera municipal, conforme indicou o Diagnóstico do Plano Diretor do Município de São João da Barra.

Com relação a metodologia de diagnóstico do Projeto Orla, a tipologia obtida a partir do grau de exposição de ondas, mostrou-se insuficiente em termos de informação, e a metodologia baseada no modelo de Wiegand (1964) não indicou resultados satisfatórios. Nesse sentido, uma tipologia baseada no comportamento da linha de costa pode fornecer uma avaliação mais eficiente em termos de vulnerabilidade. Logo, a aplicação de geoindicadores para conferir esse estado ambiental mostrou-se positiva quando comparado com os resultados obtidos pelo monitoramento morfodinâmico.

Somado-se a isso, esta alternativa metodológica apresenta-se coerente com a metodologia do Diagnóstico Paisagístico do Programa, além de bastante viável em função do baixo-custo e da rápida e fácil aplicação. Porém pela sua simplicidade e diagnóstico temporal pouco eficiente, desconsiderar monitoramentos pode ser comprometedor para áreas com aspectos morfodinâmicos complexos.

Desta forma, apesar da complexidade físico-ambiental da área e da severa erosão próxima a foz, presume-se que os critérios possam ser aplicados em demais áreas associadas a desembocaduras fluviais, auxiliando, desta forma, a instrumentalização e o diagnóstico para gestão de orla marítima e, conseqüentemente, o direcionamento de ações que sejam de cunho restritivo e/ou preventivo.

Na verdade, apesar do Projeto Orla deter um forte apelo urbanístico, não se deve ignorar a sua característica ambiental, seja para caracterização, preservação ou mapeamento de áreas de risco ou vulnerabilidade. Portanto, espera-se que o presente trabalho tenha contribuído para o fortalecimento deste importante instrumento, com a análise e discussão, não somente de suas limitações como de suas potencialidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.A. Evolução Urbana do Rio de Janeiro. IPP – Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. 4º Edição, Rio de Janeiro, 2006. 206p.

ALMEIDA, J.R., BASTOS A.C.S., MALHEIROS T.M., SILVA D.M. Política e Planejamento Ambiental. Editora Thex Ed. 3º Edição, Rio de Janeiro, 2006. 452p.

ANGULO, R.J. & LESSA. G.C. The brazilian sea-levelcurves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, v.44,p.67-75. 1997.

ANGULO, R.J.; LESSA. G.C. ; SOUZA, M.C. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, v.25, p. 486–506. 2006.

ARAÚJO, T.C. M.; SILVA, V.B. & CARVALHO, J.R. Classificação da tipologia da orla da cidade de Olinda- PE: Delimitação e Caracterização. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 7, nº 1. 2006.

AZEVEDO, M.V.H. *Atafona, Patrimônio Mar Adentro: Formação, Planejamento e Destruição do Balneário de Atafona - RJ*. Dissertação de Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades, Universidade Cândido Mendes. 107p. 2004.

BASTOS, A.C. *Análise morfodinâmica e caracterização dos processos erosivos ao longo do litoral norte fluminense, entre Cabiúnas e Atafona*. Niterói, 1997. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha), Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

BERGER, A.R. Assessing rapid environmental changes using geoindicators. *Environmental Geology* v.32; p 36-44.1997.

BERNARDES, L.M.C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*. Janeiro e Março, p 57 – 74. 1957.

BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L; FONTES, L.C.S., SOUZA, D.L.; SILVA, I.R., DA SILVA, F.R. Wave Refraction, River Damming, and Episodes of severe Shoreline Erosion: The São Francisco River Mouth, Northeastern Brazil. *Journal of Coastal Reserach*, v. 23(4), p 930-938. 2007.

BRASIL. Decreto n. 5.300 de 7 de dezembro de 2004. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), dispõe sobre regra de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão de orla marítima.

BRUUN, P. The Bruun rule of erosion by sea-level rise: a discussion on large-scale two- and three – dimensional usages. *Journal of Coastal Research*, v.4(4):627-648. 1988.

_____. Sea-level rise as a cause of shore erosion. *American Society of Civil Engineers*. Proceeding journal Waterways and Harbor Division. v.88, n.1, p.117-130. 1962.

BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S; PILKEY, O.H. Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal –hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management* v.42; p 647-670. 1999.

CAL (Consultoria Ambiental Ltda) . RIMA – Relatório de Impacto Ambiental do Porto do Açu, RJ. Volume Único. Meio Digital. 2006.

CALLIARI, L.J., MUEHE, D., HOEFEL, F.G. & TOLDO, E. Morfodinâmica Praial: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*. v.51; p 63-78. 2003.

CARLOS, A. F. A. O consumo do espaço. In: Ana Fani Alessandri Carlos. (Org.). *Novos caminhos da geografia*. Ed. Contexto, São Paulo, 2002. 204 p. , 173-186.

CASSAR, J.C.M. & C.F. NEVES. Aplicação das rosas de transporte litorâneo à costa norte fluminense. *Revista Brasileira de Engenharia (RBE), Caderno de Recursos Hídricos*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, São Paulo, SP, v 11(1):81-106. 1993.

CEIVAP. 2008. Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do sul. Disponível em www.ceivap.org.br. Acessado em outubro de 2008.

CICIN-SAIN, B. Sustainable development and integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management* v. 21:11-43p. 1993.

CORBIN, A. O território do vazio: a praia e o imaginário ocidental. São Paulo: Cia. das Letras, 1989.

COSTA, G. *Caracterização Histórica, Geomorfológica e Hidráulica do Estuário do Rio Paraíba do Sul*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.107p. 1994.

DANTAS, E.W.C. Do mar ao marítimo nos trópicos. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 15, pp. 63 -76. 2004.

DIAS, G.T.M. O complexo deltáico do Rio Paraíba do Sul. IV Simpósio do Quaternário. Brasil. Publicação Especial n.2 (CTCQ/SBG). p 58-88. 1981.

DIAS,G.T.M.; SILVA, C.G.; MALSCHITZKY, I.H. e PIERMES,C. A planície deltáica do Rio Paraíba do Sul – Seqüências sedimentares subsuperficiais. *Anais do XXXIII Cong. Bras. De geologia, Rio de Janeiro*; Vol. I, p 98-104. 1984 a.

DIAS,G.T.M.; SILVA, C.G.; MALSCHITZKY, I.H. & PIERMES,C. A frente deltáica do rio Paraíba do Sul – fisiografia submarina e distribuição sedimentar. *Anais do XXXIII Cong. Bras. de geologia, Rio de Janeiro*; Vol. IV, p 1565-1576. 1984b.

DIAS, G.T.M. & GORINI, M.A. A Baixada Campista: Estudo Morfológico dos Ambientes Litorâneos. *Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia*, 1: 588-602, Camboriú (SC). 1980.

DINIZ, M.T.M & VASCONCELOS, F.P. A importância dos terrenos de Marinha no Brasil colonial e imperial. *VII Encontro Nacional da ANPEGE*. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2007.

DOMINGUEZ J.M.L.; A.C.S.P. BITTENCOURT; & L. MARTIN. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (Se\Al), Jequitinhonha (Ba), Doce (ES), e Paraíba do Sul (RJ), *Revista Brasileira de Geociências*. 11(4):227-237. 1981.

DOMINGUEZ J.M.L.; A.C.S.P. BITTENCOURT; & L. MARTIN. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas a desembocaduras dos rio São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul, *Revista Brasileira de Geociências*, Vol. 13(2), p.93-105. 1983.

EMERY, K.O. A simple method of measuring beaches profiles. *Limnology and Ocean*. Vol. 6, n.1, p. 90-93. Jan., 1961.

FERNANDEZ, G.B.; ROCHA, T.B.; PEREIRA, T.G. & FIGUEREDO JR. A.G. Morfologia e dinâmica de praia entre Atafona e Grussaí, litoral norte do estado do Rio de Janeiro. *VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Anais em CD-ROM. Goiânia, 2006.

FERNANDEZ, G.B. Indicadores Morfológicos para a Origem e Evolução das Barreiras Arenosas Costeiras no Litoral do Estado do Rio de Janeiro. *In: VII Simpósio Nacional de*

Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, Belo Horizonte, 2008.

FERNANDEZ, G.B.; ROCHA, T.B.; PEREIRA, T.G. VASCONCELOS, S. C. Modelo Morfológico da Origem e Evolução das Dunas na Foz do Rio Paraíba do Sul, RJ. In: *VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia*, Belo Horizonte, 2008.

FLEXOR, J. M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L. Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D. de; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B (orgs.). *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, Niterói, p.425-440. 1984.

GUERRA, A.J.T. e MARÇAL M.S. *Geomorfologia Ambiental*. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006. 192p.

GUIMARÃES, M.S.D. *Comportamento Morfodinâmico das Praias do litoral Sul de Macaé, RJ: Brasil*. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha). Instituto Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2005.

HALLEMAIER, R.J. A profile onation for seasonal sand beaches from wave climate. *Coastal Engineering*. Amsterdam, v.4, p.253-277.1981.

LAMEGO, A.R. *O Homem e a Restinga*. Editora Lidador, 2^o Edição. 1974.

LINZ-DE-BARROS, F.M. Risco, vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicoos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 6 Número 2, p 83-90. 2005.

MARTIN, L. & FLEXOR, J.M. Porque a planície costeira do rio Paraíba do Sul não pode ser denominada de “clássico delta dominado por ondas”. *Anais do I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES*. pp 71-81. 1987.

MARTIN,L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; DOMINGUEZ J.M.L.; AZEVEDO, A.E.G. Evolução da planície costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. *Anais do XXXIII Cong. Bras. de Geologia, Rio de Janeiro*.Vol.1, 84-97. 1984.

MORAES, A.C.R. Os impactos da política urbana sobre a zona costeira. Ministério do Meio Ambiente- PNUMA. Brasília-DF. 1996.

MORAES, A. C. R. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. Editora HUCITEC. 229 p.1999.

_____. Classificação das praias brasileiras por níveis de ocupação: proposta de uma tipologia para os espaços praias. In: Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Projeto Orla, Subsídios para um projeto de gestão*.Brasília, 2004.

_____. Meio Ambiente e Ciências Humanas. Editora Annablume, 4º edição. 141p. 2005.

MORAES, A. C. R. & ZAMBONI, A. Construindo o Conceito de Orla Marítima. In: Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Projeto Orla, Subsídios para um projeto de gestão*. Brasília. p. 07-11. 2004.

MUEHE, D. Litoral Brasileiro e sua Compartimentação. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. organizadores. *Geomorfologia do Brasil*. Capítulo 7, p. 273-350. Editora Bertrand Brasil S.A. Rio de Janeiro. 1998 a.

_____. Estado morfodinâmico praias no instante da observação: uma alternativa de identificação. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(2). 1998b.

_____. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, vol.2 no 1: 35-44. 2001.

_____. Geomorfologia Costeira. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. organizadores. *Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicação*. Capítulo 6, p. 191-238. Editora Bertrand Brasil S.A. 2º Ed. Rio de Janeiro. 2002.

_____. Definição de limites e tipologias de orla sob os aspectos morfodinâmicos e evolutivos. *Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão*. 13-32p. Brasília, 2004

MUEHE, D., ROSO, R.H. & SAVI, D.C. Avaliação do Nível do Mar como Datum Vertical para Amarração de Perfis de Praia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Ano 4, N.1, p 53-57. 2003.

MUEHE, D. ; VALENTINI, E . O Litoral do Estado do Rio de Janeiro - Uma Caracterização Físico-Ambiental. *Fundação de Estudos do Mar*, v. 1. 93 p. Rio de Janeiro, 1998.

MURILLO, V.C., SILVA, C.G. & FERNÁNDEZ, G.B. Discussão sobre a contribuição dos sedimentos da plataforma continental interna para formação da planície de cristas de praia do delta do Rio Paraíba do Sul. *XI Congresso da ABEQUA*. Anais em CD-ROM. Belém, 2007.

NETO, J.A.B., PONZI, V.R.A., SICCHEL, S.E.(Organizadores). Introdução a Geologia Marinha. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 2004.

NICHOLLS, R. J., LEATHERMAN, S. P., DENNIS, K. C., VOLONTÉ, C. R. Impacts and responses to sea-level rise: qualitative and quantitative assessments. *Journal of Coastal Research*. Ulster, Northern Ireland: University of Ulster, 1995.

PIQUET, R. E OLIVEIRA .E.L. Empresas e empresários no Norte Fluminense: uma análise qualitativa. In: PIQUET, R E SERRA, R. *Petróleo e Região no Brasil*. Editora Garamond. 2007.

POLLETE, M. Mini-curso de Gestão Integrada da Zona Costeira – Da teoria à prática. X Encontro Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas. Rio de Janeiro, 2008.

POLLETE, M., DIEHL, F.L., DIEHL, F.P., SPERB, R.M., SCHETTINI, C.A.F, KLEIN, A.H.F. Gerenciamento Costeiro Integrado e Gerenciamento de Recursos Hídricos: como compatibilizar tal desafio. In: Ministério do Meio ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos; UNESCO - Organização das Nações Unidas; Banco Mundial - BIRD. (Org.). *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos - Desafio da lei de águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000, v., p. 221-239.

PREFEITURA DE SÃO JOÃO DA BARRA. *Plano Diretor Municipal*. LEI Nº 050/2006, de 26 de dezembro de 2006.

_____. Diagnóstico do Plano Diretor Municipal de São João da Barra. Volume Único. Meio Digital. 2006.

BRASIL. Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada. Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, 2002.

_____. Projeto Orla: Manual de Gestão. Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, 2002.

_____. Projeto Orla: Subsídios para um Projeto de Gestão. Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília, 2004.

ROCHA, T.B. Morfodinâmica de praia no litoral do município de São João da Barra, RJ: avaliação de curta escala temporal dos processos de erosão e progradação na planície

deltáica do Rio Paraíba do Sul. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2007.

ROCHA, T.B, SANTOS, R.A, VASCONCELOS, S.A, FERNANDEZ, G.B. Determinação De Faixas De Não Edificação Do Projeto Orla Na Desembocadura Do Rio Paraíba Do Sul (RJ) In: *XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Natal, RN. 2007.

ROCHA, T.B, PEREIRA, T.G, SANTOS, R.A, FERNANDEZ, G.B. Critérios Físicos e Projeto Orla: um Estudo de Caso na Orla Associada à Foz do Rio In: *VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia*, Belo Horizonte, 2008.

RUFINO, G.A. Patrimônio Costeiro e seus Fundamentos Jurídicos. In: Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Projeto Orla, Subsídios para um projeto de gestão*. Brasília, 2004. p. 65-86.

SANTOS, R.A.; FIGUEiredo Jr. A.G.; RIBEIRO, G.P.; VASCONCELOS, S.G. & ALMEIDA, A.G. Avaliação morfodinâmica da linha de costa entre Atafona e Grussaí, São João da Barra (RJ). XI Simpósio de Geografia Física Aplicada. Anais em CD ROM. São Paulo, 2005.

SANTOS, R.A. Processos de Erosão e Progradação entre as praias de Atafona e Grussaí - RJ. Monografia de Graduação, Curso de Geografia - Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ, 36 p. 2006.

SHORT, A. Beach Systems. In: *Beach and Shoreface Morphodynamics Course*. Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2003. pp. 530-547.

SILVA, C. G. *Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Roteiro de Excursão Geológica)*. In: I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, 1987, Rio de Janeiro. Anais do I Simpósio de

Geologia Regional RJ-ES. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo RJ/ES, 1987. p. 299-346.

SOUZA, M.H.S. Clima de ondas ao norte do estado do Rio de Janeiro. Tese de mestrado. COPPE – UFRJ, Rio de Janeiro, 1988. 181 pp.

SOUZA, C.R.G., SOUZA FILHO, P.W.M., ESTEVES, L.S., VITAL, H., DILLENBURG, S.R., PATCHINEELEM, S.M. & ADDAD, J.E. Praias arenosas e erosão costeira. In: Souza, C.R.G., Suguio, K.Oliveira, A.M.S. & Oliveira, P.E. Quaternário do Brasil. Capítulo 7, p.130-152. Editora Holos, Ribeirão Preto, 2005.

SOUZA, M.P. A Prisão e Agora: Reflexão em torno da democratização do planejamento e da gestão de cidades. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006. 632p.

SUGUIO, K ; TESSELER, M.G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L.D., ARAÚJO, D.S.D., CERQUEIRA, R., TURCQ, B. Restingas: origem, estrutura e processos. CEUFF, Niterói. p. 453-458. 1984.

SUGUIO, K. 1981. Roteiro de Excursão Geológica à região do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro). In: IV Simpósio do Quaternário no Brasil, Rio de Janeiro. *Anais do IV Simpósio do Quaternário no Brasil*. Rio de Janeiro, 1981.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. São Paulo: Edgard Blücher. Primeira Edição. 2003.

SUTER, J.R. Deltaic Coasts. Chapter 3. p 87- 120. In: Carter, R.W.G. & Woodrofe, C.D. *Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics*. Cambridge University Press, 1995.

TROLL, C. A Paisagem Geográfica e sua investigação. Espaço e Cultura. Rio de Janeiro, 4, pp 1-7. 1997.

VASCONCELOS, S. C. Dinâmica costeira na foz do rio Paraíba do Sul. Monografia de Graduação, Curso de Geografia - Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ, 2006. 52 p.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R.J.; DILLENBURG, S.R. Geologia e Geomorfologia de Regiões Costeiras. In: Souza, C.R.G., Suguio, K.Oliveira, A.M.S. & Oliveira, P.E. *Quaternário do Brasil*. Capítulo 5, p.94-113. Editora Holos, Ribeirão Preto. 2005.

VOIVODIC, R. *Gestão ambiental e gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise do Projeto Orla em Cabo Frio – RJ*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Rio de Janeiro, 2007. 180p.

WRIGHT, L.D. River Deltas. In R.W.G. *Coastal Sedimentary Environments*. Chapter 1. Ed. Springer Verlag, New York. 1978.

WRIGHT, L.D. & SHORT, A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118. 1984.

WRIGHT, L.D. & THOM B.G. Coastal depositional landforms: a morphodynamics approach. *Progress in Physical Geography*, 1:412-59. 1977.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Fragmentos do volume “Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada”(pp.37- 38). Projeto Orla, 2002.

6. Diagnóstico paisagístico da Orla

Por ser a orla um espaço de intervenção limitado, cuja gestão envolve um olhar de detalhe e ações bem localizadas, propõe-se que sua análise seja realizada por meio de uma identificação visual dos processos que ali ocorrem.

A *morfologia* (caracterização da forma) e a *fisiologia* (caracterização de atributos físicos) de suas *paisagens* podem revelar as informações requeridas para a caracterização e a classificação de cada um de seus trechos.

O diagnóstico paisagístico é um instrumento que oferece um conjunto de conceitos e elementos que irão auxiliar o trabalho de divisão da orla do município em trechos paisagisticamente homogêneos, realizando suas caracterizações de uma forma simples e rápida dispensando levantamentos exaustivos e pesquisas demoradas.

Na metodologia proposta, a observação dos elementos da paisagem em campo é o procedimento básico de investigação, que complementa o trabalho realizado em gabinete a partir de dados empíricos necessários para a divisão da orla em trechos e sua caracterização.

Mas o que é paisagem?

Paisagem é a estrutura territorial, vista como resultado do processo de transformação do ambiente no decorrer do tempo, compondo uma unidade passível de interpretação e representação gráfica. Pode-se dizer que, a cada momento, os atributos da paisagem assumem uma configuração diversa, já que os processos de transformação (naturais e sociais) são dinâmicos.

(...)

Como elemento de decodificação e análise de conjuntos paisagísticos expressivos que ocupam grandes extensões de território, utiliza-se o conceito de *unidade de paisagem*.

Anexo 2: Quadro de Tipologia de Orla Marítima (Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada, MMA 2002 p.35)

Tabela 1: TIPOLOGIA DA ORLA

Abrigada não urbanizada (ambiente protegido da ação direta das ondas, com baixíssima ocupação, paisagens com alto grau de originalidade)

Semi-abrigada não urbanizada (ambiente parcialmente protegido da ação direta das ondas, ventos e correntes, com baixíssima ocupação, paisagens com alto grau de originalidade natural e baixo potencial de poluição).

Exposta não urbanizada (ambiente sujeito à alta energia de ondas, ventos e correntes com baixíssima ocupação, paisagens com alto grau de originalidade natural e baixo potencial de poluição);

De interesse especial em áreas não urbanizadas (ambientes com ocorrência de áreas militares, de tráfego aquaviário, com instalações portuárias, geradoras de energia, unidades de conservação, áreas tombadas, reservas indígenas, cercados por áreas de baixa ocupação, com características de orla exposta, semi-abrigada ou abrigada);

Abrigada em processo de urbanização (ambiente protegido da ação direta das ondas, com baixo a médio adensamento de construções e população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente antropizadas e médio potencial de poluição);

Semi-abrigada em processo de urbanização (ambiente parcialmente protegido da ação direta das ondas, ventos e correntes, com baixo a médio adensamento de construções e população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente antropizadas e médio potencial de poluição).

Exposta em processo de urbanização (ambiente sujeito à alta energia de ondas, ventos e correntes com baixo a médio adensamento de construções e população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente antropizadas e médio potencial de poluição);

De interesse especial em áreas em processo de urbanização (ambientes com ocorrência de áreas militares, de tráfego aquaviário, com instalações portuárias, geradoras de energia, unidades de conservação, áreas tombadas, reservas indígenas, cercados por áreas de baixo a médio adensamento de construções e população residente, com características de orla exposta, semi-abrigada ou abrigada);

Abrigada com urbanização consolidada (ambiente protegido da ação direta das ondas, com médio a alto adensamento de construções e população residente, paisagens antropizadas, multiplicidade de usos e alto potencial de poluição – sanitária, estética e visual);

Semi-abrigada com urbanização consolidada (ambiente parcialmente protegido da ação direta das ondas, ventos e correntes, com médio a alto adensamento de construções e população residente, paisagens antropizadas, multiplicidade de usos e alto potencial de poluição - sanitária, estética e visual).

Exposta com urbanização consolidada (ambiente sujeito a alta energia de ondas, ventos e correntes, com médio a alto adensamento de construções e população residente, paisagens antropizadas, multiplicidade de usos e alto potencial de poluição – sanitária, estética e visual);

De Interesse especial em áreas urbanizadas (ambientes com ocorrência de áreas militares, de tráfego aquaviário, com instalações portuárias, geradoras de energia, unidades de conservação, áreas tombadas, cercados por áreas de médio a alto adensamento de construções e população residente, com características de orla exposta, semi-abrigada ou abrigada);

Anexo 3: Plano Diretor do município de São João da Barra (Cap. 3- Política de Meio Ambiente. Em destaque estão os incisos mais pertinentes aos argumentos do trabalho).



Estado do Rio de Janeiro
Prefeitura de São João da Barra

LEI Nº 050/2006, de 26 de dezembro de 2006.

**INSTITUI O NOVO PLANO DIRETOR
DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA
BARRA**

CAPÍTULO III - DA POLÍTICA DO MEIO AMBIENTE

Art. 29 - A política do meio ambiente objetiva garantir a todos o direito ao ambiente ecologicamente equilibrado, regulando a ação do Poder Público Municipal e sua relação com os cidadãos e instituições públicas e privadas.

Art. 30 - A política municipal do meio ambiente é orientada pelos seguintes princípios:

- I - A garantia de equilíbrio na interação de elementos naturais e criados, de forma a abrigar, proteger, recuperar e promover a vida em todas as suas formas;
- II – Compatibilizar a utilização do solo, da água e do ar com a preservação do meio ambiente;
- III – A racionalização do uso dos recursos ambientais visando o desenvolvimento sustentável;
- IV - A valorização e incentivo à proteção dos recursos naturais do município e ao desenvolvimento da consciência ecológica.

Art. 31 - São diretrizes para a política do meio ambiente:

- I – Promover a participação ativa das entidades comunitárias na gestão das políticas ambientais;
- II – Promover a produção, organização e a democratização de acervo com informações relativas ao meio ambiente natural e construído;
- III – Compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a preservação ambiental, visando, sobretudo, o desenvolvimento sustentável;
- IV – Articular e integrar com órgãos e entidades governamentais e não governamentais para gestão de planos e projetos ambientais do Município, com aquelas dos órgãos federais e estaduais, quando necessário;
- V – Articular e integrar as ações e atividades ambientais intermunicipais, favorecendo a criação e a participação em consórcios e outros instrumentos de cooperação;
- VI – Elaborar o zoneamento ecológico-econômico do Município;



VII – Controlar as atividades produtivas e o emprego de materiais e equipamentos que possam acarretar danos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população;

VIII – Implementar política de preservação e conservação dos recursos naturais do Município;

IX - Implementar programas de educação ambiental nos diversos segmentos da sociedade; mediante a implementação de projetos e atividades nos locais de ensino, trabalho, moradia e lazer;

X – Implementar a melhoria das condições ambientais da orla marítima, fluvial e lacustre do município, garantindo o livre acesso aos diferentes pontos, com o aproveitamento das suas potencialidades;

XI - Delimitar faixas non aedificandae de proteção às margens dos cursos d'água e às nascentes, inclusive quando houver influência da maré oceânica, para manutenção e recuperação das matas ciliares;

XII - Impedir ou restringir a ocupação urbana e rural em áreas frágeis de baixadas e de preservação permanente (APP), impróprias à urbanização, e a ocupação antrópica, bem como em áreas de notável valor paisagístico;

XIII - Estimular a participação dos proprietários de áreas degradadas ou potencialmente degradáveis em programas de recuperação das mesmas.

XIV – Implementar o manejo integrado de bacias hidrográficas no município articulado e integrado com órgãos e entidades governamentais e não governamentais;

XV – Mapear e monitorar continuamente as condições das áreas de risco, adotando-se medidas preventivas e corretivas pertinentes;

XVI – Desocupar e impedir o uso inadequado nas áreas de risco potencial, assegurando-se destinação adequada às mesmas;

XVII - Proteger as áreas ameaçadas de degradação e recuperar as áreas degradadas;

XVIII - delimitar áreas para a preservação de ecossistemas e implementação de unidades de conservação (UCs), tais como o Complexo Lagunar Grussaí – Iquipari e as Lagoas do Taí, entre outras;

XIX - Delimitar espaços apropriados que tenham características e potencialidade para se tornarem áreas verdes, criando novos parques e praças;

XX - Viabilizar a arborização dos logradouros públicos, notadamente nas regiões carentes de áreas verdes;

XXI - Proteger as áreas de mananciais, limitando e racionalizando sua utilização e a ocupação antrópica;

XXII - Estabelecer o efetivo controle da poluição sonora, visual, atmosférica, hídrica e do solo, fixando padrões de qualidade e programas de monitoramento, especialmente nas áreas críticas, visando à recuperação ambiental destas;

XXIII – Garantir a integridade do patrimônio científico, ecológico, genético e paisagístico do Município;

XXIV – Incentivar e estimular o desenvolvimento de projetos de pesquisa a ampliação do conhecimento, a preservação e a conservação dos recursos naturais do município.

Anexo 4: Fragmentos do documento do Diagnóstico do Plano Diretor do município de São João da Barra (Cap. 3-Ambiente Urbano e Rural).



SÃO JOÃO DA BARRA
DIAGNÓSTICO PLANO DIRETOR

CAP. III - AMBIENTE URBANO E RURAL

Vicente de Paulo Santos de Oliveira
D. Sc. Engenharia Agrícola

- PRAIA DE ATAFONA

Em sua época áurea, este balneário era constantemente visitado por turistas que acessavam a região, principalmente através do transporte ferroviário ativo à época, onde uma das conhecidas atrações era o Hotel Cassino. Na foz o Rio Paraíba do Sul forma-se o Pontal, hoje em processo de destruição devido à erosão marinha que continua avançando em direção ao continente e provocando a destruição de várias casas e ruas.

(...)

Além do avanço da erosão marinha em direção ao continente na faixa entre o mar e rio Paraíba do Sul, ocorre também o avanço ao longo do litoral. Atualmente a frente de destruição já ultrapassou o sistema de abastecimento de água da CEDAE na Avenida Atlântica, e se encontra em frente a rua Elias Gabriel Beyrut, onde erosão eólica transportou a areia para pista asfaltada impedindo o trânsito. O processo erosivo tem sido agravado pela remoção da areia e da vegetação rasteira da restinga que protege as dunas da ação erosiva do vento (erosão eólica).

A vegetação de restinga nesta praia também tem sido comprometida devido ao trânsito de carros e motos que transitam por esta área de preservação permanente (APP), criando verdadeiras trilhas e caminhos desprotegidos da ação dos ventos. Alguns estabelecimentos comerciais também estão localizados, desorganizadamente, próximos ao mar e outros as margens da Avenida Atlântica, entretanto todos se encontram a uma distância inferior a 300 metros, faixa mínima estabelecida pela resolução CONAMA 303/2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)