UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

Rochana Campos de Andrade Lima Santos

EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA A MÉDIO E CURTO PRAZO ASSOCIADA AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO E AOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE MACEIÓ - ALAGOAS

Tese de Doutorado

2004

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho

ROCHANA CAMPOS DE ANDRADE LIMA SANTOS
Geóloga, Universidade Federal de Pernambuco, 1985
Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 1998

EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA A MÉDIO E CURTO PRAZO ASSOCIADA AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO E AOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE MACEIÓ - ALAGOAS

Tese que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho, em preenchimento parcial para obter o grau de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, defendida e aprovada com distinção em 27/04/2004.

Recife – PE
2004

EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA A MÉDIO E CURTO
PRAZO ASSOCIADA AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO
URBANO E AOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE MACEIÓ

ROCHANA CAMPOS DE ANDRADE LIMA SANTOS

Aprovada:

Prof: Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho 27/ 04/2004

Prof: Dr. Cícero Péricles de Oliveira 27/ 04/2004

Prof: Dra. Lúcia Maria Mafra Valença 27/ 04/2004

Dra. Núbia Chaves Guerra 27/ 04/2004

Prof: Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso 27/ 04/2004

A Romeu * e Julita minhas raízes; aos meus filhos Rachel e Rafael; a meu esposo Ricardo pelo apoio, incentivo e companheirismo para a realização deste trabalho.

“Aí, após tanto burilar sua obra, o mar não vive contente. É o eterno artista insatisfeito. Abre no norte, fecha no sul, fecha no norte, abre no sul – sempre a mudar a barra de um lugar para outro”.

Mas, o homem dos CANAIS e das LAGOAS o que tem feito é complicar e ampliar as imperfeições da natureza”.

Octávio Brandão – livro Canais e Lagôas, 1919

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....VI
AGRADECIMENTOS.....XI
RESUMO.....XII
ABSTRACT.....XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....XVII
ÍNDICE DE TABELAS.....XX
1. INTRODUÇÃO.....1
2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....2
2.1 Aspecto socioeconômicos.....2
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA.....4
3.1 Clima.....4
3.1.1 Precipitação, umidade relativa, insolação e evaporação.....4
3.2 Ventos.....7
3.3 Recursos hídricos.....8
3.3.1 Águas superficiais.....8
3.3.2 Águas subterrâneas.....9
3.4 Parâmetros que influenciam os processos costeiros.....10
3.4.1 Morfologia da plataforma.....10
3.4.2 Aspectos texturais.....10
3.4.3 Parâmetros oceanográficos.....11
3.4.4 Clima de onda.....11
3.4.5 Marés.....13
3.4.6 Correntes.....14
3.5 Conclusões.....15
4.GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA.....16
4.1 Métodos.....16
4.2 Geologia.....16
4.2.1 Formação Barreiras.....17
4.2.2 Os sedimentos quaternários.....17
4.2.3 Modelo evolutivo.....17

4.3 Geomorfologia.....19
4.4 Conclusões.....27
5. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DE PARTE DA PLANÍCIE COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ.....28
5.1 Métodos.....28
5.2 Maceió.....28
5.2.1 O bairro do Pontal da Barra.....31
5.2.2 O bairro do Trapiche da Barra.....34
5.2.3 O bairro do Prado.....34
5.2.4 O bairro do Centro.....40
5.2.5 O bairro de Jaraguá.....40
5.2.6 O bairro da Pajuçara.....43
5.2.7 O bairro da Ponta Verde.....45
5.2.8 O bairro da Jatiúca.....46
5.2.9 Os bairros de Cruz das Almas e Jacarecica.....46
5.3 Indicadores socioeconômicos dos bairros.....46
5.4 Conclusões.....47
6. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A MÉDIO PRAZO.....49
6.1 Definições da linha de costa.....49
6.2 Métodos.....50
6.3 Padrão de variação no período de 1955 a 2002.....52
6.3.1 Setor 1 – Praias do Pontal da Barra, da Avenida e de Jaraguá.....52
6.3.2 Setor 2 – Praias da Pajuçara e Ponta Verde.....54
6.3.3 Setor 3 – Praias da Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica.....57
6.4 Evolução dos *inlets*.....57
6.4.1 *Inlet* estuarino lagunar Mundaú-Manguaba.....58
6.4.2 *Inlet* do rio Jacarecica.....60
6.5 Conclusões.....62
7. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A MÉDIO PRAZO ASSOCIADAS AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO, OBRAS COSTEIRAS E AMBIÊNCIA.....63
7.1 Métodos.....63
7.2 Deslocamentos da linha de costa a médio prazo.....66
7.3 Desenvolvimento urbano.....75

7.4 Obras costeiras.....78
7.5 Ambiência.....78
7.6 Conclusões.....79
8. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A CURTO PRAZO.....80
8.1 Ambiente praial.....80
8.2 Balanço sedimentar.....84
8.3 Métodos.....85
8.4 Morfodinâmica praial e avaliação do volume dos sedimentos remanejados.86
8.4.1 Setor 1 – Praia do Pontal da Barra e da Avenida.....87
8.4.2 Setor 2 – Praia da Pajuçara.....94
8.4.3 Setor 3 – Praias de Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica.....99
8.5 Conclusões.....111
9. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA.....113
9.1 Métodos.....113
9.2 Sedimentologia dos perfis morfológicos.....114
9.2.1 Setor 1 - Perfil P1.....114
9.2.2 Setor 1 - Perfil P2.....116
9.2.3 Setor 2 - Perfil P3.....116
9.2.4 Setor 2 - Perfil P4.....116
9.2.5 Setor 2 - Perfil P5.....117
9.2.6 Setor 3 - Perfil P6.....117
9.2.7 Setor 3 - Perfil P7.....117
9.2.8 Setor 3 - Perfil P8.....118
9.3 Sedimentologia da enseada da Pajuçara.....118
9.3.1 Fração Cascalho.....119
9.3.2 Fração Areia.....119
9.3.3 Fração lama (silte/argila).....123
9.3.4 Distribuição do carbonato de cálcio ($CaCO_3$).....123
9.3.5 Distribuição de fácies.....123
9.3.5.1 Fácies Areia.....127
9.3.5.2 Fácies Areia Cascalhosa.....127
9.3.5.3 Fácies Areia Lanosa.....127
9.3.6 Diâmetro médio.....127
9.3.7 Desvio padrão.....130

9.3.8 Assimetria.....130
9.3.9 Curtose.....130
9.4 Batimetria da plataforma interna.....133
9.5 Conclusões.....136
10. ASPECTOS GEOAMBIENTAIS.....139
10.1 Métodos.....139
10.2 Unidades Geoambientais.....139
10.2.1 Ambiente pré-litorâneo.....139
10.2.2 Ambiente de planície flúvio-lagunar.....140
10.2.3 Ambiente litorâneo.....140
10.3 Agentes de poluição.....140
10.4 Balneabilidade.....143
10.5 Vulnerabilidade à erosão marinha.....143
10.6 Sustentabilidade.....145
10.7 Conclusões.....147
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....148
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....152

AGRADECIMENTOS

Aos professores Paulo da Nóbrega Coutinho e Valdir do Amaral Vaz Manso, pela orientação, valiosas sugestões, confiança e apoio para elaboração deste trabalho.

Aos professores George Satander Sá Freire e Luis Parente Maia, do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ceará, e ao estudante do curso de geologia da UFC, Ronaldo Gomes Bezerra.

Às professoras Lúcia Maria Mafra Valença e Núbia Chaves Guerra, pelas discussões, estímulo e amizade.

Ao professor Cícero Péricles de Oliveira Carvalho, do Departamento de Economia da Universidade Federal de Alagoas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior CAPES, à Universidade Federal de Alagoas e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas FAPEAL, pelo custeio e apoio à pesquisa.

A todos que compõem o Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha LGGM-UFPE. Aos demais professores, colegas e funcionários do Curso de Pós-Graduação, em especial a Walmisa Alves Araújo, pela presteza e gentileza.

Ao Dr. Jayme de Altavila, diretor do Instituto Histórico e Geográfico do Estado de Alagoas IHGAL, por disponibilizar documentos históricos da planície costeira de Maceió.

Aos professores da Universidade Federal de Alagoas, Abel Tenório Cavalcante, Perillo Rostan de Mendonça Wanderley, Jovesi de Almeida Costa, Vanda Ávila Ramos* e a Maria do Rosário de Oliveira, pelo incentivo que sempre deram.

Aos geógrafos e estagiários do LABMAR-UFAL, em especial a André Luiz Santos de Albuquerque, Altamiro Nobre Pedreira, Lídia Luna Lins, Manoela Costa Gomes e Ataniel Araújo da Silva, pela colaboração indispensável nos trabalhos de campo e de laboratório.

Finalmente, a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

Resumo

A posição da linha de costa do município de Maceió tem sido afetada nas últimas décadas por fatores naturais da dinâmica costeira e por fatores antrópicos.

O objetivo deste estudo foi analisar a evolução da linha de costa a médio e curto prazo, associada ao desenvolvimento urbano e à problemática ambiental. Para isto, foram analisados documentos históricos, fotografias aéreas desde o ano de 1955, imagens de satélite e realizados perfis topográficos transversais à praia em oito pontos do litoral, além de análises laboratoriais dos sedimentos.

Comparando-se os mapas antigos com os atuais, nota-se que a década de 80 marca o início da elevada ocupação nos bairros costeiros estudados. Verifica-se que a planície costeira passou por modificações contínuas e progressivas devidas a aterros em áreas úmidas, retirada da linha de recife natural, atividade imobiliária, desaparecimento de campo de dunas, desvios de desembocaduras de rios, retificações na calha dos canais e construção de obras costeiras.

A linha de costa foi dividida em três setores, de acordo com suas diferentes características morfológicas e sedimentológicas. Os estudos de suas variações a médio prazo mostraram que o setor 1 apresenta uma relativa estabilidade e progradação. No setor 2, a praia da Pajuçara apresenta tendência erosiva devido à retirada da linha de recife natural no passado e agravada pela retenção dos sedimentos no promontório da Ponta Verde e construções sobre a pós-praia. No setor 3, a praia da Jatiúca apresenta tendência erosiva, enquanto as praias de Cruz das Almas e de Jacarecica apresentam tendência à progradação.

O estudo das variações da linha de costa a curto prazo mostrou que o setor 1 apresenta tendência à progradação, enquanto o setor 2 é o mais vulnerável, apresentando erosão nos perfis P3 e P4, e o setor 3 mostrou características erosivas no perfil P6 e tendência à progradação nos perfis P7 e P8.

As características sedimentológicas mostraram padrões distintos de distribuição do tamanho dos grãos, indicando que o transporte litorâneo de sedimentos é peculiar a cada setor, sem haver trocas de sedimentos entre os mesmos.

Como resultado dos estudos, foi proposto um zoneamento para área, embasado nas unidades geoambientais, nos agentes de poluição, na balneabilidade das praias e vulnerabilidade à erosão, bem como definidas as unidades de conservação, preservação e utilização, gerando um mapa de sustentabilidade.

Palavras-Chaves: evolução, variações da linha de costa, progradação, sustentabilidade.

ABSTRACT

The position of the coastline of the municipality of Maceió, Alagoas state, north east Brazil, has been affected in the last decade by both natural factors associated to the coastal dynamics and by human factors.

This study analyzes the evolution of the coastline in relation to urban development and the environmental question over the medium and short term, based on analysis of historical documents, aerial photos dating back to 1955, satellite imagery, traverse topographical profiles from the beach in eight different points of the coast, and laboratory sediment analysis.

Data gives evidence that urban development begins to intensify in areas along the studied coastline in the 1980's. The local coastal plain has gone through continuos and progressive modifications due to the building of embankments in humid areas, destruction of part of the local reef, real estate activities, destruction of dune fields, interventions in the mouth of rivers, channel rectification and engeneering works.

The coastline was devided into three sections on the basis of its morphological and sedimentary characteristics. Examination of the coastline variations in the medium term showed that section 1 presents relative stability and accumulation. In section 2, Pajuçara beach presents erosive tendency due to the destruction of par of the reef in the past, coulped with sediment retention in the Ponta Verde promontory and engeneering works on the backshore. In section 3, Jatiúca beach presents erosive tendency while the beaches of Cruz das Almas and Jacarecica present an accumulation tendency.

The study of the coastline variations in the short term gives evidence that section 1 has a tendency to the accumulation, while section 2 is the most vulnerable one presenting erosion in the profiles P3 and P4. Section 3 showed erosive characteristics in the profile P6 and an accumulation tendency in the profiles P7 and P8.

The sedimentary characteristics of the area showed distinct distribution patterns as to sand grain size indicating that the coastal sediment transport patterns operating in the area are peculiar to each section studied there being no exchanges between the studied sections.

Based on the study results, a zoning of the area has been suggested taking into consideration local geo-environmental units, polluting agents, sea water quality, and

vulnerability to erosion. Also, conservation and preservation units have been suggested which make up a sustainability map.
Keywords: evolution, coastline variations, accumulation, sustainability.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

2.1 Mapa de localização da área de estudo.....3
3.1 Histograma de pluviometria para o período de 1913 – 1985.....5
3.2 Balanço Hídrico.....6
3.3 Precipitação para o período de 2001 e 2002.....7
3.4 Rede hidrográfica da área de estudo.....9
3.5 Altura significativa das ondas registradas em Maceió.....13
3.6 Clima de ondas registrado em Maceió.....14
4.1 Fotografia aérea de 1955 (escala 1:20.000).....21
4.2 Arenito de praia na zona de estirâncio, na praia de Cruz das Almas.....22
4.3 Vista aérea das praias da Pajuçara,Ponta Verde e Jatiúca.....23
4.4 Fotografia aérea de 1955 (escala 1:20.000).....24
4.5 Fotografia aérea de 1995 (escala 1:12.500,SPU).....25
4.6 Bancos arenosos na desembocadura do sistema estuarino lagunar.....26
5.1 Mapa de distribuição dos bairros costeiros na área de estudo.....29
5.2 Ocupação do bairro do Pontal da Barra, A – 1914 e B – 1945 a 1949.....32
5.3 Ocupação no bairro do Pontal da Barra nas décadas de: (A) – 60 e (B) – 80 33
5.4 Mapa da configuração da planície costeira de Maceió em 1955.....35
5.5 Mapa de configuração da planície costeira de Maceió em 1966.....36
5.6 Mapa de evolução do *inlet* (1620 a 1820).....37
5.7 Mapa de evolução do *inlet* (1820 a 1910).....37
5.8 Croquis esquemáticos do bairro do Centro.....38
5.9 Planta da cidade de Maceió por Américo Lászlo (1932).....39
5.10 Plano das enseadas de Jaraguá e Pajuçara.....41
5.11 Mapa dos bairros de Jaraguá e Pajuçara realizado por Mornay em 1841.....42
5.12 Planta para o porto de Maceió, realizada em fevereiro de 1917.....44
6.1 Mapa de distribuição dos setores e dos pontos de observação.....53

6.2 A - Fotografia aérea de 1955, B – Fotografia aérea de 1955 da praia da Pajuçara...55
6.3 Estado atual da praia da Pajuçara.....56
6.4 Ciclo evolutivo do *inlet* estuarino lagunar Mundaú Manguaba.....59
6.5 Ciclo evolutivo do *inlet* do rio Jacarecica.....61
7.1 A – Histogramas representativos das variações em metros/ano.....67
7.1 B – Histogramas representativos das variações em metros/ano.....68
7.2 Mapa representativo de parte da costa do Município de Maceió, década de 60.....70
7.3 Mapa representativo de parte da costa do Município de Maceió, década de 70.....71
7.4 Mapa representativo de parte da costa do Município de Maceió, década de 80.....72
7.5 Mapa representativo de parte da costa do Município de Maceió, década de 90.....73
7.6 Mapa representativo de parte da costa do Município de Maceió, em 2002.....74
7.7 Mapa de distribuição dos bairros costeiros na área de estudo.....76
8.1 Perfil praial, apresentando suas divisões e os principais elementos morfológicos....82
8.2 Distribuição dos perfis ao longo da linha de costa.....86
8.3 Configuração do envelope praial do perfil P1 88
8.4 Praia do Pontal da Barra, perfil 1.....89
8.5 Configuração do envelope praial do perfil P2.....90
8.6 Praia da Avenida, perfil 2.....91
8.7 Gráficos de tendências linear para o período monitorado no setor 1.....93
8.8 Gráfico da variação da declividade média ao longo dos perfis.....94
8.9 Configuração do envelope praial do perfil P3.....95
8.10 Praia da Pajuçara, perfil 3.....96
8.11 Configuração do envelope praial do perfil P4.....97
8.12 Praia da Pajuçara, perfil 4.....98
8.13 Configuração do envelope praial do perfil P5.....100
8.14 Praia da Pajuçara, perfil 5.....101
8.15 Gráficos de tendência linear para o período monitorado setor 2.....102
8.16 Configuração do envelope praial do perfil P6 103
8.17 Praia da Jatiúca, perfil 6.....104
8.18 Configuração do envelope praial do perfil P7.....105
8.19 Praia de Cruz das Almas, perfil 7.....106
8.20 Configuração do envelope praial do perfil P8 108
8.21 Praia de Jacarecica, perfil 8.....109
8.22 Gráficos de tendência linear para o período monitorado no setor 3.....110

9.1 Histogramas das análises granulométricas e curvas acumulativas.....115
9.2 Mapa de distribuição da fração cascalho da enseada da Pajuçara.....121
9.3 Mapa de distribuição da fração areia da enseada da Pajuçara.....122
9.4 Mapa de distribuição da fração lama (silte/argila) 124
9.5 Mapa de distribuição do teor de carbonato.....125
9.6 Mapa de distribuição das fácies texturais da enseada da Pajuçara.....126
9.7 Mapa de distribuição do diâmetro médio da enseada da Pajuçara.....129
9.8 Mapa de distribuição do desvio padrão da enseada da Pajuçara.....131
9.9 Mapa de distribuição da assimetria da enseada da Pajuçara.....132
9.10 Mapa de distribuição da curtose da enseada da Pajuçara.....134
10.1 Mapa das unidades geoambientais, agentes de poluição, balneabilidade e vulnerabilidade a erosão marinha.....141
10.2 Mapa de unidades de sustentabilidade.....146

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela Página

3.1 Balanço Hídrico segundo Thornthwaite-Mather.....6
5.1 Dados populacionais e de rendimentos nos bairros costeiros.....47
6.1 Cálculos das variações em metros da linha de costa.....52
6.2 Variações na área do *spit* estuarino lagunar Mundaú-Manguaba.....58
6.3 Variações na foz do rio Jacarecica.....60
7.1 Definições dos parâmetros usados para caracterizar segmentos da costa do município de Maceió.....64
7.2 Cálculo das taxas de deslocamento da linha de costa em metros/ano.....65
7.3 Classes de deslocamento da linha de costa.....66
7.4 Percentual de deslocamento (ano base 1955).....69
7.5 Área aproximada de ocupação dos bairros costeiros nas seis décadas.....75
7.6 Percentuais de ocupação por bairro.....77
7.7 Classes de desenvolvimento urbano.....77
8.1 Relação entre o estado da praia e o parâmetro de Dean.....85
8.2 Variações (m^3/m) nos perfis e as variações mensais.....92
9.1 Distribuição das classes texturais dos sedimentos da enseada da Pajuçara.....120
9.2 Parâmetros estatísticos dos sedimentos da enseada da Pajuçara.....128
10.1 Pontos analisados referentes referente a balneabilidade.....144

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira de Maceió tem sido ocupada de maneira acelerada, desde a década de 80, sendo a área que apresenta maior densidade demográfica do estado. É nessa área que se concentram atividades econômicas, industriais, de recreação e turismo, tendo como conseqüência problemas de impactos ambientais.

Na planície costeira os recifes de arenitos, de coral e algas, dunas, mangues e praias atuais fazem parte da paisagem litorânea da cidade de Maceió, estando inseridas na área urbana, além de apresentarem imenso potencial turístico, enquadrando-se assim na problemática geral dos ambientes costeiros.

A posição da linha de costa do município tem sido afetada nas últimas décadas por fatores naturais, como dinâmica costeira, transporte de sedimentos, variação do nível do mar e fatores antrópicos, como retirada da linha de recife natural, aterros, atividade imobiliária, dragagens de rios e obras costeiras.

A compreensão desses fatores é essencial para a solução de problemas em ambientes ameaçados.

A presente tese abrange 21,5 km de extensão da planície costeira do município de Maceió, desde o *inlet* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba ao sul até a foz do rio Jacarecica ao norte. Destina-se a apresentar a caracterização dos aspectos geológicos e da geomorfologia costeira, da evolução histórica da planície costeira, as variações em médio e curto prazo da linha de costa, identificando e quantificando os setores em processo de erosão e/ou progradação, associados à ocupação urbana, obras costeiras e ambiência, o comportamento sedimentológico das praias e a sedimentologia da plataforma interna da praia da Pajuçara.

Embasado na geologia e geomorfologia, foi estabelecido um zoneamento geoambiental para a área, associado aos agentes de poluição, balneabilidade das praias e vulnerabilidade à erosão marinha. A partir deste zoneamento, foi elaborado o mapa de sustentabilidade considerando as unidades de conservação, preservação e utilização, a fim de que se possa viabilizar um plano de manejo racional e sustentável do espaço costeiro.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo abrange 21,5 km de extensão da linha de costa do município de Maceió, desde o canal de comunicação do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba, próximo à sede do DETRAN Alagoas, até o rio Jacarecica, no limite norte que corresponde a área de maior urbanização. O limite continental da área estudada é feito pelas falésias da Formação Barreiras e o limite marinho (submerso), pela isóbata de 10 m (figura 2.1), perfazendo uma área total de aproximadamente 55 km^2.

2.1 Aspectos socioeconômicos

A situação econômica de alguns municípios alagoanos na dédada de 90, com o fechamento de usinas e pela própria economia nacional, intensificou o êxodo rural devido ao desemprego no campo, trazendo para Maceió grande contingente de pessoas que, sem moradia, vieram a se instalar na planície costeira, em volta da laguna Mundaú.

O principal produto agrícola da região é a cana-de-açúcar, cultivada nos tabuleiros costeiros, merecendo destaque também a produção de coco-da-baía e culturas de subsistência.

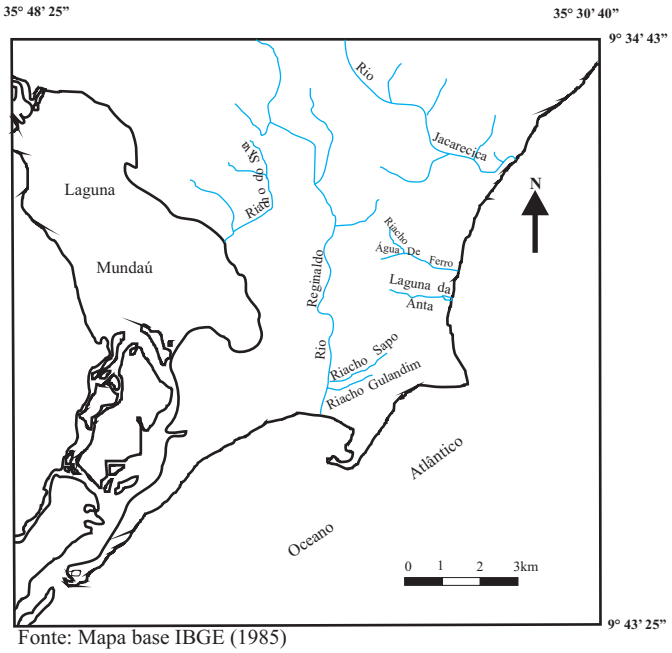
A produção mineral está relacionada ao petróleo, gás, salgema, materiais de aplicação direta na construção civil e o aproveitamento hídrico subterrâneo.

Na região urbana de Maceió está instalado um distrito industrial, compreendendo os setores químicos, de alimentos, cerâmica, tintas, móveis e outros.

O setor pesqueiro é de grande relevância, visto que absorve um percentual elevado de mão-de-obra de baixa capacitação, principalmente na laguna Mundaú.

Esses aspectos, somados à imensa beleza natural, são fontes atrativas para o desenvolvimento de um pólo turístico regional. Dentre as principais atrações destacam-se a piscina natural da Pajuçara, a laguna Mundaú, os mirantes e os núcleos artesanais, localizados principalmente no bairro do Pontal da Barra, e as praias. A área de estudo está inserida no Programa de Desenvolvimento de Turismo no Nordeste-PRODETUR.

Pode-se dizer que atualmente a indústria do turismo representa uma das principais fontes de renda para a população e também de arrecadação municipal e estadual, principalmente no período de alta estação (dezembro a fevereiro).



Fonte: Mapa base IBGE (1985)

Figura 2.1 - Mapa de localização da área de estudo.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

Os agentes dinâmicos tais como ventos, ondas, marés e correntes interferem nos processos costeiros. Por este motivo é de fundamental importância entender esses agentes, pois eles modelam os sistemas litorâneos como as praias, os *spits* dos estuários e a foz dos rios.

Este capítulo descreve as características climáticas, hídricas, a morfologia da plataforma e os parâmetros oceanográficos associados aos processos dinâmicos.

3.1 Clima

O clima caracteriza-se por sua homogêneidade, estando suas variações ligadas ao regime pluviométrico.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima na área é do tipo As', enquadrando-se como tropical chuvoso, com temperatura durante todo o ano, superior aos 20° C. A amplitude térmica anual fica em torno de 6 °C (com a máxima chegando a 31 °C e mínima a 19 °C). As chuvas são, de outono-inverno, com verão seco e raras precipitações na primavera.

A temperatura anual atinge as máximas nos meses de dezembro a março e as mínimas nos meses de julho a setembro. A relativa homogeneidade térmica contrasta com a grande variabilidade espacial e temporal das chuvas.

3.1.1 Precipitação, umidade relativa, insolação e evaporação

A precipitação na região litorânea do estado de Alagoas é caracterizada por uma pluviometria anual regular, apresentando duas estações bem definidas: a chuvosa, de março a agosto, com maiores concentrações de abril a julho; e a estação seca, de setembro a fevereiro, com máxima estiagem de novembro a fevereiro (figura 3.1). A precipitação na área é de 1478,6 mm anuais, por vezes ocorrendo chuvas excessivas em curto espaço de tempo, ocasionando enchentes e, conseqüentemente, sérios problemas nas áreas ribeirinhas, nas encostas e na planície costeira.

Cavalcante *et al*. (2001) analisaram os fatores climáticos considerando a estação de Maceió (tabela 3.1) e realizaram o Balanço Hídrico segundo Thornthwaite-Mather (figura 3.2).

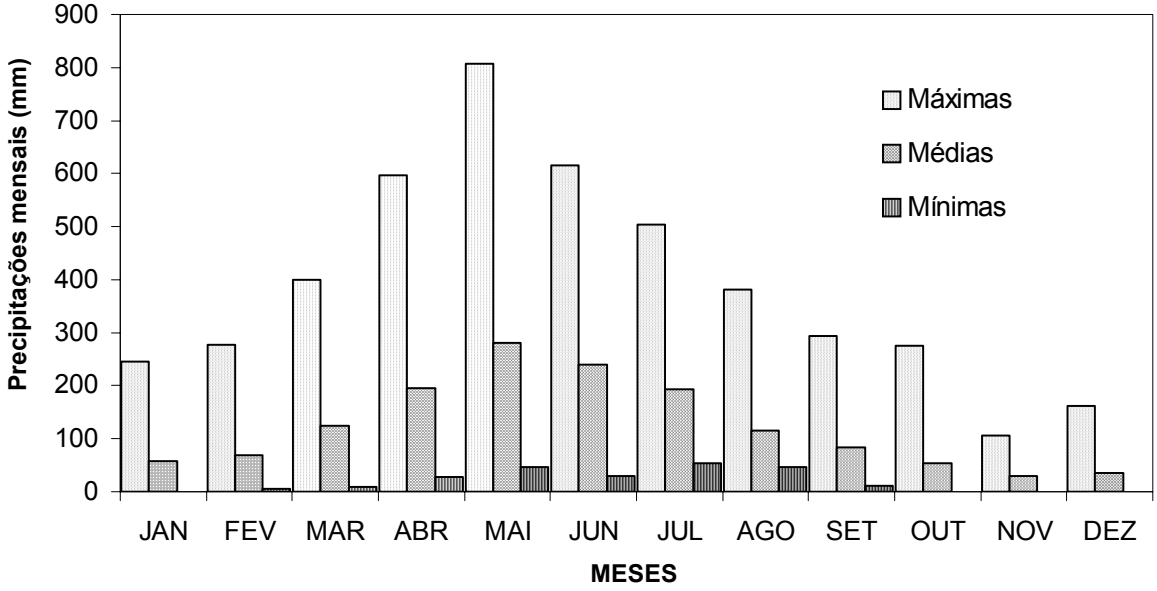


Figura 3.1 – Histograma de pluviometria para o período de 1913 –1985 (estação Maceió, fonte SUDENE), in Cavalcante *et al*., (2001).

O Balanço Hídrico calcula a disponibilidade de água no solo, considerando a relação Precipitação (P), Evapotranspiração Potencial (ETP) e leva em conta a Capacidade de Armazenamento de água no solo (máxima quantidade de água utilizável pelas plantas, armazenada na sua zona radicular), utilizando as médias mensais das temperaturas médias diárias do ar, corrigindo os valores obtidos para a duração real do mês e para o número máximo de horas de sol.

Esse balanço, para a área, mostra que o mês de março é, potencialmente, o período de reposição hídrica (figura 3.2). Os meses de abril a agosto correspondem ao período de excedentes hídricos, enquanto que os meses de setembro a dezembro correspondem tanto à retirada d'água do solo como também à deficiência hídrica. Os meses de janeiro e fevereiro correspondem exclusivamente ao período de deficiência hídrica.

Nos dois anos de coleta de dados para elaboração deste trabalho, as precipitações totais anuais estiveram acima daquela calculada no Balanço Hídrico realizado por Cavalcante *et al*. (2001), sendo em 2001 da ordem de 1577,8 mm, e em 2002 da ordem de 1811,8 mm (figura 3.3).

A umidade relativa do ar atinge o máximo de 82,9% no mês de maio e a mínima de 75,7% no mês de novembro.

A média mensal hora/dia de insolação varia de 5,7 a 6,2 nos meses de junho e julho, atingindo o máximo médio de 9,3 nos meses de verão, tendo baixos índices de nebulosidade.

Tabela 3.1 - Balanço Hídrico segundo Thornthwaite-Mather.

Mês	P	ETP	P-ETP	-∑	Armazenamento		ETR	DEF	EXC
					Valor	Alteração			
JAN	57,0	119,1	-62,1	-306,8	0,4	-0,6	57,6	61,5	0
FEV	68,9	104,0	-35,1	-341,9	0,2	-0,2	69,1	34,9	0
MAR	124,3	97,4	26,9	-48	27,1	26,9	97,4	0,0	0
ABR	195,0	82,9	112,1	0	60,0	32,9	82,9	0,0	79,2
MAI	280,8	75,8	205	0	60,0	0,0	75,8	0,0	205,0
JUN	240,3	79,0	161,3	0	60,0	0,0	79,0	0,0	161,3
JUL	193,0	85,4	107,6	0	60,0	0,0	85,4	0,0	107,6
AGO	115,3	100,7	14,6	0	60,0	0,0	100,7	0,0	14,6
SET	84,5	104,4	-19,9	-19,9	43,1	-16,9	101,4	3,0	0
OUT	54,4	113,8	-59,4	-79,3	16,0	-27,1	81,5	32,3	0
NOV	29,8	113,6	-83,8	-163,1	4,0	-12,0	41,8	71,8	0
DEZ	35,3	116,9	-81,6	-244,7	1,0	-3,0	38,3	78,6	0
Totais	1478,6	1193,0	285,6	-	-	0,0	910,9	282,1	567,7

Fonte: Cavalcante *et al*., 2001.

P=precipitação; ETP=evapotranspiração potencial; ETR= evapotranspiração real; DEF= défcit hídrico; EXC= excedente hídrico.

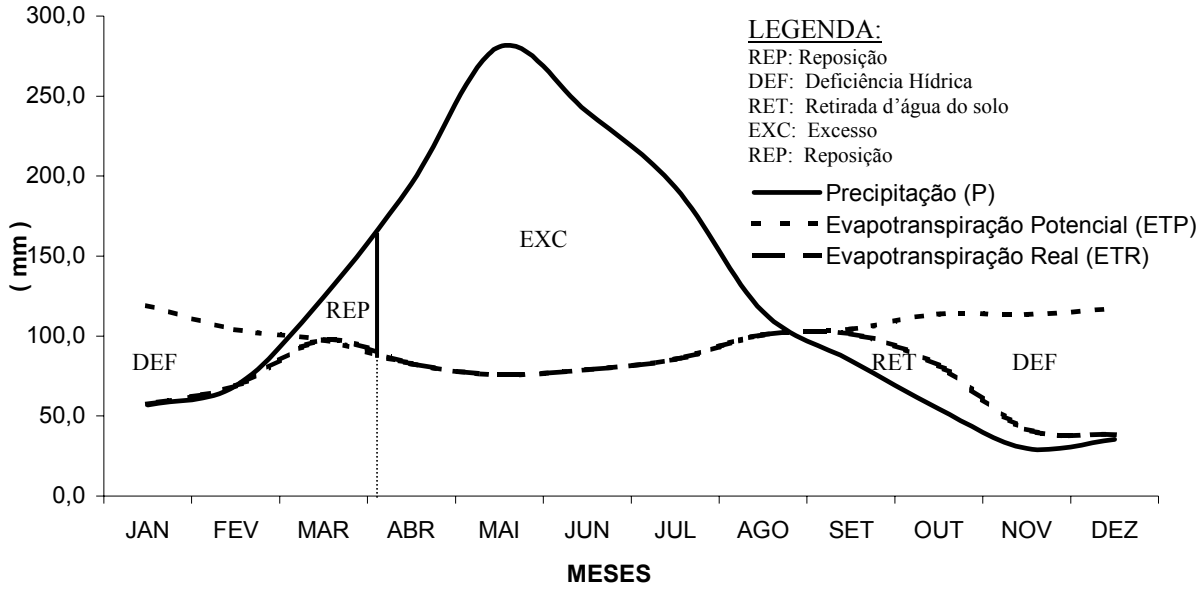
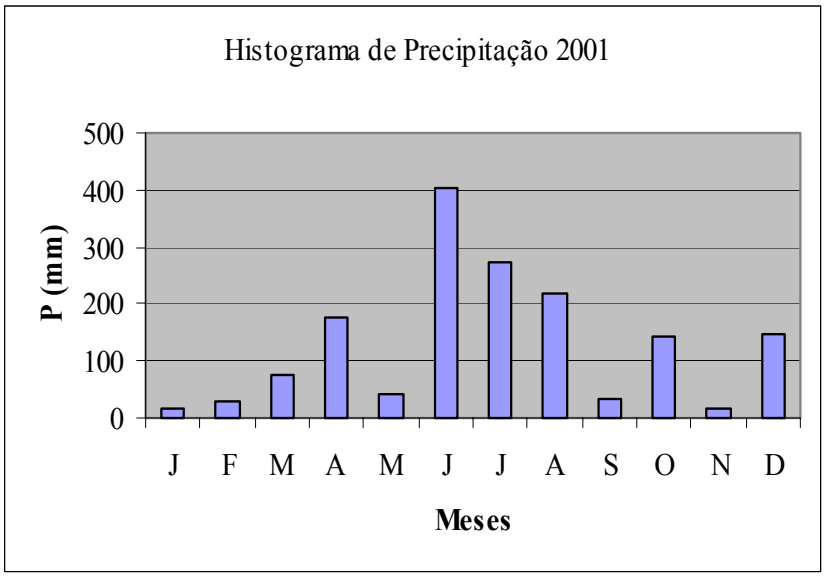


Figura 3.2 – Balanço Hídrico pelo método Thornthwaite-Mather para o período de 1913-1985 (Estação Maceió, fonte SUDENE, *In* Cavalcante *et al*., 2001).



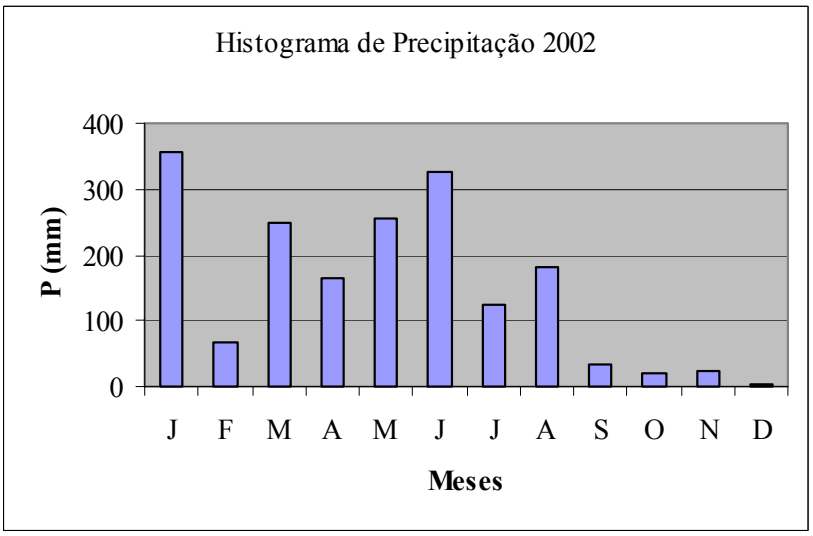


Figura 3.3 - Precipitações para o período de 2001 e 2002
Fonte: SERHI-AL, (2003).

A evapotranspiração potencial anual média é de 1193 mm, concentrando-se no quadrimestre outubro-janeiro, correspondente aos meses mais quentes do verão.

3.2 Ventos

Os ventos que incidem na área são os alísios de quadrante Este, sendo que os predominantes são do setor SE a S no intervalo abril a agosto e do setor E a NE no verão (setembro a março), sendo portanto convergentes à costa.

Segundo dados de campo do *Danish Hydraulic Institute*-D.H.I. (1974), os ventos na costa nordeste do Brasil são geralmente fracos, apresentando velocidades entre abril a junho muito reduzidas, raramente superiores a 5 m/s. As velocidades superiores a 10 m/s foram registradas no período entre outubro a dezembro, e velocidades superiores a 15 m/s aparecem em novembro. As direções dos ventos mais constantes estão entre 70 e 100 Az.

3.3 Recursos hídricos

Os recursos hídricos vêm conquistando sua importância, determinada em parte pela demanda progressiva do consumo. Na área, uma série de fatores ambientais, como efluentes sanitários, vazamentos industriais, salinização de aqüífero e presença de chorume, dentre outros, tem levado à degradação desse bem natural de superfície e subsuperfície. A rede hidrográfica que deságua na planície costeira da área de estudo é composta pelos rios Mundaú, Reginaldo e Jacarecica.

3.3.1 Águas Superficiais

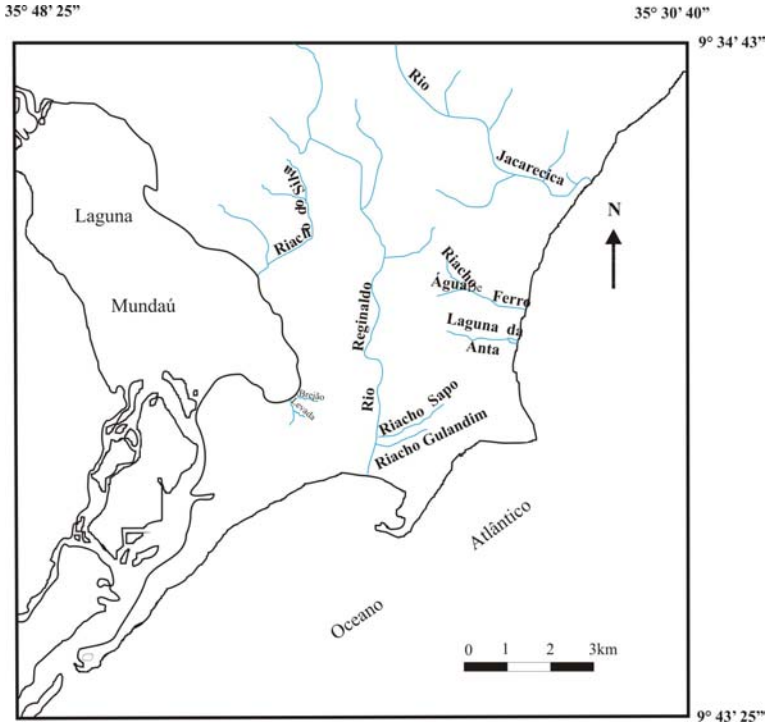
A rede hidrográfica alagoana tem as nascentes dos seus rios principais no estado de Pernambuco, apresentando duas vergências, uma para o rio São Francisco, com rios temporários, e outra para o Oceano Atlântico, com rios geralmente perenes.

O rio Mundaú é o mais importante tributário do sistema estuarino lagunar Mundaú. Sua bacia se localiza na região norte do estado, sendo sua nascente localizada na parte sul do planalto da Borborema, próximo à cidade de Garanhuns, no vizinho estado de Pernambuco.

Trata-se de um rio perene, com aproximadamente 141 km de extensão, tendo vários tributários no seu alto, médio e no baixo curso, formando uma planície bastante inundável a partir da cidade de Rio Largo e, quando chega ao litoral, deságua no sistema estuarino lagunar Mundaú em três pontos distintos, dando origem a um delta interior.

O rio Reginaldo, que no passado foi um afluente do rio Mundaú, nasce no próprio município de Maceió, no tabuleiro costeiro próximo ao distrito industrial, caracterizado como um rio influente e deságua na praia da Avenida, separando os bairros de Jaraguá e Centro, com um curso de aproximadamente 10 km (figura 3.4).

Esse rio tem como característica as enxurradas nos meses de inverno ou nas chuvas esporádicas de verão, carreando resíduos sólidos e sedimentos para a planície costeira.



Fonte: Mapa base IBGE (1985)

Figura 3.4 – Rede hidrográfica da área em estudo.

O rio Jacarecica tem sua bacia inserida no município de Maceió, ocupando uma área de 40 km^2, sendo um rio perene, de drenagem dendrítica, com vale em V no alto e médio curso, e no baixo curso encontra-se bastante assoreado por resíduos lançados pela população que ocupa suas margens. Sua foz passa por migrações constantes, associadas aos processos da dinâmica costeira e/ou escoamento superficial.

3.3.2 Águas subterrâneas

A planície costeira do município de Maceió é coberta pelos sedimentos de praia e aluviões que constituem o aqüífero Quaternário, o qual representa fontes pontuais de abastecimento, especialmente através de poços rasos de uso doméstico.

A qualidade das águas desse aqüífero é influenciada pelos seus níveis, semi-superficiais e sujeitos à infiltração de vários tipos de efluentes, como também pela proximidade da cunha salina. Devido à elevada permeabilidade e à pequena profundidade do nível freático, torna-se susceptível à contaminação.

Informações de poços rasos mostram o fluxo subterrâneo com vergências para o sul (oceano) e para oeste (laguna).

3.4 Parâmetros que influenciam os processos costeiros

A circulação das águas costeiras apresenta características complexas devido à interação de vários fatores, como a morfologia da plataforma, ondas superficiais, ondas internas, correntes de maré, correntes geradas pelos ventos e interação com as correntes oceânicas. Para a região de Maceió existe uma carência de medições de correntes, de ondas e outros parâmetros oceanográficos. Desse modo, os dados a seguir se baseiam em trabalhos realizados por vários autores.

3.4.1 Morfologia da plataforma

A plataforma continental, como província fisiográfica, pertence à morfologia da margem continental (Heezen & Menard, 1966, *In* Manso *et al*., 1997), sendo a continuação da extensão submarina do bloco continental. Apresenta-se mais ou menos plana, mergulhando desde a praia até a mudança acentuada de gradiente, conhecida geralmente como borda ou ruptura da plataforma. O caráter amplo e plano resultou das atividades erosivas e deposicionais, intimamente ligadas à série de regressões e transgressões marinhas, associadas a épocas de glaciação e deglaciação global.

Coutinho (1976), considerando os vários aspectos da morfologia e da distribuição dos diversos tipos de sedimentos na plataforma continental do Nordeste, sugeriu dividi-la em três segmentos, denominando-os de plataforma interna (até a isóbata de -20 m), média (-20 a -40 m) e externa (-40 a -60 m).

A plataforma continental Alagoas-Sergipe se caracteriza por sua reduzida largura, variando de 42 km em frente a Maceió a 18 km no extremo sul da área, e sua quebra ocorre nas proximidades da isóbata de 60 m.

Um dos traços morfológicos mais característicos do litoral é, sem dúvida, a presença constante, na plataforma interna adjacente, de linhas de arenito de praia geralmente paralelas à costa, servindo de substrato para o desenvolvimento de algas e corais, além de constituírem uma efetiva proteção ao litoral, na medida em que absorvem grande parte da energia das ondas incidentes, mesmo estando completamente submersas (Coutinho, 1976).

3.4.2 Aspectos texturais

A cobertura sedimentar da plataforma é quase que inteiramente composta por sedimentos carbonáticos, cuja única exceção é a área de influência do rio São Francisco,

constituída por sedimentos grossos, com algumas manchas isoladas de material fino (Coutinho, 1976).

Segundo Coutinho (1981), a plataforma de Alagoas representa um enorme ambiente recifal orgânico, com abundância de *Halimeda*, raros corais e uma fraca taxa de sedimentação terrígena. As *Halimeda* dominam os locais abrigados, enquanto as *Lithothamnium* recobrem as superfícies planas dos recifes. As algas ou seus fragmentos cobrem extensas superfícies, geralmente em forma de cascalho ou areia, ou mesmo como formas incrustantes.

Manso *et al.* (1997), investigando a plataforma na altura da cidade de Maceió, verificaram que até a isóbata de -15 m os sedimentos que recobrem o fundo marinho são formados por lamas, seguidos por depósitos de cascalho bioclásticos até a isóbata de -20 m, e entre as isóbatas de -20 e -30 metros os sedimentos são formados por areia grossa a muito grossa, de composição terrígena e bioclástica, gradando para cascalho biodetrítico até a borda do talude continental.

O material bioclástico é composto basicamente por fragmentos de algas calcárias, de conchas de moluscos e de carapaças de foraminíferos. O material lamoso ocupa áreas restritas da plataforma interna nas adjacências do sistema lagunar de Maceió.

3.4.3 Parâmetros oceanográficos

Segundo Coutinho (1976), de um modo geral, a área está submetida ao fluxo das águas equatoriais com sentido sudeste, que é representado principalmente pela Corrente do Brasil, apresentando velocidade variável entre 0,25 a 0,50 m/s. Durante os meses de inverno é observada a presença de uma contracorrente de rumo norte que ocasiona o afastamento da corrente principal da costa.

A temperatura das águas superficiais é homogênea, variando entre 28,5 e 29 °C e decresce rumo ao talude (Coutinho, 1979).

A salinidade das águas superficiais da plataforma continental entre Aracaju (SE) e Maceió (AL) varia entre 36‰ e 37‰ e pode sofrer influência da pluviometria na área (Manso *et al*., 1997).

3.4.4 Clima de onda

As ondas que cruzam a plataforma continental no sentido do litoral provenientes de um centro gerador localizado em algum lugar no oceano, apresentam diferentes períodos e alturas, dispondo-se num espectro bem amplo. Em sua trajetória para a linha de costa, as ondas propagam-se por locais com profundidades progressivamente menores, e em

determinada profundidade passam a interagir com o assoalho oceânico. Essa profundidade corresponde geralmente à metade do comprimento de onda (que é igual à distância entre duas cristas sucessivas). A partir desse ponto, passam a ocorrer variações na direção e velocidade de propagação, ou seja, as ondas passam a se refratar.

Ao passarem por um alto submarino, por exemplo, as frentes-de-onda tendem a convergir para esse ponto, ao passo que ao passarem em um vale submarino, as frentes-de-onda tendem a divergir deste ponto. Uma conseqüência dos padrões de convergência e divergência é a concentração e dispersão de energia das ondas ao longo da costa (King, 1972; Komar,1976). Conseqüentemente, as maiores ondas vão ocorrer ao longo das praias próximas às regiões de pontas, o contrário acontecendo nas regiões de baías e enseadas, evidentemente sempre para as mesmas condições de onda.

Os registros de ondas disponíveis na região são referentes ao levantamento realizado para implantação do terminal marítimo da BRASKEM, consistindo de observações diárias da altura e direção das ondas pelo período de 15 meses de coleta de dados realizada pelo *Danish Hydraulic Institute*-D.H.I (1974).

Segundo o D.H.I., a análise dos dados permitiu definir que a distribuição da altura significativa das ondas é do tipo lognormal, com valor modal de 0,7 m, média de 0,8 m e valor extremo de 1,7 m, e quanto à direção das ondas, predominam este-sudeste e sudeste, com direção média de 123° Az, e valores extremos de 87 e 174 Az (figura 3.5).

Coutinho & Maia (2001), utilizando um ondógrafo na praia do Pontal da Barra, verificaram que o período das ondas variou entre 3 s (mínimo) e 14 s (máximo), enquanto que a altura oscilou entre 0,1 e 1,2 m. A variação ampla no período das ondas indica que na região ocorrem dois tipos de ondas distintas. Ondas com períodos inferiores a 10 segundos são formadas sob influência do regime de ventos locais, apresentam-se bastante irregulares e são denominadas ondas do tipo ***sea***. Ondas com períodos superiores a 10 segundos são formadas a maiores distâncias da costa e apresentam uma forma regular e sendo denominadas do tipo ***swell***.

Com relação à variação sazonal os autores observaram que o período de janeiro a abril é extremamente calmo, com o valor de Altura Significativa (Hs) variando entre 0,3 e 0,4 m durante vários dias, correspondendo a uma altura de onda máxima (Hmax), no mesmo período, entre 0,6 e 0,8 m. Nesses meses, as direções das ondas são setentrionais, concentrando-se entre 80 Az e 90 Az e os períodos variando entre 4 e 5 segundos, caracterizando as ondas como geradas localmente (tipo ***sea***).

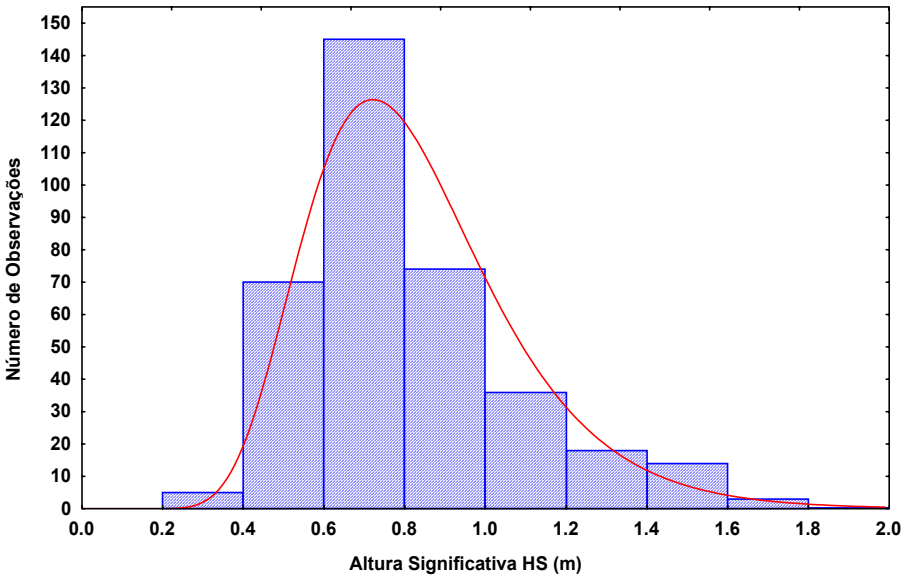


Figura 3.5 - Altura significativa das ondas registradas em Maceió*.

Fonte: Coutinho & Maia (2001).

* A altura significativa representa a média do terço superior de um registro contínuo de ondas durante o intervalo de 20 minutos.

O período de junho a outubro corresponde aos meses de maior turbulência, com altura significativa alcançando valores da ordem de 2 m, o que corresponde a uma altura máxima de 3,7 m. Esses períodos de maior turbulência podem persistir por até 3 dias e se refletem na zona costeira como eventos de grande poder erosivo. Em termos gerais, verificaram que as alturas das ondas aumentam à medida que a direção apresenta componentes para sul, com as ondas mais altas apresentando direção principal entre 120 e 150 Az. Nessa condição dominam os vagalhões, ondas do tipo ***swell*** (figura 3.6).

No restante dos meses do ano, a altura significativa varia entre 1,3 e 1,5 m, podendo apresentar, entretanto, períodos de mar turbulento, mas com duração relativamente curta. As direções são meridionais, com períodos entre 5 e 6 segundos.

3.4.5 Marés

Segundo Coutinho & Maia (2001), a costa do estado de Alagoas é do tipo meso-maré, com duas marés altas e duas baixas em um período de 24 horas, dominada por ondas e sob a ação constante dos ventos alísios oriundos principalmente de E-SE, no período de abril a setembro, e de N-NE, quando sopram de outubro a março.

As amplitudes médias de maré de sizígia são da ordem de 2,4 m e de quadratura da ordem de 0,9 m.

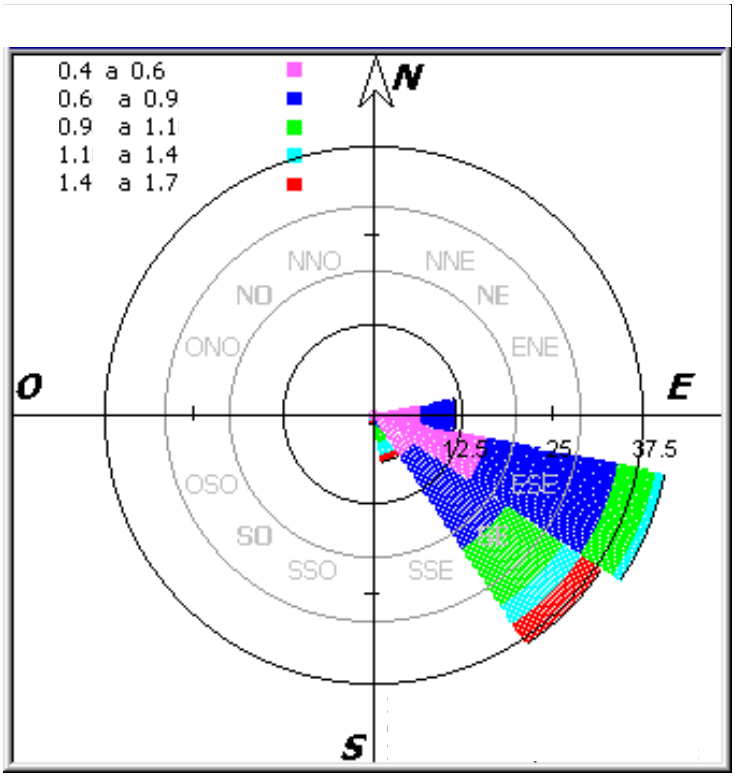


Figura 3.6 – Clima de ondas registrado em Maceió.

Fonte: Coutinho & Maia (2001).

3.4.6 Correntes

Segundo Occhipinti (1983), as correntes litorâneas de Maceió convergem para a costa preferencialmente durante as marés enchentes e com maior intensidade nas marés de sizígia. As correntes superficiais são paralelas às praias em 64% do tempo; são divergentes, isto é, afastam-se das mesmas em 31% do tempo e convergem às praias em apenas 5% do tempo. As correntes da camada superior são fortemente influenciadas pelos ventos enquanto que as das camadas inferiores são principalmente governadas pelas marés. O sentido da corrente de deriva na área é preferencialmente de norte para sul.

O D.H.I. (1974), estudando as correntes para a implantação do terminal da BRASKEM, verificou que as velocidades das correntes na área são normalmente muito reduzidas, apresentando assim velocidade média inferior a 5 cm/s em mais de 90% do tempo, e limite máximo mensal inferior a 25 cm/s. Nas correntes, de uma maneira geral, foram constatadas inversões para WSW no período de novembro a março e para ENE no período de junho a agosto.

3.5 Conclusões

A precipitação normal anual para Maceió no período de 1913 a 1985 foi de 1478,6 mm e a precipitação total anual obtida nos anos de 2001 e 2002 foi de 1577,8 e 1811,8 mm, respectivamente.

Comparando a distribuição mensal dos dois anos com o histograma de freqüência de precipitação do período citado, observa-se que a diferença está num excedente de chuvas ocorridas em meses de verão, como outubro e dezembro de 2001 e janeiro de 2002, que ocasionaram enchentes, transbordamento dos rios, e ruptura dos cordões litorâneos observadas no *spit* do sistema estuarino lagunar Mundaú-Manguaba, no extremo sul da área e na foz do rio Jacarecica, extremo norte.

O aqüífero raso da planície litorânea, constituído predominantemente por areias, apresenta elevada condutividade hidráulica e pequena profundidade do nível freático, tornando-se altamente susceptível à contaminação.

A plataforma continental interna apresenta regularidade quanto a sua morfologia, com exceção de uma inflexão na isóbata de -20 m evidenciando o paleocanal do rio Mundaú e a presença de duas linhas de arenito de praia e recifes de coral e algas.

A circulação costeira é condicionada pelos ventos e marés. Os ventos alísios de E-SE, que predominam na maior parte do ano, desempenham papel importante nos processos dinâmicos costeiros, pois determinam o sistema de ondas que atingem a costa, gerando a corrente de deriva litorânea que é fundamental no processo evolutivo do litoral.

As variações climáticas, de precipitação e de ventos, ocasionadas pelo fenômeno *El Niño*, podem ter sido responsáveis pelas alterações nos agentes da dinâmica costeira (ondas, marés e correntes), modificando as condições de energia e gerando erosão na linha de costa.

4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

A evolução da morfologia da planície costeira durante o Terciário e as flutuações do nível relativo do mar no Quaternário foram fatores determinantes nas mudanças da linha de costa e nas feições geomorfológicas atuais.

Desta forma, a evolução costeira deve ser entendida como um processo natural e mais recentemente provocado também por processos antrópicos.

Este capítulo apresenta uma descrição geral da geologia e geomorfologia costeira, representadas por sedimentos plio-pleistocênicos da Formação Barreiras e os sedimentos quaternários que compõem a planície costeira.

4.1 Métodos

Numa tentativa de se relacionar temporalmente e espacialmente as feições geológicas e geomorfológicas da planície costeira de Maceió, e por se encontrar a área em estudo bastante antropizada, necessitou-se da integração de mapas topográficos e geológicos, fotografias aéreas de várias décadas, além das datações realizadas por Barbosa (1985).

Foram utilizados como base neste trabalho: o mapa topográfico folha Maceió (SC.25-V-C-IV-2) do IBGE (1985) na escala 1:50.000; o mapa geológico folha Maceió (SC.25-V-IV-2) PETROBRAS/DNPM (1975) na escala 1:50.000; e o mapa Geológico do Estado de Alagoas (DNPM/EDRN-1986), na escala 1:250.000.

Para a elaboração do mapa geológico-geomorfológico na escala 1:50.000 foram também analisadas fotos aéreas de 1955 (1: 20.000 – Cruzeiro do Sul); 1988 (1:17.500 – INCRA/IMA); 1995 (1:12.500 – SPU), complementadas por levantamentos de campo que permitiram a identificação dos vários tipos de unidades geológicas-geomorfológicas e ambientes de sedimentação existentes (Mapa Geológico-Geomorfológico, Anexo I).

4.2 Geologia

A Bacia Sedimentar de Alagoas ocupa uma faixa costeira alongada com cerca de 220 km de extensão e 40 km de largura média, tendo como limite norte o Alto de Maragogi, com a Bacia Pernambuco, e ao sul o Alto de Japoatã-Penedo, com a Bacia Sergipe.

A Bacia Alagoas assenta sobre rochas do embasamento, e sua história deposicional tem início no Paleozóico Superior, com a deposição do Grupo Igreja Nova (formações

Batinga e Aracaré). Sobrejacente a estas, o Grupo Perucaba (formações Candeeiro, Bananeiras e Serraria). Acima destas, o Grupo Coruripe, caracterizado pela rápida variação de fácies, correspondentes às fases *rift* e transicional da Bacia Alagoas (formações Barra de Itiúba, Penedo, Coqueiro Seco, Ponta Verde, Maceió e Poção).

Ainda no Cretáceo Inferior deu-se a primeira transgressão marinha na bacia, com deposição do Grupo Sergipe (Formações Riachuelo e Cotinguiba) em Sergipe. Sobrejacente a este, depositou-se na Bacia Alagoas o Grupo Piaçabuçu (formações Calumbi, Mosqueiro e Marituba), que em Alagoas não é encontrado em superfície. No final do Terciário e início do Quaternário, foram depositados os clásticos da Formação Barreiras que serviram de cobertura para o registro sedimentar.

Finalmente, culminando o processo de deposição, a variação do nível do mar e os agentes de erosão propiciam até hoje o acúmulo dos sedimentos marinhos, fluviais, eólicos e flúvio-lagunares que compõem a planície costeira quaternária.

A área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar de Alagoas, nos domínios geológicos dos sedimentos terciários da Formação Barreiras e dos sedimentos quaternários que formam a Planície Costeira (Mapa Geológico-Geomorfológico, Anexo I).

4.2.1 Formação Barreiras

A Formação Barreiras, de idade Plio-Pleistocênica, depositada em ambiente continental forma os tabuleiros costeiros que bordejam a costa do Estado de Alagoas, sendo constituída por uma alternância de siltes, argilas e areias finas a grossas, de coloração predominante avermelhada, possuindo espessuras de até 120 metros em Maceió, diminuindo em direção ao oceano.

4.2.2 Os sedimentos quaternários

Os Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos, depósitos flúvio-lagunares, recifes de arenito, recifes de coral e algas, dunas, mangues e praias atuais formam a planície costeira, com espessuras de 25 m na Ponta Verde, 49 m no Pontal da Barra e até 80 m no Trapiche da Barra.

4.2.3 Modelo evolutivo

A evolução geológica da área em estudo está associada à formação da planície costeira durante o Terciário, sob influência das variações climáticas, e durante o Quaternário, sob influência das flutuações de nível do mar, evidenciadas nas variações da linha de costa e nas

feições geomorfológicas, segundo o modelo de Suguio & Martin (1978), e datações pelo método de C^{14} realizadas por Barbosa (1985).

No Plioceno, sob clima semi-árido com chuvas esporádicas e violentas, a deposição dos sedimentos detríticos da Formação Barreiras no sopé das encostas, sob a forma de leques aluviais coalescentes, se estenderam até a plataforma devido ao nível do mar estar no mínimo a 100 metros abaixo do atual (Bigarella & Andrade, 1964), configurando a primeira linha de costa.

Durante a Transgressão Mais Antiga (Bittecourt et al.,1979), com o clima mais úmido, ocorreu a erosão de parte da Formação Barreiras, deixando como registro uma linha de falésias, como pode se verificar ao longo da avenida Gustavo Paiva, nos bairros da Mangabeira, Cruz das Almas e Poço.

A fase de regressão marinha propiciou a formação de depósitos de leques aluviais coalescentes no sopé das falésias da Formação Barreiras, sob um clima semi-árido. Tais depósitos foram identificados nas margens da Laguna Mundaú.

Na Penúltima Transgressão (120.000 A. P.), o mar alcançou seu nível máximo, erodindo total ou parcialmente os leques construídos anteriormente. Os baixos cursos dos vales fluviais foram afogados, originando o sistema estuarino-lagunar Mundaú.

Na regressão subseqüente à Penúltima Transgressão, tem origem a formação dos terraços Pleistocênicos, que apresentam atualmente uma altitude de 8 a 10 metros. Esses terraços arenosos preenchiam o sopé das encostas e os vales de desembocaduras. Registros desses depósitos foram encontrados nas proximidades do palácio do governo, no centro de Maceió, na Ilha de Santa Rita e ao sul do *inlet* da Laguna Mundaú, próximo à Praia do Francês. Esses terraços constituem parte da barreira arenosa que fecha o sistema lagunar Mundaú-Manguaba e que atualmente estão total ou parcialmente recobertos pelos sedimentos mais recentes ou pela expansão urbana.

A Última Transgressão (± 5.000 A. P.) cobriu a planície costeira pleistocênica, os vales dos rios foram afogados e novas configurações de estuário ocorreram, como uma linha de ilhas-barreira que abrigam as lagunas, onde foram depositadas as areias e argilas retrabalhadas dos terraços pleistocênicos ou pela ação fluvial, sob a forma de deltas intralagunares. Barbosa (1985) confirmou, através de datações C^{14}, que os recifes de corais, as algas coralígenas e os recifes de arenitos na área de estudo pertencem a esse estágio.

Com o recuo do mar, o evento de maior destaque é o assoreamento a partir dos deltas intralagunares das lagunas formadas anteriormente, onde muitas áreas desenvolveram pântanos e turfeiras.

A regressão posterior ao máximo transgressivo ocasionou a deposição dos Terraços Marinhos Holocênicos com altitudes de 3 a 4 m e o fechamento cada vez mais intenso das desembocaduras das lagunas, favorecendo o desenvolvimento de manguezais, dunas e canais de maré, progradando a linha de costa e configurando a linha de costa atual.

Martin *et al*. (1979) elaboraram a curva de variação do nível médio do mar nos últimos 7.000 anos obtidos para a costa do estado da Bahia, que apresenta três fases de ascensão: 5.100 anos A. P. (4,7 m), 3.600 anos A. P. (3,0 m) e 2.500 anos A. P. (2,5 m), separadas por dois intervalos de mínimos a cerca de 3.900 e 2.700 A.P., pouco abaixo do nível atual. Barbosa (1985) identificou e datou por C^{14} conchas nos Terraços Holocênicos Fluvio-Lagunares próximos à Laguna Mundaú, obtendo idade de 770 ± 160 anos A. P., conchas com 4.250 ± 190 anos A.P. na Ilha de Santa Rita, em terraço Flúvio-Lagunar Holocênico com topo 2,0 metros acima do N.M.M., e conchas com 5.500 ± 200 anos A.P. em terraço marinho testemunho da planície Pleistocênica arrasada pela Penúltima Transgressão.

4.3 Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico, são definidas na área duas unidades: a primeira é formada pelos Tabuleiros Costeiros, que representam a unidade geomorfológica mais característica da costa alagoana, sendo constituída pela Formação Barreiras, que atinge cotas topográficas de 20 m até a cota de 120 m e apresenta ligeira inclinação no sentido do oceano, sendo seu limite com a Planície Costeira delimitado por falésias. Segundo Costa et al. (1996), os tabuleiros apresentam falésias fósseis, rampas de colúvio, interflúvios tabuliformes dissecados, terraços colúvio-aluvionares, encostas de vales fluviais e encostas de estuário estrutural.

A outra feição geomorfológica trata-se da Planície Costeira, que ocupa na área de estudo uma extensão de aproximadamente 20 km, adentrando para o interior por 13 km, no sentido dos sedimentos flúvio-lagunares que circundam o sistema lagunar Mundaú e 3 km, no sentido das nascentes do rio Jacarecica.

Sobre essa planície desenvolvem-se Terraços Marinhos Pleistocênicos, Depósitos Flúvio-Lagunares, Terraços Marinhos Holocênicos, Depósitos Fluviais, Recifes de Arenito, de Coral e de Algas, Dunas, Depósitos de Mangues, Bancos Arenosos e Depósitos Atuais de Praia (Mapa Geológico-Geomorfológico, Anexo I).

Os Terraços Marinhos Pleistocênicos ocorrem no extremo sul da área, na Ilha de Santa Rita e no centro de Maceió, próximo à Assembléia Legislativa. São formados por sedimentos arenosos de coloração creme e granulação média a grossa, apresentando porém em sua base uma coloração amarronzada e levemente cimentada devido à concentração de ácidos húmicos. Esse fato foi verificado na base do terraço na Ilha de Santa Rita, em frente à barra de desembocadura do sistema estuarino lagunar Mundaú-Manguaba.

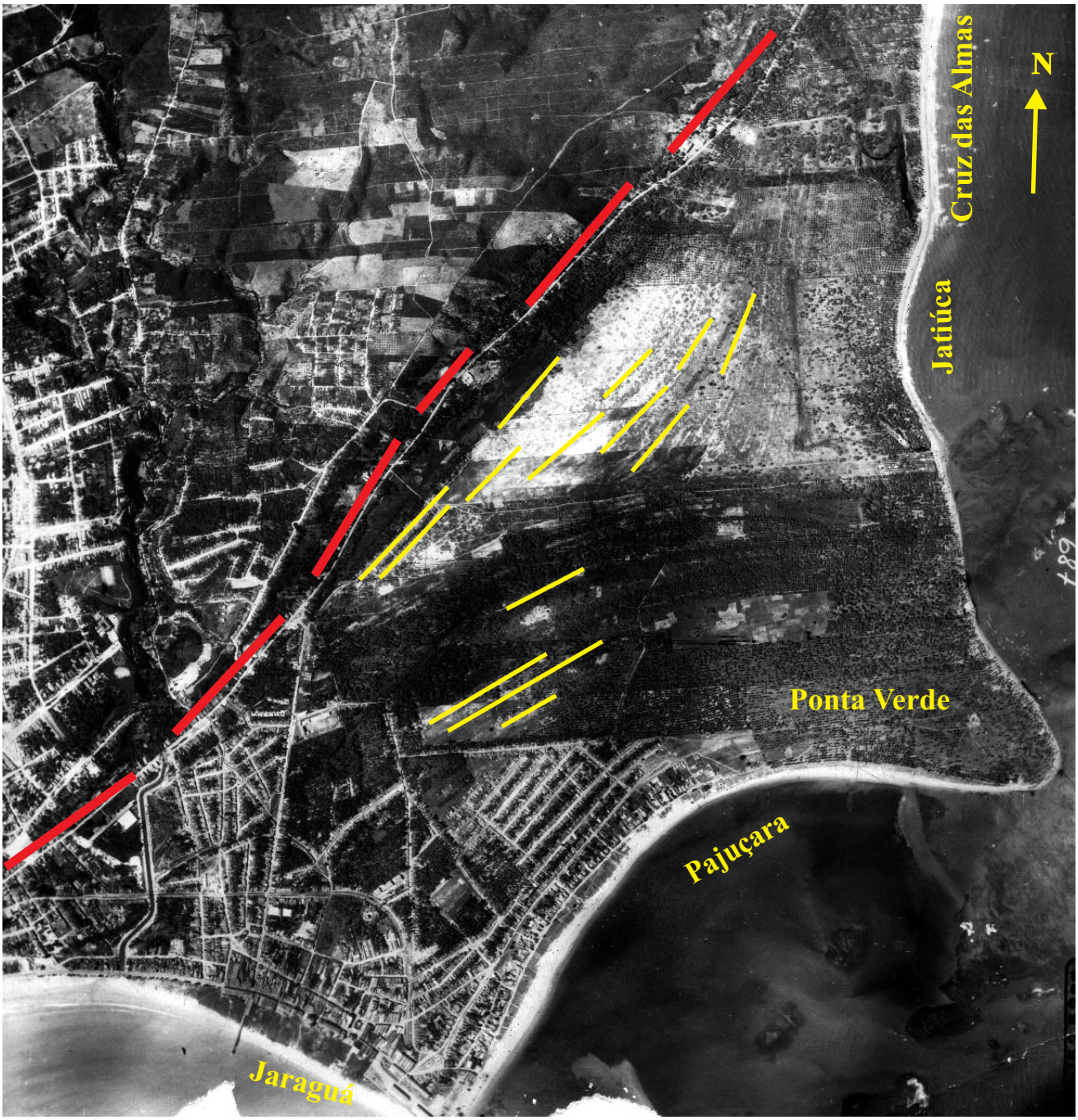
Os Depósitos Flúvio-Lagunares circundam a Laguna Mundaú, desde o delta interior do rio Mundaú até o extremo da Ilha de Santa Rita, estando também alojados nos vales fluviais dos rios Mundaú, Remédios e riacho do Silva, nas zonas baixas alagadiças. São sedimentos síltico-argilosos, acinzentados, com bastante matéria orgânica e conchas. Datações realizadas por Barbosa (1985) em fragmentos de conchas e madeiras forneceram idades entre 770 ± 160 e 6.540 ± 230 anos A. P.

Os Terraços Marinhos Holocênicos formam a alongada e extensa planície na qual se desenvolveu a parte baixa da cidade de Maceió, ocupada, dentre outros, pelos bairros do Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado, Centro, Jaraguá, Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica, alcançando cotas máxima de 8 metros acima do nível do mar. Às vezes são ornamentados por cordões litorâneos, como pode ser verificado em fotografias aéreas de 1955 e que atualmente foram dizimados pela ocupação urbana (figura 4.1).

Os Depósitos Fluviais circundam todos os vales dos rios Mundaú, Reginaldo, Jacarecica e riacho do Silva, encontrando-se encaixados nas falésias da Formação Barreiras.

Os Recifes de Arenitos formam duas linhas paralelas à costa, às vezes submersas ou desaparecendo por completo, ocorrendo desde a praia do Pontal da Barra ao sul, até a praia de Jacarecica ao norte, seguindo a direção NE-SW, apresentando-se, em alguns locais, seccionados perpendicularmente à linha de costa, como por exemplo no limite sudoeste da área de estudo, praia do Pontal da Barra, onde ocorrem a uma profundidade de 10 m, favorecendo as erosões pontuais.

Mais ao norte, eles ocorrem submersos, a uma distância de aproximadamente 700 m da linha de costa da praia de Jatiúca, a 1000 m da praia de Cruz das Almas e entre 200 e 1200 metros na praia de Jacarecica, só emergindo na maré baixa. Na praia de Cruz das Almas estes arenitos ocorrem também na zona de estirâncio (figura 4.2).



Legenda

Linha limite
tabuleiro/planície costeira

Cordões litorâneos

Figura 4.1 - Fotografia aérea de 1955 Cruzeiro do Sul(escala 1:20.000), mostrando a planície costeira de Maceió com cordões litorâneos, onde hoje se tem implantados os bairros da Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Cruz das Almas.

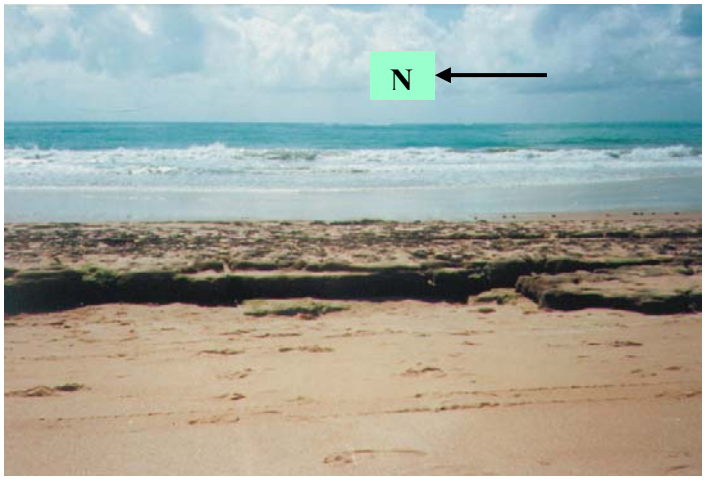


Figura 4.2 – Arenito de praia (*beach rock*) na zona de estirâncio, na praia de Cruz das Almas.

Os recifes constituem feições morfológicas importantes e exercem papel determinante sobre a modificação da energia das ondas, distribuição dos sedimentos e mudanças na morfologia costeira.

Os recifes de coral e algas afloram entre o porto de Maceió e a enseada da Pajuçara, da Ponta Verde e na ponta do Percevejo, na praia de Jatiúca (figura 4.3). Encontram-se ligados à praia (recifes tipo franja) formando promontórios na Ponta Verde ou formando bancos isolados circundando a enseada da Pajuçara, apresentando o topo erodido mostrando cavidades que são cobertas por crosta algálica e corais vivos.

Amostras de corais e de algas coralígenas datadas por Barbosa (1985) forneceram idades entre 5.700 ± 230 e 260 ± 150 anos A .P., indicativas de níveis marinhos holocênicos elevados de até 1,9 m acima do nível atual do mar.

As dunas, atualmente restritas ao bairro do Pontal da Barra, até a metade do século passado ocupavam parte dos bairros do Pontal da Barra, do Trapiche da Barra, do Prado e do Centro, hoje ocupando uma área de aproximadamente 1 km^2 e fixadas pela vegetação, apresentam cotas de até 13 metros acima do nível do mar (figuras 4.4 e 4.5).

Os depósitos de mangues ocorrem em dois setores na área de estudo: nas ilhas de Santa Rita e do Lisboa e na foz do rio dos Remédios, no sistema estuarino lagunar Mundaú.

Os bancos arenosos são formados por sedimentos cascalho-arenosos atuais, com bastantes fragmentos de conchas e conchas preservadas. Ocorrem no canal de fora, que liga a Laguna Mundaú à sua desembocadura (figura 4.6).

Fonte:Postal Litoarte (1998)

Fonte:Postal Litoarte (1998)

Figura 4.3 - Vista aérea das praias da Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca.

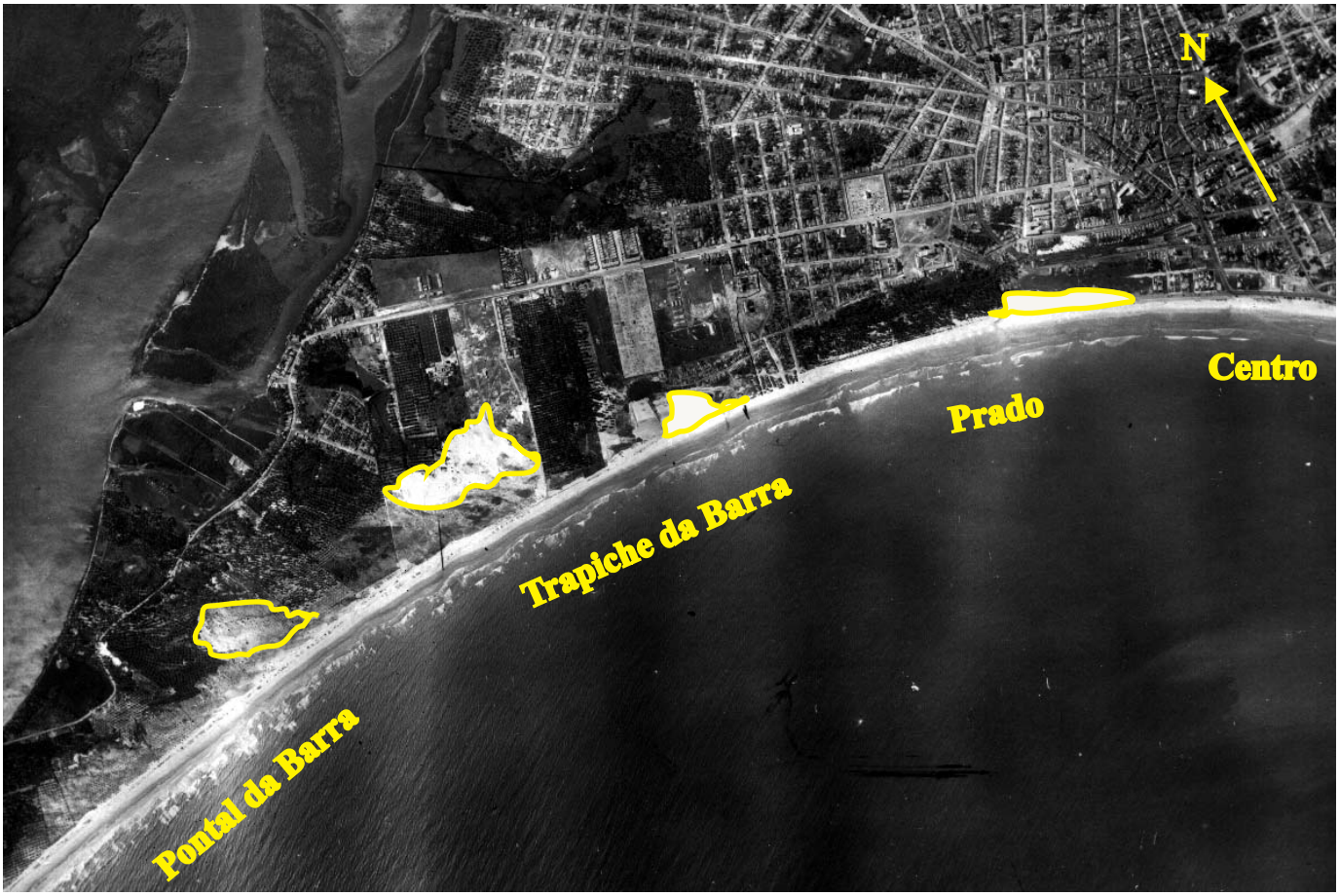


Figura 4.4 - Fotografia aérea de 1955 Cruzeiro do Sul (escala 1:20.000), mostrando os bairros do Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado e Centro ainda com campos de dunas bem desenvolvidos.

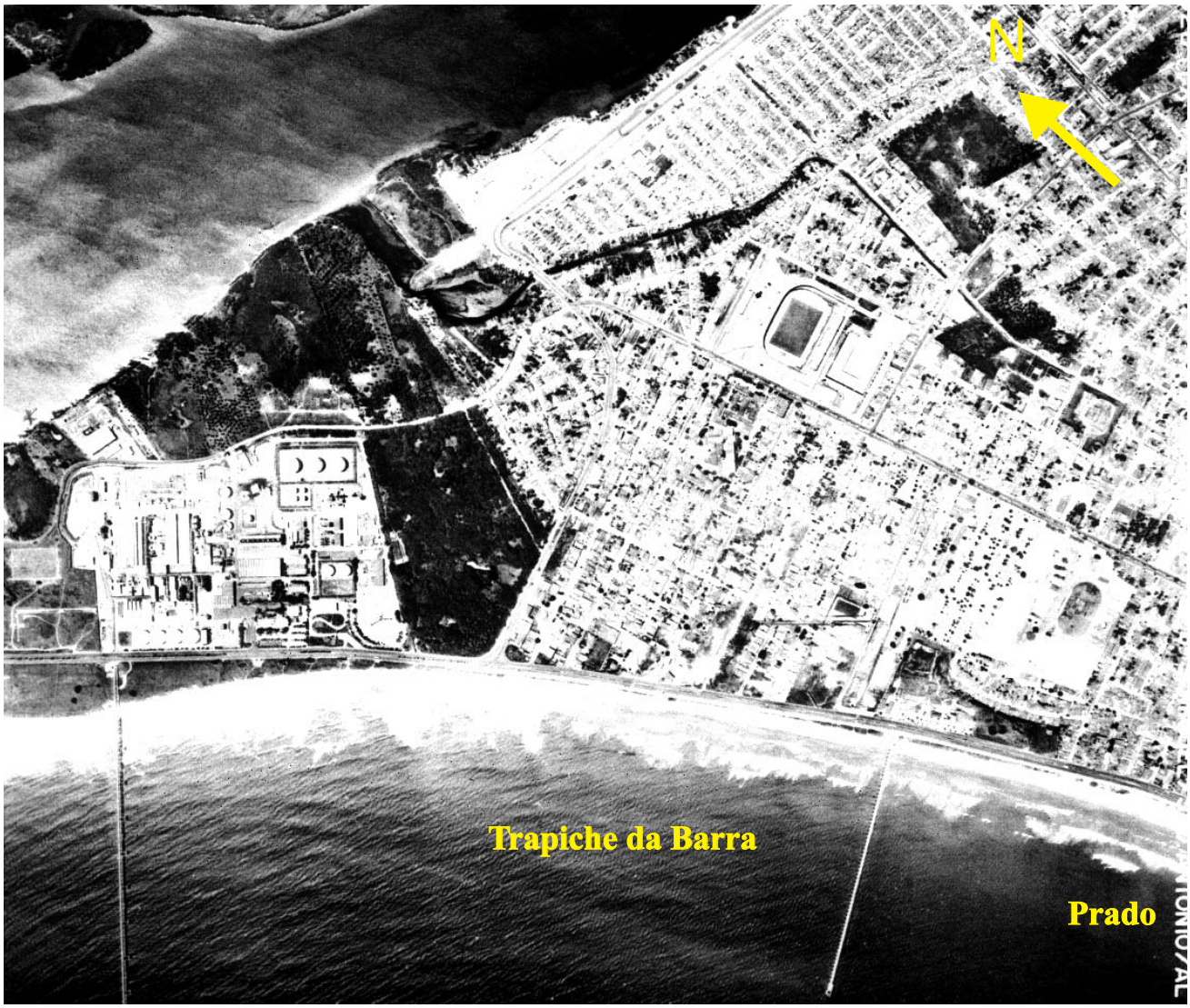


Figura 4.5 - Fotografia aérea de 1995 Cruzeiro do Sul (escala 1:12.500, SPU), mostrando os bairros do Trapiche da Barra e do Prado sem os campos de dunas.

Fonte: Afrânio Menezes/ IMA-AL (1997)

Figura 4.6 - Bancos arenosos na desembocadura de sistema estuarino lagunar Mundaú-Manguaba, e no canal de ligação.

As praias formam um depósito contínuo, por toda a extensão da costa, composto de sedimentos arenosos constituídos por quartzo e fragmentos de concha; estende-se desde o nível de maré baixa até a linha de vegetação permanente ou a escarpa de berma.

Na área submersa, a plataforma continental é estreita, com aproximadamente 20 km de largura (Lima,1998), onde a presença de recifes de arenitos e de coral e algas até a isóbata de 10 m são as feições mais características (Mapa Geológico-Geomorfológico, Anexo I).

4.4 Conclusões

A planície costeira atual teve sua evolução relacionada a processos tectônicos e às variações do nível do mar e climáticas. É caracterizada, na sua porção mais interior, por uma morfologia de relevo alto e de colinas do embasamento cristalino, ao sopé das quais foram depositados os sedimentos da Formação Barreiras, ao final do Terciário e que atualmente formam os tabuleiros costeiros. Os depósitos quaternários, representados por Terraços Marinhos Pleistocênicos, Depósitos Flúvio-Lagunares, Terraços Marinhos Holocênicos, Depósitos Fluviais, Recifes de Arenito, de Coral e de Algas, Dunas, Depósitos de Mangues, Bancos Arenosos e Depósitos Atuais de Praia tiveram sua deposição comandada não só pelas variações do nível do mar e circulação oceânica, mas também pelas mudanças climáticas que modificaram a cobertura vegetal e os sedimentos nesta região.

O vento, em período de regressão, atuando de forma mais intensa, mobilizava material da praia para formar as dunas costeiras, sendo responsável mais recentemente, pelas mudanças topográficas e morfológicas das dunas, bem como do *inlet* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba.

Na planície costeira atual, os recifes de arenito e os de coral e algas constituem feições morfológicas importantes na distribuição dos sedimentos e mudanças na morfologia costeira.

Com relação aos cordões litorâneos localizados nas praias da Ponta Verde e Jatiúca, observa-se uma certa discordância nos seus alinhamentos que pode indicar modificações nas condições hidrodinâmicas (ondas, ventos e circulação) em conseqüência das inversões no sentido da deriva litorânea.

5. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DE PARTE DA PLANÍCIE COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ

O ambiente costeiro maceioense vem sendo ocupado desde a colonização para diversos fins. No princípio, esta ocupação se processou de forma lenta, com uma série de fortificações para se evitar o contrabando de pau-brasil para a Europa. Entre 1920 a 1940, os ambientes costeiros como as lagunas, rios, riachos, mangues e alagadiços passaram a ser aterrados para que se processasse a expansão urbana da cidade de Maceió.

A partir da década de 90, o governo federal, com finalidade de estruturar estradas, aeroportos, hotéis e *resorts*, e expandir a capacidade de ocupação turística com estrutura adequada, implementou o Programa de Desenvolvimento Turístico para o Nordeste-PRODETUR, com apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID. A ocupação da zona costeira vem sendo impulsionada ainda mais, pela atividade imobiliária, através da implantação de condomínios e hotéis ao longo de todo o litoral.

5.1 Métodos

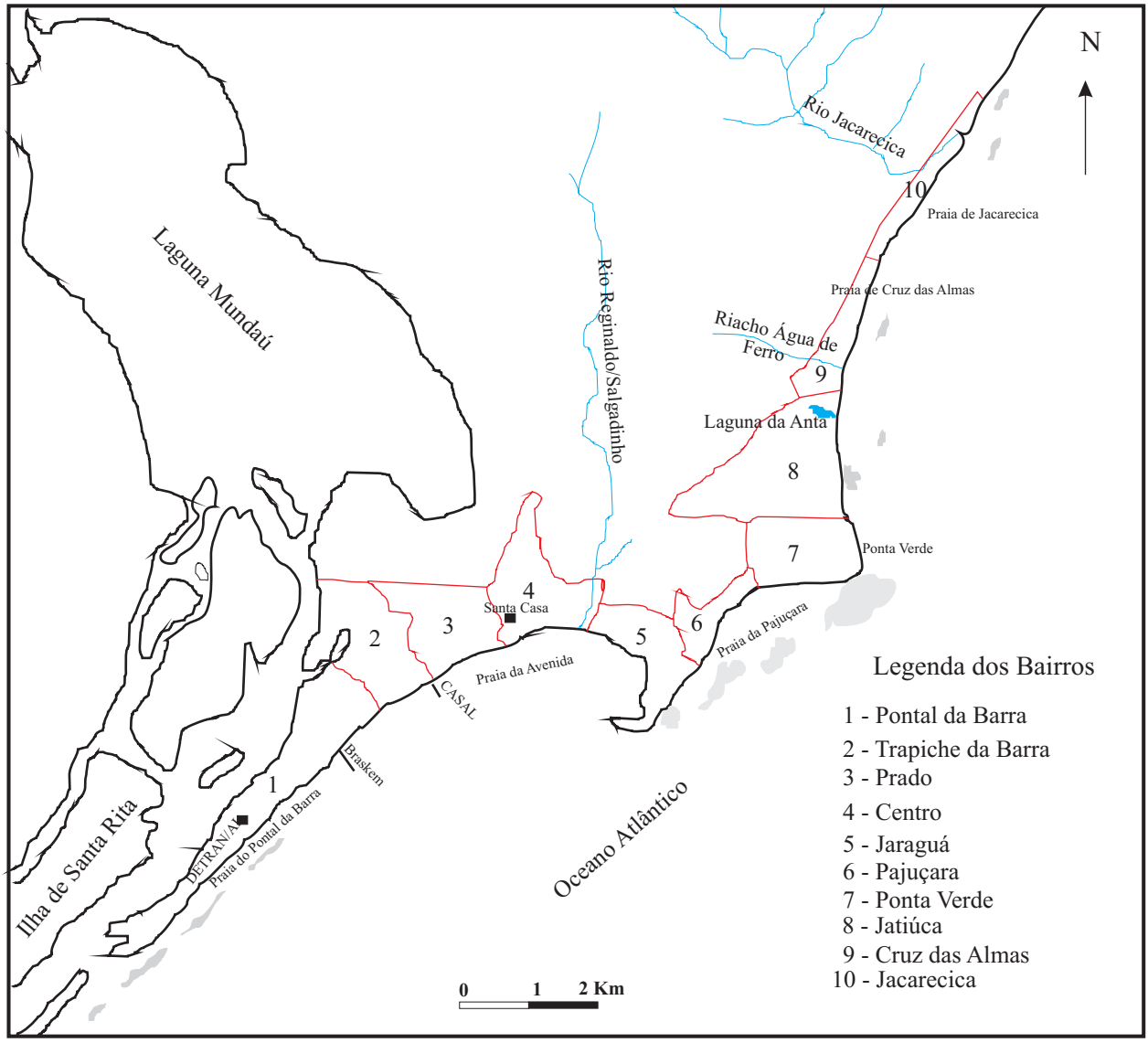
Inicialmente foram feitos estudos bibliográficos e levantamento de dados históricos através de cartas, mapas topográficos e geológicos, além dos levantamentos aerofotogramétricos de 1955 (1:20.000 – Cruzeiro do Sul) e 1966 (1:60.000 – Cruzeiro do Sul) na área em estudo.

A divisão dos bairros costeiros seguiu o Mapa de Abairramento de Maceió, realizado no ano de 2000 pelo Instituto Municipal de Planejamento e Ações Regionais (IMPAR, 2000) da Prefeitura Municipal de Maceió, com apoio do IBGE (figura 5.1).

De posse dos dados, foi elaborada a evolução da ocupação de 10 bairros costeiros que compõem a linha de costa, salientando que os bairros de Cruz das Almas e Jacarecica se propagam para o tabuleiro da Formação Barreiras, embora só se tenha considerado a planície costeira como área de estudo.

5.2 Maceió

Segundo Espíndola (1871), a freguesia de Maceió foi criada em 1673 pelo capitão Affonso Furtado de Mendonça, visconde de Barbacena, por ordem de Dom Pedro II de



Fonte: Mapa de distribuição dos bairros de Maceió, IMPAR/PMM (2000)

Figura 5.1 - Mapa de distribuição dos bairros costeiros na área de estudo.

Portugal. A ordem era construir um forte em Jaraguá para garantir a posse das terras e impedir o contrabando de pau-brasil realizado principalmente pelos franceses. A partir daí os portugueses começaram a povoar a ponta de Jaraguá e a trazer escravos para trabalhar nos primeiros engenhos de açúcar.

Em meados do século XVIII, Maceió era ainda uma pequena comunidade, existindo apenas dois povoados, um nas proximidades da atual praça Dom Pedro II, em frente à atual Catedral e outro próximo ao porto no bairro do Jaraguá.

Em 1815 o povoado passou a vila, e em 1839 a capital passou da antiga Vila das Alagoas ou Vila de Santa Madalena do Sul para Maceió, que, devido às suas condições marítimas e topográficas, era de todos os pontos da província aquele que melhor condição reunia para ser a capital.

Em 1818, segundo Costa (2001), a Vila de Maceió era um conjunto de ruelas tortuosas e habitações rústicas, com a mata à beira do casario, o pântano da Boca de Maceió (atual Riacho Salgadinho) e os mangues da lagoa.

O primeiro trabalho na área de estudo foi realizado por Brandão em 1914, no qual descreve desde o ano de 1824 os bairros denominados atualmente Pontal da Barra, Trapiche da Barra e as praias da Avenida e do Sobral como um grande brejão com lagoas e canais que se comunicavam com o bairro da Levada, e que estavam sendo aterrados. Na praia da Avenida, “a areia soprada pela ventania dava novas pinceladas no painel daquela praia, modificando o aspecto primitivo do seu campo de dunas”.

O trabalho descrevia ainda que a região do Ouricuri era chamada “Mata dos Paus Secos”, mostrando um manguezal que tinha sido soterrado pela migração do campo de dunas existente naquela região.

Segundo Moreira e Silva (1922), a palavra **Maceió, maçai-o-g, Maçai-o-ok**, **Massayó** ou **Massaya** na denominação indígena significa “tapagem do alagadiço” ou “o que tapou o alagadiço”

Marroquim (1922) descreve que Maceió em 1900 tinha 70.000 habitantes e três bairros: Jaraguá, Maceió e Jacutinga. No primeiro se localizava o porto e era onde estavam situados trapiches, armazéns, depósitos, bancos, comércio em grosso, repartições de marinha e fisco; no segundo, localizava-se o comércio e o centro administrativo com edifícios públicos, secretarias, quartel e teatro; e o terceiro estava destinado a ser a futura cidade habitável, o bairro familiar por excelência. As outras localidades conhecidas, como Levada,

Poço, Pajuçara, Mangabeira, Bebedouro, Cruz das Almas, Jacarecica, Riacho Doce, Meirim, Ipioca, Pontal da Barra e outros sem importância, formavam os subúrbios da cidade.

Segundo Sant'Ana (1970), a cidade de Maceió se originou de um pequeno povoado de pescadores no porto de Jaraguá e não de um engenho de açúcar chamado Massayó, que se localizava na atual praça Pedro II, no centro da cidade. Através de dados históricos sabe-se que este engenho moeu apenas duas vezes, por ter-se fixado em local indevido para o cultivo da cana-de-açúcar, obrigando-o a parar de funcionar.

5.2.1 O bairro do Pontal da Barra

Em 1871, segundo Espíndola, o atual bairro do Pontal da Barra era um agregado de 50 cabanas de palha habitadas por pescadores. A população do Pontal teve origem com os índios, portugueses e holandeses.

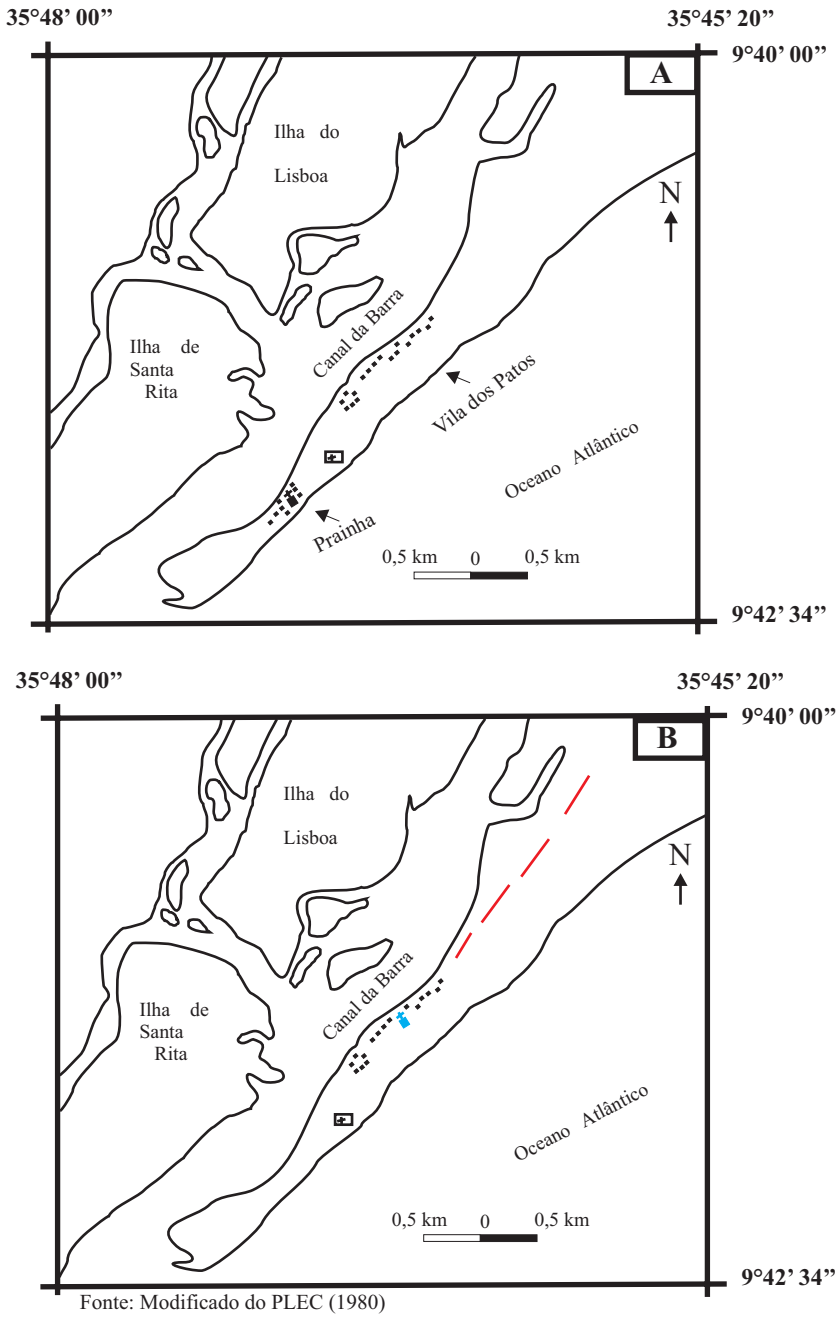
O primeiro estudo sobre a evolução histórica do bairro e seu enfoque populacional foi realizado no Projeto de Levantamento Ecológico Cultural da Região das Lagoas Mundaú e Manguaba - PLEC (1980), onde foi verificado que nos tempos antigos existiam três pontais: o pontal de cima, o pontal de baixo e o pontal atual, chamado Vila dos Patos, que até o início dos anos 80 era formada de pescadores e seus familiares.

O local onde era a Universidade Federal de Alagoas-UFAL e hoje é o Departamento de Trânsito-DETRAN-AL era um povoado chamado Prainha, onde existiam algumas casas, a Igreja de São Pedro e um cemitério, que foram destruídos pelo mar quando a barra rompeu em 1945 ou 1949 (figuras 5.2 e 5.3).

Na década de 70, com a implantação da indústria química Salgema, atual BRASKEM, o Pontal passou a conviver com o perigo da poluição e da contaminação. Os veranistas que tinham casa no bairro mudaram-se e só ficaram os nativos do Pontal.

Almeida & Lira (1998) relatam que o nome Pontal vem da ponta arenosa entre o mar e a laguna, e que no passado fazia parte desta área um imenso campo de dunas que, com o crescimento da cidade, foi dizimado pelas empresas da construção civil, que o utilizavam como material para construção.

No final da década de 70 e início dos anos 80, várias áreas foram aterradas novamente para abertura de estradas como o dique-estrada, que circunda o sistema lagunar Mundaú, e a AL 101- Sul, que liga o centro de Maceió ao litoral sul.



Fonte: Modificado do PLEC (1980)

Legenda

- Igreja de Sto. António "prainha"
- Cemitério
- Casas
- Igreja do Pontal
- Estrada de terra

Figura 5.2- Ocupação do bairro do Pontal da Barra
A - 1914 e B - 1945 a 1949.

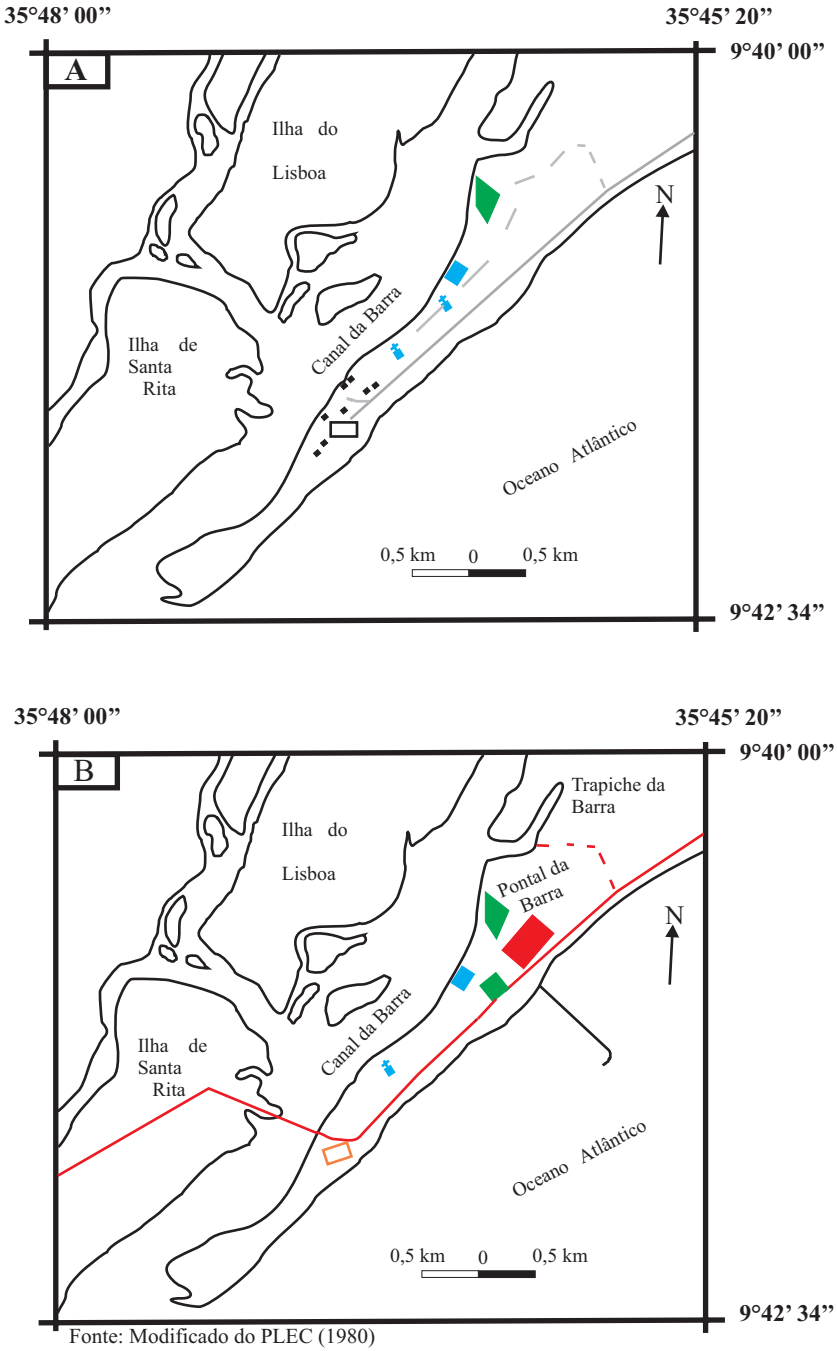


Figura 5.3 - Ocupação no bairro do Pontal da Barra nas décadas de: (A) - 60 e (B)- 80.

Até a década de 50, existia no bairro do Trapiche um campo de dunas móveis paralelo à linha de costa, com altura máxima de 12 metros e uma série de lagoas denotando percursos de antigos canais (figura 5.4).

A partir de 1966, boa parte das dunas foi desestruturada pelo processo de ocupação por casas, estradas e outras edificações (figura 5.5).

5.2.2 O bairro do Trapiche da Barra

Almeida & Lira (1998) descreveram que o Trapiche é um dos bairros mais antigos de Maceió e seu nome se deve a um armazém que existia no porto, às margens da Lagoa Mundaú, que servia de entreposto onde eram guardados o açúcar e outras mercadorias que vinham dos engenhos de Marechal Deodoro, Santa Luzia, Pilar e outras localidades interioranas, para serem transportados para o porto de Maceió. Esse armazém também era chamado de trapiche, daí o nome do bairro Trapiche da Barra.

Segundo Costa (2001), em 1840 iniciou-se a abertura do canal da Levada para facilitar o trânsito e as relações comerciais com a lagoa do Norte.

5.2.3 O bairro do Prado

Segundo Brandão (1919), *In* Lima & Coutinho (1998), no bairro do Prado, em 1620, existia uma barra de comunicação da laguna Mundaú com o mar. Essa barra era denominada de "Sete Coqueiros" e se comunicava com as lagoas do Trapiche, tendo sido aterrada pelo vento nordeste, que espalhou sobre sua bacia toda a areia do campo de dunas (figuras 5.6 e 5.7).

Em 1829, no antigo local da Barra dos Sete Coqueiros se instalou um brejo paralelo à praia, ligando-se ao sul com as lagoas do bairro do Trapiche e a nordeste com o bairro da Levada.

Mornay (1841) elaborou um mapa que reproduzia parte do bairro do Prado, com suas áreas alagadiças e o riacho Maceió ou Maceió Azul (hoje, riacho Reginaldo) e a lagoa do Olho d' Água ou Negra (figura 5.8).

A partir da década de 30, com a maior expansão e ocupação do bairro do Centro, houve uma tendência de se aterrar outras áreas no bairro e abrir novas avenidas, alocando nova área para cemitério.

Em planta elaborada por Américo László em 1932, verifica-se que o bairro do Prado já se encontrava totalmente modificado (figura 5.9) em relação à planta mostrada por Mornay (1841), apresentando lagoas e alagadiços totalmente aterrados.

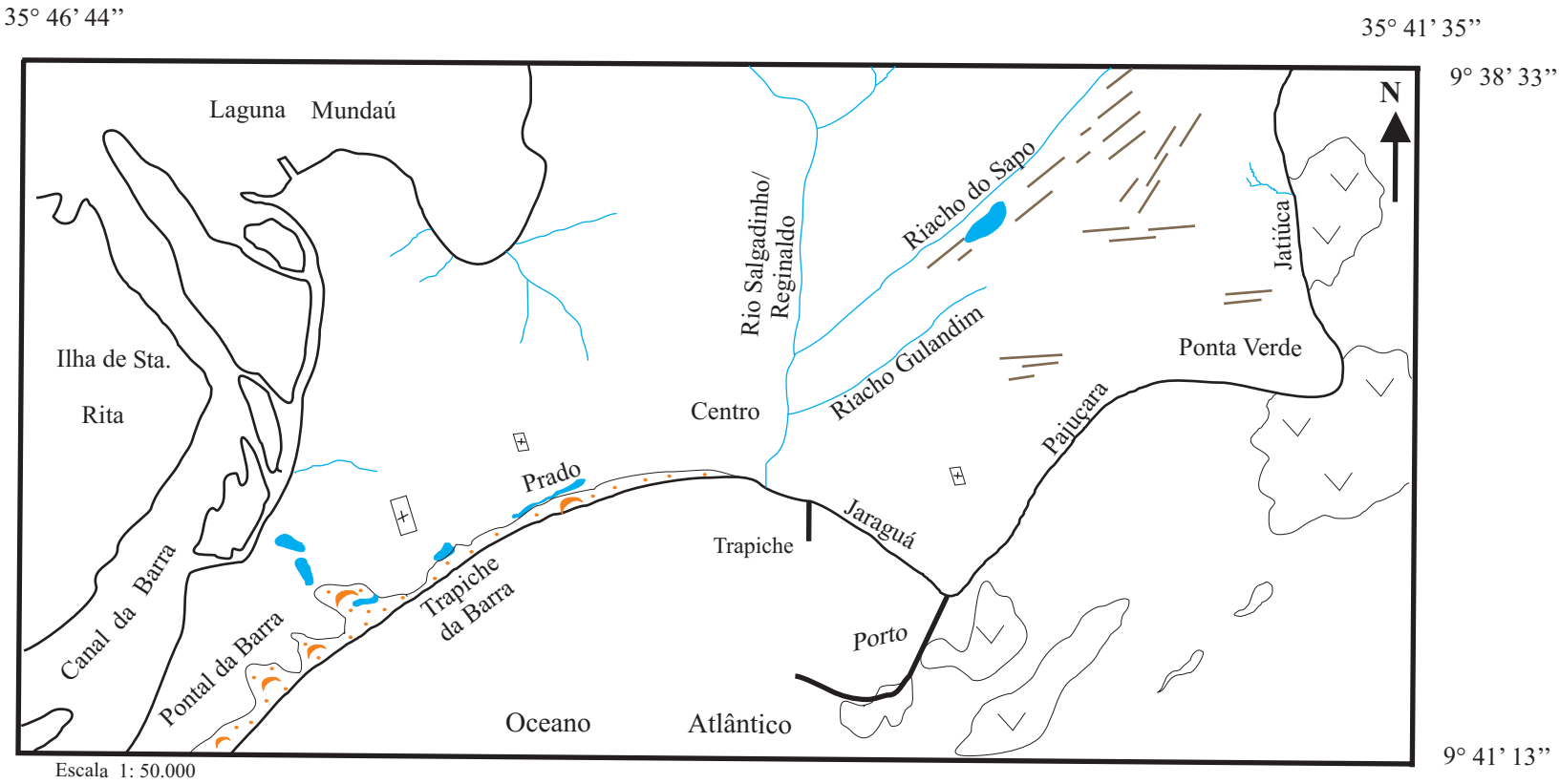


Figura 5.4 - Mapa da configuração da planície costeira de Maceió em 1955.

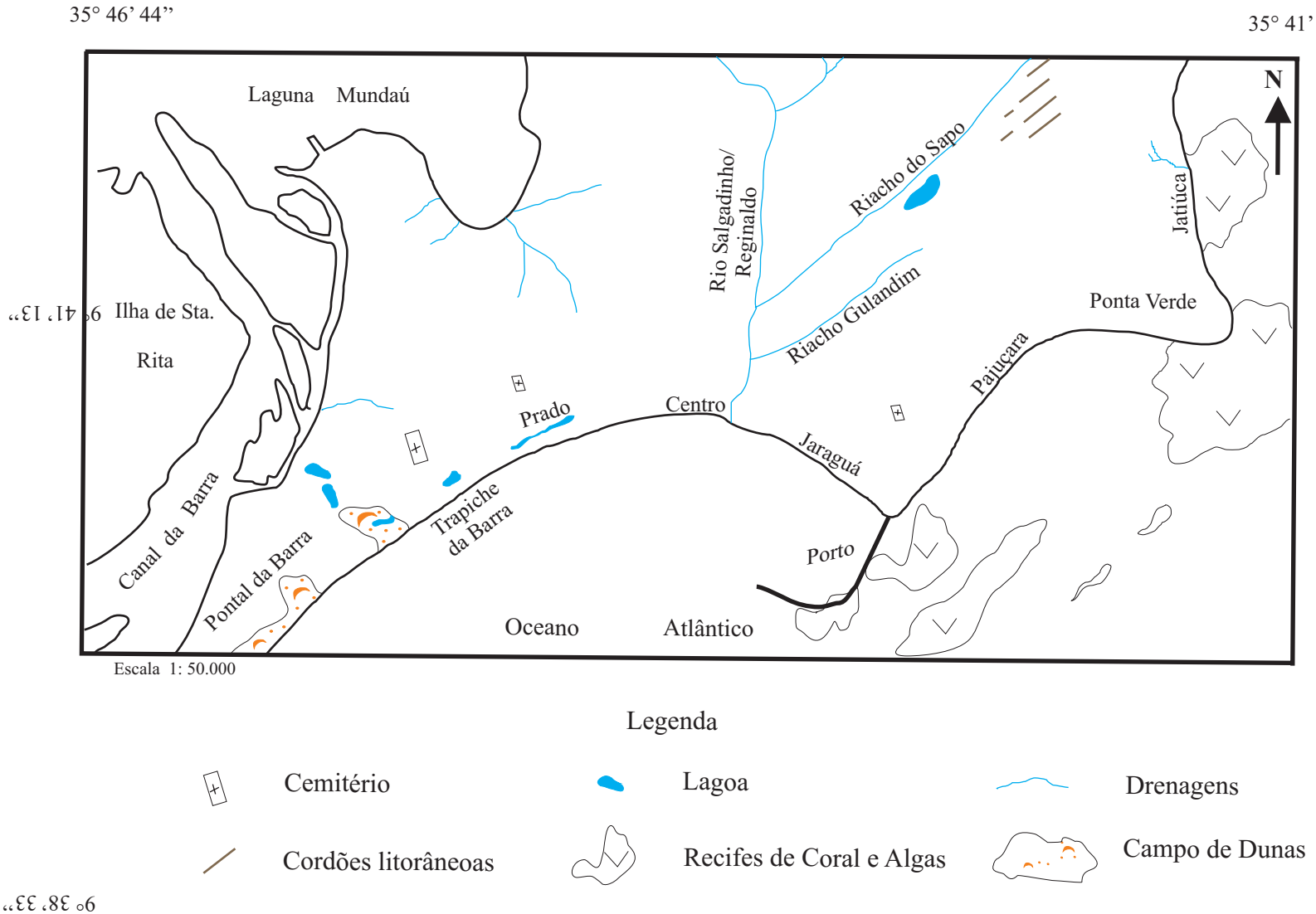
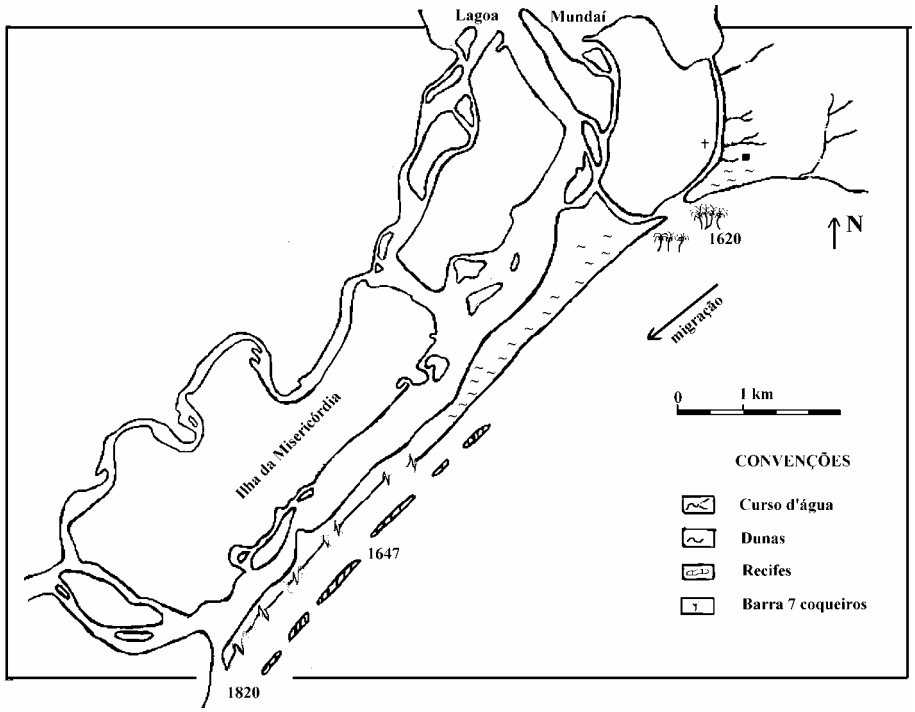
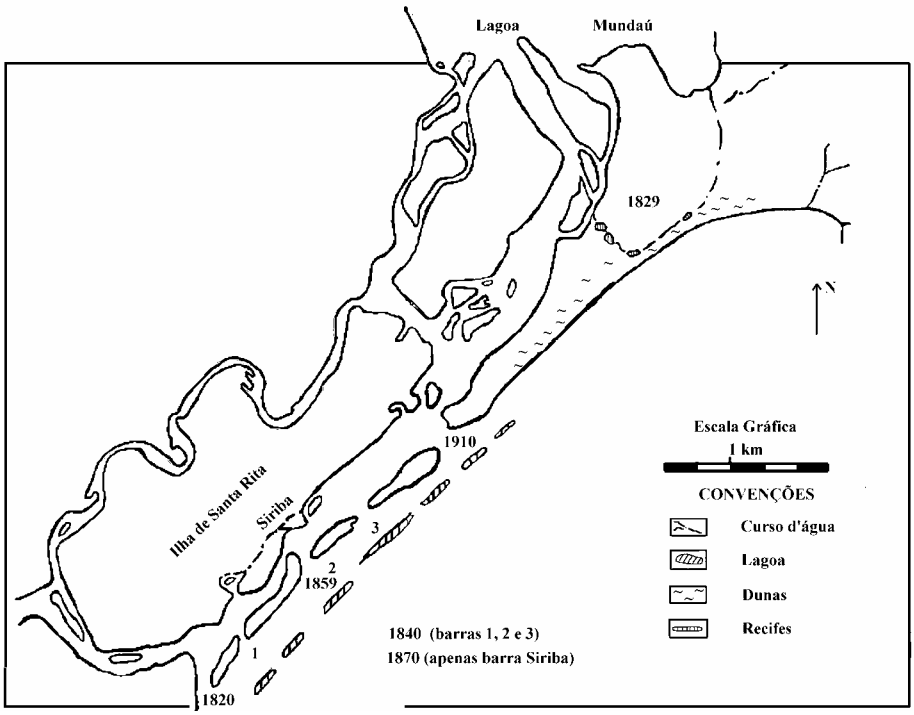


Figura 5.5 - Mapa da configuração da planície costeira de Maceió em 1966.



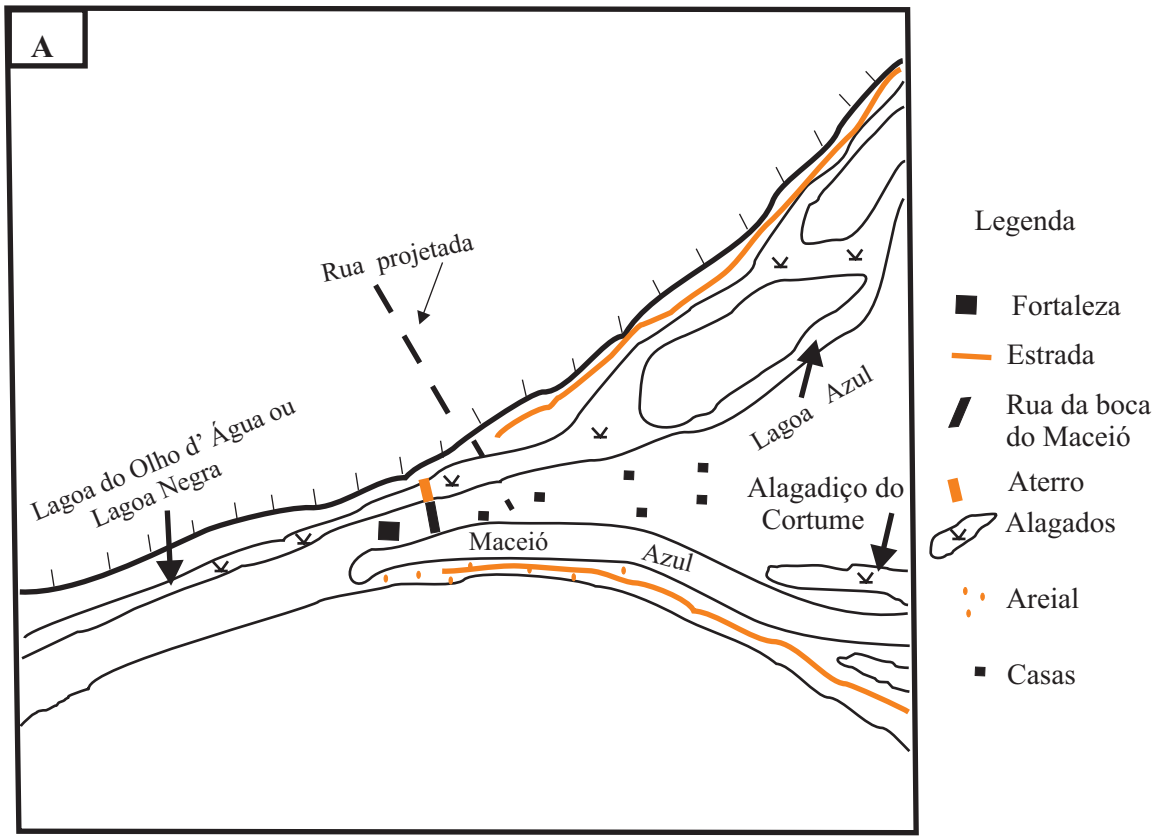
Fonte: Lima & Coutinho (1998)

Figura 5.6 – Mapa de evolução do inlet (1620 a 1820).



Fonte: Lima & Coutinho (1998)

Figura 5.7 – Mapa de evolução do inlet (1820 a 1910).



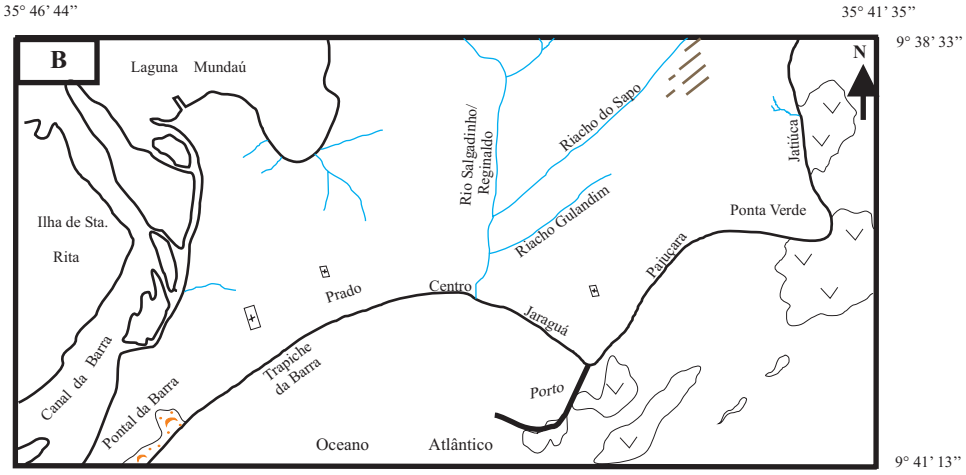
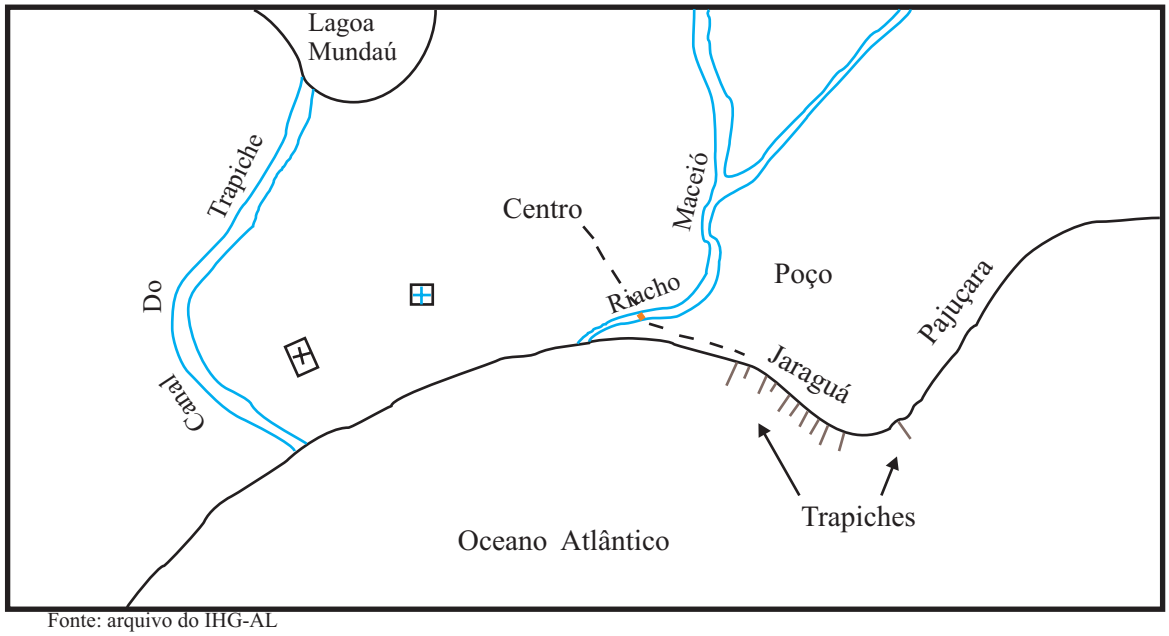


Figura 5.8 - **A**- Croquis esquemático do bairro do Centro adaptado de Carlos Mornay, 1841.
B - Mapa atual da área.



Fonte: arquivo do IHG-AL

Legenda

Caminho

Ponte

Cemitério do N S da Piedade

Cemitério de São José

Trapiches

Figura 5.9 - Planta da cidade de Maceió por Américo László (1932).

5.2.4 O bairro do Centro

O bairro do Centro, como o nome sugere, formava um dos primeiro núcleos de ocupação de Maceió, apresentando, contudo, na sua parte baixa ou planície costeira, dois setores alagados denominados Lagoa Azul, que margeava toda a barreira e ocuparia hoje a rua Barão de Atalaia até a Lagoa Negra no bairro do Prado, e o Riacho ou Lagoa Maceió Azul (atualmente chamada de Riacho Reginaldo), que desaguava na atual praia da Avenida, por trás de onde hoje se localizam as Lojas Americanas (figuras 5.8 e 5.9).

Em 1866, segundo Costa (2001), foi proposta a construção da ponte de alvenaria sobre o Riacho Maceió no lugar onde se tinha um pontilhão de madeira, para dar melhor escoamento às águas fluviais, que se estagnavam, formando um pântano próximo ao centro da cidade. A ponte foi inaugurada em 1870.

5.2.5 O bairro de Jaraguá

Jaraguá é um dos bairros mais importantes de Maceió, pois foi este o setor costeiro do município de Maceió a ser primeiramente ocupado, devido às suas condições naturais da costa, que facilitavam o fundeamento das naus portuguesas e francesas que levavam o pau-brasil para a Europa.

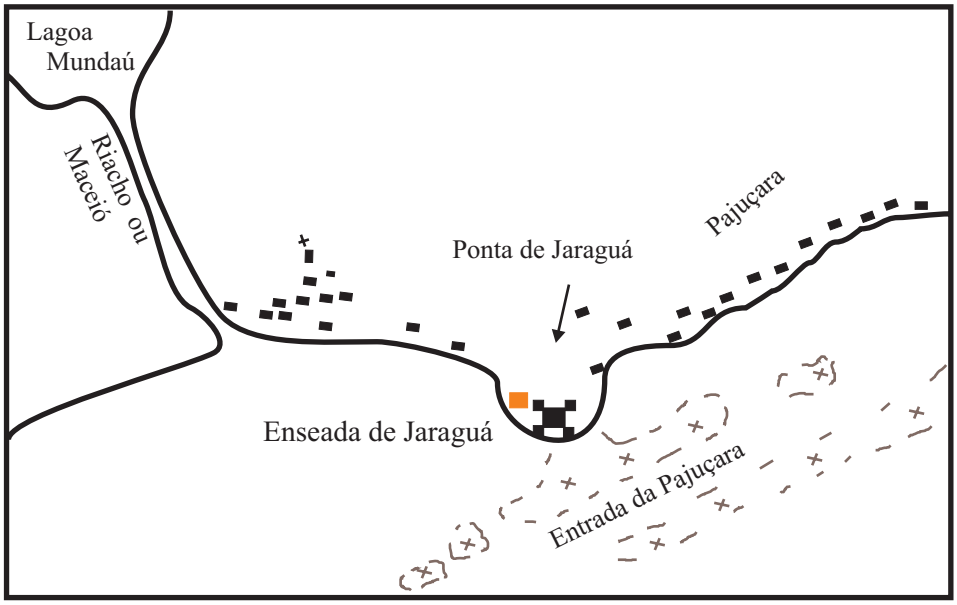
José Fernandes Portugal elaborou, em 1803, o primeiro mapa que mostrava a região da Ponta de Jaraguá e Pajuçara, no qual estavam representados em Jaraguá o Armazém Real e a Fortaleza que foram construídos a mando do rei de Portugal, para garantir a posse da terra e impedir o contrabando de pau-brasil (figura 5.10).

Em 1817, segundo Costa (2001), o bairro de Jaraguá era um areial alvo e escaldante, com as primeiras habitações e a igrejinha de Nossa Senhora Mãe do Povo.

Em 1841, Mornay elaborou um dos mapas mais completos para a área, na época, mostrando o limite sul do bairro de Jaraguá na ponte dos Fonsecas e as principais edificações do bairro, como o cemitério dos ingleses, as casas, a fortaleza e os dois trapiches existentes (figura 5.11).

Em 1857, segundo Costa (2001), teve início a construção da ponte sobre o riacho Maceió (atual Salgadinho), o calçamento da rua principal de Jaraguá (atual Sá e Albuquerque) e a estrada ligando Jaraguá ao bairro da Mangabeira, para que os produtos oriundos do norte da província chegassem mais depressa ao porto.

Em 1870 foi realizado o primeiro aterro em Jaraguá, seguindo-se em 1919 os aterros para a abertura das atuais Avenidas da Paz e Duque de Caxias.



Legenda

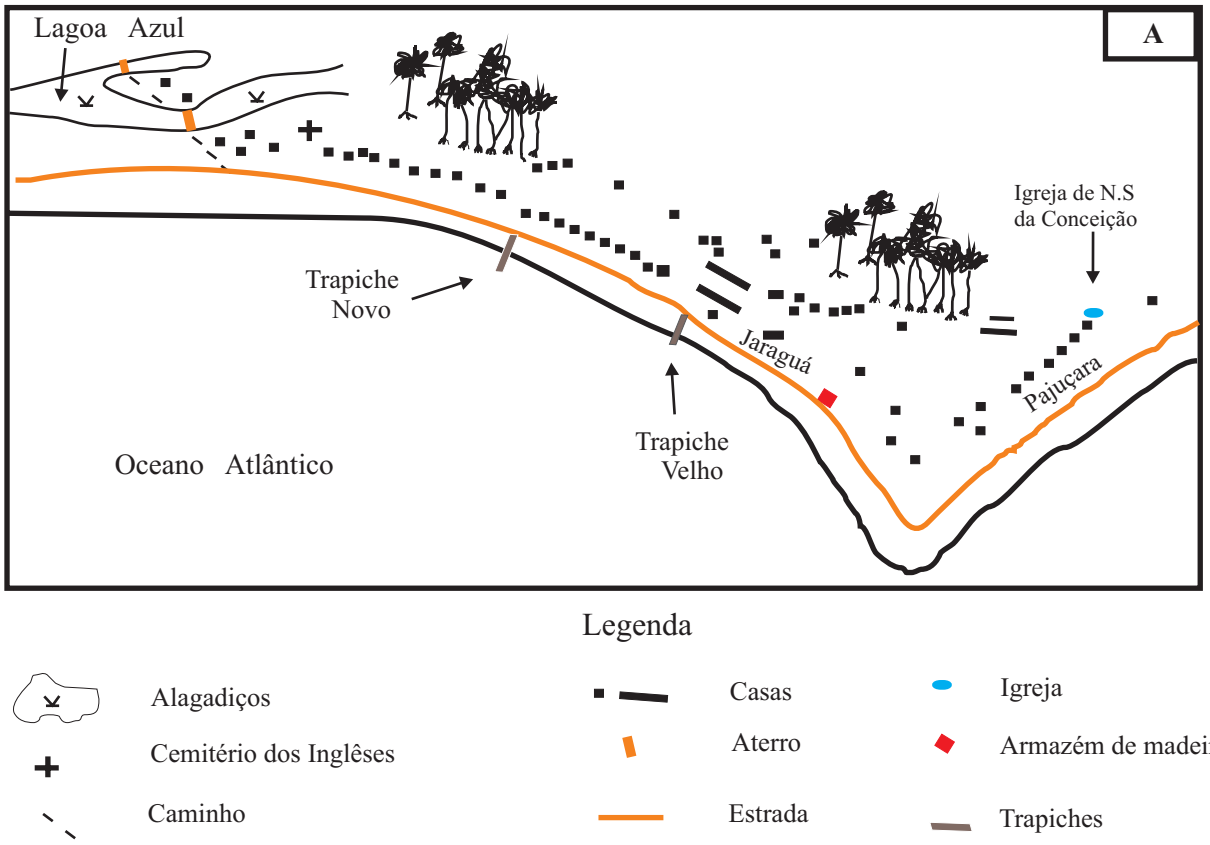
Igreja de Maceió

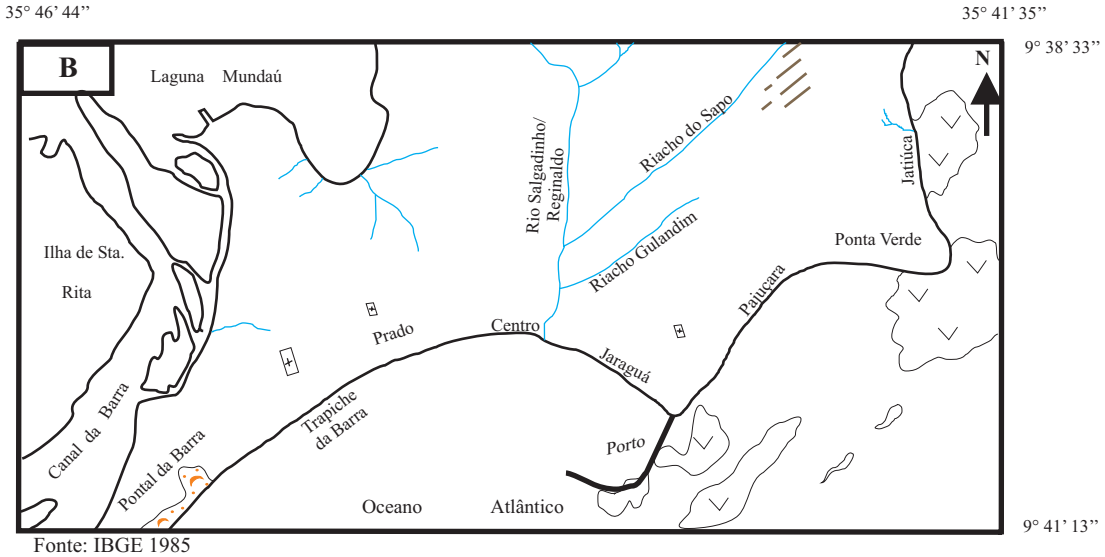
Armazém Real

Fortaleza

Recifes que se descobrem na baixamar

Figura 5.10 - Plano das enseadas de Jaraguá e Pajuçara , por José Fernando Portugal em 1803.





Fonte: IBGE 1985

Figura 5.11 - **A** - Mapa dos bairros de Jaraguá e Pajuçara realizado por Mornay em 1841.
B - Mapa dos bairros de Jaraguá e Pajuçara atualmente.

Pedrosa (1988) descreve que em 1885 Jaraguá tinha dois arrabaldes, a Pajuçara, que era habitado por pescadores e veranistas, e o Poço, onde existiam sítios e chácaras.

Em 1896 existiam em Jaraguá quatro trapiches que eram áreas de embarques de mercadorias e passageiros denominados de trapiche Segundo, Novo, Jaraguá e do Faustino.

No início do século 20, mais precisamente em 1911, Jaraguá era uma praia com várias gameleiras que foram cortadas para alargamento e calçamento da hoje rua Sá e Albuquerque, calçamento este que se prolongava até a ponte dos Fonsecas, ligando o bairro de Jaraguá ao Centro.

Em 1917, como pode ser verificado no mapa para a implantação do novo porto de Maceió, existiam 12 trapiches em Jaraguá e um na Pajuçara, de propriedade da fábrica de sabão (figura 5.12).

Em 1937, segundo Costa (2001), as ruas comerciais em Jaraguá eram a da Alfândega, (hoje Sá e Albuquerque) e a Barão de Jaraguá. O restante do bairro era residencial, e qualquer pessoa que precisasse de um carretel de linha ou de uma fita de seda teria de ir à cidade, a Maceió, como era chamado o bairro do Centro.

Em outubro de 1940 foi inaugurado o porto de Maceió, iniciando-se assim a desativação dos trapiches e construção do terminal açucareiro e do *píer* petroleiro.

No bairro, existia um riacho chamado de Massayó ou Maceió Azul ou ainda Lagoa Azul, e que atualmente é chamado de Reginaldo ou Salgadinho. Em 1944, a Prefeitura de Maceió deslocou a foz do riacho Salgadinho nas proximidades da praça Sinimbu para o bairro de Jaraguá.

5.2.6 O bairro da Pajuçara

Segundo Mornay (1841), a praia da Pajuçara já foi mais freqüentada por embarcações maiores, encontrando-se hoje aterrada devido aos “currais” feitos no lagamar, de sorte que atualmente só entram algumas “sumacas” com a maré cheia.

Espíndola (1871) descreve a Pajuçara como uma freguesia além do bairro de Jaraguá, com mais de 250 cabanas de palha habitadas por pescadores e com a capela de Nossa Senhora da Conceição, e que em sua enseada os navios eram ancorados para desembarque de mercadorias, existindo um trapiche de propriedade da fábrica de sabão localizada em Jaraguá (figuras 5.9 e 5.12).

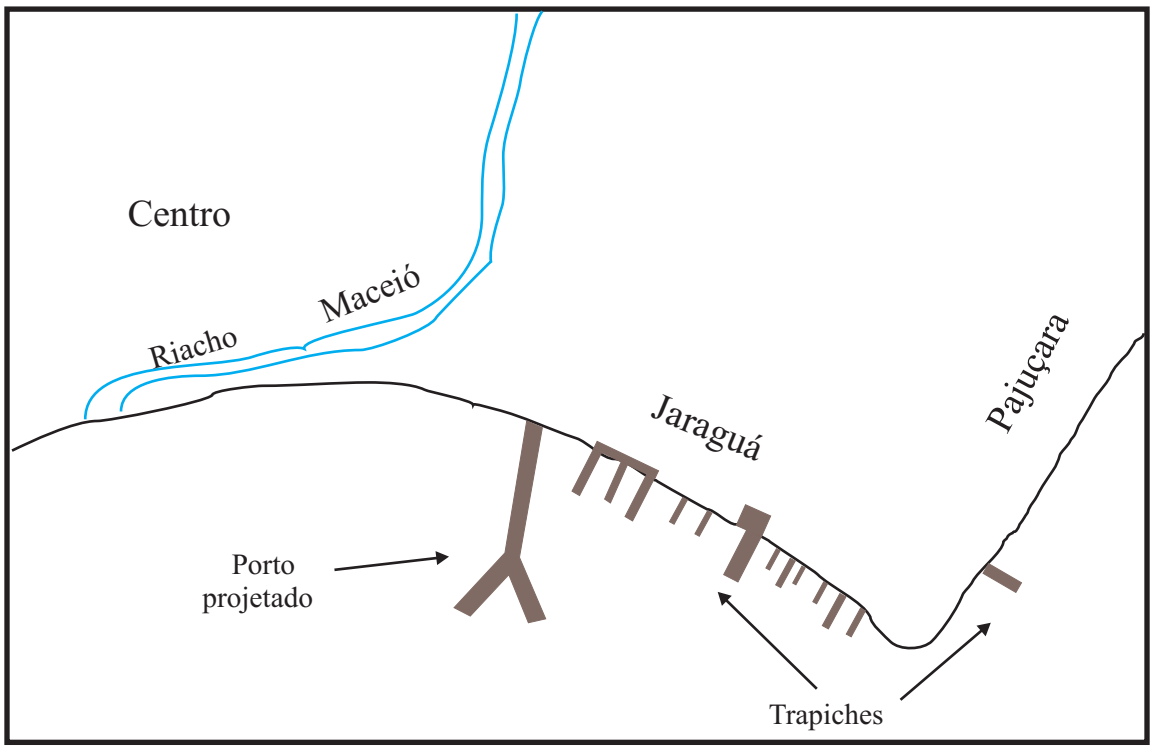


Figura 5.12 - Planta para o porto de Maceió, realizada por Consulting Engineer NY. USA de fevereiro de 1917.

O trapiche de propriedade da fábrica de sabão também era utilizado, às vezes, para o desembarque de passageiros, quando as condições do mar não permitiam o desembarque nos trapiches de Jaraguá. Este trapiche foi demolido em 1930.

Costa (2001) relata que em 1930, na Pajuçara, a vegetação natural da zona de praia cede terreno para as casas residenciais e surge um arrabalde novo, a Ponta da Terra, para onde vai se chegando a mocambaria dos pescadores, expelida da Pajuçara pelas novas construções.

Da Pajuçara se pode dizer que a partir dos princípios do século XX se transformou no arrabalde dos banhos de mar. A princípio as casas se faziam em caráter provisório, para a família passar a temporada de banho, depois o clima agradável prendia-a, e aí se ia fixando.

Atualmente, os poucos casarões que ainda resistem à atividade imobiliária datam do início do século XX, e são ocupados por veranistas de Maceió e do interior.

5.2.7 O bairro da Ponta Verde

O bairro da Ponta Verde tem seu nome ligado a uma feição geomorfológica, ou seja, ao promontório formado pelo recife de franja e o "Verde" diz respeito ao coqueiral ora existente na área (figura 5.4).

Segundo Lima Júnior (1976), o famoso coqueiro batizado com o nome de Gogó da Ema devido à sua forma singular, existia desde a primeira década do século XX, sendo avistado pelos navios que aportavam em Maceió, e tornando-se atração turística para os que aqui vinham. O coqueiro passou a ser avistado do mar quando este passou a avançar muito, derrubando alguns coqueiros que existiam na sua frente.

Em 1955 o mar avançou ainda mais, pondo em perigo a famosa palmeira, até que em 27/7/55 ela caiu, sendo noticiado no jornal GAZETA de Alagoas pela manchete "Os assassinos do Gogó da Ema", denunciando o descaso das autoridades com aquela que era uma atração para a população local e turistas. E assim, a prefeitura, no dia 29, reergueu o coqueiro e construiu um muro de alvenaria e traves de madeiras para protegê-lo, porém em janeiro de 1956 ele tombou em definitivo.

Hoje o bairro tem uma taxa de ocupação de 95%, sendo representada por residências, restaurantes e hotéis.

5.2.8 O bairro da Jatiúca

Segundo Almeida & Lira (1998), o nome Jatiúca vem da língua indígena e significa Carrapato. Esse bairro há tempos atrás era um imenso coqueiral pouco habitado, por ser considerado distante da cidade e com estradas arenosas de difícil locomoção.

Hoje, o bairro que é um prolongamento da Ponta Verde, encontra-se quase que totalmente urbanizado, concentrando edifícios, hotéis e restaurantes.

5.2.9 Os bairros de Cruz das Almas e Jacarecica

São os bairros do extremo norte da área de estudo, e que no passado eram freguesias do bairro de Jaraguá. Devido a distância do centro de Maceió, foram ocupados, e são ainda hoje em menor proporção, por alguns sítios de coco. O bairro de Cruz das Almas teve sua ocupação a partir da década de 50 do século passado de forma bastante desordenada, com ruas estreitas e às vezes sem saída.

O bairro de Jacarecica foi assim denominado devido ao rio que faz seu limite norte, chamado pelos índios "rio dos jacarés". Ele tem sua ocupação na planície costeira um pouco mais ordenada devido aos três conjuntos residenciais estabelecidos na mesma já nos anos 80.

5.3 Indicadores socioeconômicos dos bairros

Segundo dados do censo IBGE (2000), como pode ser verificado na tabela 5.1, atualmente os bairros mais populosos são o da Jatiúca, Trapiche da Barra, Prado e Ponta Verde. Essa distribuição populacional se processa de maneira predominantemente horizontal (ou seja, casas) nos bairros do Trapiche da Barra e Prado; já na Ponta Verde essa ocupação se processa de maneira mais vertical. Com relação ao poder aquisitivo dos residentes, a pesquisa mostrou que os bairros do Centro, Pajuçara, Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica representam a classe média e a Ponta Verde, a classe média alta entre os bairros estudados, considerando-se o contexto socioeconômico do município de Maceió.

O bairro da Ponta Verde destaca-se pelo seu potencial turístico, tendo na paisagem o aspecto que atrai turistas e moradores, ocasionando a valorização do bairro e igualando a outros bairros nobres da cidade, como por exemplo o bairro de Jardim Petrópolis, onde existem condomínios fechados, e que apresentam uma renda média mensal de R$ 4.146,00.

Tabela 5.1- Dados populacionais e de rendimentos nos bairros costeiros

Bairros	População			Rendimento médio das pessoas (R$)
	Total	casas	apartamentos	
Pontal	2.331	2.320	2	487,50
Trapiche da Barra	24.257	22.842	236	519,12
Prado	17.925	16.931	906	750,10
Centro	3.710	2.958	564	1130,60
Jaraguá	4.219	3.568	501	724,65
Pajuçara	3.229	2.353	808	1805,16
Ponta Verde	16.361	2752	13.534	3916,06
Jatiúca	33.758	18.929	14.715	1917,35
Cruz das Almas	9.250	6.852	2.323	1631,89
Jacarecica	5.093	2.481	2.596	1137,99

Fonte: IBGE-2000

Por outro lado, existem bairros cuja população tem uma renda média mensal inferior a R$ 300,00, portanto inferior aos bairros de menor renda na área estudada. Tais bairros são localizados na parte alta da cidade e também na planície costeira, como Chã da Jaqueira, Bebebouro, Pescaria e Rio Novo.

5.4 Conclusões

A zona costeira de Maceió tem sido ocupada de maneira intensiva, sendo hoje a área que apresenta a maior densidade demográfica do estado. É neste setor do estado de Alagoas que se concentra a maior parte das atividades econômicas, industriais, de recreação e turismo, gerando sérios problemas de ocupação.

Assim como outras regiões costeiras do Brasil, o litoral de Maceió apresenta problemas devido à ocupação urbana desordenada, principalmente a partir da década de 70, quando foram implantados a SALGEMA, hoje BRASKEM, no bairro de Pontal da Barra, e o Pólo Cloroalcoolquímico, no vizinho município de Marechal Deodoro.

Com a implantação destas indústrias, houve um período de grande atividade imobiliária que se intensificou no início dos anos 80, levando ao adensamento dos bairros costeiros, sem no entanto a devida implantação do saneamento básico.

Com base nesta expansão urbana e comparando-se mapas antigos com os atuais, verifica-se que a planície costeira sofreu modificações contínuas e progressivas relativas a aterros em áreas úmidas, desaparecimento de campo de dunas, desvios de desembocaduras de rios e retificações na calha dos canais, construções de obras costeiras como o porto, calçadões e galerias de águas pluviais.

Os bairros localizados no extremo sul da área, como o Pontal da Barra e Trapiche da Barra, são caracterizados por uma população de pescadores e artesãos que, ao longo dos anos, foram absorvendo a atividade comercial, implantando um núcleo gastronômico associado às lojas de artesanato.

Os bairros mais centrais, como o Prado e o Centro, perderam sua característica residencial e vêm passando cada vez mais a serem comerciais e administrativos.

O bairro de Jaraguá, como vem ocorrendo em várias capitais brasileiras, passa por um processo de resgate, com a restauração dos casarios e implantação de um pólo turístico/ histórico de eventos, com bares, restaurantes e várias casas noturnas.

Já os bairros da Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca têm dois eixos já consolidados: o setor residencial, de alto poder econômico, e o do turismo, com a maior concentração de hotéis e restaurantes da cidade.

Os bairros de Cruz das Almas e Jacarecica são caracteristicamente residenciais.

Verifica-se que a ocupação litorânea dos bairros enfocados requer do poder público o planejamento necessário para se evitar o rompimento cultural de comunidades como a do Pontal da Barra, o incentivo na área de turismo histórico para o bairro de Jaraguá, o ordenamento residencial nos bairros de Cruz das Almas, Jacarecica, Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca, e o planejamento hoteleiro para os bairros de Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca.

6. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A MÉDIO PRAZO

Cidades costeiras clamam por estudos seqüenciais com relação às mudanças da linha de costa e sua taxa de movimentação para que se possa planejar a sustentabilidade e ocupação dessas regiões, já que 60% da população mundial encontram-se estabelecidos na zona costeira.

As variações ao longo da linha de costa estão relacionadas aos processos físicos e aos antrópicos. Os principais processos físicos intervenientes, tais como, variação do nível médio do mar, condições oceanográficas (ondas, marés e correntes), suprimento de sedimentos para a zona costeira e tempestades são fatores naturais que podem ocasionar efeitos construtivos ou erosivos de sedimentos na face de praia. Os processos antrópicos, como construção de portos, muros de contenção, dragagens, marinas, *piers* ou qualquer outra intervenção artificial, podem, geralmente, ocasionar mudanças inesperadas no balanço sedimentar da linha de costa.

O avanço da linha de costa no sentido do mar origina novas terras processo chamado progradação. Quando, o mar avança continente adentro fazendo a linha de costa recuar, pode trazer sérios prejuízos materiais, se a linha de costa em recuo encontrar alguma estrutura rígida construída pelo homem. Em áreas não habitadas, esse processo passa despercebido e não recebe qualquer atenção da população. A erosão costeira só passa a representar um problema para a sociedade quando o homem ocupa de modo inadequado áreas onde aquele processo esteja ocorrendo.

Este capítulo mostra a avaliação das mudanças da linha de costa a médio prazo associadas à evolução dos *spits* que delimitam a área de estudo.

O período de estudo da linha de costa, de acordo com os trabalhos existentes sobre o tema, é considerado de médio prazo quando são analisadas décadas. Quando o período de analise envolve anos, é considerado como de curto prazo (Capítulo 8).

6.1 Definição de linha de costa

As definições e divisões na zona costeira variam de autor para autor, não existindo um consenso; alguns termos são usados como sinônimos e em outros trabalhos são utilizados com outro sentido.

Segundo Almeida (1955), linha de costa ou linha de praia (*shoreline*) é a linha limítrofe do fundo da praia, ou seja, a linha alcançada pelas ondas quando em ressacas ou marés anormais, podendo ser identificada pela linha de velhos depósitos ou por dunas.

Bird (1970) define linha de costa (*coastline*) como uma zona entre a margem da água no nível da maré baixa e o limite em direção a terra (continente) sobre a ação das ondas. Ela inclui o estirâncio, exposto na maré baixa e imerso na maré alta, e a pós-praia, exposta no nível normal da maré alta, porém inundada excepcionalmente por marés altas ou por altas ondas durante as tempestades. A linha de praia (*shoreline*) é estritamente a margem da água que migra de acordo com as marés.

Segundo Muehe (1995), linha de praia (*shoreline*) é o limite da rampa de *swash* (máximo da maré alta) no intervalo de tempo de observação. A linha de praia muda de posição segundo a altura da maré.

Thurman (1994) define linha de praia (*shoreline*) como a margem da água que estritamente oscila de acordo com a maré.

Morton (1997) delimita a linha de costa através da utilização do GPS (*Global Positioning System*) associada às feições praiais como crista de berma, escarpa de erosão e linha de vegetação, em detrimento da linha d'água estabelecida em fotografias aéreas que pode sofrer flutuações sazonais, locais e das marés, sendo portanto menos confiável como indicativo de variação das linhas de costa.

Em 1998, Suguio destaca que a linha costeira (*shoreline* ou *coastline*) corresponde aproximadamente à linha definida pelo contato entre a maré mais alta e o continente em um litoral, podendo ser usada como sinônimo de linha praial (*shoreline*).

De acordo com Blanc (2000), zona costeira é a área entre a terra e o mar, de largura variável, incluindo, em algumas áreas, a zona de captura de rios. A linha de praia (*shoreline*) é o limite entre terra e mar.

Segundo Blanc (2000), zona costeira é a interface onde a terra encontra o oceano, incorporando ambientes de linha de praia (*shoreline*) e as águas costeiras. O limite desta zona às vezes é definido arbitrariamente, baseado no limite jurídico ou administrativo. Propõe que a zona costeira é uma área especial, com características próprias, na qual os limites muitas vezes são determinados por problemas específicos.

6.2 Métodos

Após a leitura de vários trabalhos, como foi descrito acima, adotar-se-ão aqui as seguintes definições:

Zona costeira – área entre a terra e o mar, de largura variável, incluindo a zona de captura de rios, tendo seu limite determinado pela geomorfologia e a linha de costa.

Linha de costa (*coastline*) – linha associada às feições praiais, como crista de berma, escarpa de erosão, rampa de *swash* e linha de vegetação, em detrimento da linha de praia que sofre flutuações sazonais, locais e das marés, e, portanto, menos confiável como indicativo da variação da linha de costa (Morton, 1997).

Linha de praia (*shoreline*) – linha da margem da água que estritamente oscila de acordo com as marés (Muehe, 1995).

As mudanças da linha de costa de parte do município de Maceió foram analisadas através de fotografias aéreas, mapas e imagem de satélite.

Para a avaliação detalhada sobre as variações a médio prazo (recuos e progradações) da linha de costa ocorridas na área de estudo nos últimos 47 anos, foi aqui estabelecida como linha de base a linha de costa do ano de 1955, que teve sua delimitação definida pela linha de vegetação em fotografias aéreas, assim como a linha de costa de 1965, que foi ajustada à de 1955 pelos pontos de controles já existentes na planície costeira, como o porto, praças e cemitérios.

As linhas de 1977, 1982 e 2000 foram estabelecidas com base em mapas topográficos e a de 1990 através de imagem de satélite. Para fins comparativos, foi imprescindível o ajuste dos mosaicos (mapas e imagens) baseado nas construções já estabelecidas ao longo da costa, tais como: porto, *píer* da Braskem e emissário da CASAL, identificáveis nos conjuntos de mapas e imagem (pontos de controle).

Para a delimitação da linha de costa do ano de 2002, foi seguida a metodologia de Morton (1997), registrando, em caminhamento com GPS, as feições que são importantes indicadores de movimentação praial, como a crista de berma e escarpa de erosão que na maioria das vezes na área coincidem com a linha de vegetação e estruturas antrópicas, como muros de contenção, porto etc.

As linhas de costa foram digitalizadas no programa *Autocad* (*Autodesk, Inc*), tendo sido gerado um mapa na escala 1:25.000, associando as informações e identificando os principais setores onde houve avanço e recuo da linha de costa, possibilitando uma análise quantitativa e qualitativa da área de estudo. Para efeito de ordenamento, a área foi dividida em três setores, delimitados de sul para norte de acordo com as diferentes características morfológicas da linha de costa e da plataforma interna (Mapa de Evolução da Linha de Costa, Anexo II).

Com as linhas de costa digitalizadas foram estabelecidos 15 pontos, em locais onde ocorreram as maiores alterações em relação à linha de costa de 1955 (tabela 6.1). Assim, os pontos que mostraram erosão em relação à referência, assumem valores negativos; os que

apresentaram progradação, valores positivos; e os pontos com sinal de igualdade representam estabilidade na linha de costa (Mapa de Evolução da Linha de Costa, Anexo II e figura 6.1).

Tabela 6.1 – Cálculos das variações em metros da linha de costa, tomando-se por base a linha de costa de 1955

Setor	Pontos	1965	1977	1982	1990	2000	2002
1	1	=	+50	+ 25	- 25	=	=
	2	- 100	+ 25	=	=	+75	+50
	3	- 25	- 50	=	+ 50	=	=
	4	=	- 50	- 50	+ 50	=	=
	5	-75	- 50	- 50	=	+25	=
	6	- 25	+ 50	=	=	=	=
2	7	- 25	- 75	-50	=	-75	- 100
	8	- 25	- 50	- 100	- 25	-100	- 100
	9	- 75	- 25	=	- 25	-75	=
	10	=	+ 75	=	=	=	+75
	11	- 25	+ 25	=	+ 25	=	=
3	12	- 100	- 25	=	- 25	- 75	=
	13	=	+ 25	=	+ 50	=	=
	14	- 50	=	=	+ 25	=	=
	15	=	+ 25	=	+ 50	=	=

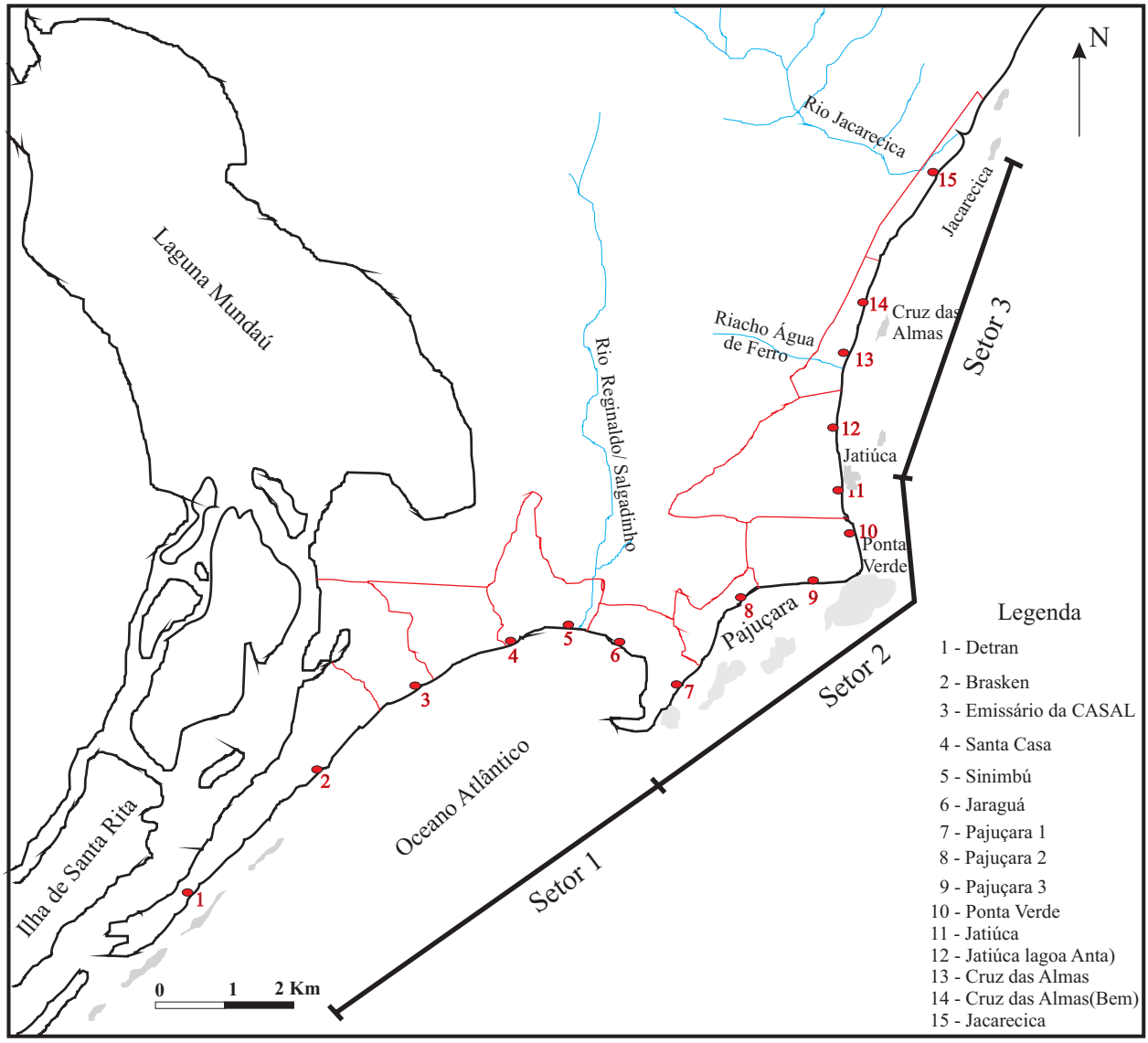
Obs.: (+) significa progradação; (-) erosão; e (=) estabilidade nos pontos de observação em relação ao ano de 1955.

Este tipo de estudo pode apresentar erros na estimativa da posição da linha de costa nos mapas, fotografias aéreas ou imagens. Essas medidas de erro nos métodos utilizados na delimitação da linha de costa vêm sendo abordadas por vários autores. Segundo Dolan et al. (1991), *in* Maia (1998), os erros em planta são da ordem de ± 8,4 m para mapas antigos, ± 5,0 m para mapas atuais e aproximadamente 7 m para fotografias aéreas a uma escala de 1:10.000. Atualmente, com a utilização do GSP, a tendência é diminuir este erro.

6.3 Padrão de variação no período de 1955 a 2002

6.3.1 Setor 1 – Praias do Pontal da Barra, da Avenida e de Jaraguá

Este setor apresenta cerca de 11 km de extensão, limita-se ao sul pelo *inlet* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba e ao norte pelo porto de Maceió (figura 6.1). Representa o trecho com maior número de feições, seja de origem natural, representada pela linha de recifes de arenito, seja de origem antrópica, como o *píe*r da Braskem, o emissário da CASAL e o porto de Maceió.



Fonte: Mapa de distribuição dos bairros de Maceió, IMPAR/PMM (2000)

Figura 6.1 - Mapa de distribuição dos setores e dos pontos de observação.

No extremo SW da área afloram os recifes de arenitos, desde o *inlet* até bem próximo ao *píer* da Braskem, mantendo uma distância paralela à linha de costa de aproximadamente 375 metros. Na altura da Braskem os recifes sofrem uma subsidência, somente ocorrendo a 10 metros de profundidade. Observam-se pequenas reentrâncias na linha de costa quando os recifes encontram-se seccionados.

A pós-praia, neste setor, era ampla na década de 50, com campo de dunas bem desenvolvido com altitude máxima de 13 metros e direção preferencial da migração eólica de NE/SW (figura 5.4). A partir da década de 60, tanto o campo de dunas como a pós-praia e as áreas úmidas foram aterradas para abertura de estradas e ocupação urbana/industrial (figura 5.4). Cabe ressaltar que o ponto de observação 2 deste setor, próximo ao *píer* da Braskem, é o local que apresenta a maior progradação, com avanço da linha de costa de 75 metros no ano 2000 (tabela 6.1).

6.3.2 Setor 2 - Praias da Pajuçara e Ponta Verde

Esse setor tem suas praias circundadas pelos recifes de coral e algas e foi dividido em duas células, a da Pajuçara e a da Ponta Verde, por apresentarem comportamentos opostos.

A célula da Pajuçara apresenta uma extensão de cerca de 2,8 km, limitada ao sul pelo porto de Maceió e ao norte pelo recife de franja da Ponta Verde (figura 6.1).

Esta célula representa o trecho mais crítico do ponto de vista da erosão costeira. As ondas que ali chegam sofrem uma difração natural decorrente da presença do promontório (recife de franja da Ponta Verde) e que foi intensificada pela retirada da linha de recifes e pela construção do clube Alagoinha, levando à deposição de sedimentos a norte do promontório, na praia da Ponta Verde e erosão a sul, na Pajuçara. O material sedimentar que consegue ultrapassar o promontório, através da deriva litorânea, se perde em direção ao mar aberto. Desta forma, a enseada da Pajuçara recebe muito pouco material sedimentar externo; o que chega à praia é o próprio material interno da enseada que fica sendo retrabalhado. Este setor apresenta uma tendência erosiva da linha de costa, com recuos máximos de 100 metros em 1982, 2000 e 2002.

A partir da década de 80, no ponto 8 (tabela 6.1) observa-se um processo erosivo mais intenso, no qual, para proteger a retroterra, a prefeitura construiu muros e gabiões em etapas sucessivas para deter o processo (figuras 6.2 e 6.3). A erosão também é provavelmente causada pela retirada da linha de recife natural (para a fabricação de cal em décadas anteriores), e pela construção do clube Alagoinha (na década de 70), e das

Figura 6.2 - A - Fotografia aérea de 1955 Cruzeiro do Sul (escala 1:20.00), mostrando a praia da Pajuçara sem o processo erosivo estabelecido atualmente.
B - Fotografia aérea de 1995 (escala 1: 12:500-SPU), mostrando o ponto 8 em processo erosivo na praia da Pajuçara.

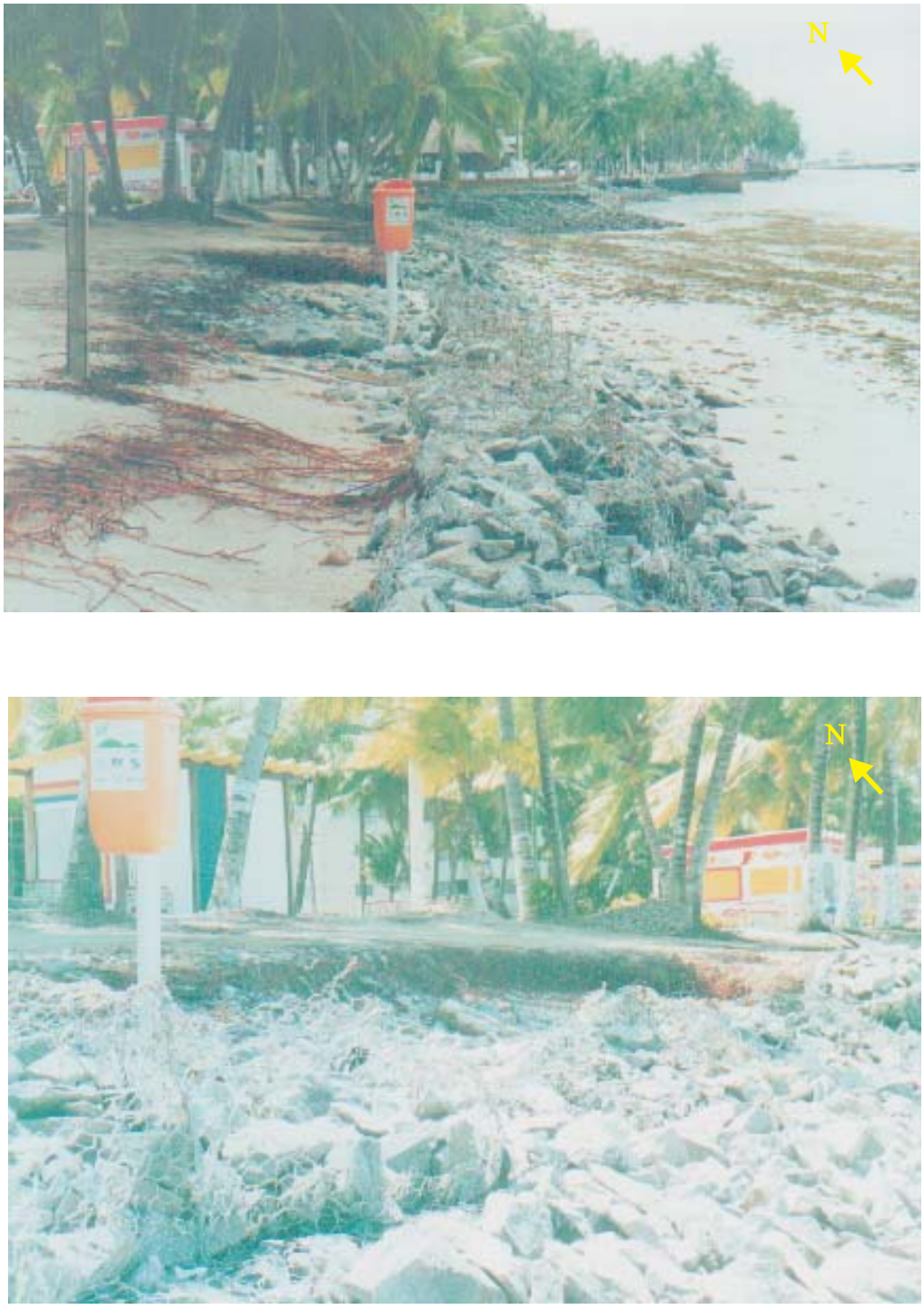


Figura 6.3 - Estado atual da praia da Pajuçara, sem pós-praia no ponto 8 de observação.

várias ampliações do porto de Maceió que atuam assim como uma barreira ao transporte de sedimentos.

A célula da Ponta Verde apresenta uma extensão de cerca de 1,5 km (figura 6.1), limitada ao sul pelo promontório da Ponta Verde (recife de franja) e ao norte pela ponta do Percevejo. Esta célula apresenta uma tendência de estabilidade/progradação da linha de costa para o período considerado, com avanço máximo de 75 metros no ponto 10 em 1977 e 2002 (tabela 6.1), provavelmente associada ao transporte de sedimentos pela deriva litorânea.

6.3.3 Setor 3 - Praias da Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica

Esse setor costeiro difere dos anteriores e tem como característica morfológica afloramentos dispersos de arenito de praia (*beach rocks*) a uma distância média de 700 metros da linha de costa. Para melhor compreensão este setor foi dividido em três células, a célula da Jatiúca, a de Cruz das Almas e a de Jacarecica (figura 6.1).

A célula da Jatiúca apresenta uma extensão de cerca de 1,6 km, limitada ao sul pela Ponta do Percevejo e ao norte pela desembocadura da lagoa da Anta. Apresenta tendência erosiva em 1965, 1977, 1990 e 2000, com recuo máximo de 100 metros em 1965 e estabilização em 1982 e 2002 (tabela 6.1).

A célula de Cruz das Almas apresenta uma extensão de aproximadamente 2,5 km, limitada ao sul pela lagoa da Anta e ao norte pelo *Camping Club* (Mapa de Evolução da Linha de Costa, Anexo II). Esta célula apresenta uma tendência de recuperação/progradação com avanço da ordem de 25 a 50 metros em 1990 e estabilidade nos outros anos (tabela 6.1).

A célula de Jacarecica apresenta uma extensão de cerca de 2,1 km, limitada ao sul pelo *Camping Club* e ao norte pelo *inlet* do rio Jacarecica (figura 6.1). Esse setor mostrou uma progradação da ordem de 25 metros em 1977 e 50 metros em 1990. Atualmente encontra-se em processo de estabilização (tabela 6.1).

6.4 Evolução dos *Inlets*

Inlets são aberturas de comunicação dos corpos d'água na linha de costa. Essas aberturas sofrem influências da dinâmica costeira (ondas, marés, ventos e deriva litorânea) bem como do balanço hídrico regional e do aporte sedimentar continental. Essas influências são responsáveis pela grande mobilidade dos esporões arenosos (*spits*) que ora são largos, ora são estreitos, configurando-se assim como setor costeiro de grande instabilidade.

Dean (1990) mostrou que 85% da erosão costeira da Flórida estava associada a *inlets*.

Fenster & Dolan (1996) descreveram que a influência dos *inlets* na linha de costa é função do seu tamanho, número e balanço da taxa de sedimentos, resultando na grande percentagem de praias erodidas ao longo da costa do golfo na Flórida.

A área de estudo é delimitada por dois *inlets*: o do sul, que é a desembocadura do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba e o do norte, que é a desembocadura do rio Jacarecica (Mapa de Evolução da Linha de Costa, Anexo II). Para ambos os *inlets* foram calculadas as variações das áreas dos *spits*, tomando-se por base a sua configuração em 1955 e as linhas de costa de 1965, 1977, 1982, 1990 e 2000.

6.4.1 *Inlet* estuarino lagunar Mundaú-Manguaba

O *inlet* do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba mostrou grandes variações em sua forma durante o período de avaliação. Atualmente, o esporão arenoso (*Spit*) tem cerca de 2 km de extensão e direção NNE -SSW (Mapa de Evolução da Linha de Costa, Anexo II). Essa feição é o prolongamento da praia do Pontal da Barra e separa o canal externo da laguna Mundaú do oceano, tendo uma largura média de 266 metros. O volume de água do canal da Mundaú-Manguaba funciona como molhe hidráulico, aprisionando os sedimentos da deriva e fazendo com que o esporão arenoso cresça.

Durante o período de análise do comportamento do *spit* verificou-se que existiu sempre uma tendência de crescimento para SE (figura 6.4). Observou-se que a maior área de acréscimo foi de 0,41 km^2, obtida no ano de 2000 (tabela 6.2) .

Tabela 6.2 – Variações na área do *spit* estuarino lagunar Mundaú Manguaba, tomando-se por base sua área em 1955.

Período	Área (km^2)
1965	0,0925
1977	0,145
1982	0,265
1990	0,0975
2000	0,4125

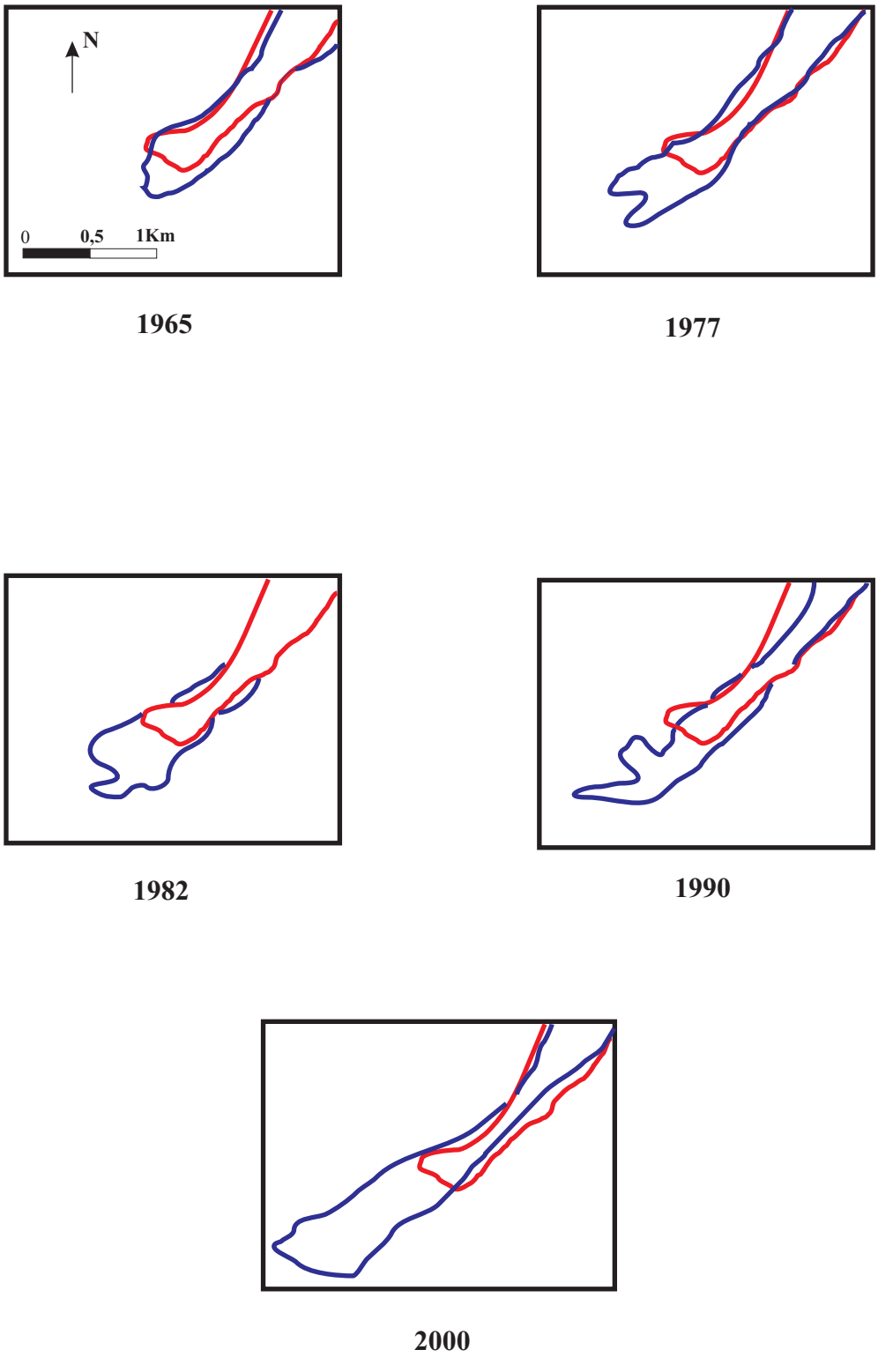


Figura 6.4 - Ciclo evolutivo do *inlet* estuarino lagunar Mundaú Manguaba nos últimos 50 anos, tomando-se por base sua configuração em 1955 representada em vermelho.

6.4.2 *Inlet* do rio Jacarecica

O *inlet* do rio Jacarecica localiza-se no extremo norte da área e apresenta poucas variações geomórficas se comparado com o *inlet* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba. O esporão arenoso tem cerca de 0,5 km de extensão e direção NE-SW. Esta feição vem a ser o prolongamento da praia de Jacarecica que é separada da praia de Guaxuma pelo *inlet* que tem uma largura média de 20 metros.

A desembocadura do rio Jacarecica também tem sua morfologia influenciada pela dinâmica costeira (ondas, ventos e correntes), associada à presença de recifes e pequenos bancos arenosos submersos que apresentam constantes mudanças na morfologia.

No seu perfil evolutivo, observou-se que em 1965 ocorreu uma mudança do traçado no canal do rio Jacarecica no setor sul, e a migração de sua foz para o norte. Em 1977 a calha do rio volta à configuração de 1955, com uma pequena progradação da linha de costa no setor sul do *inlet* e a foz do rio passa a ser bem mais aberta (figura 6.5).

Em 1982 observa-se que o rio voltou ao seu traçado de 1955, porém com sua desembocadura mais para o norte. Em 1990, a parte sul do canal interno do rio passou por um processo de erosão, enquanto que a linha de praia adjacente sofreu um processo de progradação. No setor norte do *inlet* observa-se que o seu canal interno foi prolongado e o pontal arenoso foi acrescido de 10 m.

Em 2000 o processo de mudança na calha sul foi bastante modificado na parte interna e na praia ocorreu o rompimento do esporão, com o surgimento de uma abertura de tempestade deslocada de aproximadamente 50 metros para o sul do *inlet* principal.

A variação da área do *spit* do rio Jacarecica, tendo como *datum* a sua configuração em 1955 (tabela 6.3), tem sua maior área correspondente a 0,06 km^2 no ano de 1977.

Tabela 6.3 – Variações na foz do rio Jacarecica, cálculo da área de *spit* tomando-se por base sua área em 1955.

Período	Área (km^2)
1955/1965	0,03
1955/1977	0,06
1955/1982	0,001
1955/1990	0,04
1955/2000	- 0,002

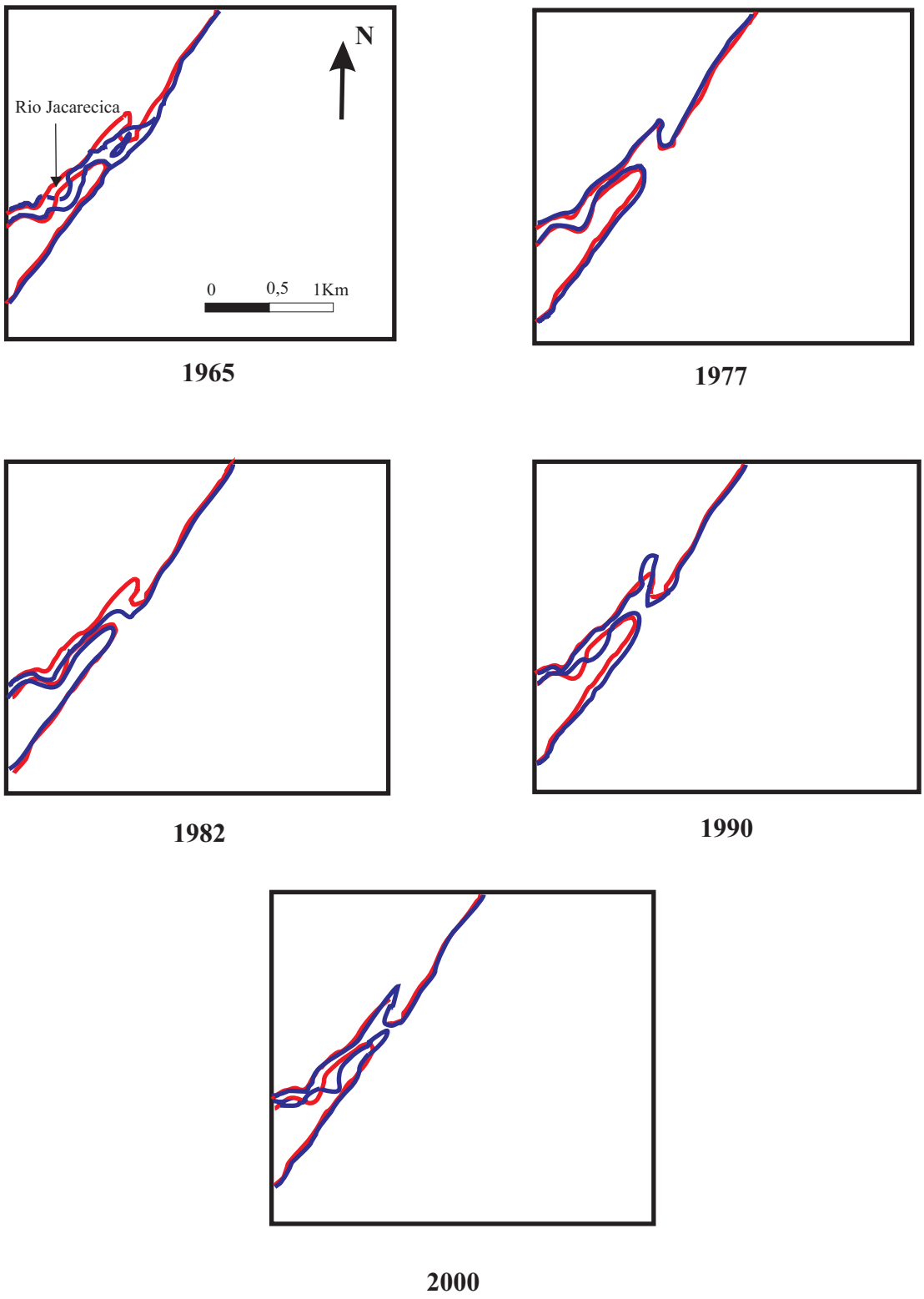


Figura 6.5 - Ciclo evolutivo do *inlet* do rio Jacarecica nos últimos 50 anos, tomando-se por base sua configuração em 1955 representada em vermelho.

6.5 Conclusões

A erosão ou progradação da linha de costa está diretamente associada aos processos que atuam no litoral. Observou-se no mapa de evolução da linha de costa que os processos de erosão, progradação ou estabilização não estiveram atuando continuamente ao longo de toda a linha de costa, existindo variações provavelmente associadas à morfologia da praia, ao volume de sedimentos transportados, à batimetria da plataforma adjacente e altura de onda.

Analisando-se a configuração da linha de costa de Maceió, observa-se que as feições morfológicas naturais tais como promontório (recife de franja da Ponta Verde), recifes de arenito, de coral e de algas e os *inlets,* e mais as feições antrópicas, como o porto, *píer* de Braskem e emissário da Casal, modificam de forma substancial a magnitude e o padrão de distribuição dos sedimentos na linha de costa.

Com relação às variações da linha de costa a médio prazo, observou-se que o setor 1 apresenta uma relativa estabilidade e em alguns pontos tem-se uma progradação.

No setor 2, a célula da Pajuçara apresenta uma tendência erosiva, agravada pela retenção dos sedimentos no promontório da Ponta Verde e no porto de Maceió, e por construções como calçadas, muros e bares sobre a pós-praia, que, além de agredir a paisagem, contribuem para aumentar o *déficit* de sedimentos. Desta forma, como poderá ser verificado no capítulo 9, os sedimentos que atapetam a enseada da Pajuçara são sedimentos "trapeados" na enseada que ficam sendo retrabalhados. Já a célula da Ponta Verde apresenta estabilidade e progradação, devida , provavelmente, ao transporte pela deriva litorânea.

O setor 3, a célula da praia da Jatiúca, apresenta tendência ora erosiva ora de estabilidade, e as células das praias de Cruz das Almas e Jacarecica apresentam-se progradantes.

O *spit* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba é uma restinga com tendência a crescimento no sentido NE-SW, tendo atingido um máximo de 1250 metros no ano de 2000, deslocando sedimentos através do *inlet* ora para o interior do canal Mundaú-Manguaba (delta de enchente), e ora para o mar (delta de vazante), sob os efeitos das marés.

No rio Jacarecica o *spit* tem um comprimento máximo de 700 metros, e em alguns períodos de alta precipitação e, conseqüentemente, maior vazão de rio, um novo canal é aberto originando um *inlet* de tempestade.

7. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A MÉDIO PRAZO ASSOCIADAS AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO, OBRAS COSTEIRAS E AMBIÊNCIA

Durante os últimos anos, a ocupação da zona costeira de Maceió tem contribuído para dizimar a vegetação nativa e as feições geomorfológicas presentes tais como dunas, lagunas, terras úmidas, cordões litorâneos e praias. Essa ocupação fez surgir uma série de obras costeiras, modificando o meio ambiente.

O desenvolvimento de atividades humanas cresceu neste setor costeiro devido a Maceió constituir a sede do governo estadual, e por isto representar a cidade destino de pessoas que chegam à procura de novas oportunidades de emprego, oriundas de todos os recantos do estado. O que era no século XIX uma vila de pescadores, hoje é o maior pólo econômico, residencial, comercial, industrial, turístico e de lazer do estado.

O presente capítulo quantifica em metros/ano o deslocamento na linha de costa nos anos de 1965, 1977, 1982, 1990, 2000 e 2002, tendo por referência a linha de costa do ano de 1955. Esse deslocamento foi correlacionado ao grau de desenvolvimento urbano, obras costeiras e à ambiência nos 10 bairros costeiros que compõem a área de estudo.

7.1 Métodos

Atualmente, nas várias bibliografias consultadas, verificamos que existem diversos métodos de grande valia para a compreensão das modificações costeiras, porém estes apresentam resultados em escalas distintas, dificultando a análise a médio prazo e também não associam nem quantificam o grau de desenvolvimento urbano, as obras costeiras e os impactos ambientais.

Em 1998, Esteves & Finkl, estudando a linha de costa da Flórida, verificaram que, mesmo utilizando dados seqüenciais desenvolvidos por órgãos ligados ao gerenciamento costeiro daquele estado, era difícil a identificação das áreas críticas de erosão, pois setores definidos como em erosão num período, poderiam ser definidos como estáveis ou em progradação em outro período. Sendo assim, para quantificar as mudanças da linha de costa, grau de urbanização, obras costeiras e meio ambiente, foi definida uma série de parâmetros.

Considerando que, para a área em estudo, inexistiam dados seqüenciais de mudanças da linha de costa, e que os mesmos foram levantados durante a realização deste trabalho (capítulo 6), adotaram-se, com pequenas adaptações, os parâmetros definidos por Esteves & Finkl (1998), com o intuito de facilitar e padronizar os deslocamentos da linha de costa a

médio prazo, associando-os ao grau de desenvolvimento urbano, obras costeiras e ambiência (tabela 7.1).

Tabela 7.1 – Definições dos parâmetros usados para caracterizar segmentos da costa do município de Maceió.

Parâmetros	Classes	Definições
Deslocamento da linha de costa (com base na linha de costa de 1955)	Acresção	> 0,5 m / ano
	Estável	0,5 a - 0,5 m / ano
	Erosão	- 0,5 a –1,0 m / ano
	Alta erosão	> - 1,0 m / ano
Desenvolvimento urbano	Alto	> 60% da área do bairro costeiro ocupada (casas, prédios)
	Moderado	30 a 60 % da área do bairro costeiro ocupada
	Baixo	< 30 % da área do bairro costeiro ocupada
Obras costeiras	Ausentes	Sem intervenções na linha de costa
	Presentes	Com intervenções na linha de costa (*píer*, emissário, porto, muros, gabiões)
Ambiência	Comunidades ecológicas	Recifes de coral e de algas, arenito de praia
	Áreas de risco ambiental	Porto, *píer* BRASKEM, Emissário submarino/CASAL, Rio Reginaldo/ Salgadinho, Riacho Água de Ferro e rio Jacarecica.

Modificado de Esteves & Finkl (1998)

Para se avaliar os deslocamentos da linha de costa a médio prazo, utilizaram-se os mesmos 15 pontos já definidos no mapa de deslocamentos da linha de costa (cap. 6, Mapa de Evolução da Linha de Costa- Anexo II, tabela 6.1). As taxas de deslocamento para cada ano analisado foram calculadas com a divisão dos dados da tabela 6.1 pelo número de anos compreendidos entre 1955 e o respectivo ano de observação (tabela 7.2).

Tabela 7.2 – Cálculo das taxas de deslocamento da linha de costa em metros/ano.

Setor	Pontos	1965 (m/10)	1977 (m/22)	1982 (m/27)	1990 (m/35)	2000 (m/45)	2002 (m/47)
1	1	=	+ 2,27	+ 0,93	- 0,71	=	=
	2	- 10	+ 1,14	=	=	+1,67	+ 1,06
	3	- 2,5	- 2,27	=	+1,42	=	=
	4	=	- 2,27	- 1,85	+ 1,42	=	=
	5	- 7,5	- 2,27	- 1,85	=	+ 0,56	=
	6	- 2,5	+ 2,27	=	=	=	=
2	7	- 2,5	- 3,40	-1,85	=	-1,67	- 2,13
	8	- 2,5	- 2,27	- 3,70	- 0,71	-2,22	- 2,13
	9	-7,5	-1,14	=	-0,71	-1,67	=
	10	=	+ 3,40	=	=	=	+ 1,60
	11	- 2,5	+ 1,14	=	+ 0,71	=	=
3	12	- 10	- 1,14	=	- 0,71	-1,67	=
	13	=	+ 1,14	=	+ 1,42	=	=
	14	- 5	=	=	+ 0,71	=	=
	15	=	+1,14	=	+1,42	=	=

Obs.: (+) significa progradação; (-) erosão; e (=) estabilidade nos pontos de observação em relação ao ano de 1955.

Definiram-se quatro intervalos de classe para os deslocamentos da linha de costa (tabela 7.1). Os intervalos de classe > 0,5 m/ano (acresção), de -0,5 a 0,5 m/ano (estabilidade), de - 0,5 a - 1,0 m/ano (erosão) e > - 1,0 m/ano (alta erosão).

Os intervalos aqui definidos podem ser diferentes de acordo com o setor costeiro trabalhado. Para a costa oriental nordestina esses intervalos são aceitáveis, visto que se trata de uma costa com *déficit* de sedimentos e planície costeira pouco desenvolvida.

Para estabelecer as diversas classes de desenvolvimento urbano, considerou-se que os bairros com mais de 60% da sua área total ocupada por prédios e casas são classificados como de alto grau de ocupação, os que apresentam entre 30 e 60% de sua área total ocupada são classificados como de moderada ocupação e os bairros com menos de 30% de sua área total ocupada, como de baixo grau de desenvolvimento urbano (tabela 7.1).

Com relação às obras costeiras, foram definidas as classes Ausentes para setores da linha de costa que não apresentam intervenções, e Presentes, para setores com obras costeiras (tabela 7.1).

O parâmetro Ambiência ao longo da linha de costa considerou as comunidades ecológicas e as áreas de riscos ambientais eminentes (tabela 7.1).

7.2 Deslocamentos da linha de costa a médio prazo

Definidas as classes de deslocamento da linha de costa (tabela 7.1) e a partir da tabela 7.2, foi montada a tabela de classes de deslocamento da linha de costa (tabela 7.3) e elaborados histogramas representativos das variações em metros/ano para os 15 pontos selecionados anteriormente (figuras 7.1 A e 7.1B).

Tabela 7. 3 – Classes de deslocamento da linha de costa.

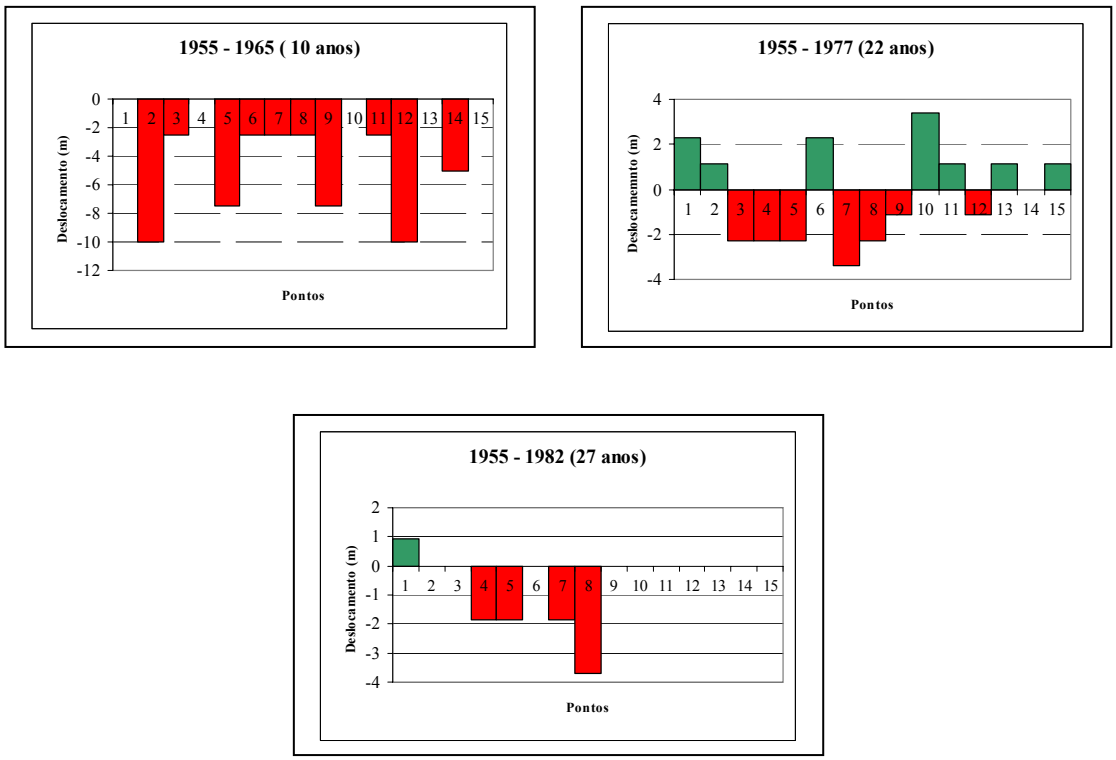
Setor	Pontos	1965 (m/10)	1977 (m/22)	1982 (m/27)	1990 (m/35)	2000 (m/45)	2002 (m/47)
1	1	estável	acresção	acresção	erosão	estável	estável
	2	alta erosão	acresção	estável	estável	acresção	acresção
	3	alta erosão	alta erosão	estável	acresção	estável	estável
	4	estável	alta erosão	alta erosão	acresção	estável	estável
	5	alta erosão	alta erosão	alta erosão	estável	acresção	estável
	6	alta erosão	acresção	estável	estável	estável	estável
2	7	alta erosão	alta erosão	alta erosão	estável	alta erosão	alta erosão
	8	alta erosão	alta erosão	alta erosão	erosão	alta erosão	alta erosão
	9	alta erosão	alta erosão	estável	erosão	alta erosão	estável
	10	estável	acresção	estável	estável	estável	acresção
	11	alta erosão	acresção	estável	acresção	estável	estável
3	12	alta erosão	alta erosão	estável	erosão	alta erosão	estável
	13	estável	acresção	estável	acresção	estável	estável
	14	alta erosão	estável	estável	acresção	estável	estável
	15	estável	acresção	estável	acresção	estável	estável

Verificou-se que a linha de costa de Maceió em 1965 passava por um alto estágio de erosão (figura 7.1 A), com alguns setores estáveis, como a praia do Pontal da Barra próximo ao DETRAN/AL (ponto 1), a praia da Avenida nas proximidades da Santa Casa (ponto 4), a praia de Ponta Verde (ponto 10), Cruz das Almas (ponto 13) e Jacarecica (ponto 15).

Em 1977 esse estágio de alta erosão regrediu (figura 7.1 A), ficando distribuído na praia da Avenida, no trecho entre o emissário da CASAL (ponto 3) e a praça Sinimbu (ponto 5), na praia da Pajuçara (pontos 7, 8 e 9) e na praia da Jatiúca, na desembocadura da laguna da Anta (ponto 12); o restante da linha de costa se manteve em acresção e só o ponto 14, na praia de Cruz das Almas, em estabilidade.

Em 1982 o estágio de alta erosão continua regredindo, ficando restrito à praia da Avenida entre a Santa Casa (ponto 4) e a praça Sinimbu (ponto 5) e à praia da Pajuçara (pontos 7 e 8). O restante da linha de costa passa para um processo de estabilidade, e em apenas um ponto, na praia do Pontal (ponto 1), apresenta-se em acresção (figura 7.1 A).

Na linha de costa de 1990 observa-se a ausência do processo de alta erosão, aparecendo em erosão a praia do Pontal da Barra (Ponto 1), a praia da Pajuçara (pontos 8 e 9) e a praia da Jatiúca, na desembocadura da laguna da Anta (ponto 12).



Legenda

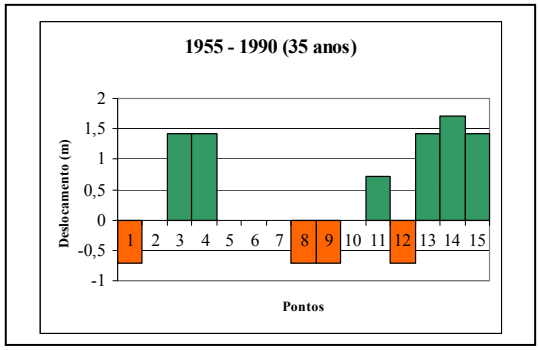
Pontos

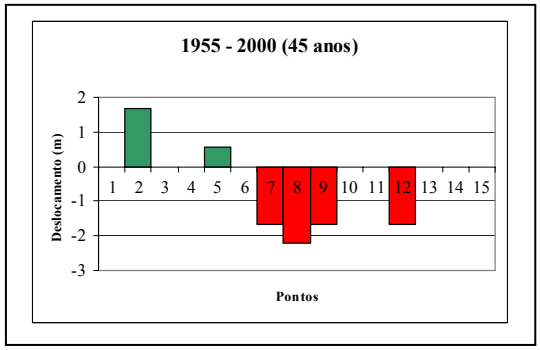
1 – Detran
2 – BRASKEM/Salgema
3 – Emissário CASAL
4 – Santa Casa
5 – Sinimbu
6 – Jaraguá
7 – Pajuçara 1
8 – Pajuçara 2
9 – Pajuçara 3
10 – Ponta Verde
11 – Jatiúca
12 – Hotel Jatiúca (Lagoa da Anta)
13 – Cruz das Almas
14 – Cruz das Almas (Restaurante)
15 - Jacarecica

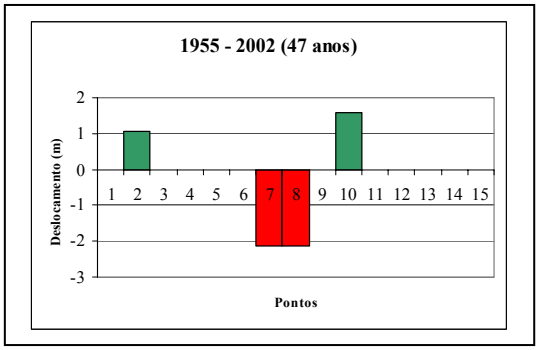
Mudanças da linha de costa

Alta Erosão
Erosão
Estável
Acresção

Figura 7.1 A – Histogramas representativos das variações em metros/ano.







Legenda

Pontos

1 – Detran
2 – BRASKEM/Salgema
3 – Emissário CASAL
4 – Santa Casa
5 – Sinimbu
6 – Jaraguá
7 – Pajuçara 1
8 – Pajuçara 2
9 – Pajuçara 3
10 – Ponta Verde
11 – Jatiúca
12 – Hotel Jatiúca (Lagoa da Anta)
13 – Cruz das Almas
14 – Cruz das Almas (Restaurante)
15 - Jacarecica

Mudanças da linha de costa

Alta Erosão
Erosão
Estável
Acresção

Figura 7.1 B – Histogramas representativos das variações em metros/ano

É de se notar a maior presença do estágio de acresção que passa a vigorar na praia da Avenida (pontos 3 e 4), na praia da Jatiúca (ponto 11) e na praia de Cruz das Almas e Jacarecica (pontos 13, 14 e 15). O processo de estabilidade continuou a vigorar nos pontos 2, 6 e 10, e passou a vigorar nos pontos 5 e 7 (figura 7.1 B).

No ano de 2000 tem-se o retorno do processo de alta erosão na praia da Pajuçara (pontos 7, 8 e 9) e Jatiúca, na lagoa da Anta (ponto 12). O restante de linha de costa apresenta-se estável, com exceção dos pontos 2 e 5, que passam a ter acresção (figura 7.1 B).

No ano de 2002 é notável a estabilidade da linha de costa, com acresção na praia do Pontal/BRASKEM (ponto 2) e na praia da Ponta Verde (ponto 10), ficando a alta erosão restrita à praia da Pajuçara, pontos 7 e 8 (figura 7.1 B).

Tomando-se os 15 pontos analisados e suas respectivas classes de deslocamento da linha de costa, foram calculados os percentuais de deslocamento em relação ao comprimento total da linha de costa estudada (tabela 7.4).

Com base na tabela 7.4, observa-se que na década de 60 a linha de costa em estudo apresentava 54% de alta erosão e 46% de estabilidade (figura 7.2).

Tabela 7.4 – Percentual de deslocamento (ano base 1955) em relação ao comprimento total da linha de costa estudada.

Período (anos)	Alta erosão (%)	Erosão (%)	Estável (%)	Acresção (%)
1965	54,0	-	46,0	-
1977	37,2	-	9,3	53,5
1982	18,5	-	67,5	14,0
1990	-	25,6	30,2	44,2
2002	14,0	-	74,5	11,5

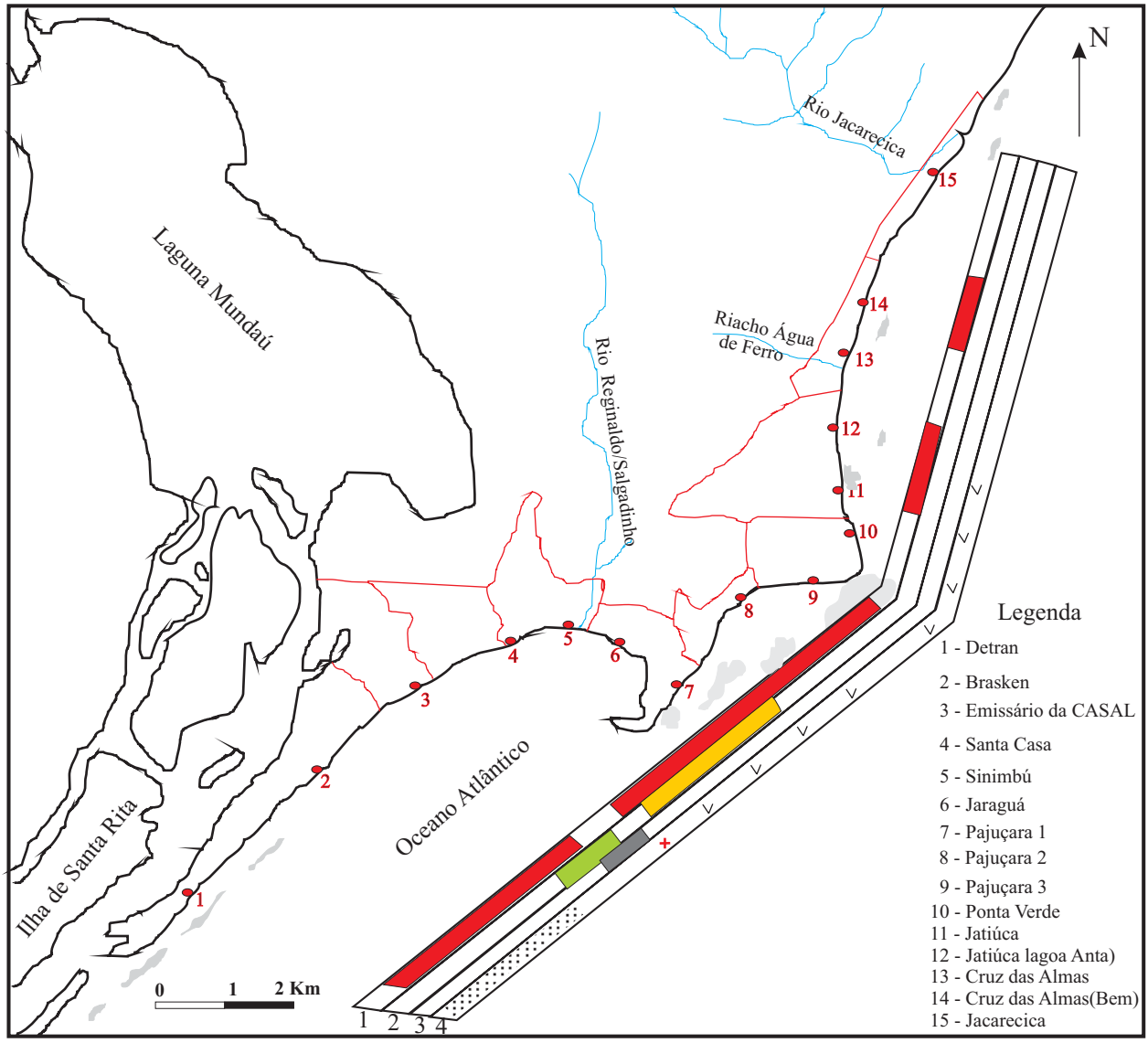
Linha de costa total da área estudada: 21,5 km.

Na década de 70, 53,5 % da costa estavam em acresção, 37,2 % em alta erosão e 9,3% da costa permaneciam estável (figura 7.3).

Na década de 80, 67,5 % da linha de costa estavam estáveis, 18,5 % em alta erosão e 14 % em acresção (figura 7.4).

Na década de 90, 44,2% da linha de costa estavam em acresção, 30,2 % estáveis e 25,6% em erosão (figura 7.5).

Em 2002, 74,5 % de linha de costa estavam estáveis, 14 % em alta erosão e 11,5 % em acresção (figura 7.6).



1- Deslocamento da linha de costa
- Alta erosão
- Erosão
- Estável
- Acresção

2- Desenvolvimento urbano
- Alto
- Moderado
- Baixo

3 - Obras costeiras
- Ausentes
- Presentes

4 - Meio ambiente Comunidades
- Recifes de coral e de Algas
- Arenito
- área de risco ambiental

Figura 7.2 - Mapa representativo de parte da costa do município de Maceió, na dácada de 60.

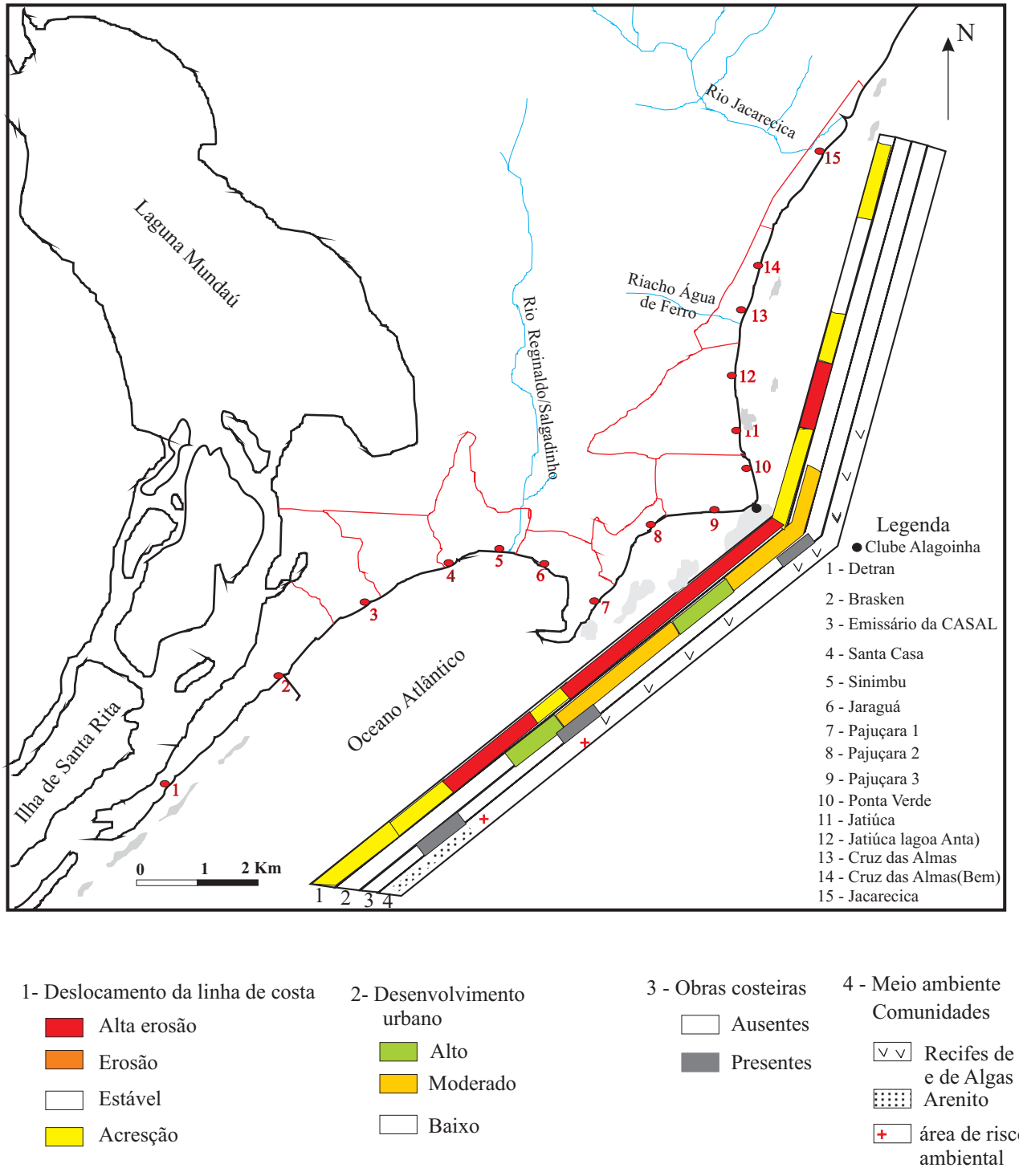
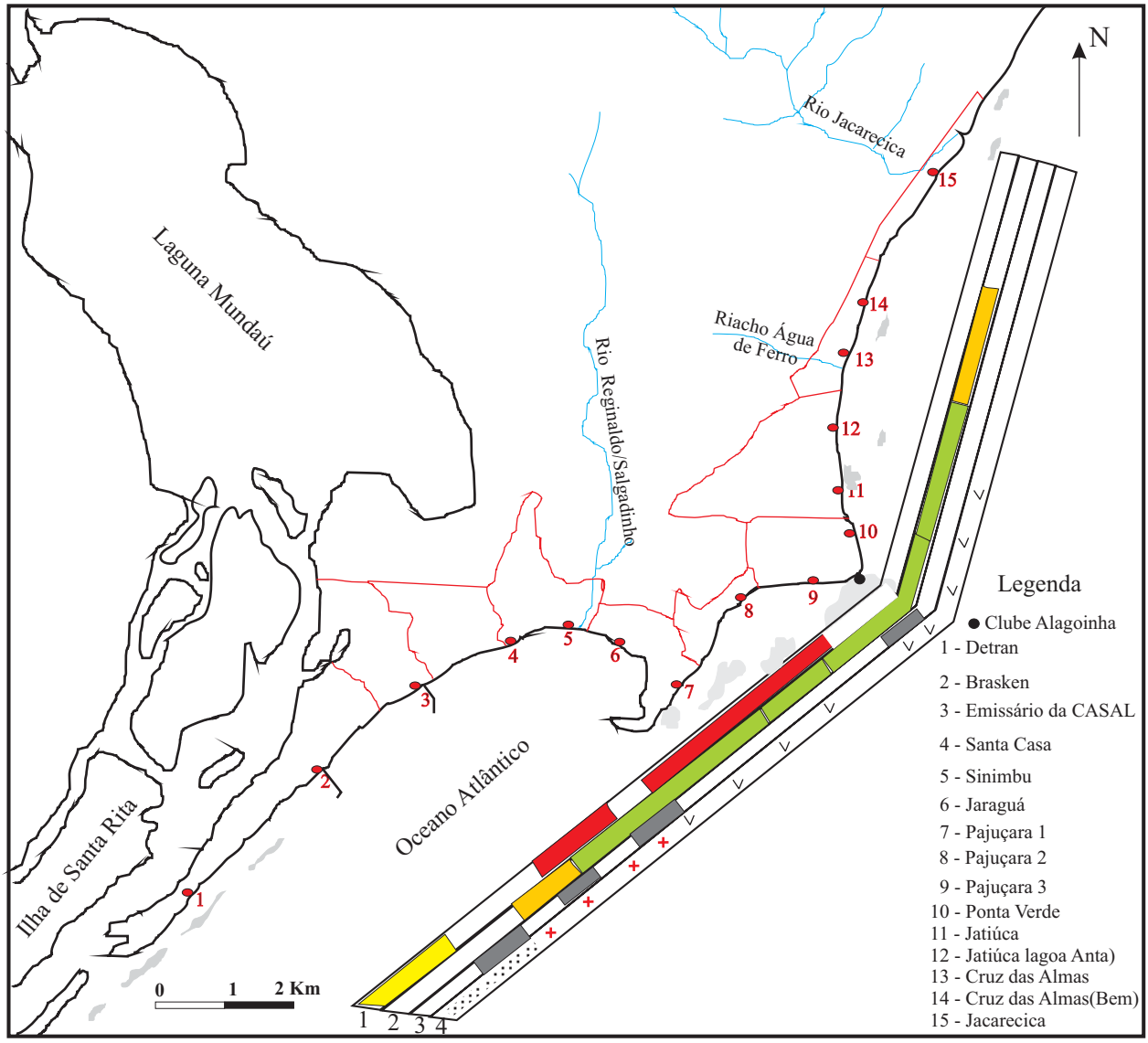


Figura 7.3- Mapa representativo de parte da costa do município de Maceió, na década de 70.



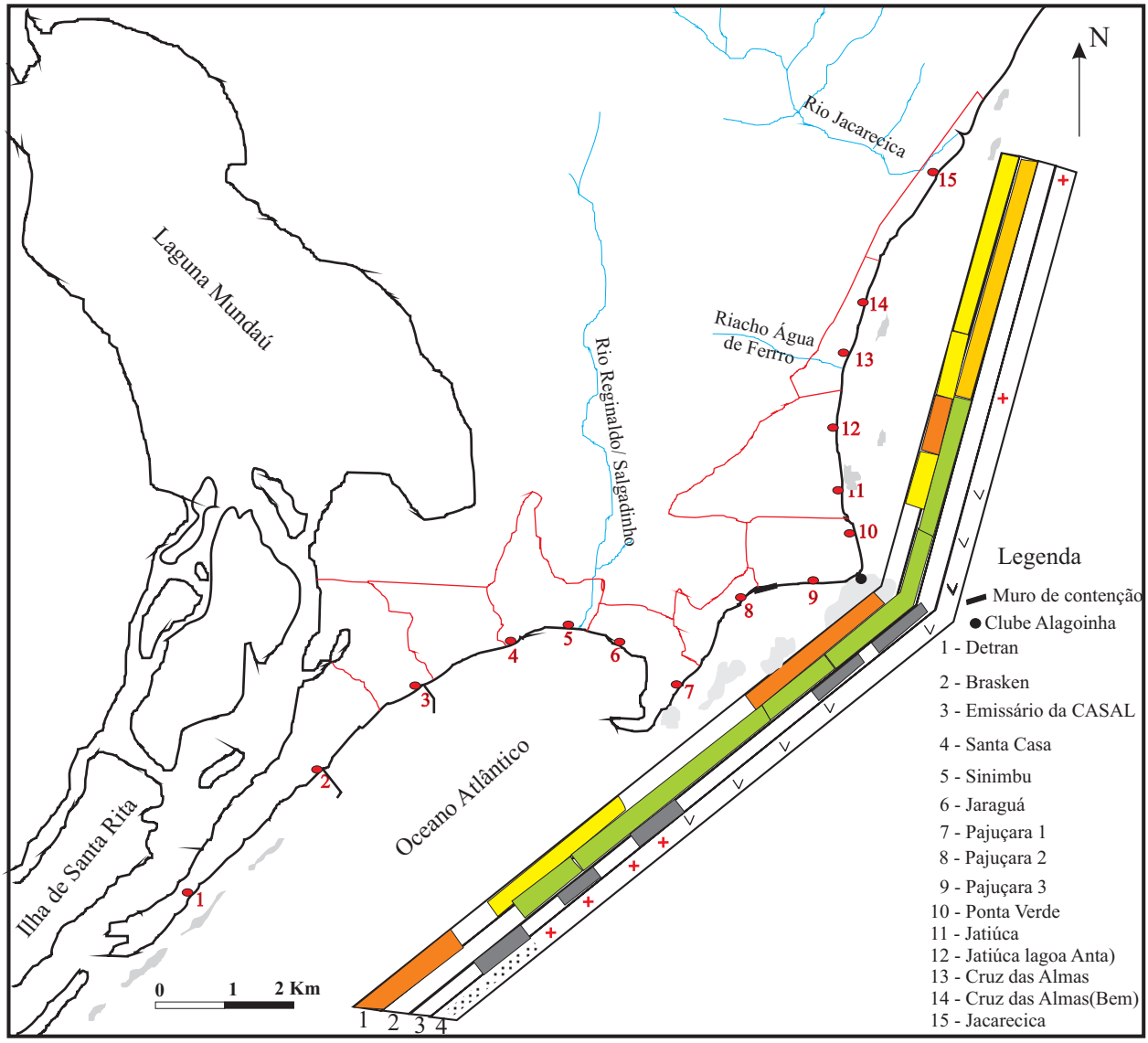
1- Deslocamento da linha de costa
- Alta erosão
- Erosão
- Estável
- Acresção

2- Desenvolvimento urbano
- Alto
- Moderado
- Baixo

3 - Obras costeiras
- Ausentes
- Presentes

4 - Meio ambiente Comunidades
- Recifes de coral e de Algas
- Arenito
- área de risco ambiental

Figura 7.4- Mapa representativo de parte da costa do município de Maceió, na década de 80.



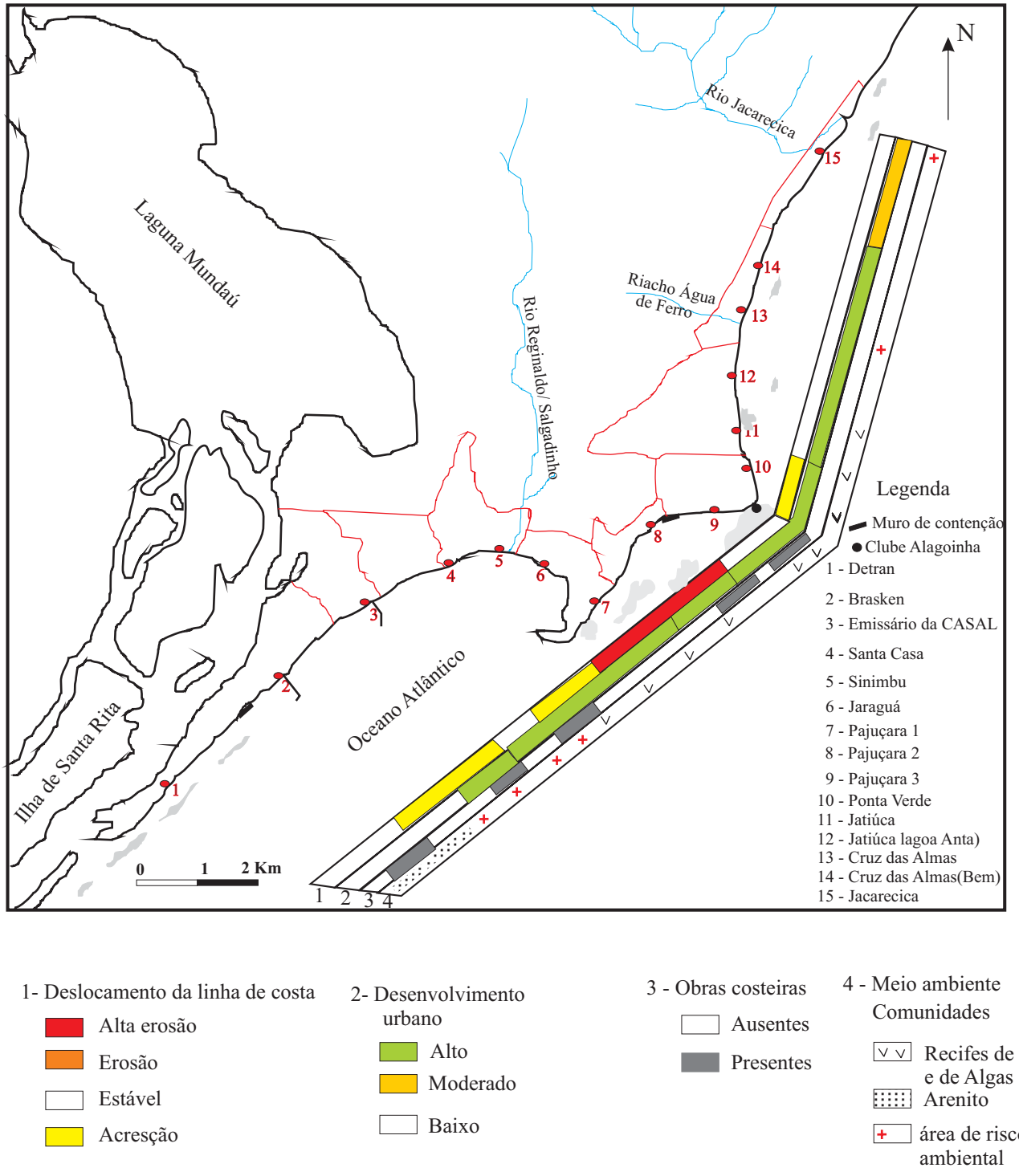
1- Deslocamento da linha de costa
- Alta erosão
- Erosão
- Estável
- Acresção

2- Desenvolvimento urbano
- Alto
- Moderado
- Baixo

3 - Obras costeiras
- Ausentes
- Presentes

4 - Meio ambiente Comunidades
- Recifes de coral e de Algas
- Arenito
- área de risco ambiental

Figura 7.5 - Mapa representativo de parte da costa do município de Maceió, década de 90.



1- Deslocamento da linha de costa
- Alta erosão
- Erosão
- Estável
- Acresção

2- Desenvolvimento urbano
- Alto
- Moderado
- Baixo

3 - Obras costeiras
- Ausentes
- Presentes

4 - Meio ambiente Comunidades
- Recifes de coral e de Algas
- Arenito
- área de risco ambiental

Figura 7.6 - Mapa representativo de parte da costa do município de Maceió, em 2002.

7.3 Desenvolvimento urbano

Para o cálculo do grau de desenvolvimento urbano, inicialmente foi calculada a área atual dos dez bairros costeiros em estudo, a partir do mapa de abairramento de 2000, realizado pelo IMPAR-PMM (figura 7.7). De posse de fotografias aéreas, mapas e imagem de satélite de 1955, 1965, 1977, 1988, 1990 e 2000, foram calculadas as áreas aproximadas de ocupação desses dez bairros nas seis décadas (tabela 7.5). A partir desses dados, determinaram-se os percentuais de ocupação em cada bairro em relação à sua área total (tabela 7.6). Baseado no percentual de ocupação de cada bairro, foram estabelecidas as respectivas classes de desenvolvimento urbano (tabela 7.7).

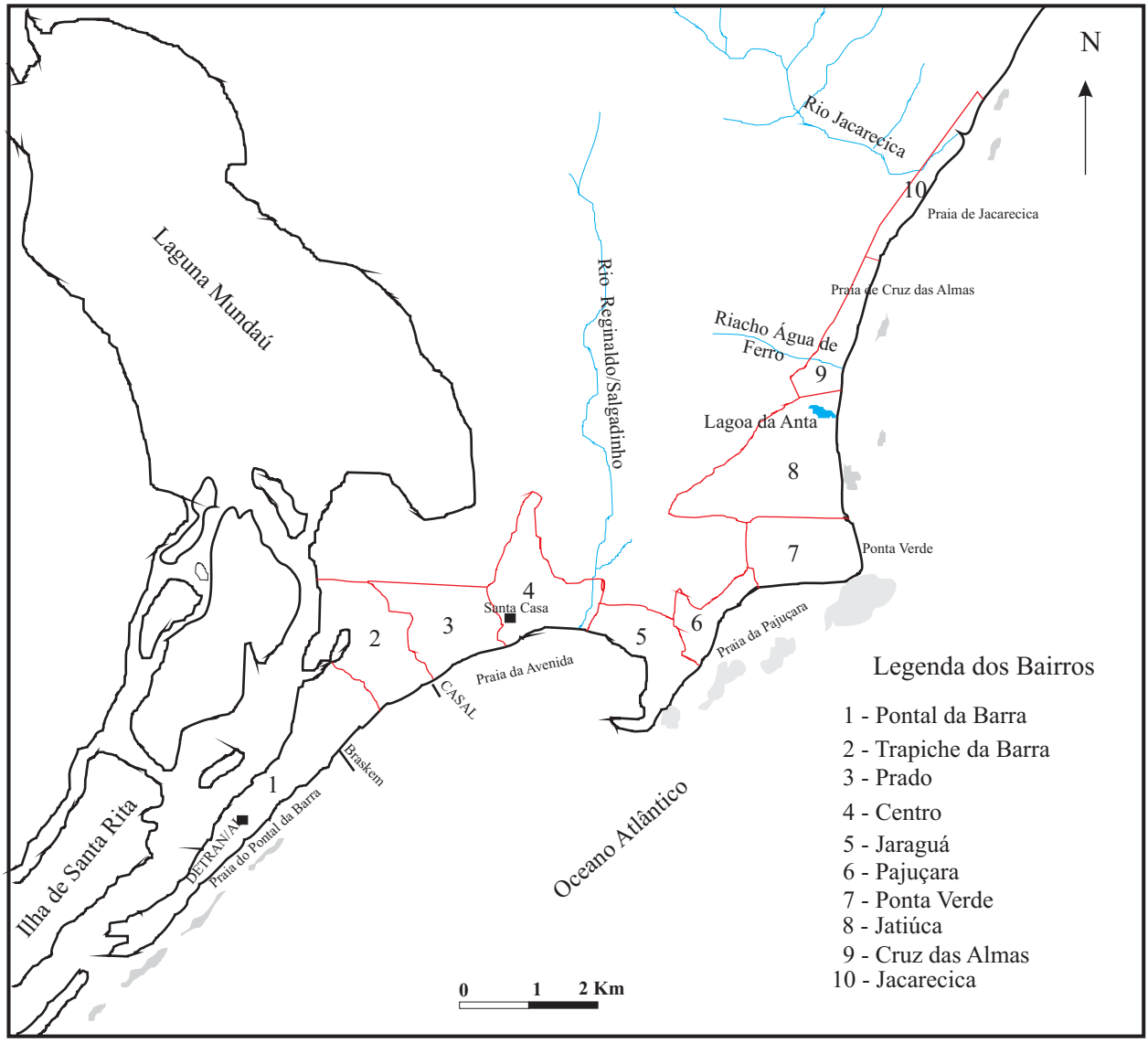
Tabela 7.5 – Área aproximada de ocupação dos bairros costeiros nas seis décadas.

	Área ocupada em km^2						
Bairros	Área total km^2	1955	1965	1977	1982	1990	2000
Pontal da Barra	2,53	0,032	0,068	0,084	0,40	0,48	0,56
Trapiche da Barra	1,69	0,034	0,162	0,205	0,74	1,43	1,15
Prado	1,40	0,048	0,223	0,345	1,16	1,17	1,38
Centro	1,45	0,37	1,19	1,20	1,22	1,4	1,44
Jaraguá	1,1	0,38	0,48	0,50	0,69	1,06	1,08
Pajuçara	0,57	0,18	0,22	0,38	0,40	0,43	0,55
Ponta Verde	1,07	0,02	0,21	0,51	0,86	0,9	1,05
Jatiúca	2,90	0,012	0,18	0,2	1,75	2,3	2,68
Cruz das Almas	0,68	0,028	0,072	0,083	0,30	0,39	0,58
Jacarecica	0,45	0,008	0,10	0,11	0,13	0,20	0,23

De acordo com a tabela 7.7, observa-se que em 1955 os bairros costeiros apresentavam, em sua maioria, um baixo grau de desenvolvimento urbano, com exceção dos bairros de Jaraguá e Pajuçara, que já mostravam, à época, uma classe de desenvolvimento moderada.

Em 1965, observa-se, como única exceção, o alto grau de desenvolvimento do bairro do Centro.

Em 1977, as mudanças atingem os bairros de Pajuçara, com classe de desenvolvimento alto, e a Ponta Verde, com desenvolvimento moderado.



Fonte: Mapa de distribuição dos bairros de Maceió, IMPAR/PMM (2000)

Figura 7.7 - Mapa de distribuição dos bairros costeiros na área de estudo.

Tabela 7.6 – Percentuais de ocupação por bairro.

Bairros	1955	1965	1977	1982	1990	2000
Pontal da Barra	1,26	2,69	3,32	15,8	19,0	22,1
Trapiche da Barra	2,00	9,60	12,13	43,79	84,62	68,04
Prado	3,43	15,93	24,64	82,9	83,6	98,6
Centro	25,52	82,07	82,76	84,14	96,6	99,3
Jaraguá	34,55	43,64	45,45	62,73	96,4	98,20
Pajuçara	31,58	38,60	66,66	70,20	75,4	96,50
Ponta Verde	1,87	19,63	48,04	80,40	84,11	98,13
Jatiúca	0,42	6,21	6,90	60,34	79,31	92,41
Cruz das Almas	4,12	10,59	12,21	44,11	57,35	85,30
Jacarecica	1,77	22,22	24,44	28,8	44,4	51,11

Tabela 7.7 - Classes de desenvolvimento urbano.

Bairros	1955	1965	1977	1982	1990	2000
Pontal da Barra	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo
Trapiche da Barra	baixo	baixo	baixo	moderado	alto	alto
Prado	baixo	baixo	baixo	alto	alto	alto
Centro	baixo	alto	alto	alto	alto	alto
Jaraguá	moderado	moderado	moderado	alto	alto	alto
Pajuçara	moderado	moderado	alto	alto	alto	alto
Ponta Verde	baixo	baixo	moderado	alto	alto	alto
Jatiúca	baixo	baixo	baixo	alto	alto	alto
Cruz das Almas	baixo	baixo	baixo	moderado	moderado	alto
Jacarecica	baixo	baixo	baixo	baixo	moderado	moderado

Em 1982 os bairros do Trapiche da Barra e Cruz das Almas passam a ter uma classe de desenvolvimento moderado e os bairros do Prado, Jaraguá, Ponta Verde e Jatiúca passam a apresentar um alto desenvolvimento urbano.

Em 1990 o bairro do Trapiche da Barra passa para um alto desenvolvimento e o bairro de Jacarecica passa para um desenvolvimento moderado.

No ano de 2000 a única modificação é observada no bairro de Cruz das Almas, que passa a apresentar um alto desenvolvimento.

7.4 Obras costeiras

Nas décadas de 1950 e 1960 apenas existia, como obra costeira, o Porto de Maceió. No final da década de 70 existiam também o Clube Alagoinha (na Ponta Verde) e o *píer* da BRASKEM. Na década de 80 foi construído o emissário da CASAL. Na década de 90 foi construído o muro de contenção da erosão marinha na praia da Pajuçara e no ano de 2002 foi construído o do Pontal da Barra (figuras 7.2 a 7.6).

A construção do porto e suas várias ampliações acarretaram a interrupção do transporte de sedimentos entre os setores 1 e 2, agravando-se com a urbanização, em que calçadão e bares passaram a ocupar a berma, levando à construção de obras de contenção.

A construção do clube Alagoinha causou a retenção dos sedimentos da deriva litorânea na praia da Ponta Verde e o conseqüente déficit na praia da Pajuçara.

Os muros de contenção da erosão marinha na praia da Pajuçara pouco resultado trouxeram, pois uma boa parte das obras desmorona, levando ao espalhamento de blocos na praia. Essa estrutura é bastante comprida e sua fundação pouco profunda, levando à ruptura, além do que, as mais antigas não possuem drenos ou filtros, o que as tornam vulneráveis ao tombamento, ou pela lixiviação dos finos, ou pelo peso da estrutura.

Já as obras estabelecidas no setor 1, ou seja, o *píer* da BRASKEM e o emissário da CASAL, a não ser pelo impacto visual, têm servido como anteparo para a deposição de sedimentos, recompondo os antigos cordões dunares aí existentes na década de 50.

7. 5 Ambiência

Com relação aos parâmetros ambientais, consideraram-se dentro da classe Comunidades Ecológicas (tabela 7.1), os recifes de arenitos, que afloram na praia do Pontal da Barra vindo até bem próximo ao *píer* da BRASKEM, e os recifes de coral e de algas, que circundam as praias da Pajuçara e da Ponta Verde. Dentro da classe Áreas de Risco Ambiental, consideraram-se aquelas com perigo potencial de vazamento e/ou contaminação, como o porto, *píer* da BRASKEM, emissário da CASAL, rios Reginaldo/Salgadinho e Jacarecica e riacho Água de Ferro (figuras 7.2 a 7.6).

7.6 Conclusões

Avaliando os deslocamentos na linha de costa a médio prazo e enquadrando nas classes de alta erosão, erosão, estabilidade e acresção conclui-se que o setor mais vulnerável na linha de costa estudada, e classificado como de alta erosão, é a praia da Pajuçara.

A praia do Pontal da Barra (ponto 1) e a da Jatiúca (ponto 12) na desembocadura da lagoa da Anta são setores com certa instabilidade, com as classes variando de alta erosão a estável. Na praia do Pontal da Barra esse fato é justificado pelas mudanças no aporte de sedimentos através do *inlet* do sistema estuarino lagunar Mundaú-Manguaba e das aberturas da linha de recife presente na área. Enquanto na praia da Jatiúca há influência da lagoa da Anta durante o período de inverno, com maior elevação da lâmina d'água e das frentes de onda.

A linha de costa da praia da Avenida (pontos 3, 4 e 5) entre o emissário da CASAL e o rio Reginaldo/Salgadinho oscilou entre as classe de alta erosão e estabilização de 1965 a 1982, e a partir de 1990 vem passando por processos de acresção e estabilização.

Analisando o percentual de deslocamento entre 1955 e 2002, observa-se que a linha de costa apresenta uma tendência à estabilidade e acresção para o período.

Com relação ao grau de desenvolvimento urbano, verifica-se que a década de 80 marca o início da elevada ocupação nos bairros costeiros estudados. Os motivos desse crescimento deve-se à implantação da BRASKEM, à instalação do Pólo Cloroquímico de Alagoas, do advento do Proálcool e à urbanização das praias de Jatiúca e Ponta Verde.

As Obras Presentes e a Ambiência estão diretamente associadas ao desenvolvimento urbano. Nas décadas de 60 e 70, apesar do elevado percentual de erosão (54% e 37% da linha de costa de Maceió), não se justificava a implantação de obras costeiras, devido ao baixo grau de ocupação. À medida que a cidade e o parque industrial cresceram (a partir da década de 80), obras foram sendo construídas, como gabiões e muros, para proteger a praia da Pajuçara e do Pontal da Barra, assim como o porto de Maceió, que passou por várias ampliações.

8. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A CURTO PRAZO

As praias são depósitos de sedimentos inconsolidados, constituídos geralmente por areias e cascalhos quartzosos, entre outros, que apresentam mobilidade associada às condições hidrodinâmicas, podendo exibir estágios de erosão, estabilidade ou acresção, dependendo de fatores naturais e antrópicos. Representam um importante elemento de proteção costeira, ao mesmo tempo que são amplamente utilizadas para turismo e lazer.

Uma das características marcantes observadas nas praias, é que estas não se mantêm fixas em uma determinada posição, modificando sua configuração ou perfil praial num curto período. Essas variações de formas denominam-se variações da linha de costa a curto prazo.

As variações do perfil praial estão associadas aos processos costeiros atuantes, ao contorno da linha de costa, à batimetria da plataforma interna, à presença de recifes de arenito e ou de coral e de algas, aos processos de refração e difração de ondas e à disponibilidade de sedimentos no sistema de correntes costeiras.

King (1972) alertou que aspectos relacionados à inclinação da praia, à granulometria e ao clima de ondas devem ser considerados na morfologia do perfil praial.

O objetivo deste capítulo é avaliar as variações da linha de costa a curto prazo, através de perfis morfodinâmicos (nivelamento topográfico) que têm por finalidade definir a morfologia do perfil praial, verificando-se a resposta natural desse ambiente à dinâmica das ondas e ao balanço de sedimentos (volume de sedimentos remanejados).

8.1 Ambiente praial

O ambiente praial, na realidade, é um pouco mais amplo do que o termo praia, estendendo-se desde pontos permanentemente submersos até a faixa de dunas ou escarpa praial.

Segundo King (1972), praia é um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado mais comumente por areia e condicionado pela interação das ondas incidentes. Os limites externos, em direção ao mar (*offshore*) e interno, em direção a terra (*onshore*), de uma praia seriam determinados, respectivamente, pela profundidade a partir da qual as ondas passam a provocar movimento efetivo de sedimento sobre o fundo, e pelo limite superior de ação de onda de tempestade sobre a costa.

Segundo Muehe (1995), a Pós-Praia (*Backshore*) é a porção interna da praia à retaguarda da crista da berma, com uma ou mais superfícies escalonadas (bermas), geralmente

inclinadas em direção ao continente ou horizontais, algumas vezes também mergulhando em direção ao mar. A face de praia ou rampa de *swash* é o seguimento de praia com acentuado mergulho em direção ao mar, limitado na parte superior pela crista da berma e na parte inferior pelo limite do recuo das ondas (*back-wash*) de acordo com as marés.

Komar (1976) define praia como uma acumulação de sedimentos inconsolidados de diversos tamanhos, como areia, cascalho e seixo, que se estende, em direção à costa, do nível médio de maré baixa até alguma alteração fisiográfica como uma falésia, um campo de dunas ou simplesmente até o ponto de fixação permanente da vegetação.

Hardisty (1990) considera praia um sistema ortogonal formado por uma acumulação costeira de sedimentos não coesivos cuja forma e textura são controladas por processos dominados por onda. Como limites interno e externo, define a linha superior de alcance do espraiamento (*swash*) e a profundidade em que deixa de ocorrer transporte efetivo de sedimentos de fundo por ondas.

Brown et al. (1991) consideram que o ambiente praial estende-se de pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam materiais, até a faixa de dunas e/ou escarpas que fica à retaguarda do ambiente.

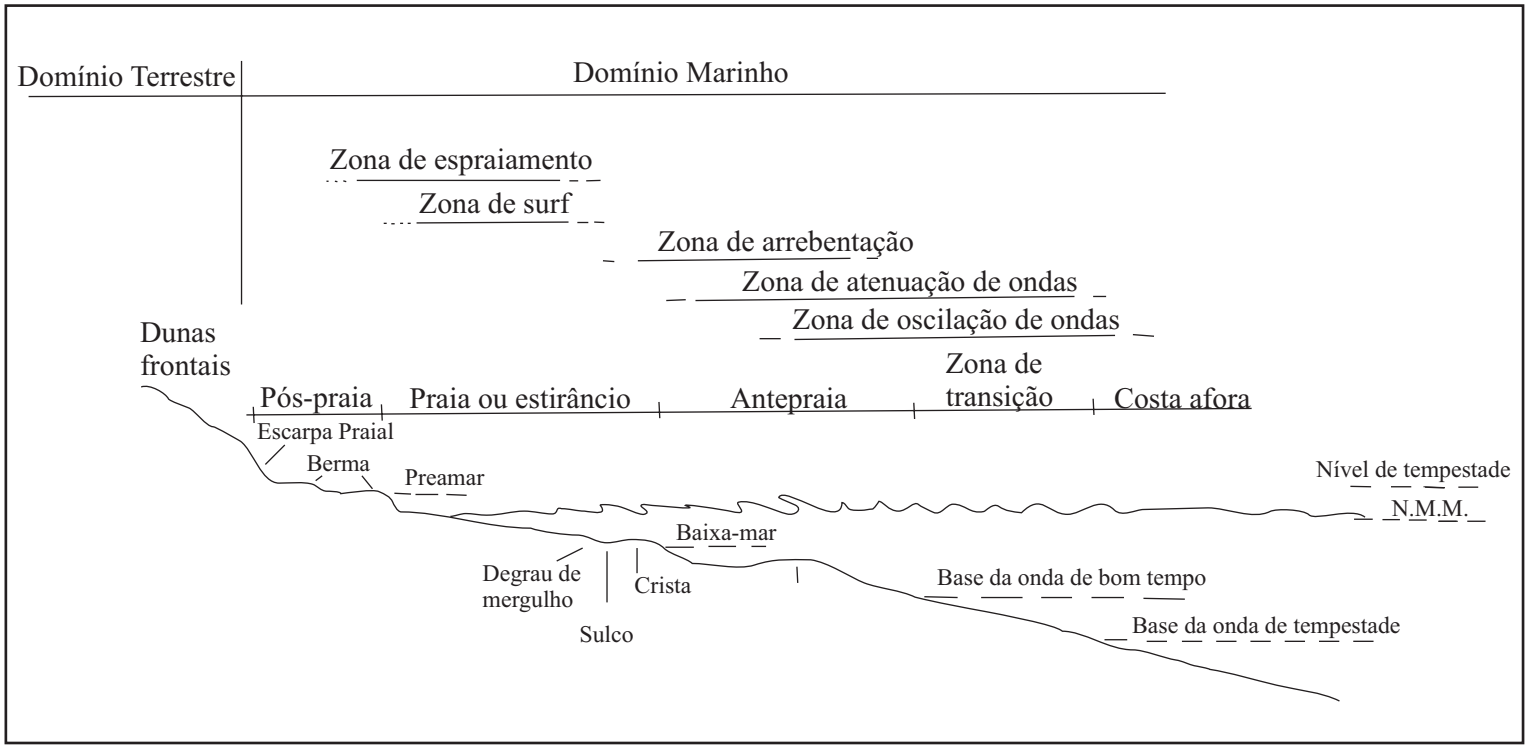
Portanto, várias terminologias podem ser utilizadas para descrever as feições da zona litorânea, com base na ação das ondas (zona de arrebentação, surfe e espraiamento), do perfil de sedimento (berma, face de praia, barras de espraiamento, barras longitudinais) e da morfologia (duna, pós-praia, praia ou estirâncio e antepraia).

Até hoje não existe uniformidade em uma nomenclatura, tanto na língua inglesa como na portuguesa, para designar os subambientes praiais e seus limites, o que dificulta muito as discussões que envolvem o assunto.

Os termos ingleses *foreshore*, *offshore* e *inshore* são ora citados ora não e às vezes são utilizados para descrever porções diferentes da praia (Davis Jr, 1985). Só há concordância com relação ao uso do termo pós-praia ou *backshore,* utilizado para designar aquela região, em direção a terra, que se estende a partir do fim da zona de espraiamento.

Como descrito anteriormente, o ambiente praial caracteriza-se por mudanças constantes, sendo dividido conforme a influência dos agentes modificadores (ondas e marés) ou do perfil sedimentar.

A divisão do ambiente praial adotada para a área de estudo segue o proposto por Duarte (1997), após levantamento bibliográfico, descrita abaixo e visualizada na figura 8.1.



Fonte: Duarte (1997)

Figura 8.1 - Perfil praial, apresentando suas divisões e os principais elementos morfológicos.

Duna frontal – unidade morfológica do domínio terrestre situada a partir da pós-praia em direção à planície costeira, disposta longitudinalmente em relação à linha de costa, constituindo importante fonte de sedimentos e que nos setores 1 e 3 da área em estudo apresenta vegetação permanente.

Pós-praia *(backshore*) – primeira feição do domínio marinho, é a porção da praia na maioria do tempo fora do alcance da ação das ondas e marés, sendo atingida apenas em ocasião de tempestades ou marés excepcionalmente altas. Nos setores 1 e 3 da área em estudo apresenta-se bem desenvolvida e no setor 2 observa-se sua ausência no perfil 4.

Praia ou estirâncio (*foreshore*) – é a porção da praia entre os níveis de maré alta e de maré baixa, estando sujeita ao efeito do espraiamento, identificado como sendo aquela região da praia delimitada entre a máxima e a mínima excursão dos vagalhões sobre a praia. Os processos do espraiamento, principalmente sua máxima excursão vertical (*run-up*), têm importância para a engenharia costeira e para estudos quantitativos, por representarem as condições de contorno do ambiente praial e por determinarem os níveis máximos de atuação dos agentes hidrodinâmicos do surfe sobre a praia. Zona de surfe é a região onde as ondas arrebentam e progressivamente dissipam sua energia antes de atingirem a praia.

A extensão da praia ou estirâncio depende de sua inclinação, da amplitude das marés, do poder das ondas e do tamanho dos sedimentos.

Em praias de baixa declividade, as ondas inicialmente quebram, reformam-se como vagalhões e espraiam-se ao longo da zona de surfe em decaimento exponencial de altura até atingir a linha de praia. Neste percurso, parte da energia é transferida para a geração de correntes longitudinais (deriva litorânea) e transversais à praia (correntes de retorno), as quais, necessariamente, têm sua ocorrência limitada à zona de surfe. Essas correntes representam importantes agentes transportadores de sedimentos na zona de surfe, gerando modificações do relevo praial (Clarke,1984).

Antepraia (*nearshore*) – é a região situada entre a linha d'água na maré baixa e seu limite externo, que coincide com a maior profundidade na qual as ondas conseguem afetar o fundo, podendo apresentar barras paralelas e/ou transversais à linha de costa, incluindo a zona de arrebentação, local onde as ondas começam a ficar instáveis e quebram.

Sallenger & Richmond (1984) alertaram sobre o poder erosivo do refluxo dos vagalhões sobre a praia, associado ao lençol freático. Em épocas de chuvas, quando o lençol freático está elevado, há uma minimização da infiltração do espraiamento na praia, causando erosão. Ao contrário, quando o lençol está baixo, o fluxo é reduzido devido à alta infiltração

do espraiamento na praia e uma acresção líquida deve ocorrer na zona de espraiamento, diminuindo assim o poder erosivo na pós-praia.

8.2 Balanço sedimentar

As variações morfológicas nas praias resultam do aporte, manutenção ou déficit do seu estoque de sedimentos. Mudanças semi-anuais devem-se a típicos ciclos sazonais, com erosão ocorrendo em condições de maior energia (inverno) e acresção em condições de mar mais calmo (verão). Eventos esporádicos com mudanças das condições de energia, na escala de dias, podem ocasionar mudanças morfológicas do perfil praial.

Segundo Bird & Schwartz (1985), o acréscimo ao ambiente praial é favorecido pela erosão de falésias, aporte fluvial e eólico, pela deriva litorânea, sedimentos da plataforma, deposições biogênicas e químicas ou alimentação artificial da praia, assim como os débitos estão associados à retirada dos sedimentos pela deriva litorânea, sedimentos que são carreados para a plataforma, pelo transporte eólico, mineração, deposição em *canyons* submarinos ou sedimentos que ficam "trapeados" em lagunas e enseadas.

Dean (1973) propôs o parâmetro ômega (Ω) para definir a direção de transporte de sedimentos na zona de arrebentação, relacionado à altura da onda na arrebentação (H_b), com a velocidade de sedimentação das partículas (W_s) e o período da onda (T).

O parâmetro de Dean indica a tendência de um grão colocado em suspensão por uma onda ser transportado para praia ou para as águas profundas, o que indica uma direção do transporte transversal e, conseqüentemente, a tendência de acumulação ou erosão do perfil praial. Se o sedimento é transportado da zona de arrebentação para a praia, tem-se um perfil de acresção mais refletivo; se ele permanece em suspensão e é transportado para o mar, desenvolve-se um perfil de erosão.

Em 1984, Wright & Short, em estudos realizados na Austrália, estabeleceram um modelo baseado na descrição de seis estágios, associados a diferentes regimes de ondas e marés, caracterizados por dois estados extremos, o dissipativo e o refletivo, e quatro intermediários, apresentados na tabela 8.1.

As praias dissipativas são caracterizadas por elevada energia de onda, uma ampla zona de surfe, uma face de praia aplainada com baixo ângulo de inclinação e um elevado volume de areia na porção submersa da praia. Nesse tipo de praia o diâmetro dos grãos de areia é inferior a 0,2 mm, sendo comum a formação de barras e podendo apresentar corrente de retorno.

Tabela 8.1 – Relação entre o estado da praia e o parâmetro de Ω (Dean,1973, *apud* Wright & Short, 1984).

Estados	Ω	Desvio-padrão
Refletivo (R)	< 1,50	-
Terraço de baixa-mar (TBM)	2,40	0,19
Banco transversal (BT)	3,15	0,64
Banco e praia de cúspide (BPC)	3,50	0,76
Banco e calha longitudinal (BCL)	4,70	0,93
Dissipativo (D)	> 5,50	-

As praias refletivas, por outro lado, são caracterizadas por baixa energia de onda, as zonas de surfe são praticamente inexistentes e as ondas arrebentam diretamente na face da praia, a qual apresenta uma forte inclinação. A turbulência, relacionada ao processo de quebra das ondas, normalmente ascendente ou mergulhante, está confinada à face praial, na qual freqüentemente observam-se cúspides. Nesse tipo de praia o diâmetro dos grãos de areia é normalmente maior que 0,4 mm.

Nas praias intermediárias, por envolver tanto processos dissipativos como refletivos, a caracterização morfodinâmica é bem mais complexa. As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de estados intermediários incluem climas de onda de energia moderada, mas temporalmente variável e sedimentos de granulometria média a grossa.

A principal característica morfológica destes tipos de praia é a presença de barras submersas subparalelas à linha de costa e separadas da face da praia por cava, onde a profundidade da água pode atingir de 2 a 3 metros, sendo comuns correntes de retorno.

8.3 Métodos

Os métodos adotados para a realização dos perfis de praia foram idealizados por Emery (1961). No período de estudo, junho de 2001 a novembro de 2002, foram realizados mensalmente nivelamentos topográficos em 8 pontos estabelecidos entre a pós-praia, quando existia, a linha de maré baixa e, a partir desta, mais 10 m em direção a antepraia, acompanhando sempre as inflexões do terreno.

Os perfis foram realizados sempre na maré de sizígia (lua nova), distribuídos nos seguintes setores (figura 8.2): setor 1 - foram realizados 2 perfis (P1- praia do Pontal da Barra

e P2 - praia da Avenida); setor 2 - foram realizados 3 perfis, todos na praia de Pajuçara (P3, P4 e P5); e no setor 3 foram realizados 3 perfis (P6 – praia de Jatiúca, P7 – praia de Cruz das Almas e perfil P8 – praia de Jacarecica).

Cada perfil teve seu nível de referência (RN) estabelecido em local de fácil acesso e sua altitude absoluta, referida ao zero hidrográfico, foi determinada através do programa "Per-Mare". As cotas, nos perfis, foram determinadas por visadas horizontais, efetuadas com mira vertical.

Os gráficos de representação da morfologia do perfil praial foram confeccionados no programa "Grapher" (versão 2). O cálculo do volume sedimentar remanejado foi determinado através do programa "Surfer" (versão 7), estabelecendo-se para todos os grupos de perfis a comparação entre o primeiro perfil, realizado em junho de 2001, e os demais, obtendo-se os valores expressos em m^3/m.

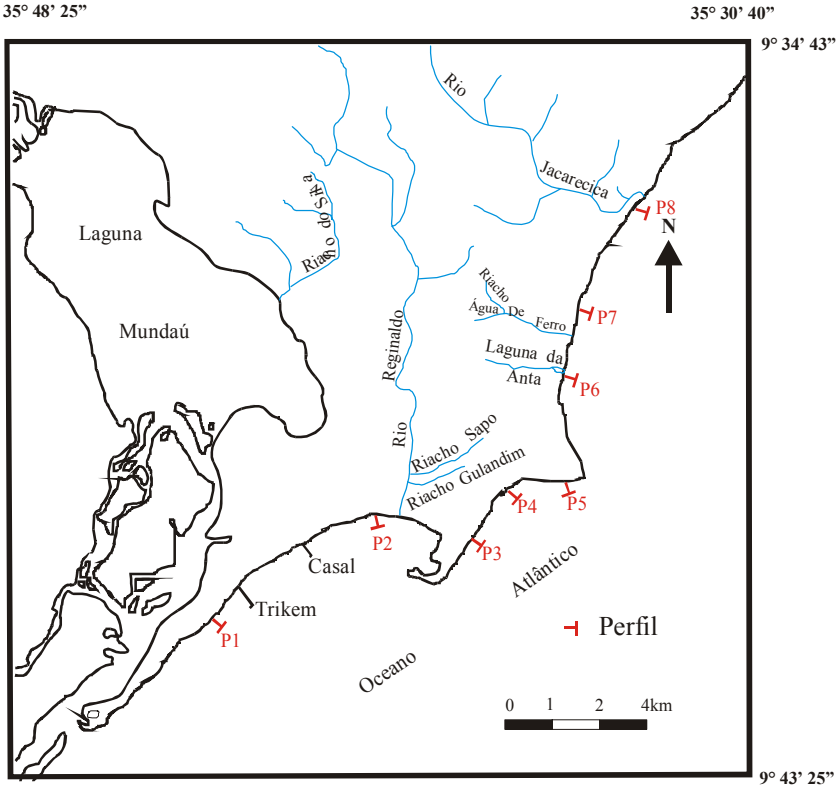


Figura 8.2 – Distribuição dos perfis ao longo da linha de costa.

8.4 Morfodinâmica praial e avaliação do volume dos sedimentos remanejados

8.4.1 Setor 1 - Praias do Pontal da Barra e da Avenida

Perfil P1 - praia do Pontal da Barra

A análise do perfil revela uma certa estabilidade no estirâncio de dezembro/2001 a maio/2002 . A pós-praia só é atingida pelo *run-up* nos meses de julho e agosto.

Durante todo o período de monitoramento ficou bem caracterizada a presença da escarpa praial numa distância de 90 a 100 metros do RN.

Nos meses de julho e agosto/2001, abril, agosto e outubro/2002 o perfil apresentou um desnível em torno de 0,5 metros. Em novembro/2002 foram verificadas as maiores modificações, com recuo da escarpa praial, aparecimento de uma escarpa de berma, e um canal no estirâncio entre 118 e 131 metros do RN, que pode estar associado ao mês de maior intensidade de ventos para o período monitorado. Logo após a escarpa praial (no sentido do RN) tem-se um terraço arenoso com extensão média de 94 metros, com pequenas dunas e campo de vegetação bem desenvolvido que passa por modificações quando a vegetação é retirada na proximidade dos dutos da ALGÁS, verificadas nos meses de março e agosto/2002 (figuras 8.3 e 8.4).

Perfil 2 – praia da Avenida

Nesse perfil, a pós-praia, o estirâncio e a antepraia mostram uma relativa estabilidade no período monitorado, apenas os meses de julho/2001 e novembro/2002 apresentaram modificações significativas causadas pela retirada de areia e lixo realizada pela prefeitura, rebaixando o perfil (figuras 8.5 e 8.6). Foi verificada, nos meses de setembro e novembro/2001 e mais junho e novembro/2002, a presença de barras no estirâncio inferior.

Nesse setor 1, no trecho logo após a terminação da linha de recife natural, ao sul do *píer* da BRASKEM, foi observado, durante trabalhos de campo, um processo erosivo pontual ocorrido durante a maré de sizígia de agosto de 2001, com recuo de aproximadamente 50 (cinqüenta) metros da escarpa praial, o que levou à destruição do acostamento da via asfáltica. Atualmente, nesse local, foi construído um muro de contenção, porém já se percebe a reconstituição natural do envelope praial.

Com relação aos sedimentos remanejados, o setor 1 apresentou alternância na variação dos volumes remanejados (tabela 8.2), com pequena tendência à acresção (figura 8.7). Nos meses de baixa precipitação foi verificado um déficit de sedimentos, provavelmente ocasionado pelo transporte eólico. Esse transporte foi verificado em campo quando da realização dos perfis morfológicos, onde os sedimentos do estirâncio e pós-praia eram transportados para o setor vegetado do perfil ou para a via asfáltica local.

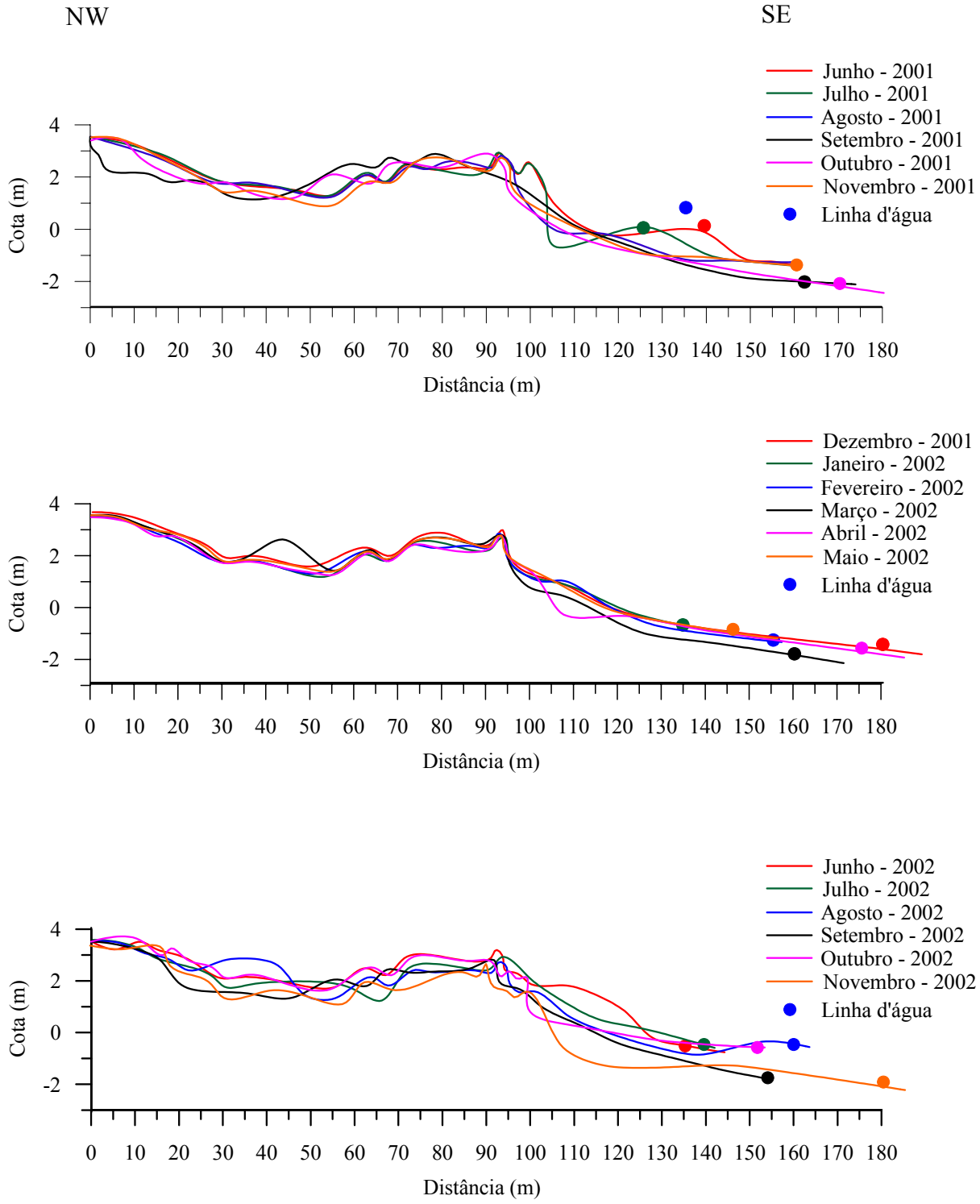


Figura 8.3 - Configuração do envelope praial do perfil P1 de junho/2001 a novembro/2002

Figura 8.4 - Praia do Pontal da Barra, Perfil 1- (A) agosto 2001, (B) março 2002

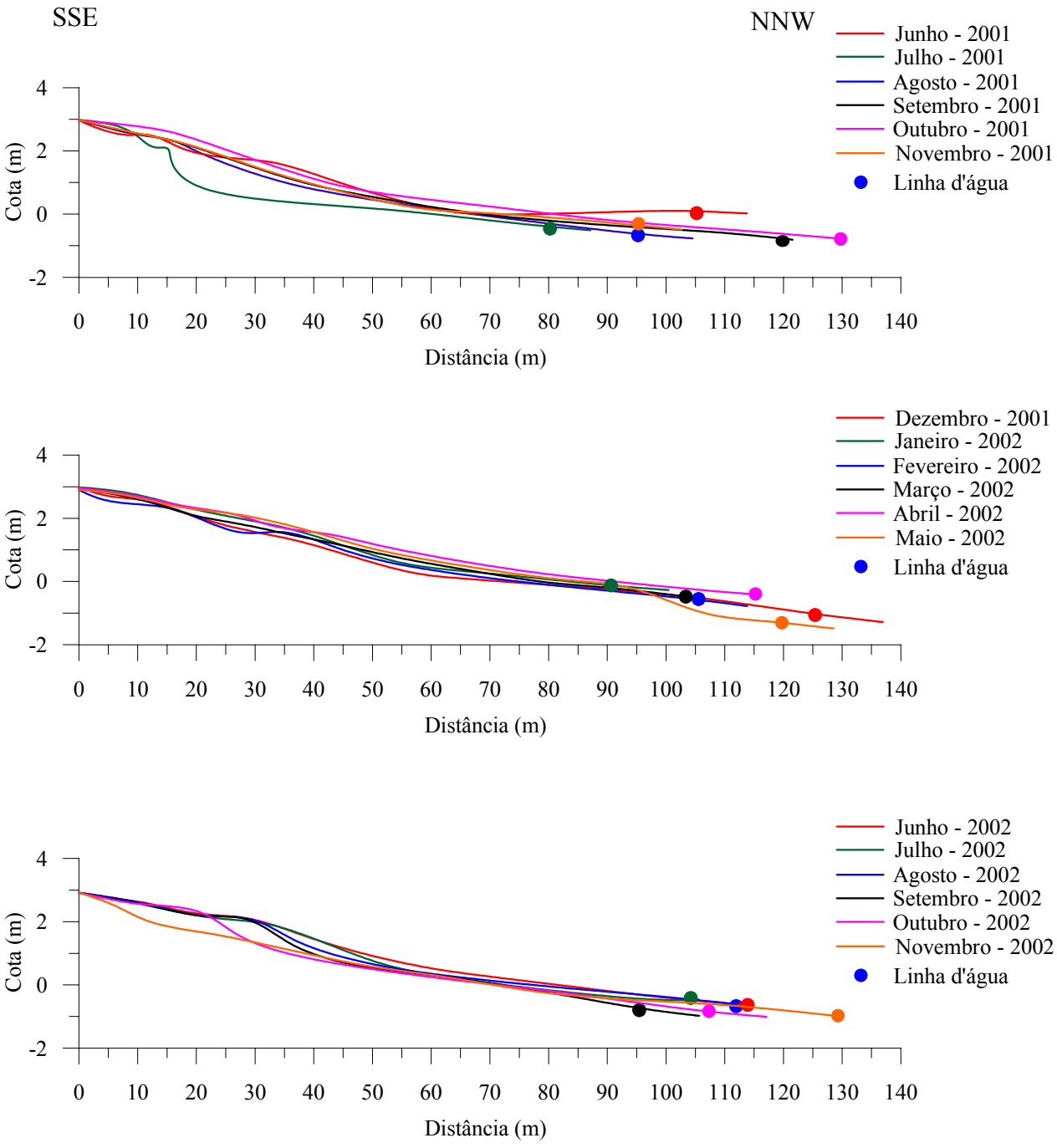


Figura 8.5 - Configuração do envelope praial do perfil P2 de junho/2001 a novembro/2002.

Figura 8.6 - Praia da Avenida, Perfil 2 - (A) março 2002, (B) junho 2001, (C) novembro 2002 .

Tabela 8.2 – Volume (m^3/m) nos perfis e as variações mensais, em relação ao mês anterior.

	Setor 1				Setor 2						Setor 3					
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8	
Meses	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)	Volume (m^3/m)	Variação de Volume (m^3/m)
jun/01	386,21	0	200,65	0	156,55	0	68,6	0	175,6	0	214,78	0	150,83	0	159,51	0
jul/01	357,69	-28,52	159,66	-40,99	152,66	-3,89	54,23	-14,37	136,67	-38,93	237,8	23,02	150,43	-0,4	155,26	-4,25
ago/01	405,41	47,72	175,55	15,89	152,53	-0,13	54,01	-0,22	138,2	1,53	208,85	-28,95	143,61	-6,82	132,64	-22,62
set/01	324,08	-81,33	186,11	10,56	158,13	5,6	55,22	1,21	142	3,8	214,85	6	161,11	17,5	191,43	58,79
out/01	345,8	21,72	208,39	22,28	153,55	-4,58	53,12	-2,1	142,34	0,34	200,04	-14,81	154,12	-6,99	149,91	-41,52
nov/01	332,61	-13,19	185,57	-22,82	155,47	1,92	44,92	-8,2	143,31	0,97	187,3	-12,74	165,99	11,87	175,03	25,12
dez/01	368,3	35,69	190,29	4,72	181,07	25,6	66,8	21,88	148,56	5,25	196,47	9,17	163,34	-2,65	158,29	-16,74
jan/02	374,61	6,31	212,6	22,31	152,26	-28,81	48,96	-17,84	146,34	-2,22	215,38	18,91	177,28	13,94	145,24	-13,05
fev/02	368	-6,61	200,71	-11,89	156,47	4,21	50,28	1,32	139,16	-7,18	205,07	-10,31	171,05	-6,23	181,56	36,32
mar/02	354,35	-13,65	208,61	7,9	155,65	-0,82	48,57	-1,71	143,77	4,61	200,44	-4,63	139,14	-31,91	188,28	6,72
abr/02	353,42	-0,93	228,43	19,82	157,41	1,76	52,23	3,66	143,22	-0,55	201,25	0,81	163,71	24,57	177,31	-10,97
mai/02	366,76	13,34	228,18	-0,25	157,57	0,16	50,99	-1,24	142,38	-0,84	205,84	4,59	206,32	42,61	174,03	-3,28
jun/02	427,19	60,43	218,48	-9,7	156,45	-1,12	47,83	-3,16	146,41	4,03	182,95	-22,89	161,53	-44,79	185,57	11,54
jul/02	386,01	-41,18	212,92	-5,56	151,68	-4,77	50,95	3,12	148,45	2,04	208,03	25,08	183,9	22,37	149,86	-35,71
ago/02	394,28	8,27	208,54	-4,38	181,54	29,86	52,63	1,68	148,63	0,18	218,15	10,12	161,8	-22,1	172,28	22,42
set/02	348,52	-45,76	194,73	-13,81	151,63	-29,91	51,46	-1,17	149,27	0,64	206,77	-11,38	162,66	0,86	175,62	3,34
out/02	405	56,48	188,41	-6,32	144,59	-7,04	49,83	-1,63	148,61	-0,66	187,71	-19,06	158,52	-4,14	145,76	-29,86
nov/02	328,63	-76,37	182,51	-5,9	138,3	-6,29	66,7	16,87	156,94	8,33	177,96	-9,75	169,6	11,08	224	78,24
	Total	-57,58		-18,14		-18,25		-1,9		-18,66		-36,82		18,77		64,49

Obs.: 0=mês inicial

Para o perfil P1, observou-se que o mês de maior acréscimo foi junho/2002, com volume positivo de 60,43 m^3/m e o mês de maior déficit foi o de setembro/2001, com variação de volume negativo de 81,33 m^3/m. Já no perfil P2, os meses de maiores acréscimos foram os de outubro/2001 e janeiro/2002, com uma média de 22,29 m^3/m na variação de volumes positivos, e o mês de julho/2001 apresentou a maior variação negativa de volume, com 40,99 m^3/m.

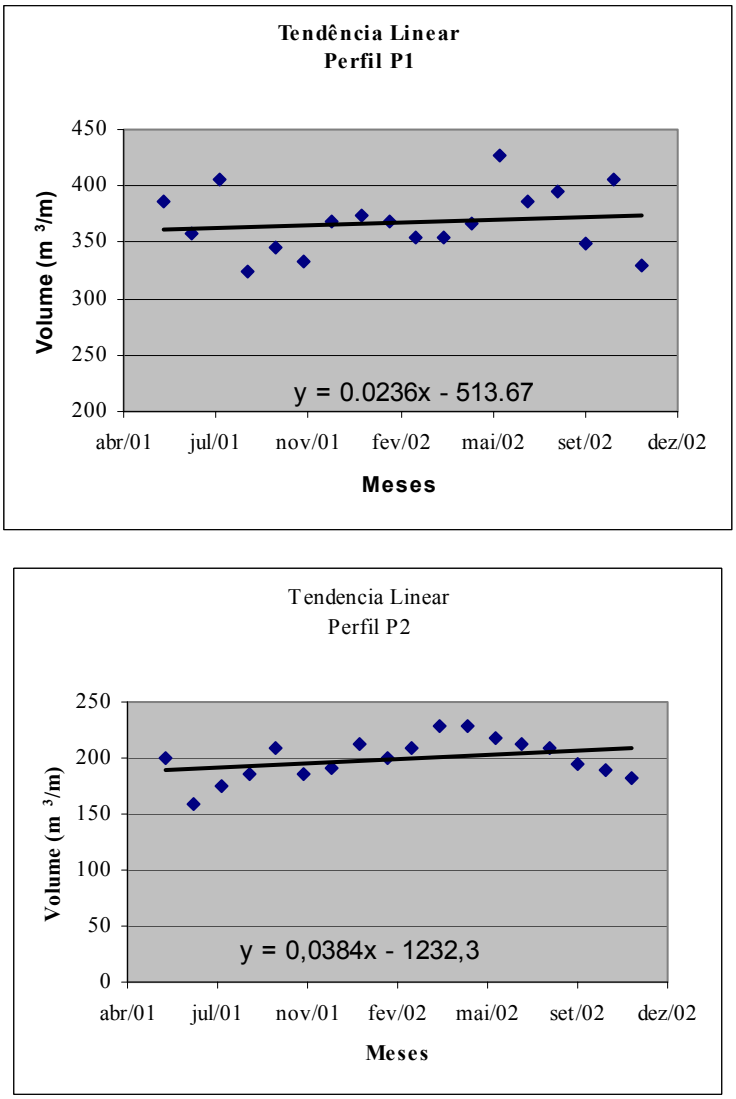


Figura 8.7 – Gráficos de tendência linear para o período monitorado no setor 1, perfis P1 e P2.

O estirâncio apresentou para o perfil P1 uma inclinação média de 3,5°, máxima de 5° entre junho a setembro/2002 e mínima de 1° em novembro/2001. No perfil P2 a inclinação

média foi de 2,7 °, a máxima de 4° em agosto e novembro/2001 e abril/2002, e mínima de 2° em junho, julho e dezembro/2001 e mais janeiro e de junho a setembro de 2002.

As praias desse setor apresentam uma ampla zona de surfe com ondas arrebentando em múltiplas linhas. Em certos períodos do ano apresentam barras e cavas paralelas à linha de costa, com presença de correntes de retorno. Com relação à declividade média para esse setor, observou-se em todo o período monitorado uma tendência à diminuição na declividade da praia do perfil P1 para o perfil P2 (figura 8.8).

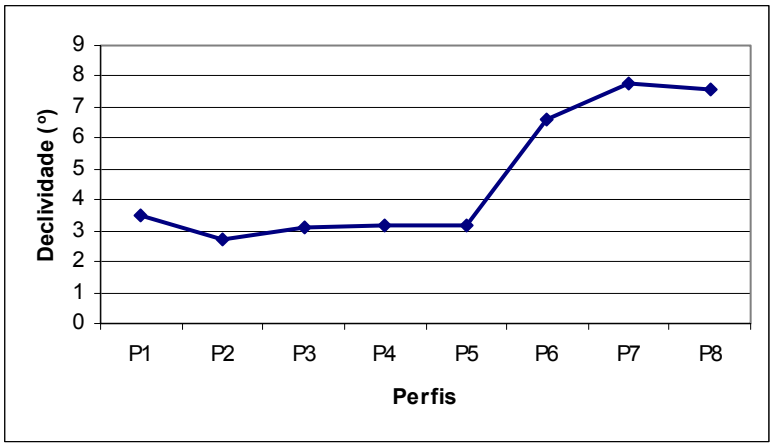


Figura 8.8 – Gráfico da variação da declividade média ao longo dos perfis.

8.4.2 Setor 2 - Praia da Pajuçara

Perfil 3

O perfil apresentou como principal característica no período monitorado a formação de um canal no estirâncio, em agosto/2001, seu preenchimento em setembro e novamente o aparecimento em outubro/2001, seguindo-se novamente seu preenchimento nos meses subseqüentes. Os meses de dezembro/2001 e agosto/2002 foram os de maiores acréscimos de sedimentos (figuras 8.9 e 8.10)

Perfil 4

Nesse perfil, o setor de pós-praia encontra-se totalmente descaracterizado, pois foram construídos muros, colocação de pedras (enrocamento), barracas, bares e calçadas. Como pode ser verificado no perfil, entre 5 e 10 metros existe uma variação maior devida à acomodação do enrocamento no período monitorado. No setor da praia, verifica-se em todos os meses que prevalece a erosão do aterro localizado na pós-praia e destruição do enrocamento (figuras 8.11 e 8.12).

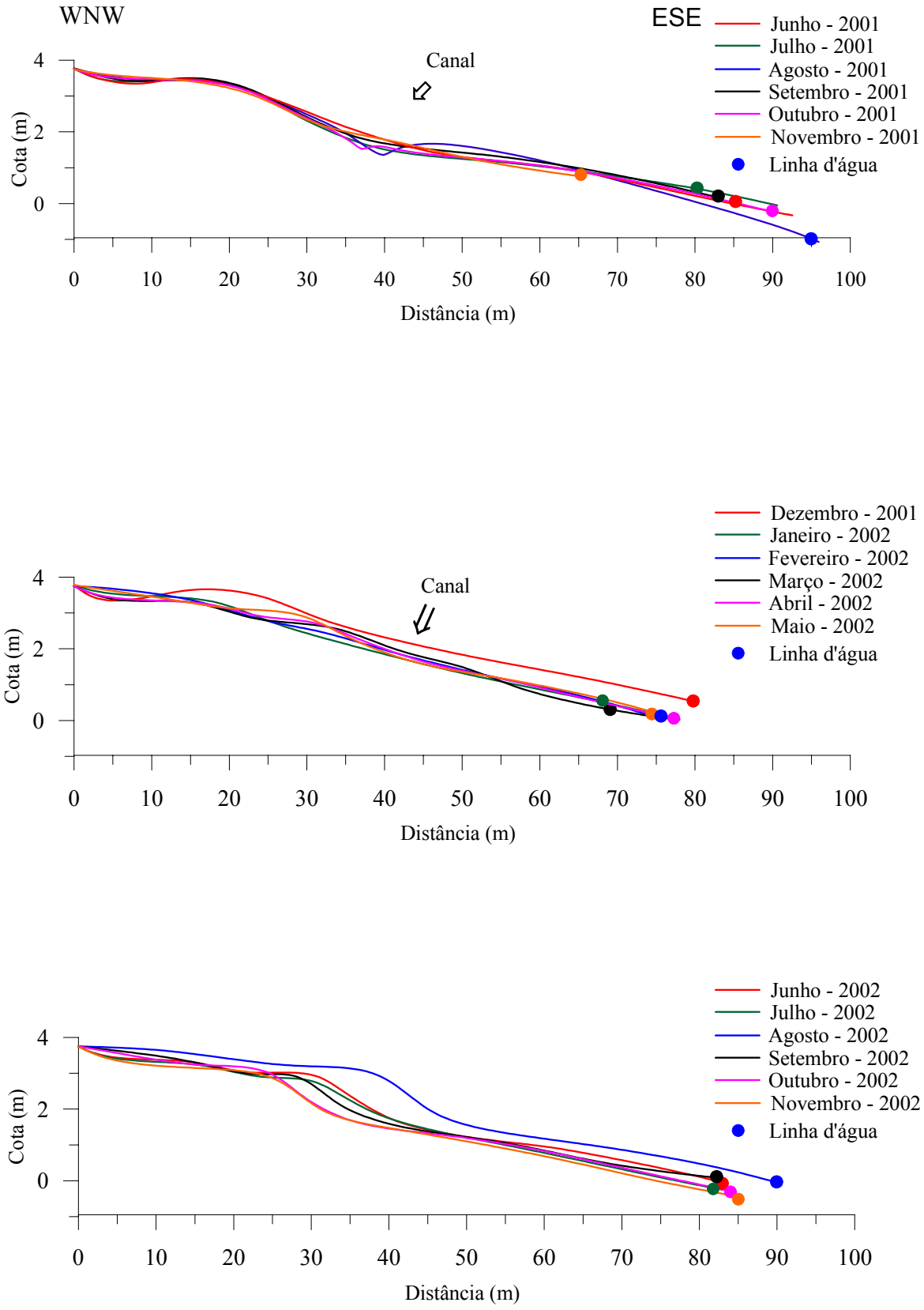


Figura 8.9 - Configuração do envelope praial do perfil P3 de junho/01 a novembro/02

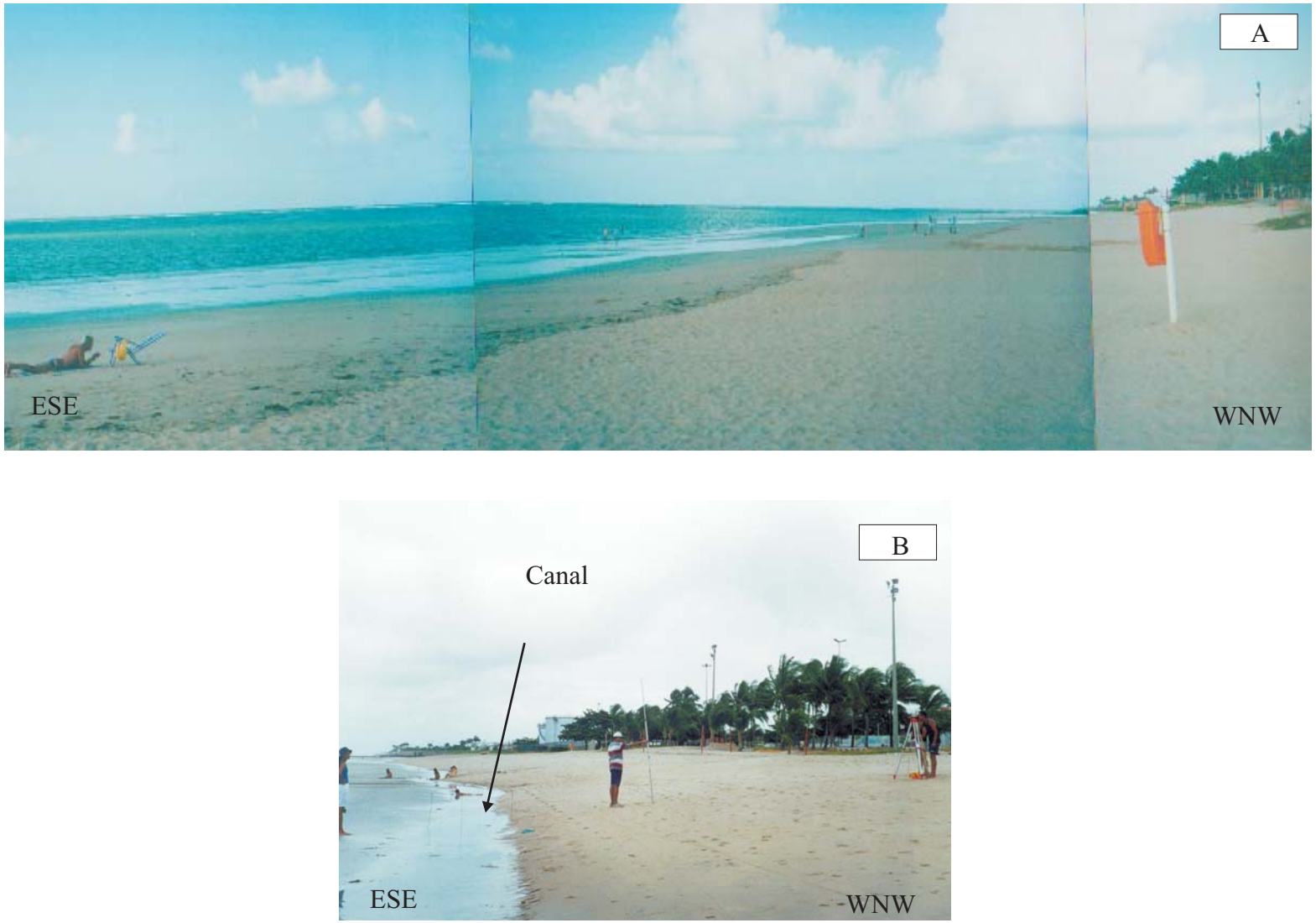


Figura 8.10 - Praia da Pajuçara, Perfil 3 - (A) março 2002, (B) agosto 2001

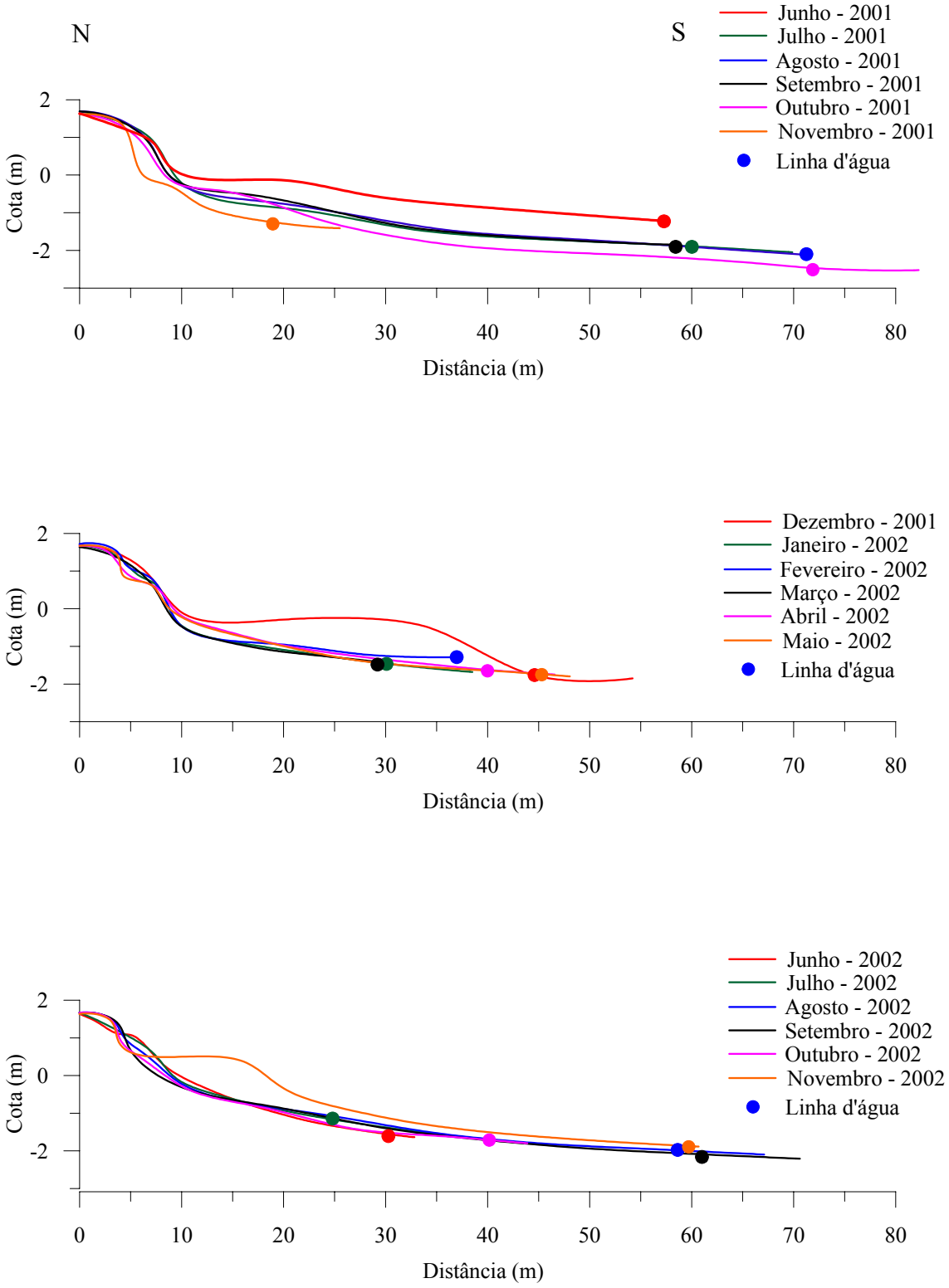


Figura 8.11 - Configuração do envelope praial do perfil P4 de junho/01 a novemvro/02

Figura 8.12 - Praia da Pajuçara, Perfil 4 - (A) março 2002, (B) agosto 2001, (C) março 2002

Perfil 5 – praia da Pajuçara

O perfil apresenta mudanças intensas entre junho e julho/2001 e, nos meses subseqüentes, uma relativa estabilidade. O estirâncio apresentou a formação de um canal em fevereiro/2002 (figuras 8.13 e 8.14).

Com relação ao balanço sedimentar, o perfil P3 apresentou balanço erosivo (figura 8.15). O mês de maior erosão, com volume negativo de 29,91 m^3/m, foi setembro/2002 e o de maior acréscimo, com volume positivo de 29,86 m^3/m, foi agosto/2002 (tabela 8.2).

O perfil P4 apresentou uma maior tendência erosiva (figura 8.15), com o mês de maior déficit de sedimentos em janeiro/2002, com 17,84 m^3/m (tabela 8.2), apresentando entretanto uma variação de volume positiva no mês de dezembro/2001, com 21,88 m^3/m.

O perfil P5 apresentou uma tendência à estabilidade em todo o período (figura 8.15), com variação de volume positivo de 8,33 m^3/m em novembro/2002 (tabela 8.2) e variação de volume negativa de 38,93 m^3/m em julho/2001.

Verificou-se que os meses de dezembro/2001 e agosto/2002 foram de acréscimo na variação dos volumes remanejados (tabela 8.2) para os três perfis desse setor, observando-se que há um nítido aumento nesse balanço positivo a partir do perfil P5 no sentido do perfil P3.

O estirâncio para o perfil P3 apresentou uma inclinação média de 3,1°, máxima de 5° em junho e novembro/2001 e abril/2002 e mínima de 0° em julho/2001. A inclinação média no estirâncio para o perfil P4 foi de 3,2°, a máxima foi de 6° em junho/2001 e junho/2002, mínima de 1° em setembro/2001. No perfil P5 a inclinação média ficou em 3,2°, a máxima de 5° em outubro/2001 e a mínima de 2° em janeiro, agosto e setembro/2002.

A inclinação média no setor 2 mostra uma uniformidade de valores, como pode ser verificado na figura 8.8.

8.4.3 Setor 3 - Praias de Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica

Perfil 6 – praia da Jatiúca

A escarpa de praia oscilou entre 20 a 35 metros do ponto inicial do perfil (RN), passando por variações expressivas nos meses de julho/2001 e de janeiro/abril/julho/ outubro e novembro/2002 (figuras 8.16 e 8.17).

Perfil 7 – praia de Cruz das Almas

O estirâncio apresenta maior aporte sedimentar nos mês de maio/2002, e uma variação média de 0,5 metros na altura do perfil em relação ao mês inicial de monitoramento (figuras 8.18 e 8.19).

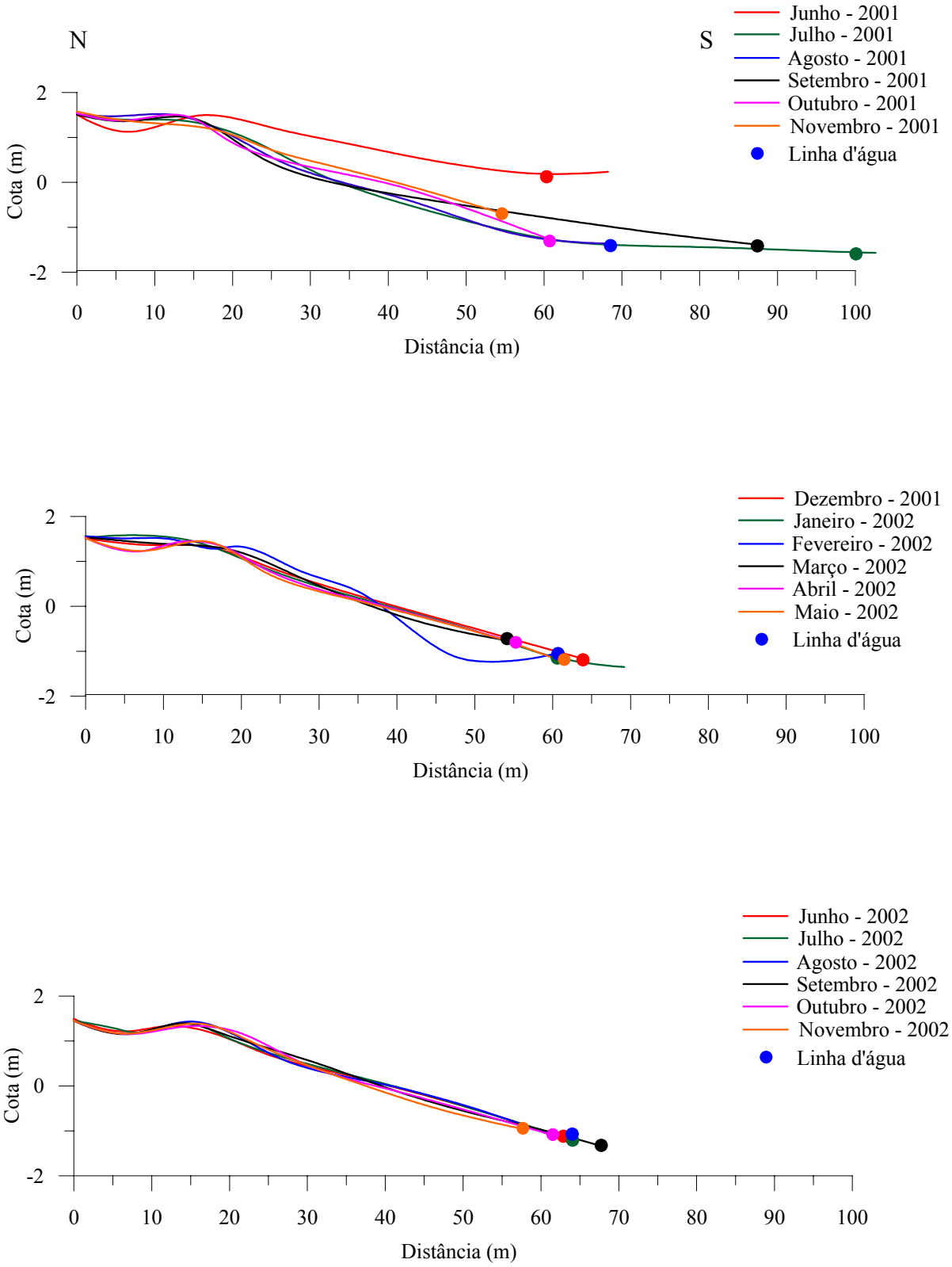
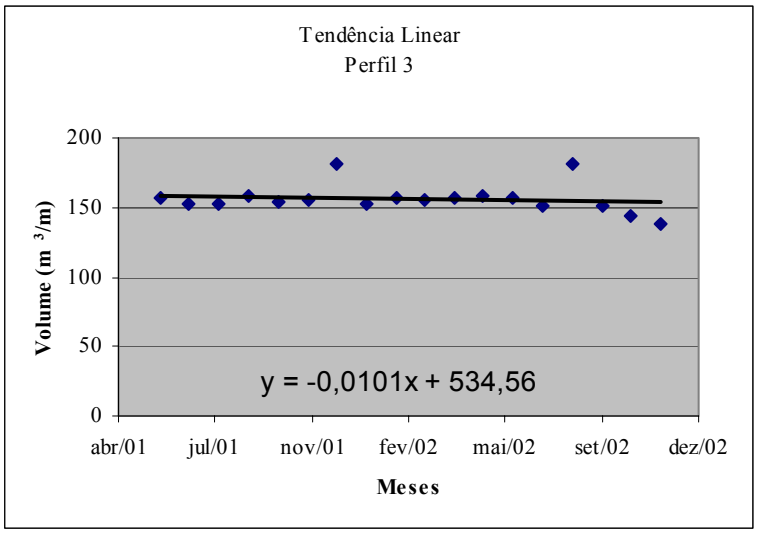
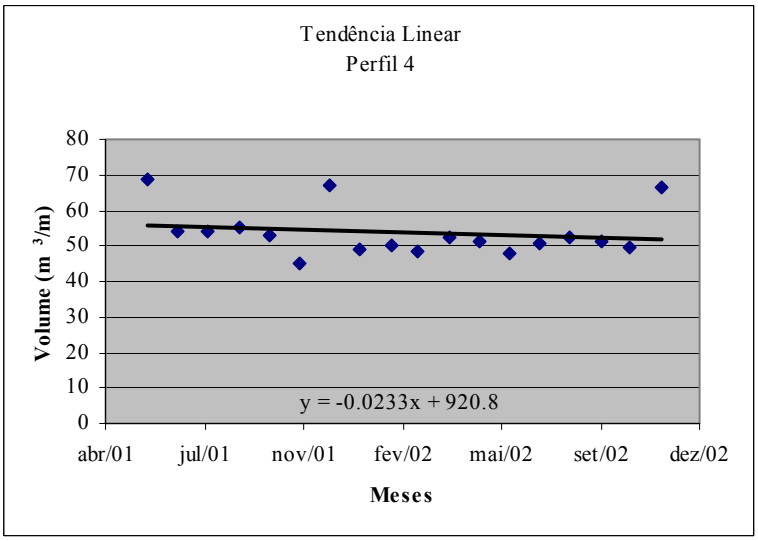


Figura 8.13 - Configuração do envelope praial do perfil P5 de junho/01 a novembro/02

Figura 8.14 - Praia da Pajuçara, Perfil 5 - (A) março 2002, (B) agosto 2001





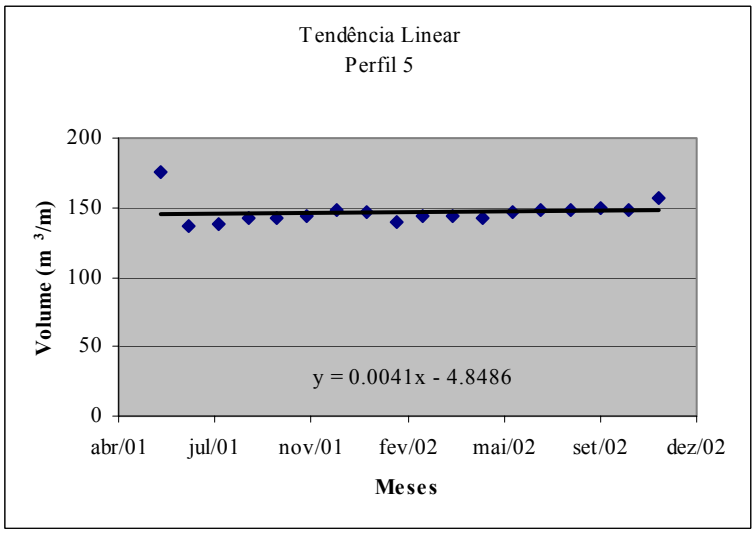


Figura 8.15-Gráficos de tendência linear para o período monitorado no setor 2, perfis P3, P4 e P5.

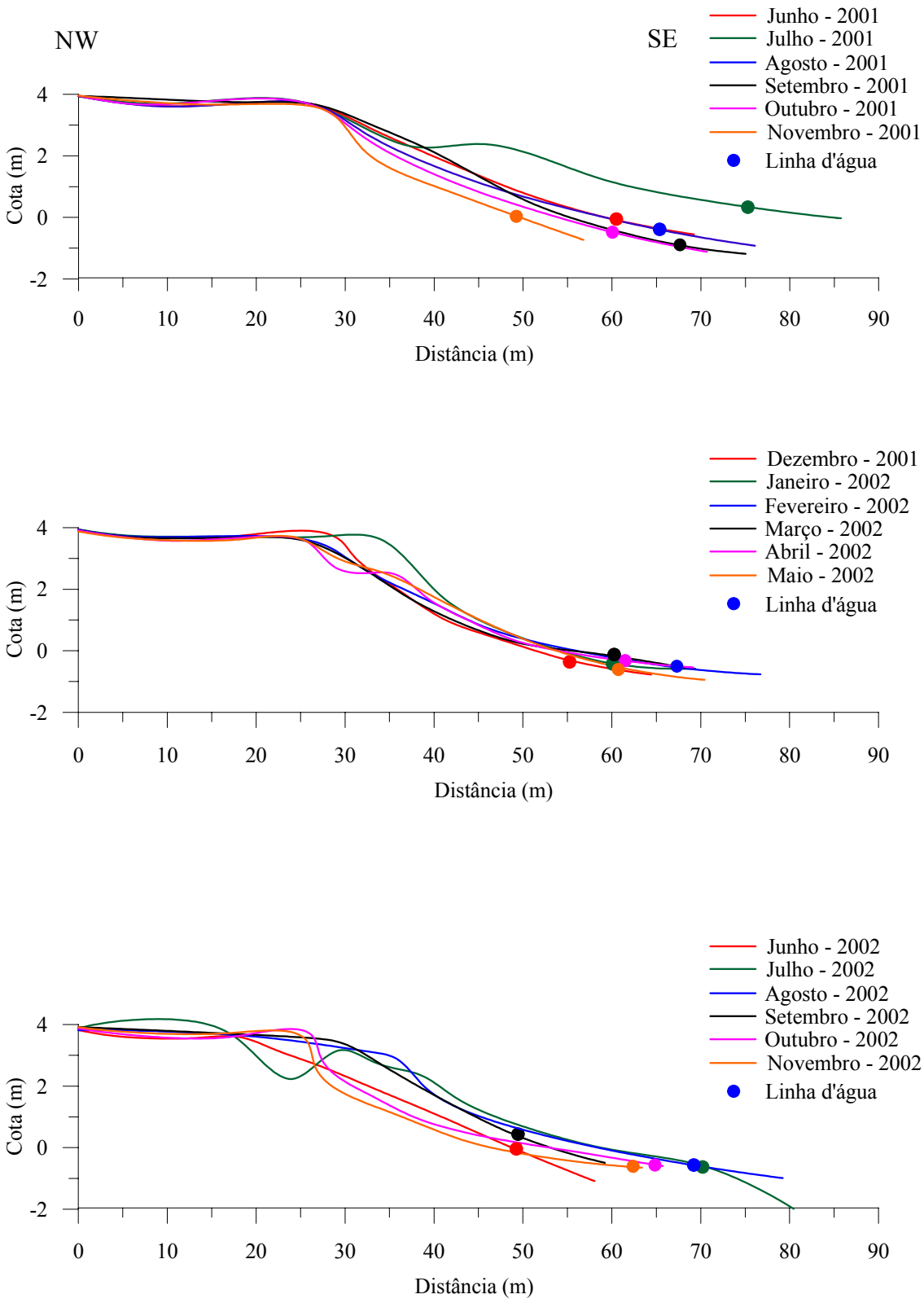


Figura 8.16 - Configuração do envelope praial do perfil P6 de junho/01 a novembro/02

Figura 8.17 - Praia da Jatiúca, Perfil 6 - (A) março 2002, (B) fevereiro 20036

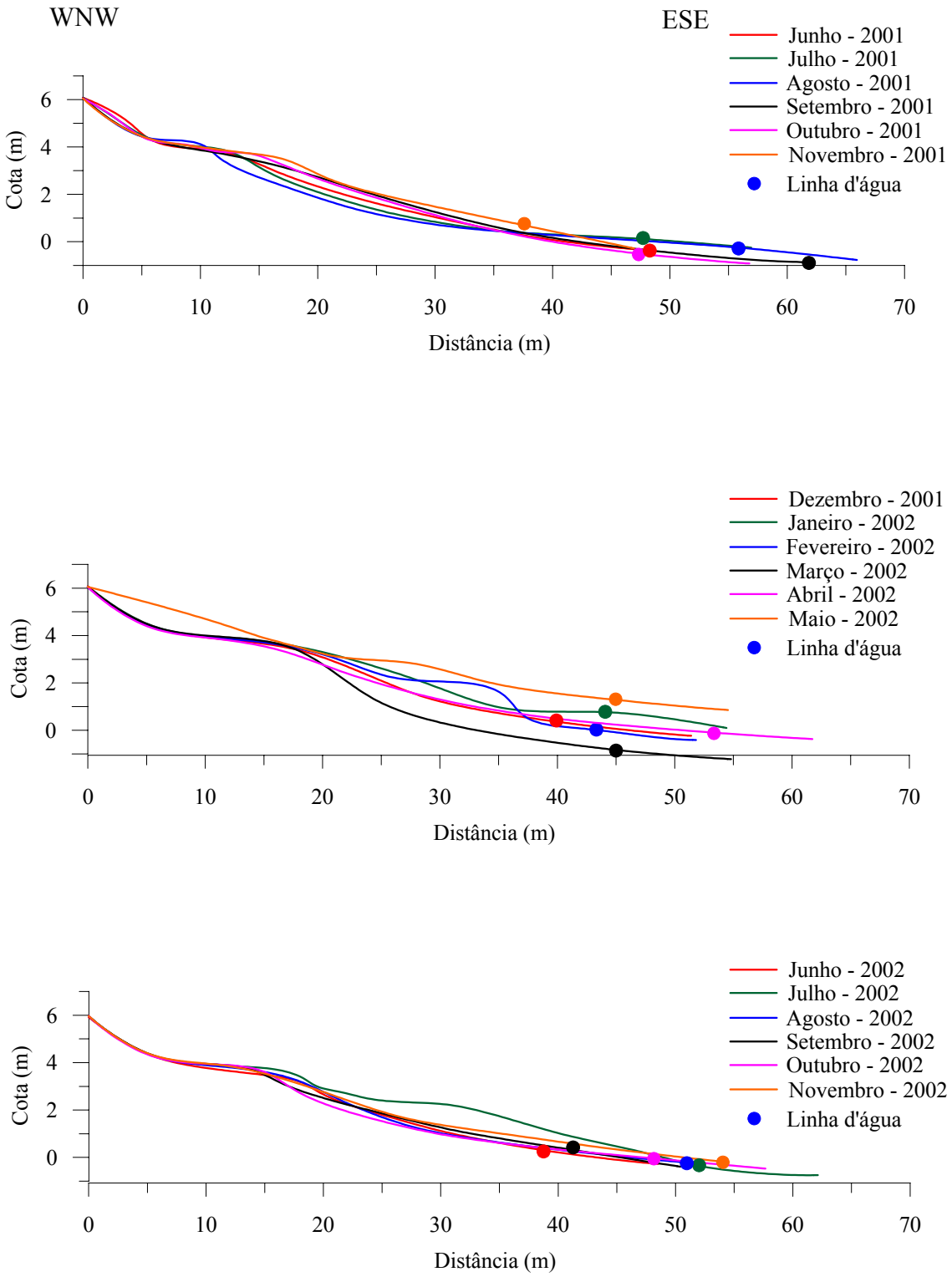


Figura 8.18 - Configuração do envelope praial do perfil P7 de junho/01 a novembro/02

Figura 8.19 - Praia de Cruz das Almas, Perfil 7 - (A) março 2002, (B) fevereiro 2003

Perfil 8 – praia de Jacarecica

A pós-praia apresenta vegetação típica deste setor e a escarpa migra entre os 10 a 20 metros do início do perfil.

O estirâncio apresentou uma tendência à deposição, principalmente nos meses de setembro/2001, março e novembro/2002 (figuras 8.20).

A escarpa é a feição morfológica constante nesse perfil (figura 8.21) durante todo o período de monitoramento.

Em relação aos volumes mensais, o perfil P6 apresentou uma tendência à erosão (figura 8.22) maior no mês de agosto/2001, com uma variação negativa de volume remanejado de 28,95 m^3/m. Durante o monitoramento, uma certa alternância entre deposição e erosão foi verificada, podendo estar associada à incidência das ondas na praia, modificadas pela refração na linha de recife localizada a 700 metros da praia.

Os perfis P7 e P8 assemelham-se quanto à tendência à acresção (figura 8.22). Os valores de maior acresção foram de 42,61 m^3 /m em maio/2002 para o perfil P7 e 78,24 m^3/m em novembro/2002 para o perfil P8.

A inclinação média do perfil P6 foi de 6,6°, a máxima de 9° em outubro e dezembro/2001 e julho/2002 e a mínima de 2° em março e abril/2003. Para o perfil P7, a inclinação média da zona de estirâncio foi de 7,8°, máxima de 10° em novembro/2001 e de fevereiro a abril/2002 e mínima de 5° em outubro/2001. No perfil P8 a inclinação média é de 7,6°, máxima de 10° em dezembro/2001, março e maio/2002 e mínima de 6° em junho/2001.

Esse setor apresentou um aumento na declividade do perfil P6 para o P7 e uma variação mínima entre os perfis P7 e P8 (figura 8.8).

As praias desse setor caracterizam-se por um gradiente de face de praia bastante íngreme, formado por areias quartzosas grossas com bancos e praia de cúspides com zona de surfe bem desenvolvida nos perfis 6 e 7 e nível de energia de onda constante, impedindo o desenvolvimento de zona de surfe no perfil 8.

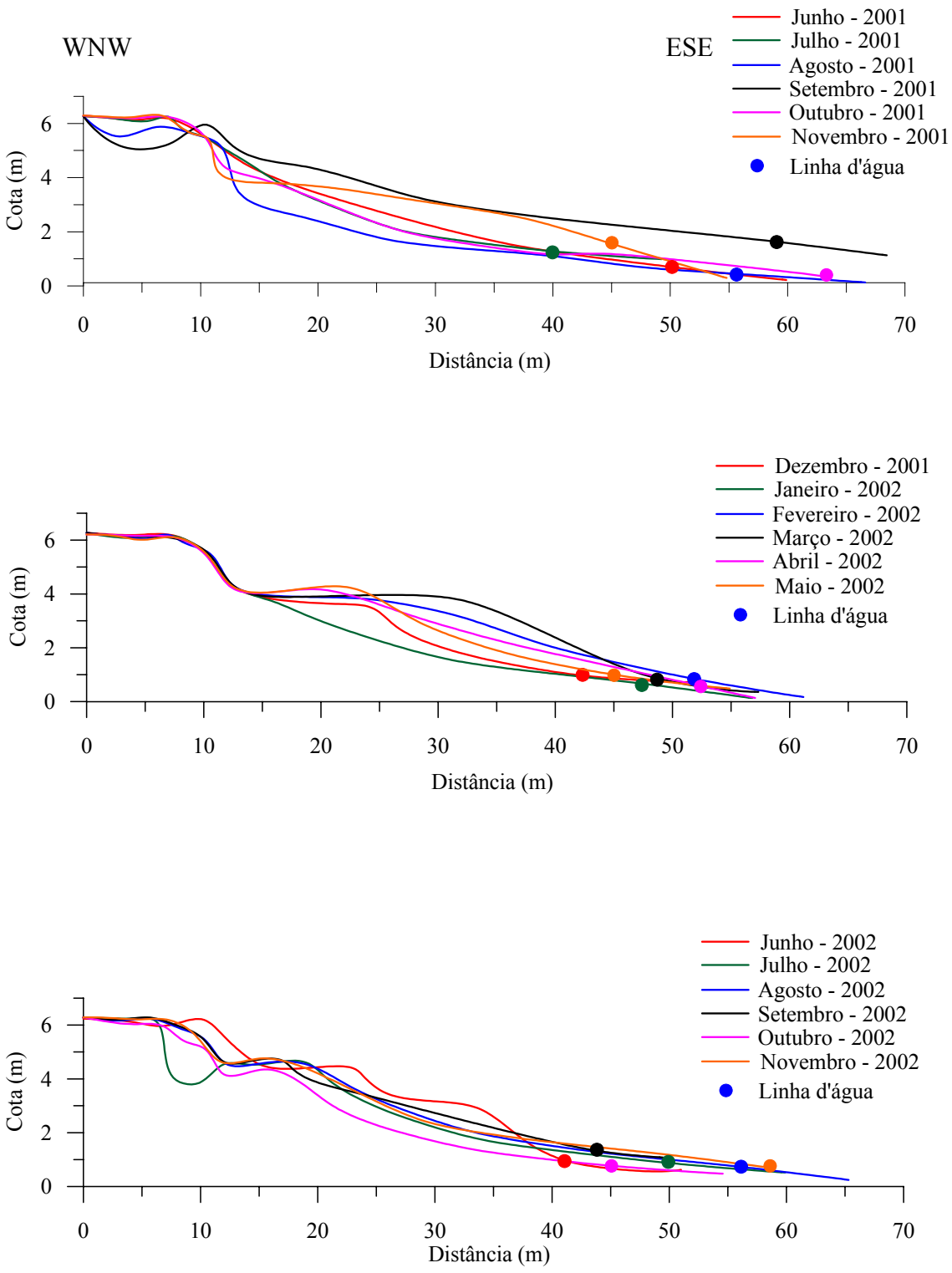


Figura 8.20 - Configuração do envelope praial do perfil P8 de junho/01 a novembro/02

Figura 8.21 - Praia de Jacarecica, Perfil 8 - (A) agosto 2001, (B) julho 2002

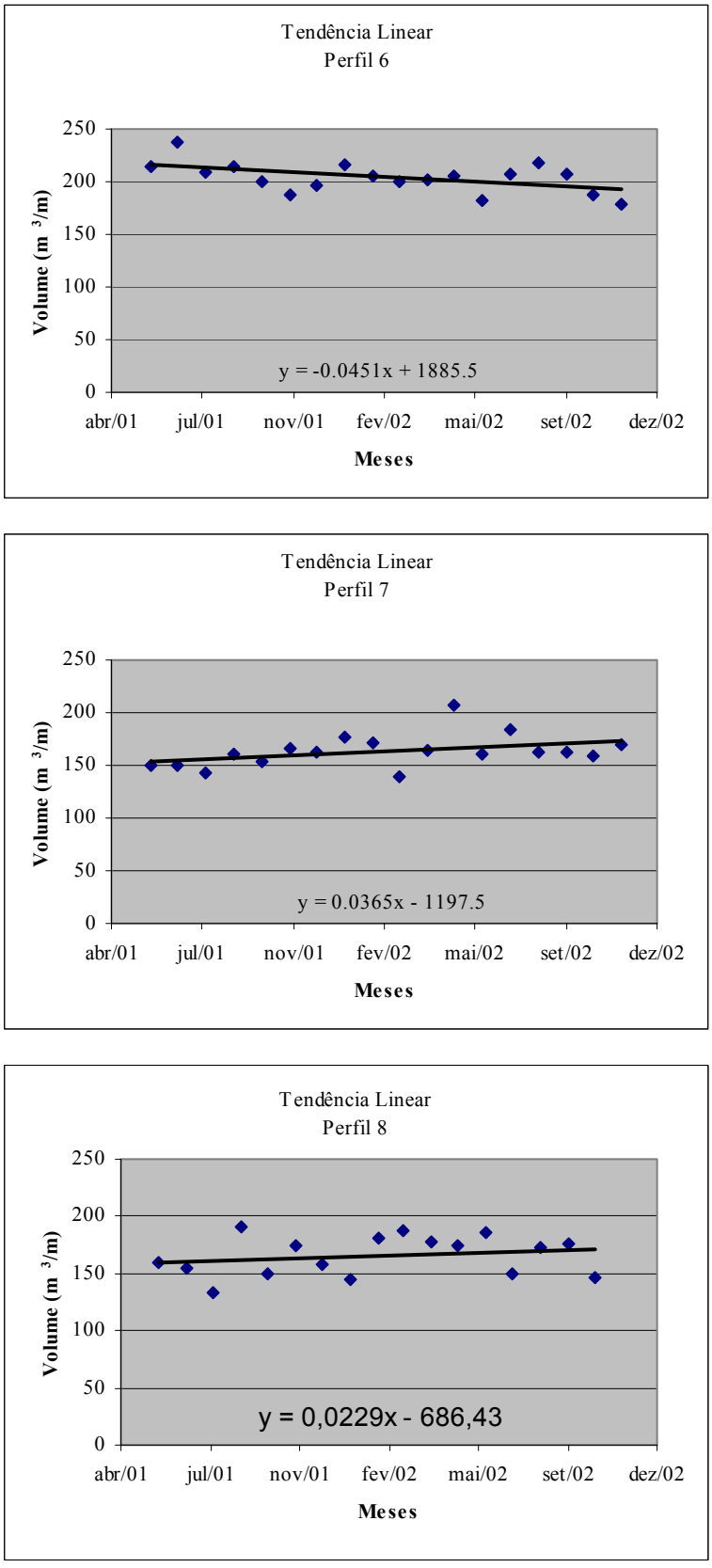


Figura 8.22-Gráficos de tendência linear para o período monitorado no setor 3, perfis P6, P7 e P8.

8.5 Conclusões

As variações a curto prazo da linha de costa estudada estão associadas à própria morfologia da linha de costa, à deriva litorânea, à presença de arenito de praia e dos recifes de coral e de algas, às modificações sazonais, ao clima de ondas, à inclinação da praia, à largura da praia e ao transporte eólico.

Os resultados do balanço sedimentar ao longo dos setores estudados mostraram comportamentos distintos, variando desde uma tendência positiva, ou seja, progradante, até uma tendência erosiva.

No setor 1, as praias apresentam banco e calha longitudinais e os dois perfis realizados apresentaram tendência à acresção, com a presença de barras no estirâncio inferior que vão sendo incorporadas ao perfil.

O setor 2 é o mais vulnerável da área em estudo, apresentando o perfil P4 em erosão, sem a presença da pós-praia e com muro de contenção. O perfil P5 apresentou tendência à estabilidade.

A linha de costa deste setor 2 é côncava, circundada por recifes algálicos e delimitada ao norte pelo promontório da Ponta Verde (recife de franja) e ao sul pelo molhe do porto de Maceió, influenciando assim o ângulo de incidência das ondas.

Essa tendência erosiva pode ser decorrente do aprisionamento sedimentar no setor 3, localizado ao norte deste, causado pelo promontório da Ponta Verde (recife de franja) e o Clube Alagoinha, ou pelas várias ampliações do molhe do porto de Maceió, intensificando desta forma o *déficit* sedimentar neste setor.

Apesar da tendência erosiva, os meses de dezembro/2001 e agosto/2002 mostraram acréscimo na variação dos volumes remanejados para os três perfis desse setor, observando-se que há um aumento nesse balanço positivo a partir do perfil P5 no sentido do perfil P3. O Clube Alagoinha provavelmente atua como uma "zona de sombra", deixando o perfil P5 com um menor acréscimo de sedimentos remanejados.

No setor 3, o perfil P6 apresentou características erosivas que podem estar associadas a sua localização logo após os recifes de arenito e ao *inlet* da laguna da Anta. Já os perfis P7 e P8 apresentaram tendência à acresção, com a presença de barras que vão sendo incorporadas aos mesmos.

Com relação à inclinação média, o setor 1 apresentou em todo o período monitorado uma diminuição no sentido do perfil P1 para o perfil P2. No setor 2 a inclinação média mostra

uma uniformidade de valores. O setor 3 apresentou um aumento na declividade no sentido do perfil P6 para o P7 e uma variação mínima entre os perfis P7 e P8.

Verificou-se que a inclinação média do estirâncio nos setores apresenta uma correlação positiva com a altura significativa das ondas registradas no período de monitoramento.

9. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA

Os sedimentos que constituem as praias têm origens diversas. A principal contribuição de materiais detríticos é do continente, os quais são transportados pelos rios, enquanto outros resultam da plataforma interna. Uma outra parte significativa provém de elementos biodetríticos, especialmente em praias que apresentam formações recifais, como já descrito anteriormente.

Este capítulo tem como objetivo caracterizar os sedimentos que compõem as praias estudadas, e os que atapetam a enseada da Pajuçara, informando sobre as características texturais dos sedimentos. Também será discutido o levantamento batimétrico da plataforma interna, na área estudada.

9.1 Métodos

A análise sedimentológica fornece subsídios para a correlação entre as características texturais dos sedimentos e os vários ambientes que compõem a dinâmica deposicional.

Ao longo dos oito perfis topográficos, já discutidos no capítulo 8, foram coletadas amostras superficiais de sedimentos nos setores de pós-praia (quando existia), praia ou estirâncio e antepraia para se investigar suas variações texturais.

Tais amostras foram tratadas em laboratório, sendo submetidas ao peneiramento úmido e seco em um agitador de peneiras, onde foram separadas as suas frações granulométricas (cascalho, areia e finos/lama). Em seguida, para avaliação dos resultados, foi utilizado o programa "Pancom" (Toldo Jr., & Dornelles,G.E.), que calcula os parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose), segundo Folk & Ward (1957).

Cunha & Coutinho (1978) correlacionaram a assimetria ao regime ou nível de energia atuante, atribuindo assimetria positiva para ambientes mais fechados e assimetria negativa para ambientes abertos.

Vários autores consideram que a assimetria é o parâmetro granulométrico mais sensível para se caracterizar um ambiente, principalmente com relação ao nível de energia dos sedimentos recentes.

Para Duane (1964), o sinal negativo indicaria remoção de partículas finas, e é característico de praias, zonas litorâneas e *inlets*, indicativo de erosão ou não deposição. O

sinal positivo resultaria da acumulação de sedimentos finos como em lagunas e dunas, e a ocorrência de sinais positivos e negativos indica área instável.

Em uma distribuição pelo tamanho dos grãos pode-se determinar a existência de 3 populações, segundo Doeglas (1946, *in* Mabesoone, 1986). Populações transportadas por rolamento (grãos maiores do que zero ϕ e a energia do meio não é suficiente para deslocá-los do fundo), por saltação (grãos entre 1,0 e 2,0 ϕ, podendo atingir a fração 3,0 ϕ) e por suspensão (envolve grãos acima de 4,0 ϕ).

Para a coleta dos sedimentos que compõem a plataforma da enseada da Pajuçara, foi estabelecida uma malha de amostragem (43 amostras) ao longo da enseada, sendo as amostras coletadas por uma draga tipo *van veen*, e o posicionamento dado por GPS. Com base nos dados laboratoriais e no diagrama triangular de Shepard (1954), foram elaborados os mapas de distribuição das frações cascalho, areia, lama e de fácies texturais. Com a obtenção dos parâmetros estatísticos foram elaborados os mapas do diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose. O teor de carbonato de cálcio foi determinado através do ataque com HCL a 40% na amostra bruta, obtendo-se o teor por diferença de peso.

Sendo assim, foi definida a distribuição espacial dos sedimentos a partir de uma série de análises mecânicas e tratamento estatístico.

O levantamento batimétrico, que tem como finalidade mostrar a configuração morfológica da plataforma interna, foi realizado ao longo de toda a linha de costa em estudo até a profundidade de 10 metros.

9.2 Sedimentologia nos perfis morfológicos

9.2.1 Setor 1 - Perfil P1

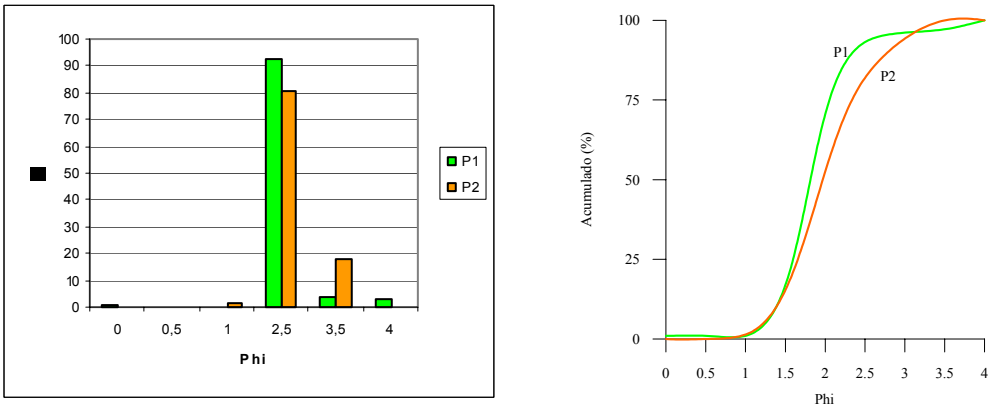
Pós-praia

As areias são finas, bem selecionadas, aproximadamente simétricas, sugerindo alternância de energia e influência do transporte por suspensão no verão e a curtose confirma a variação no grau de energia (mesocúrtica).

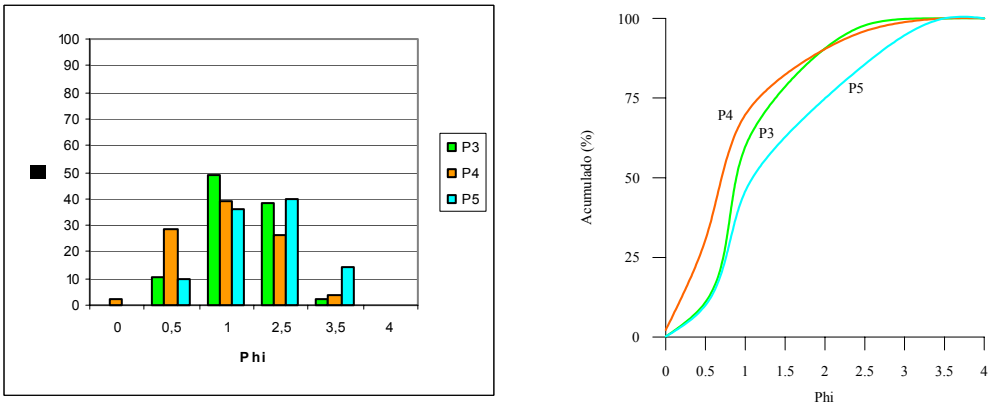
Praia

As areias são finas na maioria dos meses (figura 9.1), e médias em julho e agosto, apresentando uma variação sazonal no grau de seleção (bem selecionadas a moderadamente selecionadas). A assimetria confirma o grau de seleção moderada dos sedimentos (aproximadamente simétricas) e a curtose evidencia as variações no grau de energia do meio (mesocúrticas).

Setor 1



Setor 2



Setor 3

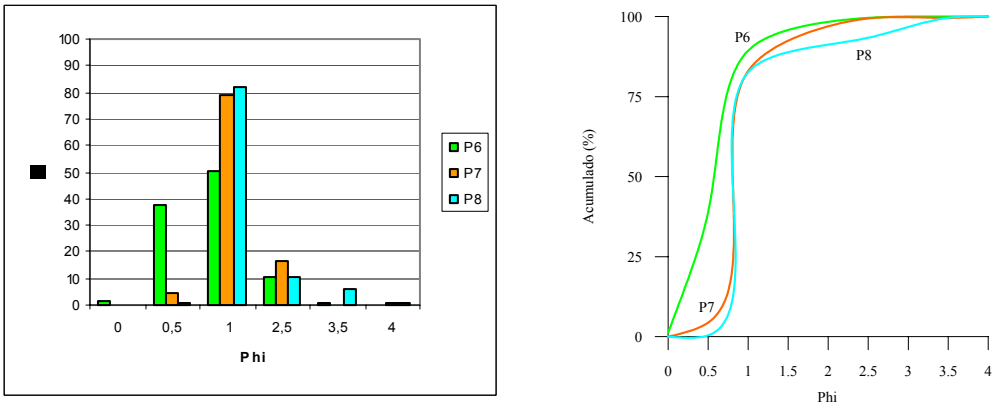


Figura 9.1 - Histogramas das análises granulométricas e curvas acumulativas das praias para os setores 1, 2 e 3.

Antepraia

As areias variam de finas (setembro a maio) a médias (junho a agosto), são moderadamente selecionadas, aproximadamente simétricas, enquanto a curtose varia de platicúrtica (setembro a maio) a mesocúrtica (junho a agosto), indicando variações sazonais nas condições energéticas do ambiente.

9.2.2 Setor 1 - Perfil P2

Pós-praia, praia e antepraia

As areias são finas (figura 9.1), bem selecionadas, predominando o transporte por saltação na praia e pós-praia (intensificado pela retirada da vegetação nativa). A assimetria é negativa na antepraia, indicando alta energia neste setor, e varia de negativa a positiva na pós-praia e praia, indicando alternância de estágio de energia. A curtose confirma essa alternância variando de mesocúrtica a leptocúrtica .

9.2.3 Setor 2 - Perfil P3

Pós-praia e praia

As areias variam de médias a finas (figura 9.1) e são pobremente a moderadamente selecionadas. A assimetria varia de positiva a aproximadamente simétrica, com curtose alternando-se entre platicúrtica a muito platicúrtica, indicando condições de um ambiente de baixa energia.

Antepraia

As areias variam de grossas a muito finas, são pobremente selecionadas, com assimetria positiva a muito negativa confirmando a pobre seleção, e curtose variando de platicúrtica (baixa energia) a muito leptocúrtica (maior energia) nos meses de maio e junho.

9.2.4 Setor 2 - Perfil P4

Praia

As areias variam entre média (predominantes), fina (agosto a setembro) e grossa (junho), são pobremente selecionadas (figura 9.1), a assimetria varia de muito positiva a negativa, confirmando a pobre seleção, e a curtose varia de platicúrtica a mesocúrtica e leptocúrtica (maior energia) no mês de junho.

Antepraia

As areias são predominantemente finas a muito finas e em março e abril, médias, são pobremente selecionadas, com assimetria muito positiva a muito negativa, confirmando a

pobre seleção, e curtose variando de platicúrtica (baixa energia) a mesocúrtica (energia intermediária) nos meses de abril e maio.

9.2.5 Setor 2 - Perfil P5

Pós-praia

As areias são finas, moderadamente selecionadas, e sofrem influência eólica no período de baixa precipitação. A assimetria varia de positiva a aproximadamente simétrica, enquanto a curtose varia de platicúrtica a mesocúrtica, indicando condições de energia baixa a intermediária.

Praia

As areias são menos homogêneas, variando de fina a média (figura 9.1), e pobremente selecionadas. A variação da assimetria, de muito negativa a positiva, e a curtose de platicúrtica (baixa energia) a muito leptocúrtica (energia maior) nos meses de maio e julho indicam variações sazonais no meio.

Antepraia

As areias variam de fina a muito fina, são moderadamente selecionadas, com assimetria muito negativa e curtose muito platicúrtica a mesocúrtica (energia baixa a intermediária) e leptocúrtica a muito leptocúrtica de maio a setembro (maior energia).

9.2.6 Setor 3 - Perfil P6

Pós-praia

As areias são grossas a médias, moderadamente selecionadas, com assimetria aproximadamente simétrica e positiva. A curtose caracteriza condições de energia intermediária (mesocúrtica).

Praia

As areias variam de médias a grossas (figura 9.1), moderadamente selecionadas. A assimetria varia de aproximadamente simétrica a assimétrica negativa, sugerindo alta energia e a curtose varia de mesocúrtica (energia intermediária) a leptocúrtica (energia maior).

Antepraia

As areias variam de grossas a médias, são moderadamente selecionadas, a assimetria é negativa e a curtose leptocúrtica a mesocúrtica (energia alta a intermediária).

9.2.7 Setor 3 - Perfil P7

Pós-praia

As areias são grossas e muito finas (junho e setembro), moderada a pobremente selecionadas. A assimetria varia de aproximadamente simétrica a assimétrica positiva e negativa, sugerindo alternância de deposição e remoção. A curtose confirma a sazonalidade, mostrando alta energia nos meses de inverno (leptocúrtica) e baixa a intermediária (platicúrtica e mesocúrtica) nos outros meses.

Praia

As areias são médias (figura 9.1), bem selecionadas, aproximadamente simétricas a assimétricas, mesocúrticas (energia intermediária) e leptocúrticas nos meses de agosto e maio (maior energia).

Antepraia

As areias variam de médias a grossas, moderadamente selecionadas, aproximadamente simétricas, mesocúrticas (energia intermediária) e leptocúrticas nos meses de junho a setembro (maior energia).

9.2.8 Setor 3 - Perfil P8

Pós-praia

As areias são médias, moderadamente selecionadas, aproximadamente simétricas, mesocúrticas a platicúrticas (energia intermediária a baixa) e leptocúrticas nos meses de maio a setembro (maior energia).

Praia

As areias são médias (figura 9.1), moderadamente selecionadas, aproximadamente simétricas e mesocúrticas a platicúrticas (intermediária a baixa energia) e leptocúrticas (energia maior) nos meses de junho a agosto.

Antepraia

As areias variam de médias a grossas, moderadamente selecionadas, assimétricas positivas, platicúrticas a mesocúrticas (energia baixa a intermediária) e leptocúrticas no mês de setembro (maior energia).

9.3 Sedimentologia da Enseada da Pajuçara

A enseada da Pajuçara fica localizada na parte central da área de estudo (setor 2) e é circundada por recifes de coral e algas, tendo no seu limite sul o porto de Maceió e no limite norte o recife de franja da Ponta Verde.

Segundo Correia (1997), o recife de coral da Ponta Verde apresenta características semelhantes às descritas para os recifes costeiros brasileiros, localizado adjacente à linha de praia, disposto em banco isolado, de forma arredondada e topo recifal exposto durante as marés baixas.

A composição macrobentônica apresenta um padrão de colonização em formas de manchas para os táxons analisados junto à região intramarés da plataforma recifal. Apresenta como táxons mais significativos para a macrofauna, *Zoanthus sociatus* e *Palythoa caribaeorum* e, entre as macroalgas, *Halimeda opuntia* e *Sargassum cymosum,* sendo para cada uma das primeiras espécies a maior área de ocorrência. Os corais encontrados são incluídos na ordem *Scleratinia*, sendo registrado ao todo cinco espécies, entre as quais *Favia gravida* e *Porites spp* em maior percentual.

9.3.1 Fração Cascalho

Corresponde à fração grossa de granulometria superior a 2 mm, de pouca representatividade e distribuída dispersamente em toda a enseada (tabela 9.1). Essa fração é constituída por sedimentos biodetríticos basicamente com alto percentual de fragmentos de algas, restos de corais, moluscos e, em menor proporção de grãos de quartzoso.

Os teores de cascalho mostram um baixo percentual (inferior a 10%) ao longo de toda a enseada. Os teores entre 10 e 20% são encontrados sobre o recife de franja e mais ao sul da enseada, formando um bolsão de direção nordeste. Teores entre 20 e 40% encontram-se distribuídos formando três faixas sobre o recife de franja, e teores com percentual acima de 40% foram encontrados apenas em um ponto restrito no recife de franja da Ponta Verde, com bastantes fragmentos de conchas provavelmente associados à energia de onda (figura 9.2).

Mediante observação em lupa binocular, as amostras apresentam dois tipos de componentes: os biodetríticos e os detríticos.

Os componentes detríticos nessa fração cascalho são representados por grãos de quartzo subarredondados.

9.3.2 Fração Areia

Essa fração é representada pelos sedimentos que, durante o peneiramento úmido, ficaram retidos na peneira de 0,062 mm (ou seja, o material maior que 0,062 mm e menor que 2 mm). Essas amostras foram submetidas ao peneiramento seco por 15 minutos em *rot-tap*, utilizando-se uma série de peneiras (1,0; 0,71; 0,50; 0,350; 0,250; 0,177, 0,125 e 0,074 mm) com o objetivo de se separar as diversas frações de areia (tabela 9.1).

Tabela 9.1 - Distribuição das classes texturais dos sedimentos da enseada da Pajuçara Classificação de Shepard (1954).

Amostra	Cascalho (%)	Areia (%)	Lama (%)	Classificação de Shepard	Carbonato de Cálcio (%)
01	0	100	0	Areia	31,9
02	2,85	97,15	0	Areia	38,4
03	2,76	95,02	2,22	Areia	80,2
04	9,96	90,04	0	Areia	91,8
05	22,74	77,26	0	Areia cascalhosa	96,2
06	26,95	73,05	0	Areia cascalhosa	80,2
07	24,01	73,83	2,16	Areia cascalhosa	95,8
08	24,05	74,95	1	Areia cascalhosa	92,2
09	7,58	92,42	0	Areia	90,2
10	13,94	86,06	0	Areia	91,0
11	42,32	54,18	3,50	Areia cascalhosa	52,4
12	2,96	97,04	0	Areia	94,0
13	39,60	48,97	11,43	Areia cascalhosa	94,4
14	0,41	77,77	21,82	Areia lamosa	60,4
15	6,74	80,26	13,00	Areia	80,4
16	37,13	57,21	5,66	Areia cascalhosa	96,8
17	3,95	90,48	5,57	Areia	89,6
18	22,84	69,90	7,26	Areia cascalhosa	87,2
19	23,75	76,25	0	Areia cascalhosa	89,2
20	19,16	78,31	2,53	Areia	82,4
21	27,59	66,28	6,13	Areia cascalhosa	95,8
22	5,53	94,47	0	Areia	86,0
23	9,24	90,76	0	Areia	97,0
24	6,35	93,65	0	Areia	94,4
25	15,99	84,01	0	Areia	79,8
26	22,46	75,21	2,33	Areia cascalhosa	82,0
27	20,74	77,79	1,47	Areia cascalhosa	98,0
28	8,16	87,49	4,35	Areia	90,6
29	2,66	89,28	8,06	Areia	51,6
30	0	87,61	12,39	Areia	84,4
31	15,52	84,48	0	Areia	77,6
32	0	74,61	25,39	Areia lamosa	80,6
33	11,58	77,06	11,36	Areia cascalhosa	82,0
34	0,31	73,23	26,46	Areia lamosa	77,6
35	0	90,54	9,46	Areia	72,4
36	0	88,94	11,06	Areia	70,4
37	0	94,06	5,94	Areia	78,2
38	0	97,22	2,78	Areia	79,6
39	0,64	97,66	1,70	Areia	80,0
40	1,57	98,43	0	Areia	84,0
41	10,77	81,73	7,50	Areia	76,0
42	0	85,26	14,74	Areia	82,6
43	0	78,95	21,05	Areia lamosa	76,0

Os maiores percentuais de areia distribuem-se com valores superiores a 90% na área central da enseada e em uma faixa sobre o recife de franja da Ponta Verde, estando ligados à circulação interna da enseada e à influência marinha (figura 9.3).

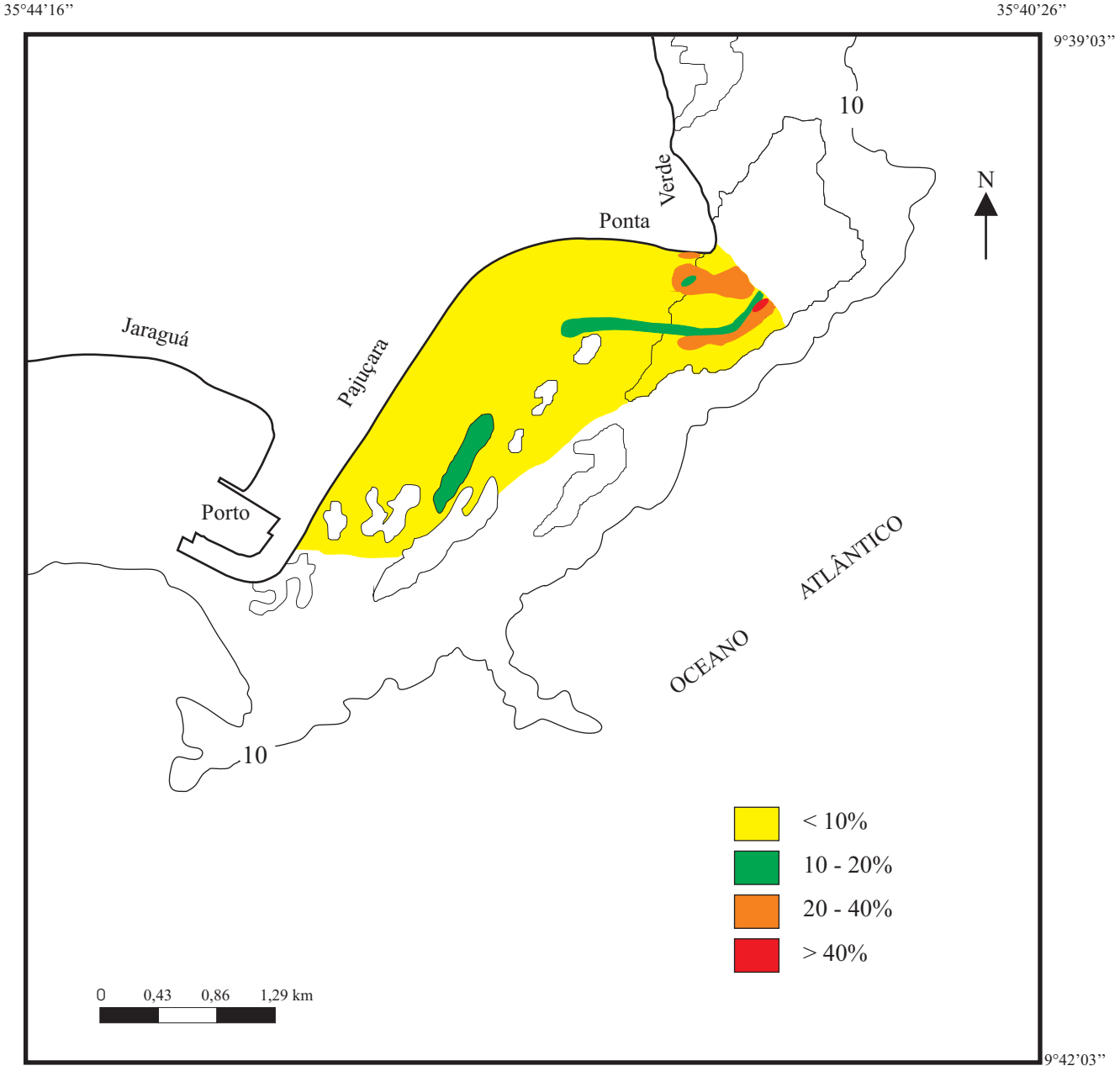


Figura 9.2 - Mapa de distribuição da fração cascalho na enseada da Pajuçara

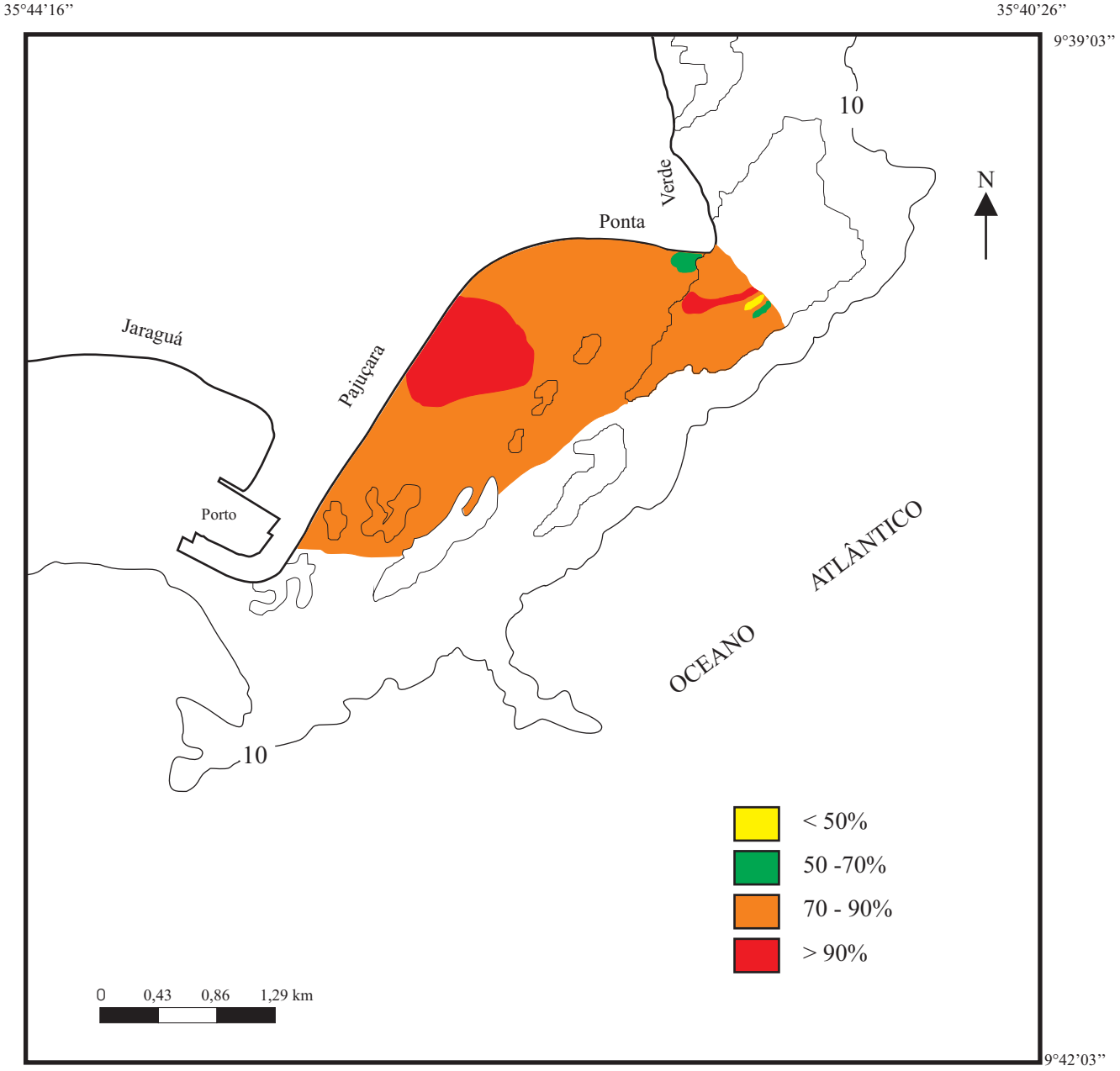


Figura 9.3- Mapa de distribuição da fração areia na enseada da Pajuçara

Os teores percentuais de 70 a 90% são os mais representativos nessa fração, distribuída ao longo de toda a enseada.

Os teores percentuais de 50 a 70% e inferiores a 50% localizam-se no setor nordeste da enseada.

9.3.3 Fração Lama (Silte/Argila)

Compõem essa fração os sedimentos mais finos, inferiores a 0,062 mm (tabela 9.1). Observa-se, na distribuição dessa fração em toda a enseada, a predominância de teores inferiores a 10% e pequenos bolsões dispersos de teores entre 10 a 20% e superior a 20% (figura 9.4).

9.3.4 Distribuição do Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$)

O carbonato de cálcio, por apresentar menor resistência à abrasão, forma partículas finas, de tamanho silte e argila, que são transportadas em suspensão para setores mais abrigados da enseada ou constituem um percentual grande dos sedimentos cascalhosos e arenosos (figura 9.5).

As maiores concentrações de $CaCO_3$ (> 70%) encontram-se ao longo de toda a plataforma, onde ocorrem os sedimentos cascalhosos, arenosos e lamosos ricos em fragmentos de conchas.

Os teores entre 40 e 70% e inferiores a 40% são de distribuição pontual, em setores de baixa energia na plataforma.

No caso da Pajuçara, a existência em larga escala de grandes concentrações de recifes de coral e algas, tanto emersos como submersos, cria uma enseada mais protegida, com circulação limitada favorecendo assim a deposição do carbonato de cálcio.

9.3.5 Distribuição de Fácies

Com os valores percentuais (tabela 9.1) das classes texturais mais representativas obtidos através do peneiramento úmido, plotados no diagrama triangular de classificação de sedimentos segundo Shepard (1954), foram determinados três grupos faciológicos para a plataforma da Pajuçara: a fácies areia, a fácies areia cascalhosa e a areia lamosa, resultando no mapa de distribuição de fácies texturais (figura 9.6).

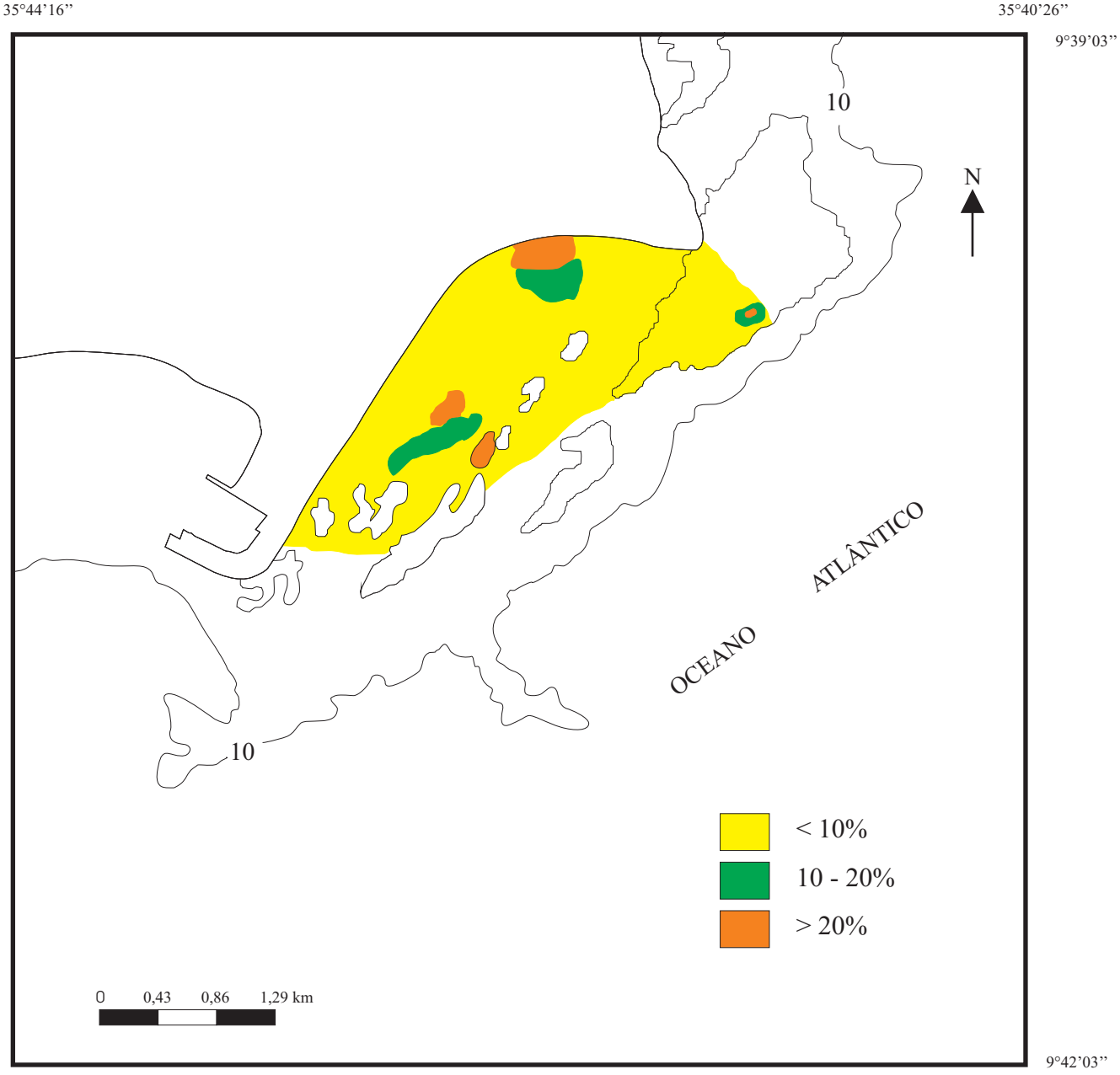


Figura 9.4- Mapa de distribuição da fração lama (silte/argila) na enseada da Pajuçara

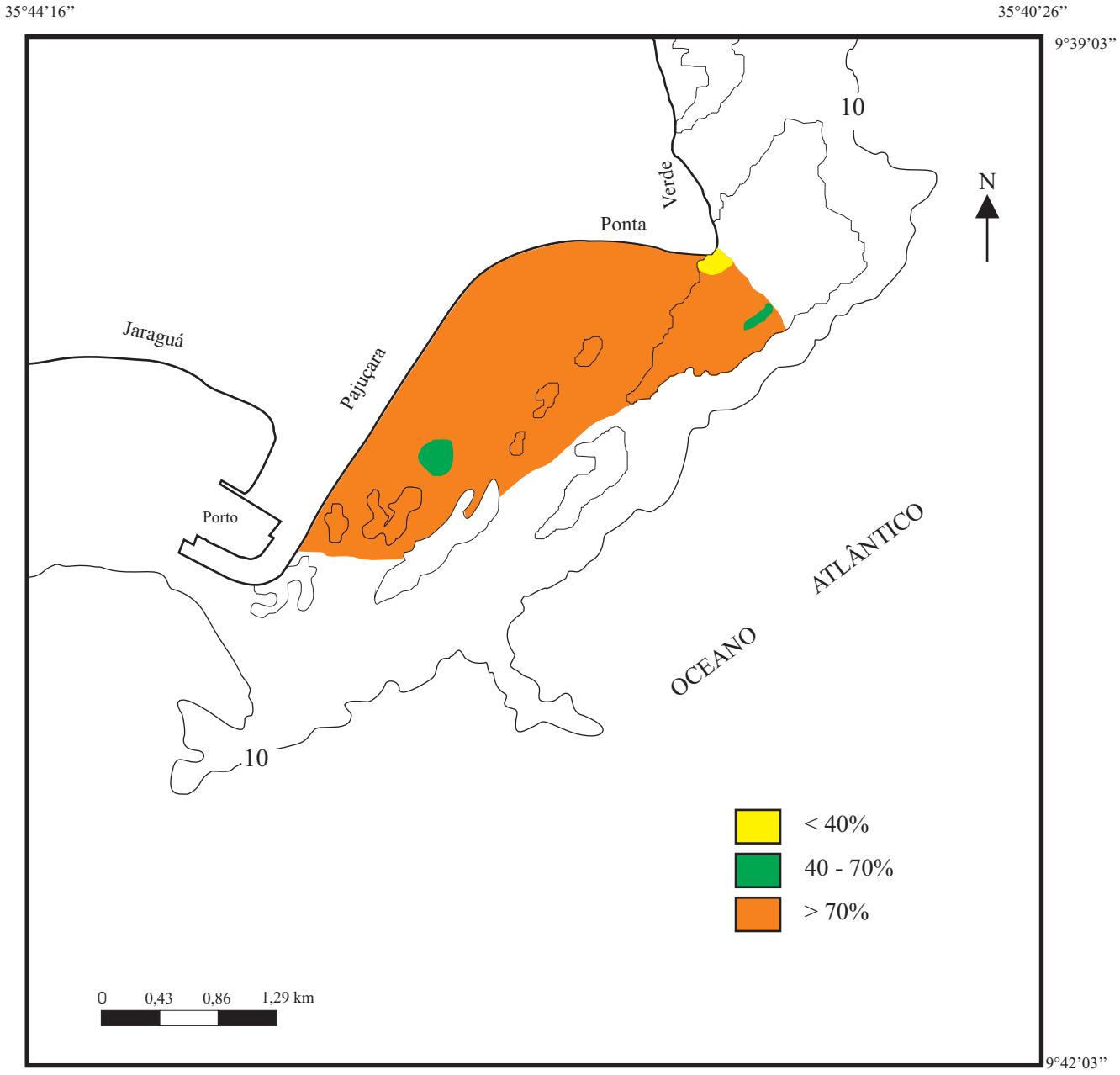


Figura 9.5 - Mapa de distribuição do teor de carbonato na enseada da Pajuçara

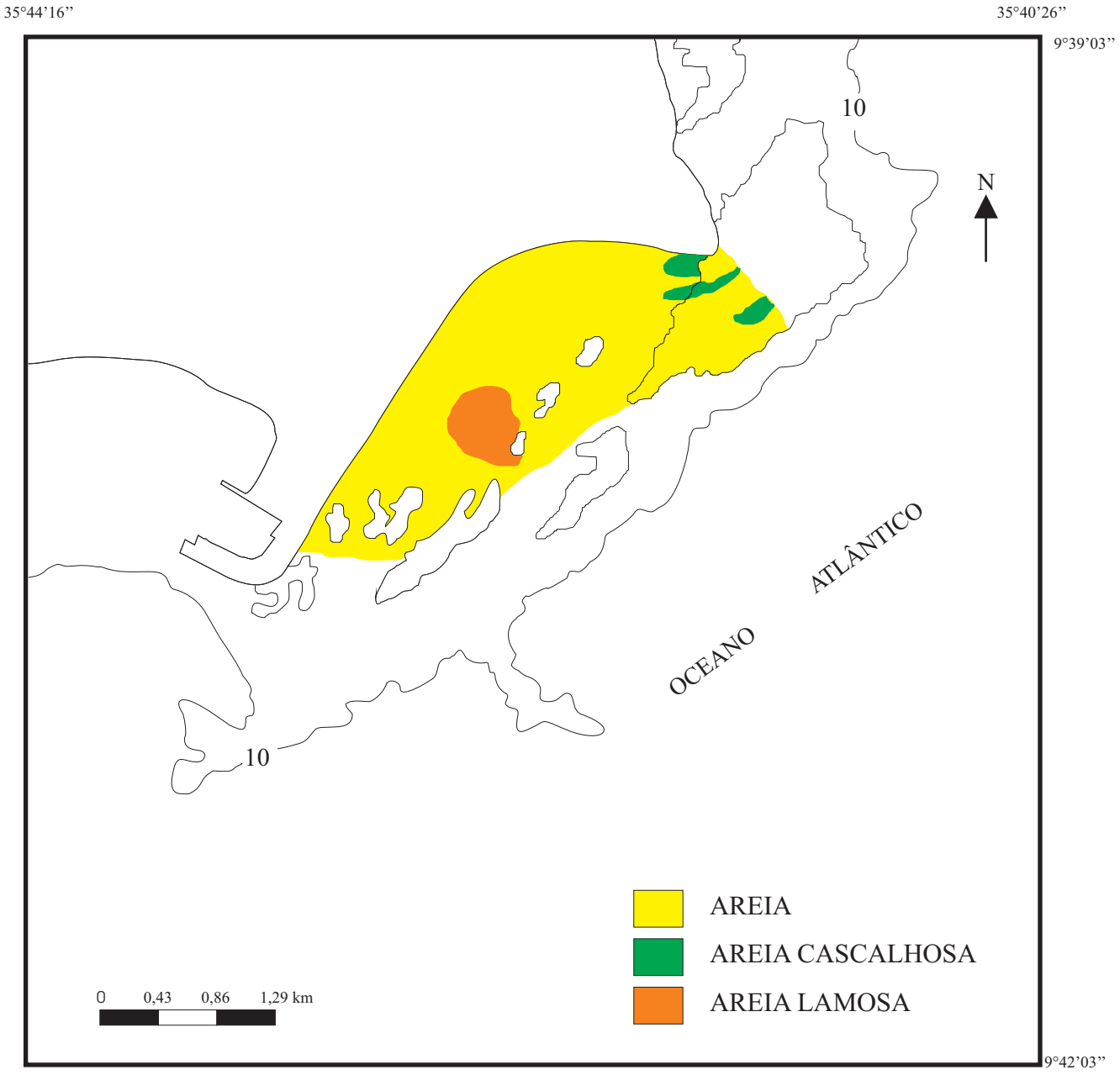


Figura 9.6 - Mapa de distribuição das fácies texturaisnda enseada da Pajuçara

9.3.5.1 Fácies Areia

A fácies areia predomina em toda a enseada, sendo composta por material quartzoso grosso a muito fino, com bastante fragmentos de algas (*Halimeda*), perfazendo um percentual acima de 70% de carbonato de cálcio (figuras 9.5 e 9.6).

9.3.5.2 Fácies Areia Cascalhosa

Essa fácies distribui-se de forma restrita, sobre o recife de franja da Ponta Verde, ocupando faixas de alta energia, apesar da baixa profundidade, com alta atuação das correntes de marés, sendo composta por material quartzoso médio a fino, fragmentos de algas (*Halimeda)*, corais e moluscos com um percentual de carbonato de cálcio abaixo de 40% até 70% (figuras 9.5 e 9.6).

9.3.5.3 Fácies Areia Lamosa

Distribui-se de forma isolada na porção central da plataforma, sendo envolvida pelos sedimentos arenosos. Caracteriza-se por seu conteúdo lamoso de coloração escura com teores acima de 70% de carbonato de cálcio (figuras 9.5 e 9.6).

9.3.6 Diâmetro Médio

O diâmetro médio, do ponto de vista geológico, reflete a média geral do tamanho dos grãos dos sedimentos, sendo importante na correlação com o sentido de transporte ao longo da corrente das marés, com a velocidade da corrente, com fonte do material e com oprocesso de deposição (tabela 9.2).

O mapa de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos da plataforma da Pajuçara mostra uma sedimentação arenosa, variando entre areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina (figura 9.7).

As areias muito grossas são encontradas na porção nordeste da enseada sobre o recife de franja da Ponta Verde, distribuindo-se de forma pontual. As areias grossas distribuem-se formando uma grande mancha envolvendo todo o recife.

As areias médias são distribuídas de forma pontual na parte externa do recife e formam um bolsão no centro da enseada. As areias finas encontram-se distribuídas na parte central da enseada e no extremo nordeste do recife, também de forma pontual.

As areias muito finas encontram-se distribuídas em 80% da enseada, às vezes formando bancos que migram de acordo com a hidrodinâmica local.

Tabela 9.2 - Parâmetros estatísticos dos sedimentos da enseada da Pajuçara.

Amostra	Diâmetro Médio (Mz)	Desvio Padrão (σi)	Assimetria (Ski)	Curtose (KG)
01	Areia média	Mod. sel.	Ap. simétrica	Mesocúrtica
02	Areia média	Pob. sel.	Assimetria positiva	Mesocúrtica
03	Areia média	Pob. sel.	Assimetria positiva	Mesocúrtica
04	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria negativa	Mesocúrtica
05	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria negativa	Platicúrtica
06	Areia m. grossa	Pob. sel	Ap. simétrica	Platicúrtica
07	Areia m. grossa	Pob. sel	Ap. simétrica	Mesocúrtica
08	Areia m. grossa	Pob. sel	Assimetria negativa	Platicúrtica
09	Areia grossa	Mod. sel.	Assimetria negativa	Leptocúrtica
10	Areia grossa	Mod. sel	Assimetria muito neg.	Leptocúrtica
11	Areia m. grossa	Pob. sel	Assimetria positiva	Platicúrtica
12	Areia grossa	Mod. sel.	Assimetria negativa	Leptocúrtica
13	Areia m. grossa	Pob.sel	Assimetria m. posit.	Leptocúrtica
14	Areia fina	Pob. sel	Assimetria positiva	Platicúrtica
15	Areia fina	Pob. sel	Assimetria m. neg.	Platicúrtica
16	Areia m. grossa	Pob. sel	Assimetria. m. posit.	Leptocúrtica
17	Areia média	Pob. sel	Assimetria m. posit.	Platicúrtica
18	Areia grossa	M. pob. sel.	Assimetria positiva	Platicúrtica
19	Areia m. grossa	Mod. sel	Assimetria m. posit.	Platicúrtica
20	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria positiva	Mesocúrtica
21	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria positiva	Mesocúrtica
22	Areia grossa	Pob. sel	Ap. simétrica	Leptocúrtica
23	Areia grossa	Mod. sel	Assimetria m neg.	Leptocúrtica
24	Areia grossa	Mod. sel	Assimetria negativa	Leptocúrtica
25	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria m. neg.	Platicúrtica
26	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria positiva	Platicúrtica
27	Areia grossa	Mod. sel	Assimetria negativa	Platicúrtica
28	Areia grossa	Pob. sel	Assimetria negativa	Leptocúrtica
29	Areia m. fina	Pob. sel	Assimetria m. neg.	Muito leptocúrtica
30	Areia m. fina	Mod. sel	Assimetria negativa	Platicúrtica
31	Areia m. fina	Ext. mal sel.	Assimetria m. neg.	Extrem. leptocúrtica
32	Areia m. fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Leptocúrtica
33	Areia m. fina	Ext. mal sel.	Assimetria m. neg.	Extrem. leptocúrtica
34	Areia m. fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Leptocúrtica
35	Areia m. fina	Bem sel.	Assimetria negativa	Mesocúrtica
36	Areia m. fina	Bem sel.	Ap. simétrica	Mesocúrtica
37	Areia m. fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Mesocúrtica
38	Areia fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Mesocúrtica
39	Areia fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Leptocúrtica
40	Areia fina	Mod. sel	Assimetria negativa	Leptocúrtica
41	Areia média	Pob.. sel	Assimetria negativa	Platicúrtica
42	Areia m. fina	Mod. sel	Assimetria negativa	Mesocúrtica
43	Areia m. fina	Mod. sel	Ap. simétrica	Leptocúrtica

Abreviaturas: Areia m. grossa – Areia muito grossa, Areia m. fina = Areia muito fina
Mod. sel = Moderadamente selecionada Pob. sel = Pobremente selecionada
M. pob. sel = Muito pobremente selecionada
Ext. mal sel = Extremamente mal selecionada
Ap. simétrica = Aproximadamente simétrica , Assimetria muito neg = Assimetria muito negativa, Assimetria muito posit = Assimetria muito positiva
Extrem. Leptocúrtica = Extremamente leptocúrtica

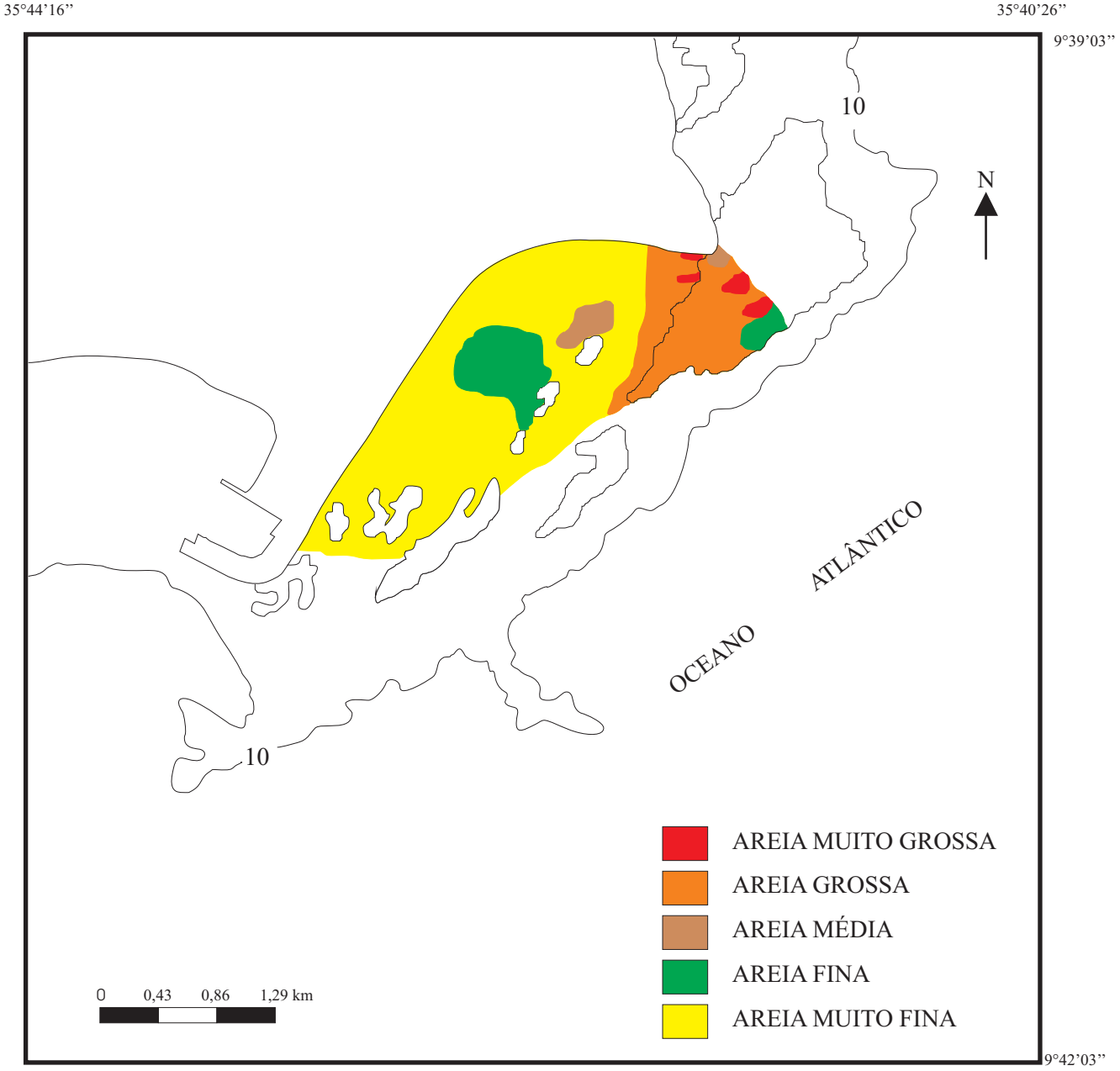


Figura 9.7 - Mapa de distribuição do diâmetro médio na enseada da Pajuçara

9.3.7 Desvio Padrão

Esse parâmetro corresponde ao grau de dispersão ou espalhamento dos dados em torno de uma tendência central, determinando o grau de seleção dos sedimentos. Como resposta geológica, vem a ser a capacidade que diferentes agentes ambientais têm em selecionar um determinado sedimento.

O mapa de distribuição de desvio padrão mostra a predominância de sedimentos moderadamente selecionados e pobremente selecionados (tabela 9.2).

Os sedimentos bem selecionados e extremamente mal selecionados se distribuem em forma de bolsões no centro da enseada (figura 9.8).

9.3.8 Assimetria

A assimetria indica as medidas da tendência dos dados da distribuição granulométrica que se dispersam para os lados da média da distribuição, podendo essa dispersão ocorrer à esquerda ou à direita da média, onde os valores situados à esquerda são negativos (representando os sedimentos mais grossos) e os à direita são positivos (representando os sedimentos mais finos). Esse é um parâmetro estatístico utilizado para caracterizar ambientes de sedimentação, correlacionando-os ao regime ou nível de energia atuante (tabela 9.2).

Na Pajuçara, os sedimentos com valores de assimetria muito negativa distribuem-se em bolsões dispersos no sul da enseada (figura 9.9).

Os valores de assimetria negativa na área caracterizam um ambiente de sedimentação ligado a uma intensa hidrodinâmica (correntes) e se distribuem no centro da plataforma e extremo SW.

Os sedimentos aproximadamente simétricos são constituídos de areias finas e médias em igual proporção. Distribuem-se do centro da plataforma passando pela margem, atingindo o recife de franja. Tal distribuição reflete o caráter cíclico da hidrodinâmica, ora com baixa e ora com alta energia, e a própria circulação interna que influencia a margem.

Os valores de assimetria positiva e muito positiva são encontrados em locais mais abrigados do recife da Ponta Verde e sobre este, confirmando a baixa hidrodinâmica que domina essas áreas.

9.3.9 Curtose

A medida de curtose indica a razão de espalhamento médio das curvas na distribuição granulométrica. Tais curvas estão diretamente relacionadas às condições de movimento no

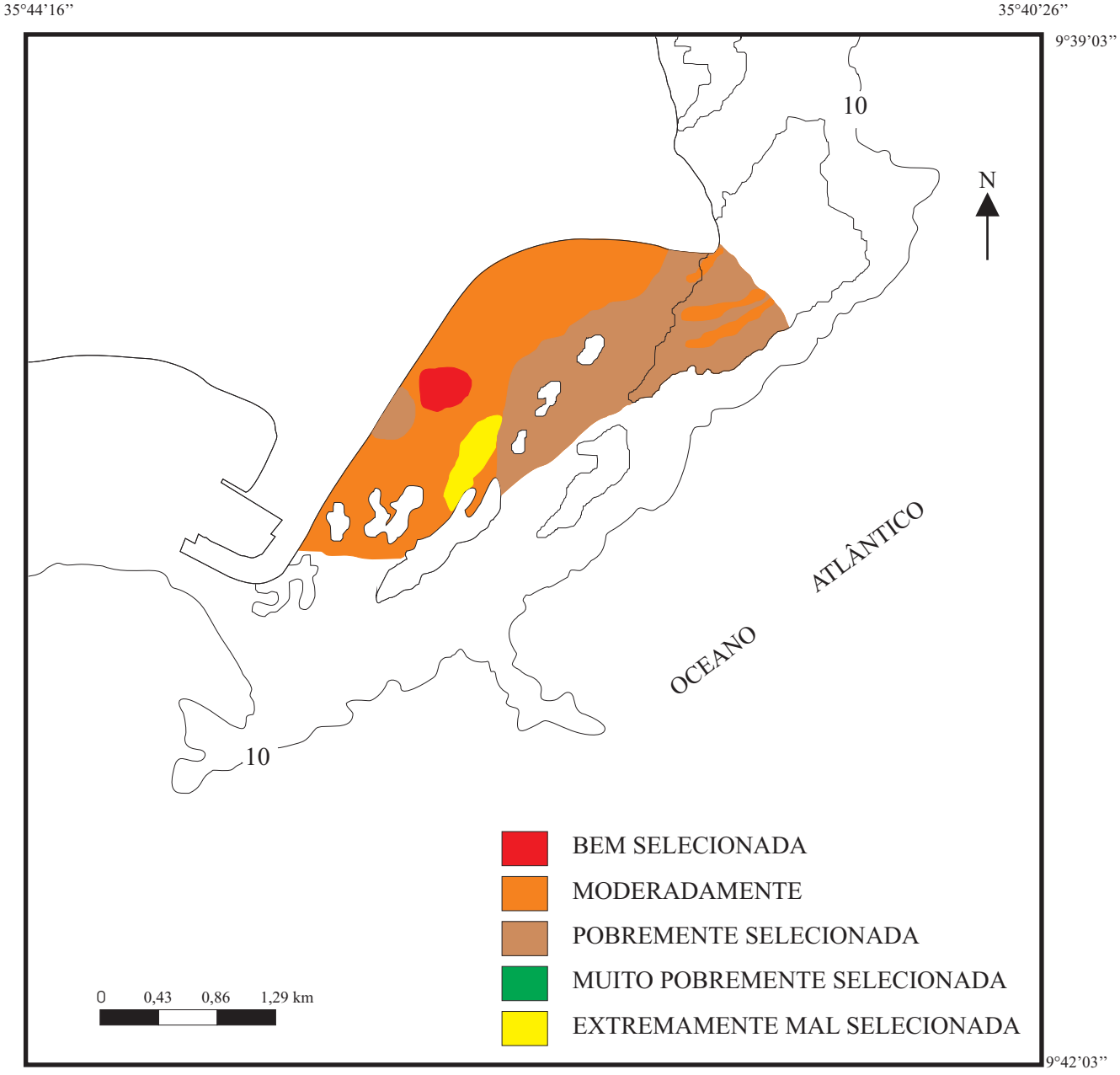


Figura 9.8 - Mapa de distribuição do desvio padrão na enseada da Pajuçara

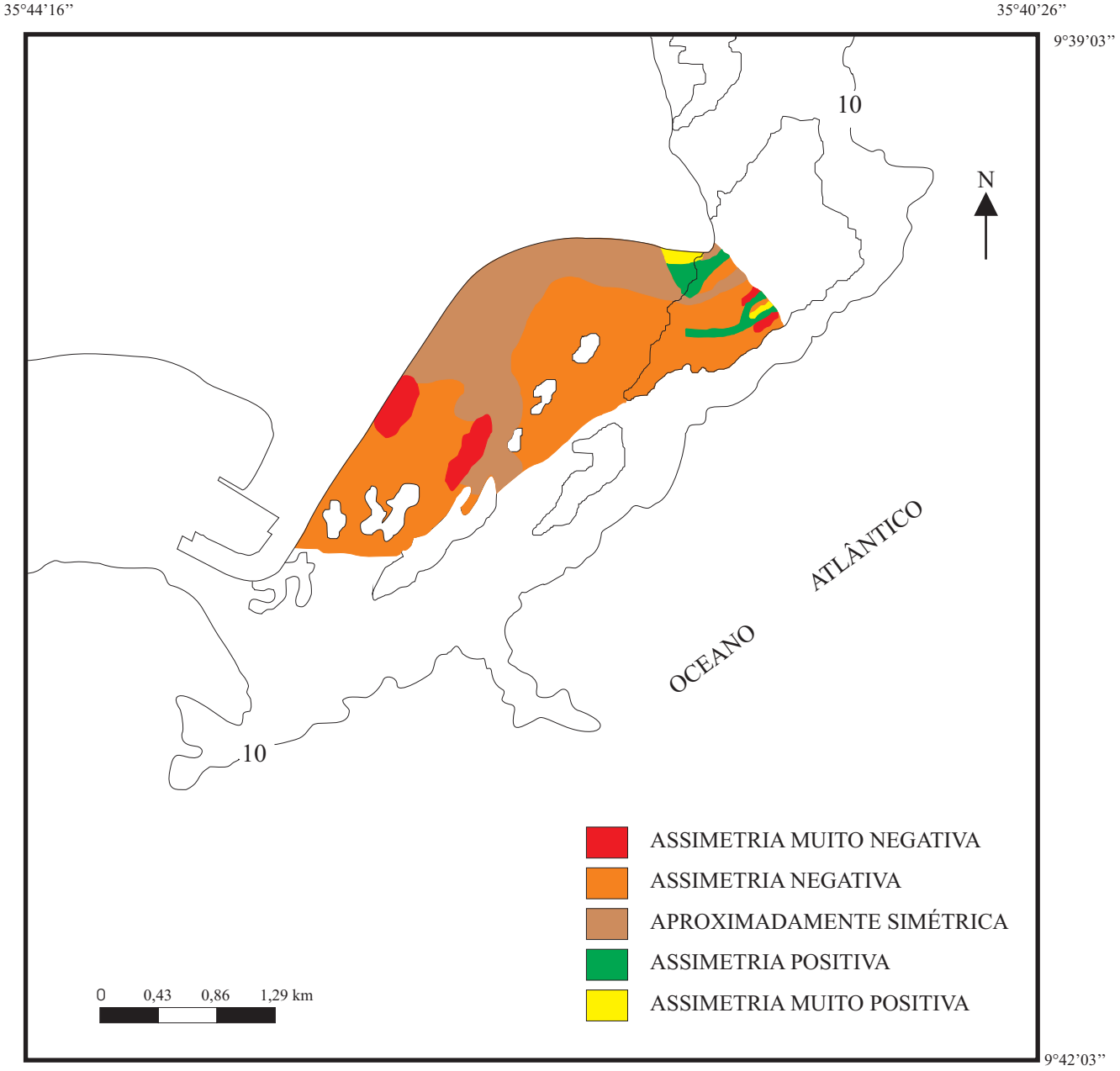


Figura 9.9 - Mapa de distribuição da assimetria na enseada da Pajuçara

ambiente sedimentar, sendo que as amostras apresentando curvas leptocúrticas, provavelmente indicam remoção de uma fração dos sedimentos por meio de correntes de fundo, enquanto distribuições platicúrticas podem indicar uma baixa movimentação. Já a curva mesocúrtica delimita áreas intermediárias de maior ou menor movimentação .

No setor SW, NE e parte do centro da enseada predominam curvas platicúrticas e mesocúrticas (tabela 9.2). São setores mais abrigados, estando associados às condições de baixa e média energia (figura 9.10).

No centro da enseada e na margem norte predominam curvas leptocúrticas, seguindo-se as muito leptocúrticas e extremamente leptocúrticas, confirmando assim zonas de alta energia.

9.4 Batimetria da plataforma interna

A análise das características geomorfológicas da plataforma interna adjacente é considerada de grande importância para os estudos da zona costeira, já que informa as condições do fundo marinho e suas feições predominantes.

O levantamento batimétrico tem por finalidade mostrar, com precisão, a configuração de fundo marinho. Para a sua execução foram realizados perfis perpendiculares à linha de costa entre as praias do Pontal da Barra, limite sul da área de estudo e a praia de Jacarecica, limite norte da área, formando uma malha até a cota batimétrica de 10 metros.

Todas essas sondagens ecobatimétricas foram posicionadas com GPS *Navigator-Furuno*, modelo GP-35. O equipamento utilizado foi um ecobatímetro de impulso contínuo *Furano*, modelo FVC-668. Para o controle de variação de maré ao longo de todo o percurso foi utilizado o sensor de pressão *Keller Druckmesstechnik*, modelo DC-25SG.

O mapa batimétrico da plataforma interna estudada (figura 9.11) apresenta diversas tonalidades de cores representando as diferentes profundidades. A morfologia apresentou variações ao longo dos diversos setores.

No setor 1, a plataforma interna, desde a praia do Pontal da Barra ao porto de Maceió, apresenta uma largura média de 1,2 km até a curva batimétrica de 10 m. Uma feição que chama a atenção nessa plataforma é a existência de um canal de profundidade em torno de 10 m, com direção SW-NE nas proximidades do porto, resultante, provavelmente, das diversas dragagens para aumento do calado no porto. Também desperta a atenção a existência de três inflexões na linha batimétrica de 5 metros, que podem evidenciar antigos canais dos rios Mundaú e Reginaldo.

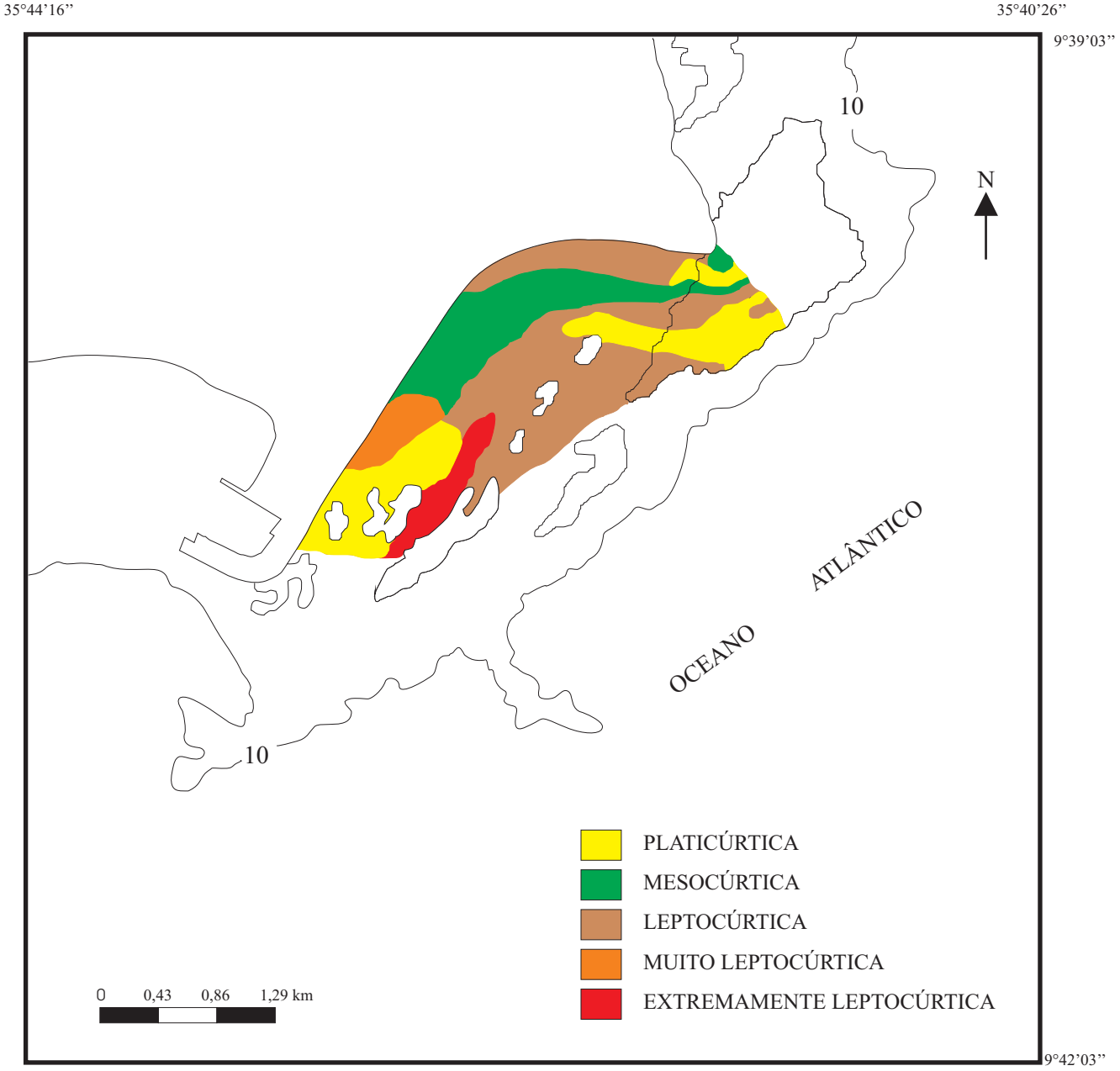


Figura 9.10 - Mapa de distribuição da curtose na enseada da Pajuçara

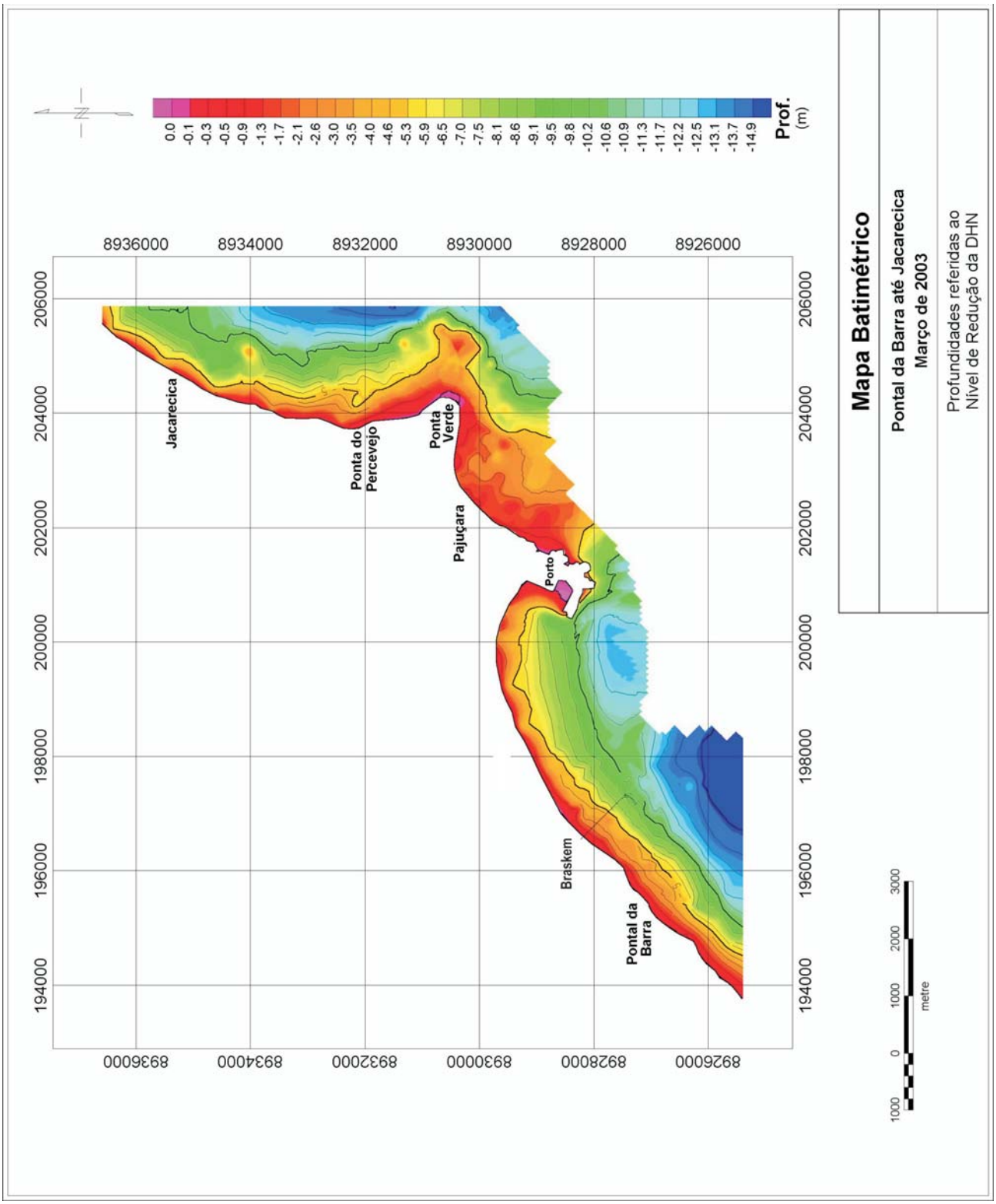


Figura 9.11 - Mapa batimétrico da plataforma interna

O setor 2, localizado na enseada da Pajuçara (figuras 9.11), apresenta uma morfologia mais suave, com bancos dispersos e rasos, com profundidades mínimas de 1 metro, que podem provocar a dispersão das ondas. Esse setor pode ser subdividido em três zonas: a zona mais rasa, próxima a praia, uma zona intermediária, com bancos ou coroas e uma zona mais profunda, que corresponde aos dois canais de comunicação da enseada com o mar aberto, com profundidades de 4 e 6 metros.

O setor 3, localizado da praia da Ponta Verde ao rio Jacarecica (figura 9.11), apresenta a largura da plataforma interna gradando, com média de 1,2 km no limite sul e 800 m no limite norte. Apresenta uma série de recifes de arenito com distância de 700 a 1000 m da linha de costa e recifes de coral e algas dispersos.

Essas feições influenciam as curvas batimétricas, principalmente as de 4 a 8 metros. A profundidade máxima atingida neste setor foi de 12 metros.

9.5 Conclusões

A caracterização sedimentológica mostrou que a delimitação da área de estudo em 3 setores, com base nas características morfológicas da linha de costa e da plataforma interna (capítulo 6), também pode ser acrescida das características granulométricas distintas para os diversos setores.

No setor 1, as areias são finas, bem selecionadas a moderadas, com grãos arredondados e brilhantes, com predomínio no transporte por saltação. O comportamento dos depósitos da pós-praia é semelhante ao dos da praia, podendo o sistema Lagunar Mundaú ser a fonte de material para esse setor, o que deve ser analisado em futuros trabalhos. A assimetria e curtose confirmam as variações sazonais de energia.

No setor 2, as areias variam de média a fina, são pobremente selecionadas, com alto percentual de carbonato de cálcio oriundo das conchas e algas calcárias presentes na plataforma interna. As variações na assimetria e curtose confirmam a alternância de energia ao longo do tempo monitorado, com elevação na energia de maio a agosto. A composição biodetrítica nesse setor pode mascarar a avaliação do nível de energia.

No setor 3, as areias são grossas a médias, moderadamente selecionadas, com grãos envoltos em película de óxido de ferro, confirmando a influência continental provavelmente da Formação Barreiras, com textura superficial não desgastada, ou seja, material que sofreu pouco transporte, mostrando ainda algumas faces brilhantes. A assimetria e curtose confirmam ambiente de alta energia de maio a agosto.

De acordo com os resultados, percebe-se que há padrões distintos de distribuição do tamanho dos grãos, indicando que o transporte de sedimentos é restrito a cada praia, sem haver trocas de sedimentos entre os setores.

A distribuição textural dos sedimentos que compõem a plataforma interna da Pajuçara envolveu as frações cascalho, areia e lama e mostrou uma relação direta com a hidrodinâmica atuante no meio.

Os elevados teores da fração cascalho sobre o recife da Ponta Verde, ricos em carbonato de cálcio de origem recifal são resultantes da desintegração provocada pela energia das ondas e marés. A fração arenosa com teores acima de 70% ocupa aproximadamente 95% da área da enseada e apresenta percentual de carbonato de cálcio acima de 70%.

Três grupos faciológicos representam os sedimentos da Pajuçara: as areias, as areias cascalhosas e as areias lamosas. A fácies areia predomina em toda a plataforma, com bolsão isolado de areia lamosa ao sul e pontos isolados de areia cascalhosa sobre o recife da Ponta Verde.

Os valores do diâmetro médio mostram amplas distribuições granulométricas, variando desde areia muito grossa até muito fina.

As areias muito grossas, grossas e médias distribuem-se sobre a influência de uma hidrodinâmica forte, com atuação das marés, ondas e ventos. Já os sedimentos arenosos finos e muito finos distribuem-se em zona de nível energético mais baixo que as anteriores.

De um modo geral, o comportamento do desvio padrão e do diâmetro médio dos grãos na plataforma varia de moderada a pobremente selecionado, coincidindo com o desvio padrão das amostras de praia do setor 2 (perfis 3, 4 e 5).

Numa plataforma carbonática, os parâmetros estatísticos que relacionam transporte e energia nem sempre são representativos. A melhor metodologia é a classificação textural dos sedimentos associada aos componentes biodetríticos.

A assimetria do diâmetro dos grãos confirma que, nas áreas mais restritas energeticamente, os sedimentos predominantes são os finos, encontrados em locais mais abrigados, e em áreas de energia mais atuantes se distribuem os sedimentos mais grossos, confirmando a influência da hidrodinâmica na plataforma.

A alternância de valores de curtose na distribuição granulométrica está relacionada às mudanças de energia constantes na enseada, ocasionadas pelas marés, ondas e ventos e por ações antrópicas, como a retirada da linha de recife natural que modificou a circulação.

O influxo de sedimentos pela deriva é mínimo, o que predomina são as areias finas e muito finas carbonáticas que ficam aprisionadas na enseada sendo retrabalhadas por ondas e correntes.

No setor 2, as ondas sofrem refração, que é o fenômeno através do qual os raios de onda são redirecionados pela batimetria. Devido à batimetria, as ondas, ao se aproximarem da enseada da Pajuçara, vão sofrendo diferencialmente os efeitos do empinamento, de modo que as porções da frente de ondas que estiverem sobre regiões mais rasas terão suas velocidades retardadas em relação àquelas porções que se encontram sobre regiões mais profundas.

Esses fenômenos de refração e difração, caracterizados pela redistribuição lateral de energia ao longo da crista da onda, são ativamente operantes na enseada da Pajuçara, devido à ocorrência de feições naturais (recife de franja da Ponta Verde e os recifes de coral e algas que circundam a enseada) e artificial, representada pelo porto de Maceió.

10. ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

A planície costeira de Maceió, por se constituir numa área de potencial desenvolvimento da expansão urbana (cap.5 e cap.7) e da indústria do turismo, tem se transformado num dos focos de maiores alterações ambientais.

O objetivo deste capítulo é apresentar o zoneamento geoambiental da área, associado à problemática de uso e ocupação do solo, a fim de que se possam estabelecer diretrizes para o desenvolvimento do espaço costeiro com sustentabilidade.

10.1 Métodos

As unidades geoambientais presentes na área de estudo foram delimitadas em função das combinações entre fatores geológicos e geomorfológicos, sendo caracterizadas nos ambientes: pré-litorâneo, flúvio-lagunar e litorâneo.

Os agentes de poluição tais como rios, galerias de águas pluviais, cemitérios, postos de combustíveis, poços tubulares, indústrias e estruturas de contenção à erosão marinha, *píer*, emissário e porto foram levantados em campo com a utilização de GPS, com a finalidade de se obter uma distribuição espacial destes meios de poluição.

Foram ainda analisados dados referentes aos meses de monitoramento nos quais foram realizados perfis morfológicos (cap.8), ou seja, de junho/2001 a novembro/2002 em vários pontos de amostragem de balneabilidade ao longo das praias. Os dados foram disponibilizados pelo Instituto do Meio Ambiente de Alagoas – IMA (2003).

O grau de vulnerabilidade e riscos à erosão marinha foi estabelecido a partir dos estudos realizados nos capítulos 6 e 8, sendo definido como a probabilidade de a linha de costa sofrer danos devido à ação de agentes naturais ou antrópicos.

A partir dessas variáveis ambientais foi elaborado o mapa de sustentabilidade para a planície costeira de Maceió, definindo-se três unidades: unidade de Conservação, unidade de Preservação e unidade de Utilização.

10.2 Unidades Geoambientais

10.2.1 Ambiente pré-litorâneo

O ambiente pré-litorâneo é constituído pelos sedimentos da Formação Barreiras estendendo-se a norte e nordeste da cidade de Maceió. Engloba os tabuleiros, formados por superfície plana com caimento topográfico suave na direção do mar, e as encostas, superfícies

inclinadas que ligam os tabuleiros à planície costeira e flúvio-lagunar, com cotas topográficas variando entre 15 e 50 m (figura 10.1).

10.2.2 Ambiente de planície flúvio-lagunar

O ambiente de planície flúvio-lagunar caracteriza-se como transição entre as unidades pré-litorânea e litorânea, sendo constituído por sedimentos quaternários síltico-argilosos encharcados, distribuído em uma faixa estreita na margem esquerda da laguna Mundaú (figura 10.1).

10.2.3 Ambiente litorâneo

Este ambiente apresenta uma vasta distribuição, expandindo-se entre os tabuleiros e a linha de costa, sendo composto pelas praias, dunas, arenitos de praia e recifes de coral e de algas (figura 10.1).

As praias são as áreas mais valorizadas para o município devido ao seu imenso potencial turístico e elevado valor comercial/imobiliário, sendo as da Pajuçara e Ponta Verde as mais valorizadas.

As dunas ocupam atualmente uma área restrita na praia do Pontal da Barra, próximo à Braskem (antiga Salgema).

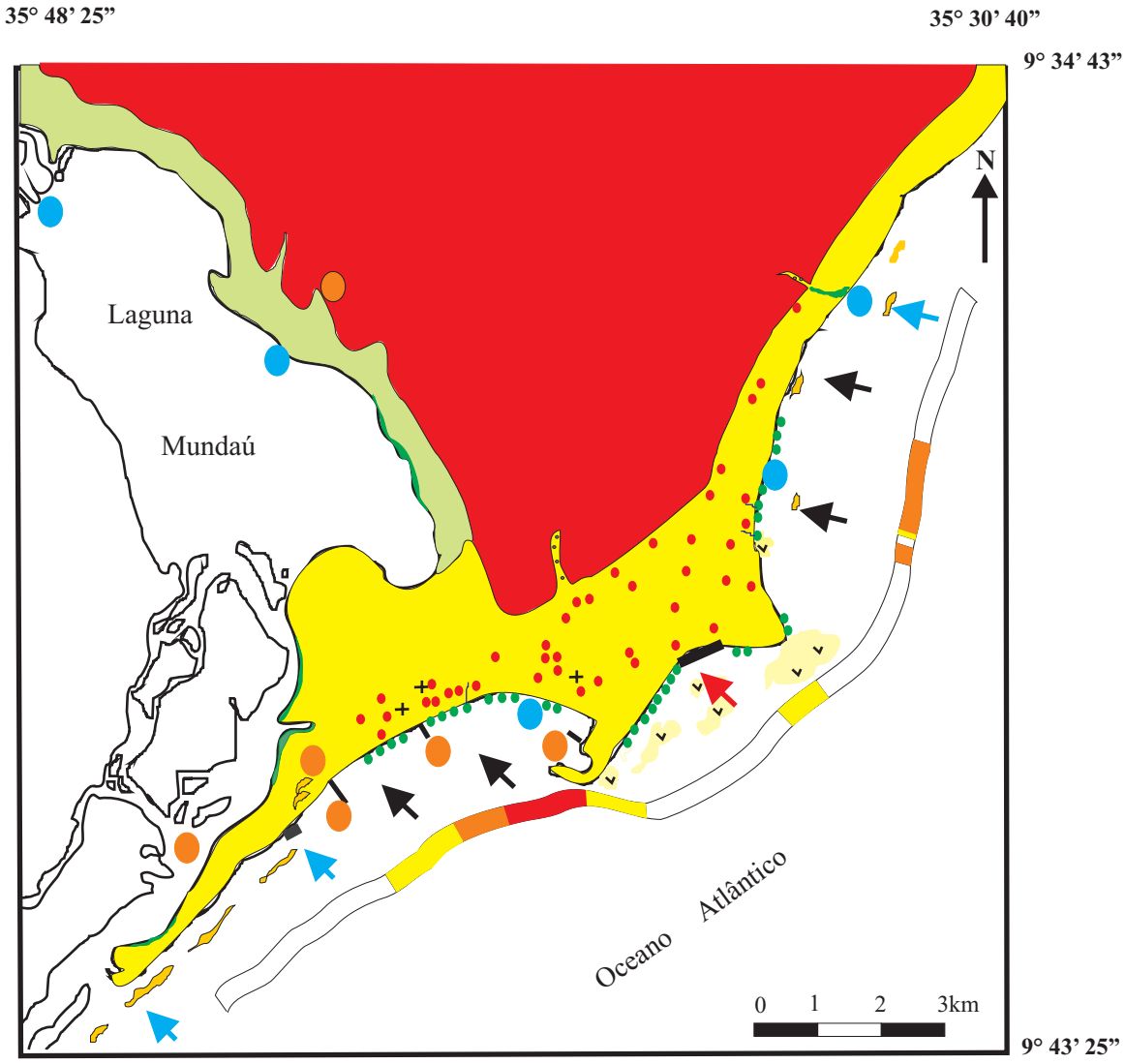
Os arenitos de praia formam uma faixa contínua, semi-paralela à linha da costa atual, formando barreiras naturais desde a desembocadura do complexo estuarino lagunar Mundaú/Manguaba até a BRASKEM, seguindo na direção NE-SW. Ao norte da área, na praia de Cruz das Almas, os arenitos afloram no estirâncio inferior e em Jacarecica eles mantêm uma distância de aproximadamente 700 m da linha de costa.

Os recifes de coral e algas distribuem-se na Jatiúca (Ponta do Percevejo) e circundam toda a enseada da praia da Pajuçara, formando piscinas naturais (figura 10.1).

Os mangues são caracterizados pela intensa troca água doce/água salgada, constituindo o berçário de várias espécies e sendo responsáveis pelo equilíbrio de vários ecossistemas. Ocorrem circundando a laguna Mundaú, e ao longo de todo seu canal de comunicação com o mar e na foz do rio Jacarecica (figura 10.1).

10.3 Agentes de poluição

Para a análise dos agentes de poluição, foram aqui consideradas a poluição hídrica e do solo, e a poluição visual.



LEGENDA

Unidades Geoambientais

- Pré-litorâneo
- Flúvio-lagunar
- Litorâneo
- Dunas
- Recifes de coral e de algas
- Recifes de arenito
- Mangues

Agentes de Poluição

Hídrica
- Rios
- Galerias pluviais
- Cemitérios
- Postos de combustívies
- Efluentes Industrial/ Sanitários

Visual
- Estrutura de contenção
- Pier, emissário,porto

Balneabilidade Imprópia no período monitorado

- < 30%
- 30 - 60%
- 60 - 90%
- > 90%

Vulnerabilidade à Erosão

- Baixa
- Média
- Alta

Figura 10.1- Mapa das Unidades Geoambientais, Agentes de Poluição, Balneabilidade e Vulnerabilidade a erosão marinha.

A área de estudo está localizada em uma região de crescente expansão urbana, principalmente a partir da década de 80, quando foi desencadeada uma maior ocupação da planície costeira Como agentes de poluição hídrica e do solo foram verificados os rios e galerias pluviais, os cemitérios e postos de combustíveis e os efluentes industriais e sanitários.

Rios e galerias pluviais – os principais cursos d'água que deságuam na região costeira são os rios Mundaú, Jacarecica e Reginaldo/Salgadinho e o riachos Água de Ferro (figura 10.1). O rio Mundaú recebe efluentes domésticos e industriais ao longo do seu curso, de modo que sobre certas condições, ao desaguar na laguna Mundaú, leva a este corpo d'água a eutrofização, causando a mortandade de peixes.

O lixo, junto com o esgoto a céu aberto, são os maiores focos de vetores patogênicos das nossas praias. Esses materiais chegam às praias através das galerias pluviais.

Cemitérios e postos de combustíveis - os sedimentos quaternários que constituem a planície litorânea formam aqüífero do tipo poroso, freático, com pequena profundidade do nível estático, o que faz do mesmo um sistema de elevada vulnerabilidade à contaminação. Nesse aspecto, é fundamental o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas nesta unidade, que tem como potenciais agentes impactantes as fossas e cacimbas, os postos de combustíveis e cemitérios. Os postos de combustíveis podem contaminar o lençol com o BTEX (Benzeno-Tolueno-Etilbenzeno–Xileno), derivado do petróleo de caráter cancerígeno, e os cemitérios podem contaminar o aqüífero pela infiltração do necrochorume, líquido formado pela decomposição de cadáveres.

Deve-se tomar cuidados especiais com poços e cacimbas abandonados nesta área, em virtude da pequena profundidade do lençol freático, pois os mesmos podem servir de veículo à contaminação do aqüífero.

Efluentes industriais e sanitários – são focos potenciais de poluição os efluentes da BRASKEM (dicloretano, eteno), efluentes sanitários da CASAL (emissário) e depósito de transformadores da Companhia de Eletricidade de Alagoas-CEAL (vazamento de ascarel).

Quanto à poluição visual, foram verificadas as estruturas de proteção à erosão marinha, o *píer* da BRASKEM, o emissário da CASAL e o porto de Maceió (figura 10.1).

Estruturas de proteção à erosão marinha - o muro de contenção e a estrutura de gabiões estão localizados na praia da Pajuçara, na zona de estirâncio, de modo que sua exposição ao ataque das ondas ocorre a toda subida da maré. Essas estruturas protegem apenas por determinado período de tempo, visto que são constantes os desmoronamentos das pedras dos gabiões.

10.4 Balneabilidade

O crescimento da população de periferia que se instala às margens das drenagens como o riacho Reginaldo, faz desses locais uma espécie de esgoto a céu aberto, somado ao impacto visual da grande quantidade de lixo jogada que chega à praia da Avenida.

O acúmulo de lixo e a presença de animais, associados às chuvas que lavam a cidade, terminam por carrear através das drenagens e das galerias pluviais toda a sorte de sujeira, comprometendo a balneabilidade das praias.

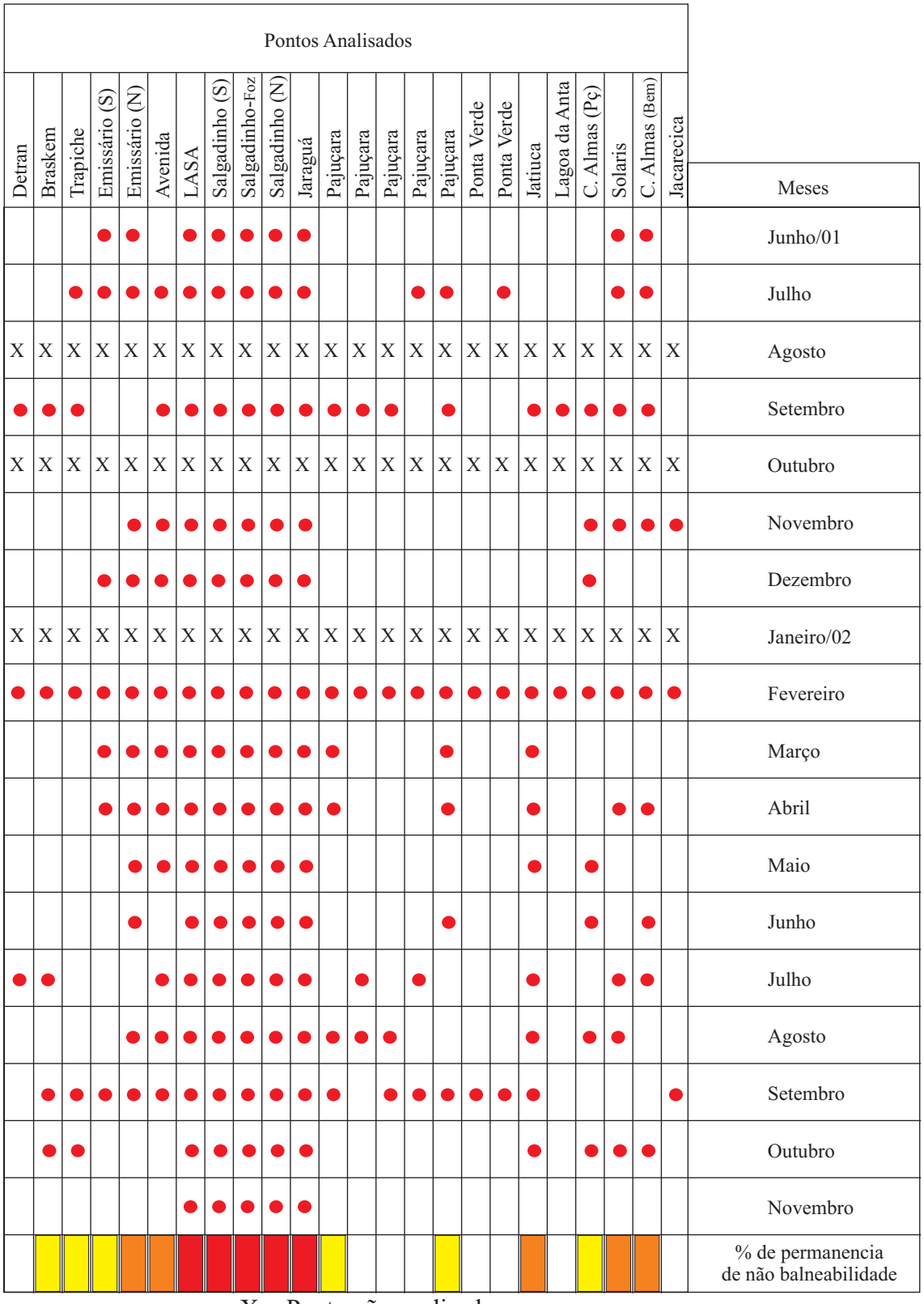
Com os dados de balneabilidade das praias disponibilizados pelo IMA (2003) foi elaborada a tabela 10.1, avaliando-se 24 pontos distribuídos desde o *inlet* até o rio Jacarecica durante o período de junho/2001 a novembro/2002, portanto, nos 18 meses nos quais foram realizados o monitoramento dos perfis praiais (cap. 8). Observa-se, na tabela, que os pontos que apresentaram 100% de permanência de não-balneabilidade estão localizados entre as Lojas Americanas e o porto de Maceió, podendo-se afirmar que o agente desta poluição é o ria Reginaldo.

Os pontos que apresentaram não-balneabilidade entre 60 e 90% no período monitorado estão associados ao emissário da CASAL ou galeria de águas pluviais, pontos estes localizados na feira do carro (praia da Avenida), na saída da avenida Jatiúca e do riacho Água de Ferro, na praia de Cruz das Almas (Figura 10.1).

10.5 Vulnerabilidade à erosão marinha

A avaliação da vulnerabilidade constitui um passo de grande relevância para identificar as prioridades de ocupação na área costeira.

Considerando-se os parâmetros naturais e antrópicos, foram determinados três graus de vulnerabilidade: (I) baixa vulnerabilidade: caracteriza a praia com tendência a progradação, com setores de pós-praia e estirâncio bem desenvolvidos; (II) média vulnerabilidade: quando a praia apresenta uma frágil estabilidade, com rompimento de cordões arenosos relacionados com a dinâmica costeira ou pelas variações das descargas fluviais, como ocorre na foz do rio Jacarecica e no *inlet* do sistema estuarino lagunar Mundaú-Manguaba; (III) alta vulnerabilidade: caracteriza uma praia com acentuadas modificações na linha de costa a longo prazo e já com a presença de obras de contenção marinha (figura 10.1).



Fonte: IMA-AL (2003)

X = Ponto não analisado

Legenda

Balneabilidade
- Própria
- Imprópria

% de Permanência de não balneabilidade
- < 30% Imprópria
- 30 - 60 % Imprópria
- 60 - 90 % Imprópria
- > 90 % Imprópria

Tabela 10.1 - Pontos analisados referente a balneabilidade de junho/01 a novembro/02

10.6 – Sustentabilidade

Segundo Clark (1984), somente depois de conhecidas as unidades ambientais nos seus componentes físicos, os processos vitais atuantes e sua vulnerabilidade, podemos implementar o gerenciamento ambiental mantendo as características de cada ambiente em níveis satisfatórios. Isto porque as potencialidades e sustentabilidade na área em estudo mostram-se diferentes nas suas várias unidades ambientais, que devem considerar as capacidades de suportar certos níveis de atividades humanas sem danos ambientais.

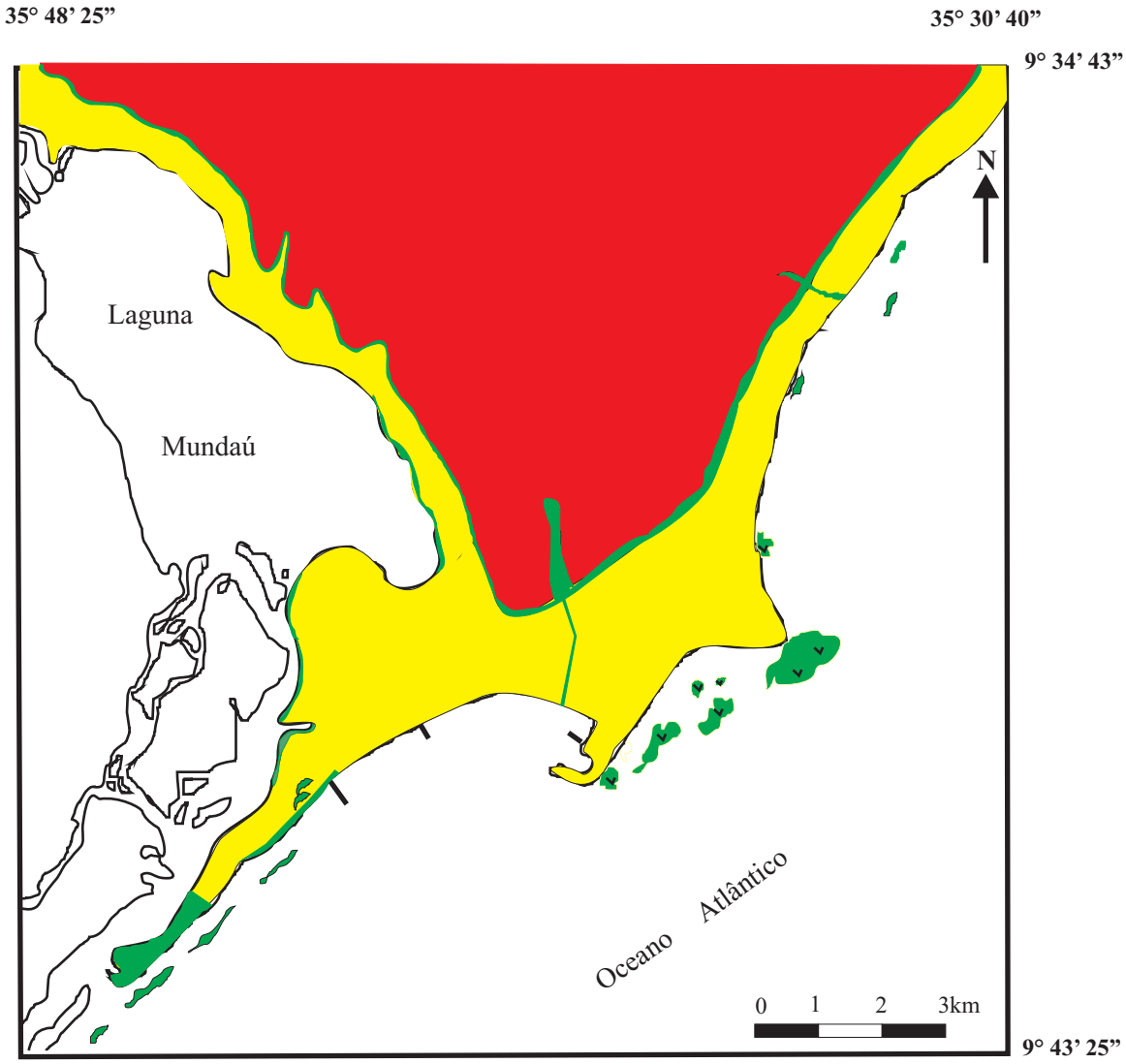
A partir desse conceito, faz-se necessário separar os ambientes de acordo com sua importância e sustentabilidade. Três unidades foram então consideradas: unidade de Conservação, unidade de Preservação e unidade de Utilização (figura 10.2).

Na área em estudo, existem vários setores que se enquadram na unidade de Conservação, como a planície flúvio-lagunar, que se caracteriza por um solo de baixa capacidade de suporte, representando também a área de recarga do aqüífero superficial quaternário e da laguna. Esta unidade deveria sofrer restrições a novas instalações industriais.

A planície costeira ainda vem passando por um processo de expansão urbana/industrial, de turismo e de lazer, principalmente nas praias. Para proteger esta unidade de conservação, as atividades humanas desenvolvidas devem ser cercadas de um bom controle, mas não necessariamente proibidas.

A unidade de Preservação contém elementos menores dentro da unidade de Conservação, com alto valor e importância, que não devem ser alterados. Estão em áreas vitais constituídas pelas encostas, restingas, dunas, manguezais, arenitos de praia, recifes de coral e algas, calha e foz dos rios Reginaldo, Jacarecica e as margens, canais e *inlet* do sistema estuarino lagunar Mundaú.

Por fim, a unidade de Utilização é aquela formada pelos tabuleiros, que a partir dos anos 90 passaram a ser a área de expansão urbana do município, servindo também à retirada de material para aterro e saibro para construção civil e aproveitamento hídrico subterrâneo. Esta unidade pode ser ocupada, porém com os devidos cuidados ambientais, por conter o sistema aqüífero que abastece Maceió.



LEGENDA

Sustentabilidade

- Unidade de Conservação
- Unidade de Preservação
- Unidade de Utilização

Figura 10.2- Mapa de unidades de sustentabidade

10.7 Conclusões

A paisagem natural litorânea de Maceió vem sendo descaracterizada ao longo do tempo, principalmente em razão da atividade imobiliária e da implantação de outros empreendimentos. Constitui por isso uma área para gestão do ordenamento, para que se possam mitigar os diversos impactos que as atividades exercem sobre os diversos ecossistemas.

Com relação aos agentes de poluição visual ou obras de engenharia, tanto o *píer* da BRASKEM como o emissário da CASAL são estruturas vazadas que têm pouca influência sobre as condições naturais de evolução do prisma praial, não alterando o transporte de sedimentos ao longo da praia. Porém, estruturas rígidas como o muro construído na praia da Pajuçara na face praial, que acarretou a perda de qualidade de lazer e beleza cênica do local, podem acelerar as alterações da linha de costa, o balanço sedimentar e a dinâmica local.

Com relação ao aqüífero quaternário na área, sua profundidade média é de 3,8 metros, mostrando o sentido do fluxo subterrâneo para o Oceano Atlântico e para a laguna Mundaú**.** Por se tratar de um aqüífero freático muito raso, está sujeito à contaminação do lençol por postos de combustíveis (derivados do petróleo), cemitérios (necrochorume) e por lixo de diversas origens. O monitoramento e gerenciamento do uso das águas subterrâneas neste setor costeiro são de grande importância, por este apresentar seu escoamento natural para a laguna e as praias.

A balneabilidade das praias tem uma relação direta com as descargas fluviais e pluviais. A solução do problema passa necessariamente pelo gerenciamento do lixo municipal e pelo saneamento básico da cidade.

Analisando-se a vulnerabilidade à erosão, conclui-se que a alta vulnerabilidade da praia da Pajuçara está associada a causas antrópicas, como a retirada da linha de recife natural, aterros das áreas úmidas e urbanização da orla com calçadas, bares e restaurantes.

Com relação à sustentabilidade na unidade de conservação, em ambientes como a planície flúvio-lagunar e a planície costeira, as atividades aí desenvolvidas devem ser cercadas de um bom controle mas não necessariamente proibidas.

É recomendável que as praias de Cruz das Almas e Jacarecica, as quais ainda não foram urbanizadas, permaneçam com uma faixa maior sem urbanização.

Os ecossistemas constituintes da unidade de preservação não devem ser ocupados nem desestruturados. A unidade de utilização pode ser ocupada sem grandes restrições, devendo-se manter os valores ambientais.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A circulação costeira é condicionada pelos ventos e marés. Os ventos alísios de E-SE, que predominam na maior parte do ano, desempenham papel importante nos processos dinâmicos costeiros, pois determinam o sistema de ondas que atingem a costa, gerando a corrente de deriva litorânea que é fundamental no processo evolutivo do litoral.

A planície costeira atual teve sua evolução relacionada a processos tectônicos e às variações do nível do mar e climáticas, sendo composta pelos sedimentos quaternários.

Os depósitos quaternários são representados por Terraços Marinhos Pleistocênicos, Depósitos Flúvio-Lagunares, Terraços Marinhos Holocênicos, Depósitos Fluviais, Recifes de Arenito, Recifes de Coral e Algas, Dunas, Depósitos de Mangues, Bancos Arenosos e Depósitos Atuais de Praia.

Na planície costeira, os recifes de arenito (*beach rocks*) e os de coral e algas constituem feições morfológicas importantes na distribuição dos sedimentos e mudanças na morfologia costeira.

O ambiente costeiro maceioense vem sendo ocupado desde a colonização para diversos fins. No princípio, esta ocupação se processou de forma lenta, com uma série de fortificações para se evitar o contrabando de pau-brasil para a Europa.

Com a implantação de indústrias no bairro de Pontal da Barra, e do Pólo Cloroalcoolquímico no vizinho município de Marechal Deodoro, houve um período de grande especulação imobiliária que se intensificou no início dos anos 80, levando ao adensamento dos bairros costeiros.

Com base na expansão urbana e comparando-se mapas antigos com os atuais, verifica-se que a planície costeira passou por modificações contínuas e progressivas devidas a aterros em áreas úmidas, desaparecimento de campo de dunas, desvios de desembocaduras de rios, retificações na calha dos canais e construção de obras costeiras.

Atualmente a ocupação litorânea requer do poder público o planejamento necessário para se evitar o rompimento cultural de comunidades como a do Pontal da Barra, o incentivo na área de turismo histórico para o bairro de Jaraguá, o ordenamento residencial nos bairros de Cruz das Almas, Jacarecica, Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca, e o planejamento hoteleiro para os bairros de Pajuçara, Ponta Verde e Jatiúca.

A área foi dividida em três setores, delimitados de sul para norte de acordo com as diferentes características morfológicas da linha de costa, da plataforma interna e das características granulométricas.

Com relação às variações da linha de costa a médio prazo, observou-se que o setor 1 apresenta uma relativa estabilidade e em alguns pontos tem-se uma progradação.

No setor 2, a célula da Pajuçara apresenta uma tendência erosiva, influenciada pela retenção dos sedimentos no promontório da Ponta Verde e dragagens no porto de Maceió, e por construções como calçadas, muros e bares sobre o pós-praia, que, além de agredir a paisagem, contribuem para aumentar o déficit de sedimentos.

No setor 3, a célula da praia da Jatiúca apresenta tendência erosiva e as células das praias de Cruz das Almas e Jacarecica apresentam tendência à progradação.

O *spit* do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba mostrou tendência a crescimento no sentido NE-SW, tendo atingido um máximo de 1250 m no ano de 2000. No rio Jacarecica o *spit* tem um comprimento máximo de 700 m, e em alguns períodos de alta precipitação um novo canal é aberto, originando um *inlet* de tempestade.

Com base nos deslocamentos na linha de costa a médio prazo e enquadrando-os nas classes de alta erosão, erosão, estabilidade e acresção, conclui-se que o setor mais vulnerável na linha de costa estudada (classificado como de alta erosão) é a praia da Pajuçara.

Em relação ao grau de desenvolvimento urbano, a década de 80 marca o início da elevada ocupação nos bairros costeiros estudados.

As Obras Presentes e a Ambiência estão diretamente associadas ao desenvolvimento urbano. Nas décadas de 60 e 70, apesar do elevado percentual de erosão (54% e 37% da linha de costa de Maceió, respectivamente), não se justificava a implantação de obras costeiras devido ao baixo percentual de ocupação. À medida que a cidade e o parque industrial cresceram, obras foram sendo construídas, como gabiões e muros para proteger a praia da Pajuçara e do Pontal da Barra, assim como o porto de Maceió passou por várias ampliações.

Os resultados do balanço sedimentar a curto prazo nos setores estudados mostraram comportamentos distintos, variando desde uma tendência positiva, ou seja, progradante, até uma tendência erosiva.

O setor 1 mostrou tendência à acresção; o setor 2 é o mais vulnerável, apresentando erosão nos perfis P3 e P4. Apesar da tendência erosiva, esse setor mostra em alguns meses um acréscimo nos volumes remanejados, com um aumento no sentido de P5 para P3, associado provavelmente à presença do Clube Alagoinha.

O setor 3 mostrou características erosivas no perfil P6 que podem estar associadas a sua localização logo após os recifes de arenito e ao *inlet* da laguna da Anta, e tendência à

acresção nos perfis P7 e P8, com a presença de barras que vão sendo incorporadas aos mesmos.

As areias que compõem as praias da região apresentam características granulométricas diferentes. No setor 1, as areias são finas, bem selecionadas, com predomínio no transporte por saltação. No setor 2, as areias variam de média a fina, são pobremente selecionadas, com alto percentual de carbonato de cálcio oriundo das conchas e algas calcáreas presentes na plataforma interna. No setor 3, as areias são grossas a médias, pouco selecionadas, com raros grãos envoltos em óxido de ferro, confirmando a influência continental provavelmente da Formação Barreiras.

De acordo com os resultados, percebe-se que há padrões distintos de distribuição do tamanho dos grãos, indicando que o transporte litorâneo de sedimentos é peculiar a cada setor, sem haver trocas de sedimentos entre os mesmos.

A distribuição textural dos sedimentos que compõem a plataforma interna da Pajuçara envolveu as frações, cascalho, areia e lama e mostraram uma relação direta com a hidrodinâmica atuante no meio.

Três grupos faciológicos representam os sedimentos da Pajuçara: as areias, as areias cascalhosas e areias lamosas. A fácies areia predomina em toda a plataforma, com bolsão isolado de areia lamosa ao sul e pontos isolados de areia cascalhosa sobre o recife da Ponta Verde.

O mapa batimétrico da plataforma interna apresenta morfologia variada para os diversos setores.

O setor 1 apresenta uma largura média de 1,2 km até a curva batimétrica de 10 m. Feições como o canal dragado do porto de Maceió e inflexões na linha batimétrica de 5 metros, que podem evidenciar antigos canais dos rios Mundaú e Reginaldo, são as principais características.

O setor 2 apresenta uma morfologia mais suave, com bancos dispersos e rasos, com profundidades mínimas de 1 metro, que podem provocar a dissipação das ondas. Apresenta também dois canais de comunicação da enseada com o mar aberto, com profundidades de 4 e 6 metros.

O setor 3 apresenta a largura da plataforma interna gradando, com média de 1,2 km no limite sul e 800 m no limite norte, e uma série de recifes de arenito com distância de 700 a 1000 m da linha de costa e recifes de coral e algas dispersos. Essas feições influenciam as curvas batimétricas principalmente, as de 4 a 8 metros.

A paisagem natural litorânea de Maceió vem sendo descaracterizada ao longo do tempo, principalmente, como já foi visto, em razão da atividade imobiliária e da implantação de outros empreendimentos. Constitui por isso uma área para gestão do ordenamento, para que se possam mitigar os vários impactos que as atividades exercem sobre os diversos ecossistemas.

Estruturas rígidas como o muro construído na praia da Pajuçara na face praial, que acarretou a perda de qualidade de lazer e beleza cênica do local, podem acelerar as alterações da linha de costa, o balanço sedimentar e a dinâmica local.

O aqüífero quaternário está sujeito à contaminação do lençol por postos de combustíveis (derivados do petróleo), cemitérios (necrochorume) e por lixo de diversas origens. O monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos neste setor costeiro são de grande importância, por estes terem na laguna e praias o seu exutório natural.

A balneabilidade das praias tem uma relação direta com as descargas fluviais e pluviais. A solução do problema passa necessariamente pelo gerenciamento do lixo municipal e pelo saneamento básico da cidade.

A alta vulnerabilidade à erosão da praia da Pajuçara está associada a causas antrópicas, como a retirada da linha de recife natural, aterros das áreas úmidas e urbanização da orla com calçadas, bares e restaurantes.

A ocupação na unidade de conservação (planície flúvio-lagunar e planície costeira) deve ser cercada de um bom controle mas não necessariamente proibida.

É recomendável que as praias de Cruz das Almas e Jacarecica, as quais ainda não foram urbanizadas, permaneçam com uma faixa maior sem urbanização.

Os ecossistemas constituintes da unidade de preservação não devem ser ocupados nem desestruturados. A unidade de utilização pode ser ocupada sem grandes restrições, devendo-se manter os valores ambientais.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, L. M. de; Lira, S. L. dos S., 1998. *A História de Maceió para Crianças* - Edição Catavento – Recife, 108p.

Barbosa, L. M., 1985. Quaternário Costeiro no Estado de Alagoas: Influências das Variações do Nível do Mar. Dissertação de mestrado em geologia. UFBA. 58p.

Bigarella, J. J. & Andrade, G. D., 1964. Considerações Sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). *Arq. Inst. Ciênc. da Terra*, 2:2-14. Recife.

Bird, E. C. F. & Schwartz, M. L., 1985. *The World's Coastline*. New York: Van Nostrand Reihold, 117p.

Bird, E. C. F., 1970. *Coasts*. The Massachusetts Institute of Tecnology, 246 p.

Bittencourt, A. S. P.; Villas Boas, G. S.; Flexor, J. M.; Martin, L., 1979. Geologia dos Depósitos Quaternários do Litoral de Estado da Bahia. *In*: Inda (ed. Texto), *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia*. Textos básicos SME/COM., Salvador, BA, 2-21p.

Blanc. J. P., 2000. Centro Internacional de Investigação de Recursos Costeiros (CIIRC) *in* Coastal Guide. Disponível em: http://www.My%20documents/Minhas%Webs/European%20Code%20f%20Condut% Acessado em 30/3/2001.

Brandão, O., 1919. *Canais e Lagöas*. Jacinto Ribeiro dos Santos 82, RJ. 186p.

Brown, J.; Colling, A.; Park, D.; Philips, J.; Rothery, D.; Wright, J., 1991. *Waves, tides and shallow-water processes*. Oxford: Pergamon Press – Open University, 187p.

Cavalcante, A. T.; Ferreira, J. V.; Wanderley, P. R. M.; Santos, R. J. Q. dos., 2001. Área de Proteção da Fonte de Água de Propriedade do Sr. Rosivaldo Adolfo Bezerra da Silva. Relatório Técnico. Maceió. 71p.

Clarke, D.J.; I.G. & Frew, J.R., 1984. Variation in subarerial beach sediment volume on a small sandy beach over a montly lunar tidal cycle. *Marine geology*, [S.I], v.60, p.319-344.

Consulting Engineer., 1917. Planta para o porto de Maceió. NY/USA. Fev. *Arquivo do Instituto Histórico e Geográfico de Alagoas*.

Correia, M. D., 1997. Distribuição Espacial dos Organismos Macrobentônicos no Recife de Coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas – Brasil. Tese: doutoramento em Ciências (Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 194p.

Costa, J. A.; Lima, R. C. de A., Lima, L. M. C.A., Ramos, V. A., Calheiros, S. Q. P. L., Brandão, D. M. S.; Silva, J. P., 1996. *A geomorfologia de Maceió e Área de influência para Análise Ambiental por Geoprocessamento*. I Simpósio Nacional de Geomorfologia. UFU., p. 286-292.

Costa, A. C., 2001. *Maceió: Clássicos de Alagoas*. Edição Catavento. 180p.

Coutinho, P. N.; Maia, L. P. 2001. Estudo da Erosão na Praia do Pontal da Barra. Relatório Técnico, 52p. Maceió.

Coutinho, P. N., 1981. Sedimentação na Plataforma Continental Alagoas – Sergipe. *Arq. Ciên. Mar*, 21 (1/2): 1-18. Fortaleza, Ceará.

Coutinho, P. N., 1979. *Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe*. Anais Hidrográficos, DHN. Rio de janeiro, 36: 115-150.

Coutinho, P. N., 1976. Geologia Marinha da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe. Universidade Federal de Pernambuco. Tese de Livre docência. UFPE. Recife 112p.

Cunha, E.M.S. & Coutinho, P.N., 1978. Condições de sedimentação nas baías de Tubarão e Sarnambi-Maranhão. In : Cong. Bras. de Geol. XXX, Recife, 1972, anais, vol.2. soc.bras.Geologia. Recife: 867-873.

Danish Hydraulic Institute – D.H.I. 1974. *Relatório Projeto Salgema Terminal de Maceió*. Rio de Janeiro. 50p.

Davis Jr 1985.....

Dean, R. G., 1990. Channel Entrances: Impacts on Coastal Erosion. Proceedings of the 53rd Meeting of the Coastal Engineering Research Board (5-7 june 1990, Fort Lauderdale/Dania, Florida). Vicksburg, Mississippi: *CERC Final Report*, pp. 51-53.

Dean, R.G., 1973. *Heuristic models of sand transport in the surf zone*. Proc. Conf. Dynamics in Surf Zone. Sydney, 208-214.

DNPM/EDRN. 1986. Mapa Geológico do Estado de Alagoas, na escala 1:250.000.

Dolan, R.; Fenester, M. S.; Holme, S. J., 1991. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. *Journal Coastal Research*, 7 (3): 723-744.

Duane, D. B., 1964. Significance of skewneiss in recent sediments, Western Pinlico Sound, North Carolina. *Journal of sedimentary Petrology*. 27(1), p. 2-26.

Duarte, R. A., 1997. Caracterização do ambiente praial: morfologia,aspectos hidrodinämicos e sedimentologia. Seminário de Qualificação. Pós-Graduação em Geociências UFPE. Recife-PE. 67p.

Emery, K.O., 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology Oceanography*, 6: 90-93.

Espíndola, T. do B., 1871. *Descripção Physica, Política e Histórica da Província das Alagoas*. Typografia do Liberal, 2° edição. Maceió-AL.

Esteves, L.S.& Finkl, C.W., 1998. The Problem of Critically Eroded Áreas (CEA): Na Evaluation of Florida Beaches. *Journal of Coastal Research*. SI 26, 11-18p.

Fenster, M. & Dolan, R., 1996. Assessing the impact of tidal inlets on adjacent barrier island shorelines. *Journal of Coastal Research*, 12(1), 294-310.

Folk, R. L. & Ward, W.C., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. V.27, n^0 1, 3-26.

Hardisty, J., 1990. *Beaches: Form and Process.* 1 st ed. [S.l.]: Unwin Hyman. 321p.

IBGE. 2000. Dados Populacionais e de Rendimentos. Arq. Biblioteca.IBGE. Maceió.

IBGE. 1985. Mapa topográfico folha Maceió (SC.25-V-C-IV-2), na escala 1: 50.000

IMA.2003. Disponível em: http://www.ima.al.gov.br/Balneag.htm. Acessado em 28/08/03.

IMPAR. 2000. Mapa de abairramento de Maceió, realizado pelo Instituto Municipal de Planejamento e Ações Regionais (IMPAR) da Prefeitura Municipal de Maceió.

King, C. A. M., 1972. *Beaches and Coasts*. 2° ed. [S.I.]: Edward Arnold, 570p.

Komar, P. D. 1976. *Beach Process and Sedimentation*. 1st ed. [S.I.]: Prentice Hall, 429p.

László. A., 1932. Planta da Cidade de Maceió. *Arquivo do Instituto Histórico e Geográfico de Alagoas.*

Lima, R. C. de A., 1998. Estudo Sedimentológico e Geoambiental no Sistema Lagunar Mundaú-Alagoas. Recife. 123p**.** Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

Lima, R.C. de A.; Coutinho, P N., 1998. Modelo Evolutivo do Sistema Estuarino Lagunar Mundaú – Manguaba. *Boletim de Estudos de Ciências de Mar*. N˚10. p 139-154. Maceió-AL.

Lima Júnior, F., 1976. *Maceió de Outrora*. Arquivo Público de Alagoas/ Serviços Gráficos de Alagoas S.A. Maceió-AL. 141p.Vol.I.

Mabesoone, J. M., 1986 .Origin and age of the sandstones reefs of Pernambuco. *Journal of sedimentary Petrology*. V. 34(3): 725-726.

Maia, L. P., 1998. Processo costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): implicaciones para uma gestión adecuada de la zona litoral. Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona, Bacelona-ES. 269p.

Manso, V. do A. V.; Corrêa, I. C. S.; Barros, C. E. de B.; Baitelli, R., 1997 . Sedimentologia da Plataforma Continental entre Aracaju (SE) e Maceió (AL). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 69 (4).

Martin, L.; Flexor, J. M.; Villas Boas, G. S.; Bittencourt, A.C.S.P.; Guimarães, M. M. M., 1979. *Coube de Variation du niveou relative de la mer ao cours des 7.000 dernières annés sur um secteur homogène du littoral brésilien* (Nord de Salvador-Bahia). In: K. Suguio et al. (eds), Proceedings, "1978 – International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary", São Paulo, Brasil, 264-274p.

Marroquim. A. D., 1922. *Geographia Politica*. *In* Terra das Alagoas. MCMXXII. Editori Maglione & Strini. Succ. E. Loescher .Edição Fac-Similar, Brasil 2000, 294p.

Moreira e Silva, M., 1922. *Physiografia de Alagoas*.*In* Terra das Alagoas. MCMXXII Editori Maglione & Strini. Succ. E. Loescher .Edição Fac-Similar, Brasil 2000, 294p.

Mornay, C., 1841. Planta da Povoação de Jaraguá. *Arquivo do Instituto Histórico e Geográfico de Alagoas*- IHG/AL.

Morton, R. A., 1997. Gulf Shoreline Movement Between Sabine Pass end the Brazos River, Texas: 1974 to 1996. *Bureau of Economic Geology Noel Tyler, Director*. The University of Texas at Austin. Austin,Texas. 29p.

Muehe, D., 1995. *Geomorfologia Costeira*. *In:* Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (eds). Geomorfologia: Uma Atualização de bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertarand Brasil, p. 253-308.

Occhipinti, A . G., 1983. Etapa Prioritária do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos de Maceió (AL). Relatório para CASAL – Companhia de Abastecimento d' Água e Saneamento do Estado de Alagoas. Maceió. 20p.

Pedrosa, J. F. de M., 1998. *Histórias do Velho Jaraguá*. Gráfica e editora Talento, Maceió-AL. 221p.

PETROBRAS/DNPN. 1975. Mapa geológico folha Maceió (SC.25-V-IV-2), na escala 1:50.000.

PLEC. 1980. Projeto de Levantamento Ecológico Cultural da Região das Lagoas Mundaú e Manguaba. Secretaria de Planejamento de Alagoas – SEPLAN, SUDENE e Coordenação de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CDCT. Vol. I e Vol. II, 597p. Segunda Edição (Ampliada).

Portugal, J. F., 1803. Planta das Enseadas de Jaraguá e Pajuçara. *Arquivo do Instituto Histórico e Geográfico de Alagoas*.

Sallenger, A. H. & Richmond, B. M., 1984. High-frequency sediment-level oscillations in the swash zone. *Marine Geology*, [S.I], v.60, p.155-164.

Sant'Ana, M. M. de., 1970. *Contribuição à História do Açúcar em Alagoas*. Recife: IAA; Museu do Açúcar,30p.

SERHI-AL. 2003. Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado de Alagoas. Precipitações do período de 2001 e 2002. Disponível em: http://www.serhi.al.gov.br/Acessado em 28/08/03.

Shepard, F.P., 1954.Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sedim.Petrol*. 24:151-158.

Suguio. K., 1998. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Bertrand Brasil, RJ. 1222p.

Thurman, H. V., 1994. *Introductory Oceanography*. Maxwell Maemillan International, New York, 7th ed, 550p.

Toldo JR, E. & Dornelles, C.E., 1991. Programa de análise completa (PANCOM). Sistema de análise granulométrica (EDO). *Instituto de Geociências*, Porto Alegre: UFRS.

Wright, L.D. & Short, A.D., 1984. Morphodynamic variability ot surf zones and beaches a synthesis. *Marine geology*, Amsterdam, v.56, p.93-118.

.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
DOUTORADO EM GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

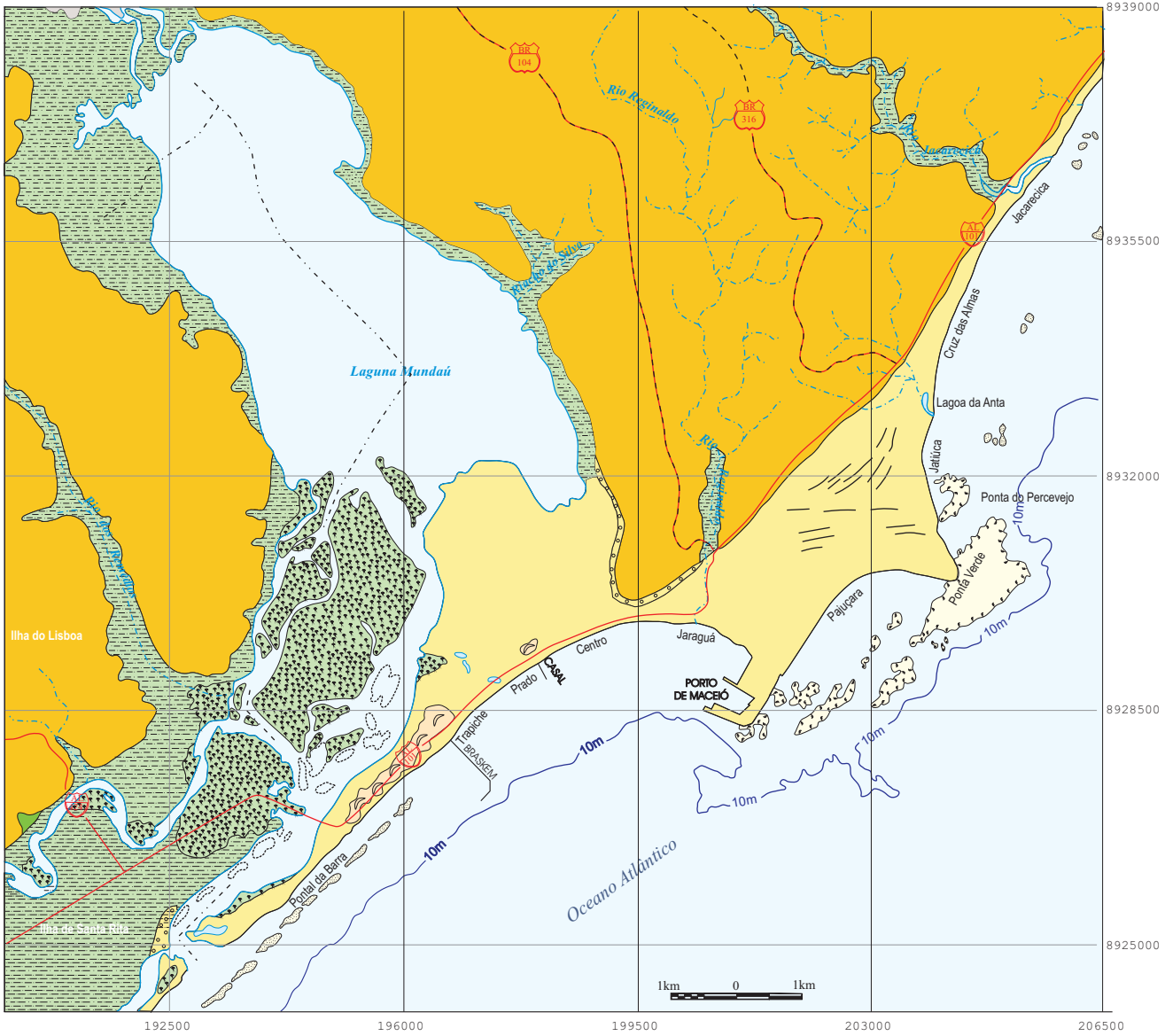
ANEXO I

EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA A MÉDIO E CURTO PRAZO ASSOCIADA AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO E AOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE MACEIÓ

Autor: Rochana Campos de Andrade Lima Santos
Orientador: Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho

MAPA GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO

Escala 1:50.000



LEGENDA

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

UNIDADES GEOLÓGICAS/GEOMORFOLÓGICAS

Planície Costeira	Quaternário	Bancos arenosos	Depósitos arenosos com fragmentos de conchas
		Mangues	Sedimentos argilo-siltoso e argila orgânicas com vegetação com vegetação típica
		Dunas	Sedimento arenoso bem selecionado
		Recifes de Corais e Algas	Algas e corais encrustados nos recifes de arenito
		Recifes de Arenito (*Beachrocks*)	Arenitos com cimentação carbonática, estratificados
		Terraços Marinhos Holocênicos	Areias bem selecionadas com fragmentos de conchas
		Depósitos Flúvio-Lagunares	Sedimentos síltico-argilosos acinzentados, com matéria orgânica, conchas e madeira
		Terraços Marinhos Pleistocênicos	Sedimentos arenosos, com presença ocasional de níveis ricos em ácido húmico
Tabuleiro	Terciário	Formação Barreiras	Areias e argilas de coloração variada, com laterização
	Cretáceo	Formação Coq Seco	Arenito arcoseano com intercalações de folhelho

FEIÇÕES MORFOLÓGICAS

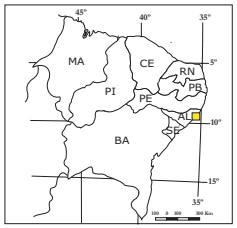
Cordões Litorâneos

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

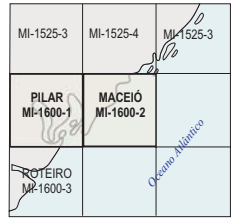
Rodovia Federal
Rodovia Estadual
Limite Municipal
Cota batimétrica
Drenagem
Laguna

Mapa Base: MAPLAN Agrolevantamento S.A.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

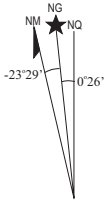


ARTICULAÇÃO DA FOLHA



Fonte: IBGE 1985

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1985 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA



A Declinação Magnética cresce -4' anualmente

ANEXO II

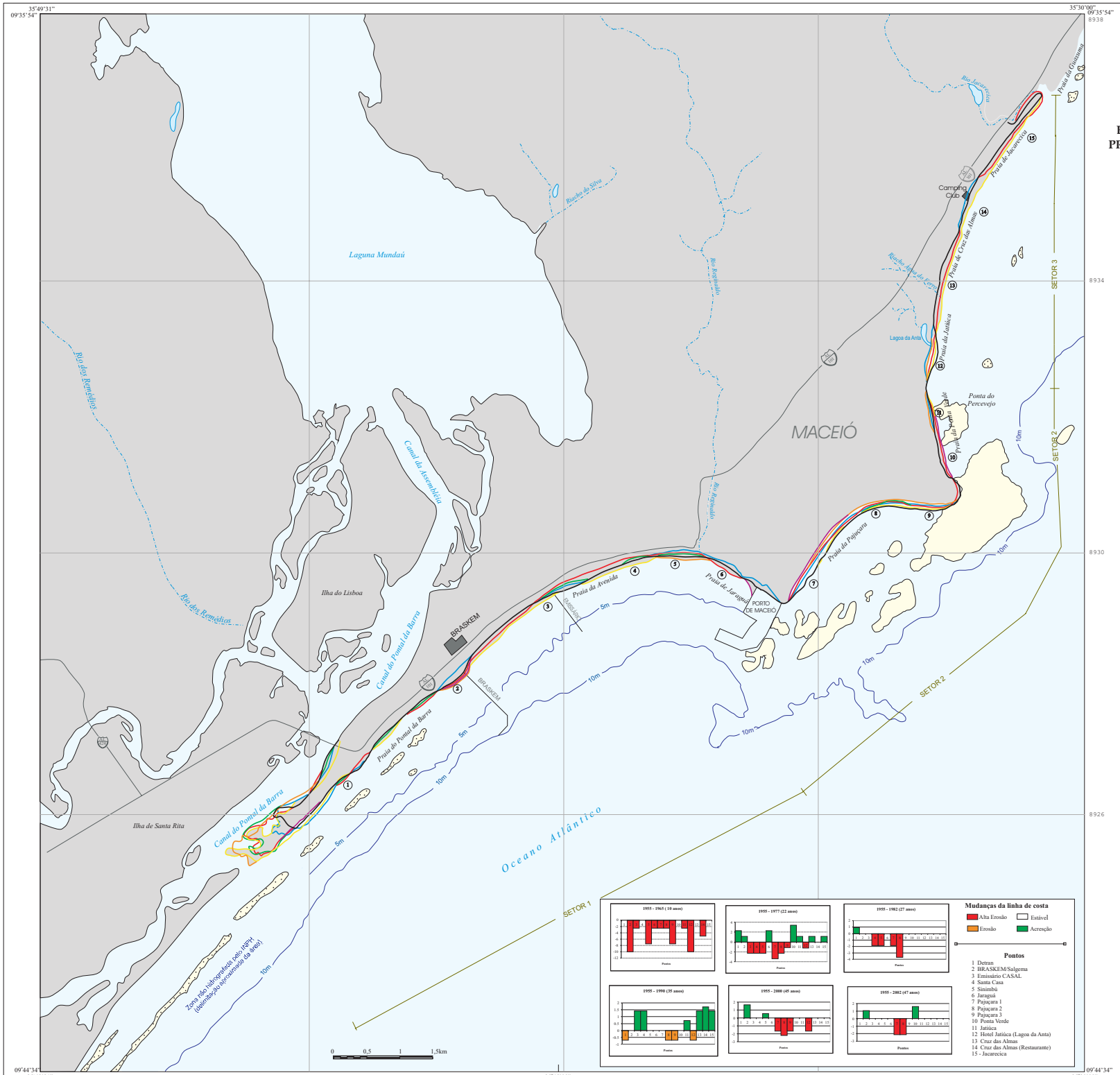
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
DOUTORADO EM GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA A MÉDIO E CURTO PRAZO ASSOCIADA AO GRAU DE DESENVOLVIMENTO URBANO E AOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS NA PLANÍCIE COSTEIRA DE MACEIÓ

MAPA DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Escala 1:25.000

Autor: Rochana Campos de Andrade Lima Santos
Orientador: Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho



LEGENDA

- Recifes de Corais e Algas
- Recifes de Arenito (*Beachrocks*)
- Linha de costa em 2002
- Linha de costa em 2000
- Linha de costa em 1990
- Linha de costa em 1982
- Linha de costa em 1977
- Linha de costa em 1965
- Linha de costa em 1955

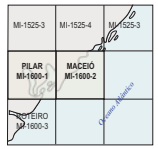
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Limite Municipal
- Cota batimétrica
- Drenagem
- Laguna
- Ponto amostrado

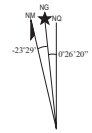
Bases utilizadas:
Mapa de Batimetria da DHN Folha 901
Mapa Topográfico da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS); escala 1:25.000. Executado por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.
Mapa da PETROBAS/DNPM; escala 1:50.000
Mapa da Companhia e Desenvolvimento da Alagoas (CODEAL), 1977
Mapa do IBGE (Articulação); escala 1:50.000, 1982
Imagem de Satélite TM-LANDSAT, 1990
Mapa da MAPLAN Aerolevantamentos S.A., 2000

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1985 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA



A Declinação Magnética cresce -4' anualmente

Fonte: IBGE 1985