

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

LARA DE ARRUDA QUINAMO

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA E ASPECTOS GEOAMBIENTAIS
DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO

Dissertação de Mestrado

2013

Orientadora: Lúcia Maria Mafra Valença (UFPE)
Coorientador: Valdir do Amaral Vaz Manso (UFPE)

LARA DE ARRUDA QUINAMO

Licenciada em geografia, Fundação de Ensino Superior de Olinda – FUNESO,
2010

Especialista, Fundação de Ensino Superior de Olinda – FUNESO, 2011

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA E ASPECTOS GEOAMBIENTAIS
DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO

Dissertação que apresenta à Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Profa. Lúcia Maria Mafra Valença como preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental.

Recife, 2013

“CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA E ASPECTOS GEOAMBIENTAIS
DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO”

LARA DE ARRUDA QUINAMO

Aprovada

Prof^ª. Dr^ª. Lúcia Maria Mafra Valença
22/07/2013

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso
22/07/2013

Prof. Dr. José Diniz Madruga Filho
22/07/2013

Aos meus pais, por toda educação, apoio e incentivo.

E ao meu marido, por sua cumplicidade, dedicação e colaboração ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por TUDO que Ele tem proporcionado em minha vida.

A professora Lúcia Maria Mafra Valença pela orientação, disposição e paciência, por todas as suas críticas e sugestões. E ao professor Valdir do Amaral Vaz Manso, pela sua coorientação, ensinamento e todo apoio prestado.

Ao meu marido Philipi, pois sua ajuda foi de fundamental importância para o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Aos amigos que me acompanharam ao longo do curso e no desenvolvimento de trabalhos de campo; Karlla, Natália, Patrícia, Douglas

A todas as pessoas que me ajudaram durante os trabalhos de campo; meus irmãos Hugo e Dandara, meu afilhado Davi, Valeska, Nelma e Pedro Hugo.

Ao LGGM e seus integrantes, pelo apoio e disposição; Miguel Arraes, Élide, Renê, Tiago, Patrícia, Charliane.

Ao programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco pelo apoio técnico e infra-estrutura concedida.

A Igor, da secretaria de Pós-graduação em Geociências, por toda sua paciência.

Aos professores Gorki Mariano e Haydon Mort, por suas colaborações referente ao abstract.

Ao Professor José Diniz Madruga Filho, pelo seu incentivo desde a graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela concessão de bolsa de estudo.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada.

RESUMO

A área de estudo está localizada no litoral sul do Estado de Pernambuco, compreendido entre as praias do Pina na cidade do Recife (ao norte), e rio Persinunga no município de São José da Coroa Grande (ao sul). Sua extensão é de aproximadamente 111km, a fim de permitir uma melhor visualização das praias, a área total foi segmentada em 3 setores de acordo com as suas características geomorfológicas. Sendo o setor 1 localizado entre os rios Capibaribe (Cidade de Recife) e Massangana (Município do Cabo de Santo Agostinho). Setor 2 localizado entre os rios Massangana e Maracaípe (Município de Ipojuca). Setor 3 compreendido entre os rios Maracaípe e Persinunga (Município de São José da Coroa Grande). O presente trabalho objetivou uma caracterização sedimentológica e composicional das areias de praia e dos aspectos geoambientais, afim de gerar dados que sejam utilizados em trabalhos futuros e possibilitem ações de gerenciamento e proteção costeira. Os métodos utilizados envolveram coleta e análise de amostras de sedimentos e observações visuais in loco com auxílio de um *checklist*, ambos, realizados em 88 pontos, com uma equidistância média de 1km, distribuídos ao longo do estirâncio médio. O estudo sedimentológico mostrou que na área domina a fração areia fina (diâmetro médio), inferindo que a área possui um baixo nível energético, não permitindo a deposição dos grãos mais grossos. Os sedimentos apresentam predominantemente, grau de seleção moderadamente selecionado em toda a área de estudo (setores 1, 2 e 3), sugerindo que não houve energia suficiente para um bom selecionamento dos grãos. Os valores de assimetria predominantes no setor 1 são positivos, enquanto nos setores 2 e 3 são negativos. Esses dados sugerem que no setor 1 houve a predominância de deposição de material fino, enquanto nos demais setores ocorreu a predominância da remoção de materiais finos. Referente à curtose predominaram as distribuições muito leptocúrticas no setor 1 e muito leptocúrtica nos demais setores. Os grãos são constituídos por quartzo brilhante e em menores proporções, por minerais acessórios e bioclastos, são subangulosos a subarredondados, com esfericidade alta, concluindo que os mesmos foram submetidos a um longo transporte por meio subaquoso. Foi observado um litoral muito urbanizado, com fortes indicadores de erosão e presença de estruturas

artificiais de proteção costeira do Recife, principalmente nos pontos localizados na região metropolitana. Em áreas menos ocupadas, não foram encontradas características de ambiente degradado, sugerindo que a acelerada urbanização, sem prévio planejamento tem refletido no aumento da erosão costeira.

Palavras chave: Aspectos Geoambientais; Caracterização Sedimentológica; Litoral Sul de Pernambuco; Sedimentos praias;

ABSTRACT

The study area, located on the south littoral side of Pernambuco State, NE Brazil, stretches from Recife's Pina Beach (to the north) until the Persinunga River in the municipality of São José da Coroa Grande (to the south). This extension, totalling circa 111km allowed for a comprehensive overview of the region's beaches. The area was segmented into 3 sectors according to their geomorphological characteristics: Sector 1, located between the Capibaribe River (Recife) and Massangana (in the municipality of Cabo de Santo Agostinho); Sector 2, located between Massangana and Maracaípe (municipality of Ipojuca) and Sector 3, stretching between the Maracaípe e Persinunga rivers (São José da Coroa Grande). This research aims to characterise the sedimentological and compositional aspects of the sands in each of these sectors as well as their geoenvironmental aspects. The data collected will be utilised in future research that will facilitate coastal management and protection. The methods utilised include the collection of sediment samples and visual observations made in accordance with set checklist. Both methods were employed at 88 points, each equidistant (1km) from one another, distributed along the average tidal watermark. From the geochemical characterisation, it was possible to measure the degree of vulnerability of the study area. The results show the predominance of high vulnerability grain types in areas with high degrees of urbanisation. Decreased anthropic influence was associated low-risk. The sedimentological study showed that fine sand (average diameter) dominates region, indicating a low-energy environment, inhibiting the deposition of coarser grains. The sediments predominately present a moderate degree of selection in the entire study area (sectors 1, 2 and 3), suggesting that there is not sufficient energy for a good grain selection. The asymmetry values prevailing in sector 1 are positive, while in sectors 2 and 3 are negative. These data suggests that in sector 1, there is a net deposition of fine material, while the other two sectors there was the net removal. Kurtosis predominated very leptokurtic distributions in sector 1 and very leptokurtic in other sectors. The grains consist of bright quartz in smaller proportions, in addition to secondary minerals and bioclasts, which are sub-angular to high sphericity in nature, suggesting that they were subject considerable subaqueous transport. We observe a very urbanised coastline, with

strong indicators of erosion and the presence coastal defence structures, especially at points located in metropolitan areas. In more isolated areas, there were no indicators of environmental degradation, suggesting that increased coastal erosion reflects poorly-planned and accelerating urbanisation.

Keywords: Geoenvironmental Aspects; Sedimentological Characterisation, South Littoral Coast of Pernambuco, Beach Sediment.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1. Objetivo Geral.....	11
1.1.2. Objetivos Específicos.....	11
1.2 Localização da Área.....	11
1.3 Ambiente Praial.....	11
1.4 Sedimentos de Praia / Origem.....	15

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA.....	17
2.1. Aspectos fisiográficos da Área.....	17
2.1.1. Clima.....	17
2.1.2. Ventos.....	17
2.1.3. Vegetação.....	18
2.1.4. Hidrografia.....	18
2.2. Condições Oceanográficas.....	19
2.2.1. Regime de Ondas.....	19
2.2.2. Marés.....	21
2.2.3. Correntes.....	21

CAPÍTULO III

GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA.....	23
3.1. Geologia Costeira.....	23
3.1.1. Geologia do Quaternário.....	24
3.1.1.2 Terraços Marinhos.....	24
3.1.1.3. Terraços Marinhos Pleistocênicos.....	24
3.1.1.4. Terraços Marinhos Holocênicos.....	27

3.1.2. Rochas de Praia (<i>beachrocks</i>).....	27
3.1.3. Recifes de Corais e Algas.....	28
3.1.4. Depósitos de Praias Atuais.....	29
3.1.5. Depósitos de Mangue.....	29
3.1.6. Depósitos de Dunas.....	30
3.1.7. Falésias.....	32
3.1.8. Cordões Litorâneos.....	32
3.1.9. Península.....	32

CAPÍTULO IV

MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1. Pesquisa Bibliográfica.....	36
4.2. Trabalhos de Campo.....	36
4.3. Trabalhos de Laboratório e Gabinete.....	37
4.3.1. Análises Granulométricas	37
4.3.2. Morfoscopia das Partículas.....	38
4.3.3. Composição dos Grãos.....	38
4.3.4. Confecção de Mapas.....	38

CAPÍTULO V

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E VULNERABILIDADE À EROSÃO.....	41
5.1. Setor 1	42
5.2. Setor 2.....	50
5.3. Setor 3.....	57

CAPÍTULO VI

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA.....	62
6.1. Granulometria.....	64
6.1.1. Setor 1.....	64

6.1.1.1. Classificação Textural.....	64
6.1.1.2. Diâmetro Médio.....	65
6.1.1.3. Assimetria.....	65
6.1.1.4. Desvio Padrão ou Grau de Seleção.....	66
6.1.1.5. Curtose.....	66
6.1.2. Setor 2.....	68
6.1.2.1. Classificação Textural.....	68
6.1.2.2. Diâmetro Médio.....	68
6.1.2.3. Desvio Padrão ou Grau de Seleção.....	69
6.1.2.4. Assimetria.....	69
6.1.2.5. Curtose.....	71
6.1.3. Setor 3	71
6.1.3.1. Classificação Textural.....	71
6.1.3.2. Diâmetro Médio.....	72
6.1.3.3. Desvio Padrão ou Grau de seleção.....	72
6.1.3.4. Assimetria.....	73
6.1.3.5. Curtose.....	73
6.2. CARACTERÍSTICAS COMPOSICIONAIS E MORFOSCÓPICAS.....	76
6.2.1. Composição.....	76
6.2.2. Morfoscopia.....	77
6.2.2.1. Textura Superficial dos Grãos.....	81
6.2.2.2. Arredondamento e Esfericidade.....	82
CONCLUSÕES.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização do Litoral Sul de Pernambuco (área de estudo).....	12
Figura 02: Perfil generalizado da praia, apresentando suas divisões e principais elementos morfológicos. Fonte: Duarte (2002).....	14
Figura 03 : A) Presença de coqueiros na praia de Calhetas. B) Presença de vegetação rasteira nativa na praia de Piedade.....	19
Figura 04: Localização da Bacia Pernambuco entre o Lineamento Pernambuco e o Alto de Maragogi. Fonte: Barbosa & Filho (2006).....	23
Figura 05: Mapa Geológico do Quaternário Costeiro de Pernambuco – Folha Recife.....	25
Figura 06: Mapa Geológico do Quaternário Costeiro de Pernambuco – Folha Sirinhaém.....	26
Figura 07: Arenito de praia na praia de Enseada dos Corais.....	28
Figura 08: Visualização dos depósitos de praia em Tamandaré /2011.....	30
Figura 09: A) Foto do estuário do Rio Maracaípe. Fonte: http://maispe.blogspot.com.br/2012/01/praia-de-guadalupe.html ; B) Foto do mangue conservado no Rio Una. Fonte: http://www.museudouna.com.br/abreu10.htm	31
Figura 10: Pequena formação de duna na praia do Pina.....	31
Figura 11: Falésias vivas na praia de Guadalupe. Vista de norte para sul.....	33
Figura 12: A – Cordão litorâneo na Praia de Muro Alto; B – Cordão litorâneo na Praia de Serrambi; C – Cordão Litorâneo na Praia de Toquinho; D – Cordão litorâneo na Praia de Várzea do Una. Fonte: Imagens do Google Earth.....	34
Figura 13: Imagem da Península do Paiva. Fonte: Imagem do Google Earth.....	35
Figura 14: Fluxograma do método empregado para análise Sedimentológica (LGGM-UFPE).....	39

Figura 15: Localização dos setores 1, 2 e 3. Fonte: Modificado de CPRM, 2003.....	40
Figura 16: Orla da Praia de Boa Viagem com a presença de grandes edifícios.....	44
Figura 17: Urbanização baixa na praia de Itapuãma, orla com acesso não pavimentado, sem construções residenciais ou comerciais.....	44
Figura 18: Urbanização da orla da Praia de Gaibú, residências ocupam a pós-praia.....	45
Figura 19: Presença de beachrock no estirâncio da praia de Gaibú.....	45
Figura 20: A – Enrocamento paralelo e espigão perpendicular à costa na praia de Candeias em Jaboatão dos Guararapes. Foto do sentido sul para norte; B – enrocamento paralelo à costa na praia de Boa Viagem. Foto do sentido sul para norte.....	46
Figura 21 : A e B – Obras de contenção na praia da Boa Viagem.....	47
Figura 22: A, B e C – Indicadores de erosão (raízes de coqueiros expostas) e obras de contenção destruídas pela dinâmica costeira em Jaboatão dos Guararapes.....	48
Figura 23: Mapa de vulnerabilidade do setor 1.....	49
Figura 24: Setas indicam presença de beachrocks. A – Praia de Toquinho, B – Praia do Cupe.....	51
Figura 25: Setas indicam presença de beachrocks. A – Praia de Porto de Galinhas, B – Praia de Muro Alto.....	52
Figura 26: A – Obra de contenção construída a partir de troncos de coqueiros na praia de Porto de Galinhas, B – Muro de contenção construído com rochas e concreto na praia de Toquinho.....	53
Figura 27: A– Muros de concreto e enrocamento aderente na praia de Serrambi, B – Muros de contenção na praia de Guadalupe.....	54
Figura 28: A – Ruínas de obras de contenção na praia de Guadalupe, B – Raízes expostas na praia de Toquinho.....	55
Figura 29: Mapa de Vulnerabilidade do Setor 2.....	56

Figura 30: A – Presença de beachrocks na praia dos Carneiros, B – Muro construído com troncos de coqueiros para contenção à erosão na praia de Tamandaré.....	58
Figura 31: A – Enrocamento aderente na praia de São José da Coroa Grande, B – Raízes de coqueiros expostas na praia dos Carneiros.....	59
Figura 32: Mapa de Vulnerabilidade do Setor 3.....	61
Figura 33: Classificação textural dos sedimentos do setor 1 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.....	64
Figura 34: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 1.....	67
Figura 35: Granulometria do setor 1, em valores percentuais.....	68
Figura 36: Classificação textural dos sedimentos do setor 2 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.....	69
Figura 37: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 2.....	70
Figura 38: Granulometria do setor 2, em valores percentuais.....	71
Figura 39: Classificação textural dos sedimentos do setor 3 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.....	72
Figura 40: Granulometria do setor 3, em valores percentuais.....	74
Figura 41: Percentagem do diâmetro médio predominante (areia fina e areia média) nos setores 1, 2 e 3.....	74
Figura 42: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 3.....	75
Figura 43: A – amostra 07 / setor 3 ; B – amostra 10 / setor 2 ; C – amostra 26 / setor 1 ; D – amostra 3 / setor 3 ; E – amostra 20 / setor 2 ; F – amostra 3 / setor 3.....	78
Figura 44: A – Gástrópode; B – 1, 2, 3 e 4 Lithothamnium; C – Gastrópode; D – Braquiópode; E – Lithothamnium; F – 1- espinho de Equinóide, 2-Espícula de Esponja; G – Carapaça de Gastrópode; H, J – Gastrópode; I – Braquiópode.....	79

Figura 45: Gráfico de correlação entre as percentagens de clastos e bioclastos (Setor 1).....	80
Figura 46: Gráfico de correlação entre as percentagens de Clastos e Bioclastos (setor 2).....	80
Figura 47: Gráfico de correlação entre as percentagens de Clastos e Bioclastos (setor 3).....	80
Figura 48: Exemplo de grãos com alta e baixa esfericidade.....	82
Figura 49: Percentual do grau de esfericidade dos setores 1, 2 e 3.....	83
Figura 50: Grau de arredondamento (%) dos setores 1, 2 e 3.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela	01:	Aspectos	geoambientais	
(percentagem).....				60
Tabela 02: Percentagem de arredondamento e esfericidade nos três setores. (A				
– anguloso, AS – subanguloso, SAR – subarredondado, AR –				
arredondado).....				
				84

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A zona costeira constitui um espaço de grande valor ambiental, exercendo um papel socioeconômico fundamental como fonte de recursos. Entretanto, é também uma área extremamente sensível e instável pelo seu caráter de interface terra-mar (Muehe, 2006). Estas áreas representam 1,6% da superfície das terras emersas abrigando cerca de 70% da população mundial (CPRH, 2003). A zona costeira de Pernambuco tem passado por grande crescimento demográfico, sendo a área de maior densidade do Estado. Nessa área se verifica alta concentração de problemas ambientais, oriundos da concentração de atividades econômicas, como indústrias, lazer e turismo.

A zona costeira é um ambiente de intensa dinâmica natural. É dominada por vários agente modeladores, tais como ventos, ondas, marés, correntes de deriva litorânea, variações do nível do mar e obstáculos que retêm sedimentos. É um ambiente ainda parcialmente conhecido pelo homem. Seu valor ambiental, sua alta dinâmica morfológica e sedimentar, responsável pelo amortecimento da energia hidráulica e a importância sócioeconômica que as praias arenosas apresentam, tem motivado diversas pesquisas em busca de um melhor conhecimento, utilização racional e preservação destes ambientes.

Como parte da zona costeira, destaca-se o ambiente praial, que abrange as praias, mas não se restringe a elas. Na realidade, este ambiente é um pouco mais amplo do que o termo praia. Estende-se de pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente (Coutinho, *et al.*, 1997).

De acordo com Manso (1997), as praias são classicamente acumulações de materiais geralmente inconsolidados, areias e cascalho, acumulados em uma limitada faixa por ação das ondas. Apresentam mobilidade, são ambientes sujeitos a uma grande variabilidade em sua expressão morfológica e em suas características sedimentológicas.

Segundo Guerra (2009), praias são depósitos de acumulações de areia pelos agentes de transportes fluviais e marinhos, apresentam cintas anfíbias de grãos de quartzo, apresentando uma largura maior ou menor, em função da maré. Algumas vezes podem ser totalmente encobertas por ocasião das marés de sizígia.

As praias arenosas têm suas características morfodinâmicas determinadas pelas relações existentes entre os materiais que as formam e a energia hidrodinâmica incidente (Wright & Short, 1984). É um ambiente bastante dinâmico que pode sofrer erosão, sedimentação e equilíbrio a curto prazo, através de forças naturais (onda, corrente, maré e vento), e a longo prazo, em consequência das flutuações do nível relativo do mar (Muehe, 2006).

As praias vêm sofrendo uma crescente descaracterização em razão da ocupação desordenada e das diferentes formas de efluentes, tanto de origem industrial quanto doméstica, o que tem levado a um sério comprometimento de sua balneabilidade, principalmente naquelas próximas a centros urbanos (Cunha, 2004).

A erosão costeira, caracterizada pelo recuo da linha de costa em direção ao continente e decorrente do balanço sedimentar negativo é um problema sério em todo o mundo, pois afeta praticamente todos os países com litoral, podendo em alguns casos alcançar estágios bastante elevados. A urbanização, que se dá cada vez mais próxima à linha de costa, impede o processo natural e cíclico de retirada e reposição de sedimentos, assim, quanto mais ocupado o litoral for, mais se acentua o problema, que cresce em magnitude e importância, devido ao aumento do valor econômico das zonas costeiras e à forma que assume o desenvolvimento (Cunha, 2004).

No litoral pernambucano, eventos erosivos são presentes em quase todas as praias, maioritariamente em áreas de maior urbanização. Obras de engenharia costeira (muros de proteção, enrocamentos, diques e espigões) foram desenvolvidas com o propósito de conter estes eventos. Essas obras foram construídas com o objetivo de conter o problema local, podendo causar danos em áreas adjacentes e, ainda, se não instaladas corretamente e/ou não

passarem por manutenções contínuas, poderão inclusive, além de não conter a erosão, acentuar ainda mais.

Diante dessa perspectiva, esse trabalho teve como objetivo a caracterização geoambiental e sedimentológica das praias do litoral sul de Pernambuco, afim de gerar dados que sejam utilizados em trabalhos futuros e possibilitem ações de gerenciamento e proteção costeira.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Caracterizar os aspectos geoambientais e sedimentológicos das praias do litoral sul do Estado de Pernambuco.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar os sedimentos com base nos parâmetros estatísticos e na análise morfoscópica e composicional.
- Identificar as áreas mais sujeitas a eventos erosivos e deposicionais.
- Indicar os graus de vulnerabilidade costeira

1.2 Localização da Área

O litoral sul de Pernambuco, está localizado entre o Rio Capibaribe, na Região Metropolitana do Recife (ao norte), - 8° 5'40.00" S e 34°52'50.00"O e o estuário do rio Persinunga, no município de São José da Coroa Grande (ao sul) - 8°54'53.20"S e 35° 9'20.12"O. Sua extensão é de aproximadamente 111 km (figura 01).

1.3 Ambiente praial

Praias são depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transportes fluviais ou marinhos. (Guerra, 2009).

Para Manso (1997), as praias são acumulações de materiais geralmente inconsolidados (areias e cascalhos), acumulados em uma limitada faixa por ação das ondas, apresentando mobilidade, cujos ambientes estão sujeitos a uma

grande variabilidade em sua expressão morfológica e em suas características sedimentológicas.

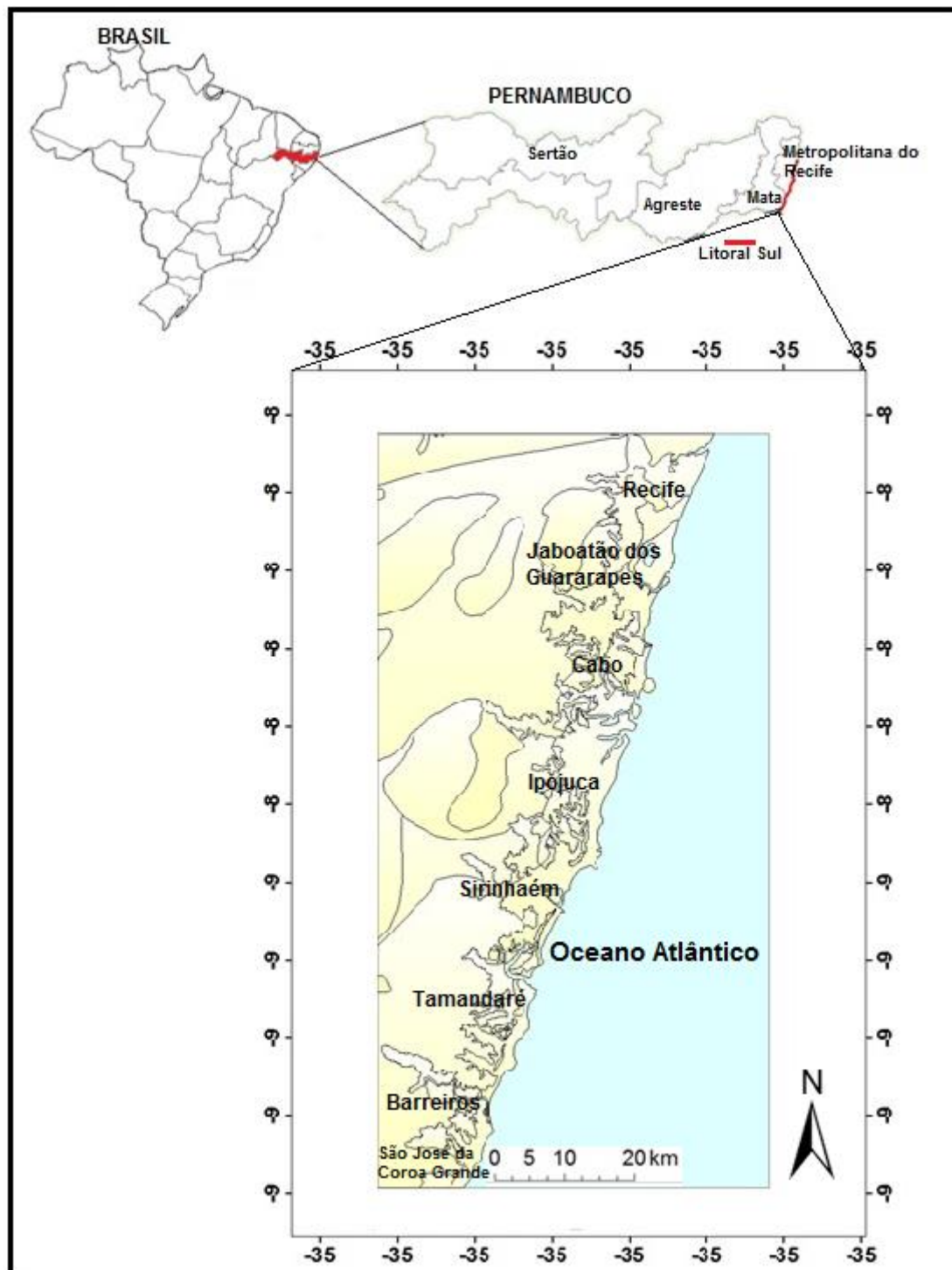


Figura 01: Localização do Litoral Sul de Pernambuco (área de estudo).

Hoefel (1998) define praia como depósitos de sedimentos não coesivos e inconsolidados sobre a zona costeira. Que podem ser formadas por sedimentos de diversas composições e granulometria. Sua morfologia é determinada pela combinação da granulometria com a dinâmica de ondas incidentes. É importante dissociar o termo “praia” de “ambiente praial”. O ambiente praial, também chamado de sistema praial, apresenta um sentido mais amplo do que o termo “praia” propriamente dito, pois seus limites se estendem de pontos permanentemente submersos, além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam, nem mobilizam material, até a faixa de dunas e/ou escarpas de praia, onde os sedimentos são mobilizados de acordo com regime de ondas incidentes (Gois, 2011).

Coutinho et al (1997), descreve o ambiente praial, como a porção cujo limite externo (em direção ao mar) seria a profundidade na qual o sedimento não é mais transportado ativamente pelas ondas incidentes e, interno (em direção à terra), a faixa de dunas e/ou escarpas localizadas a retaguarda do ambiente. Entretanto, é importante salientar que os fatores que definem estes limites são bastantes variáveis, dependendo do tipo de costa e da dinâmica das ondas incidentes.

O ambiente praial é o único sítio em nosso planeta onde ocorre a interação ar-terra-mar e conseqüentemente um dos mais frágeis. Sua origem, os processos de sua evolução e suas configurações atuais, devem-se em grande parte à interação dos processos verificados no continente, no oceano e na atmosfera e de suas variações ao longo do tempo. Também representa um elemento de grande importância na proteção do continente contra a ação destrutiva das ondas (Frischeisen et al., 1989)

Este ambiente apresenta divisões que se diferenciam a partir de suas características morfológicas. Nesta pesquisa foi adotada a terminologia para descrever as subdivisões do ambiente praial baseada em (Gois, 2011), descrita a seguir e representada na (figura 02).

- Duna Frontal

Estas formações são estruturas arenosas que se formam a partir do transporte eólico e se situam nas áreas adjacentes à praia, na porção posterior à pós-praia em direção à planície costeira, e que se dispõem paralelamente à linha de costa, sendo uma importante fonte sedimentar. Saber interpretar as dunas frontais pode significar indícios importantes sobre a forma de como o litoral se encontra a evoluir, isto é, se está estável, em erosão ou em acreção.

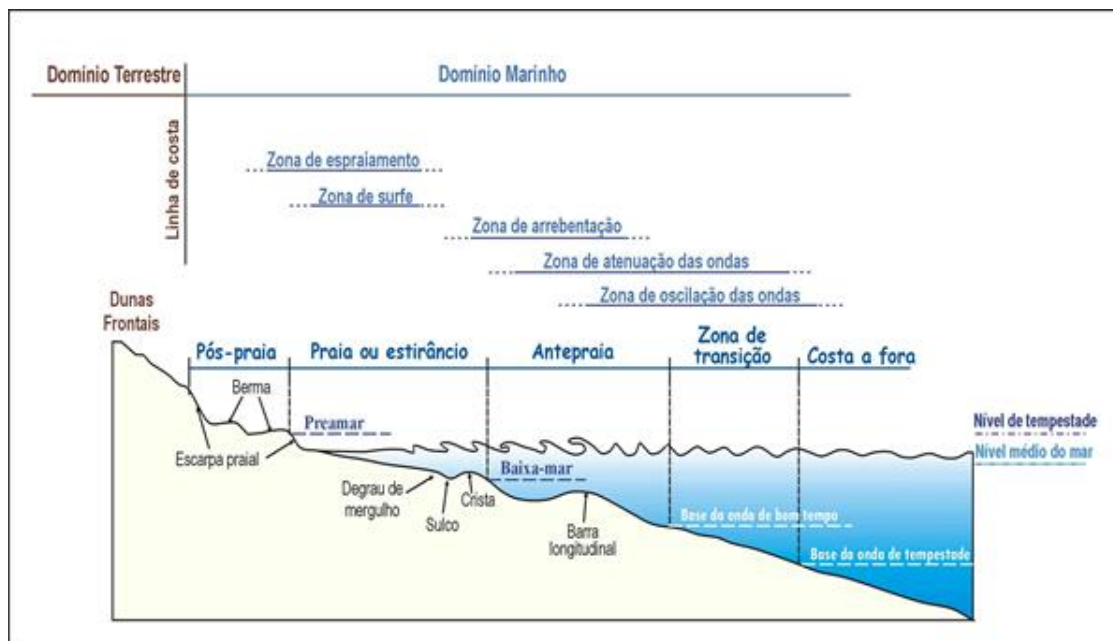


Figura 02: Perfil generalizado da praia, apresentando suas divisões e principais elementos morfológicos. Fonte: Duarte (2002).

- Póis-praia

Este setor representa a área que se limita em direção ao continente pela presença de formações dunares, terraços marinhos, falésias, vegetação permanente, ou qualquer outra estrutura fisiográfica que represente o limite de atuação das ondas e das marés. A área que demarca a faixa de póis praia, e que se encontra compreendida entre a linha de dunas e o estirâncio, e representada pela escarpa de praia, e é formada pela ação conjunta das ondas e das marés. Nesta zona pode ou não ocorrer bermas e areias retrabalhadas pelo vento.

- Praia ou estirâncio

É o setor do ambiente praial que está limitado na parte superior pelo nível atingido pela onda na maré alta de sizígia, e na parte inferior pelo nível atingido pela onda na maré baixa de sizígia. Ou seja, está compreendida entre a baixa-mar e a preamar de sizígia.

- Antepraia

Encontra-se sempre submersa, se inicia partir do limite inferior da zona de estirâncio e se estende mar adentro até a base da onda de bom tempo. Esta área representa uma zona de movimentação máxima de sedimentos e se caracteriza pela presença de barras arenosas, longitudinais e paralelas à costa.

- Zona de espraimento

Corresponde ao setor que se limita pelos pontos mínimos e máximos, de ocorrência do fluxo e refluxo das ondas.

- Zona de surfe

Situa-se entre o ponto de quebra das ondas (zona de arrebentação) e a linha de costa. A caracterização da zona de surfe está ligada ao modo de dissipação energética das ondas incidentes, pois em praias de baixa declividade, as ondas que inicialmente quebraram repõem-se na forma de vagalhões e se espalha pela zona de surfe até alcançar a linha de praia.

- Zona de arrebentação

Representa a faixa em que ocorre a diminuição da profundidade proporcionando o excesso de velocidade da crista da onda em relação a velocidade de fundo fazendo, dessa forma, as ondas se arrebentarem.

1.4 Sedimentos de praia / Origem

Segundo Mendes, 2000, as praias são constituídas de areias originadas de diversas áreas, porém, a maior contribuição é de origem continental, que chega à praia pelo sistema fluvial. Sendo assim, a ausência de descargas fluviais

significativas no estado de Pernambuco, proporciona um pequeno desenvolvimento da plataforma continental.

Shepard, 1973 diz que a fonte principal da grande maioria das areias de praia é o assoalho marinho raso, ressaltando que, previamente, o volume de areia da plataforma tenha sido transportada para dentro do oceano por descarga proveniente dos continente (através dos rios), tendo ainda uma pequena parcela resultante da erosão do mar sobre as falésias.

Davis (1978) sugeriu que estudos detalhados da composição dos materiais de uma praia freqüentemente indicariam a possibilidade de se caracterizar a fonte sedimentar através da análise de seus minerais pesados (acessórios).

O agente eólico atuante é capaz de retirar sedimentos da praia e acumulá-los em forma de campos de dunas, que avançam em direção ao continente. Localmente, os ventos que sopram do continente podem fornecer material para as praias (Borba, 1999).

A estabilidade das praias arenosas é função do equilíbrio entre ganhos e perdas de areia, de acordo com Bird, 1985, as mudanças ocorridas nas praias são resultantes das variações nas taxas de suprimento de sedimentos de várias fontes, ou no modelo de perda de sedimentos destas, através da ação das marés, ondas e ventos, como também por correntes geradas por cada um desses fatores. Para estabelecer o balanço sedimentar de uma praia, é necessário a determinação da origem do material em função das possíveis fontes de alimentação.

CAPÍTULO II

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

2.1 Aspectos fisiográficos da área

2.1.1. Clima

O litoral sul de Pernambuco possui clima tropical quente e úmido, com taxa de precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 2.000 mm (Lima, 2001). De acordo com a classificação de Köppen As' (pseudo-tropical).

As chuvas de inverno são antecipadas no outono, mas, de modo geral, as chuvas são relativamente bem distribuídas ao longo do ano, provocadas pelos ciclones da Frente Polar Atlântica que atingem o litoral nordestino com maior vigor no período de outono-inverno. Os meses de maio, junho e julho são os mais chuvosos, enquanto os meses de outubro, novembro e dezembro os mais secos.

Referente à temperatura, a média anual da área é de 24°C, oscila entre a mínima de 18°C e a máxima de 32°C, sendo fortemente influenciada pela ação dos ventos dominantes, os alísios de SE e NE (CPRH, 2001).

2.1.2. Ventos

O principal agente formador de ondas no oceano são os ventos. O tamanho e direção das ondas variam de acordo com a velocidade e direção dos ventos. Determinam o sistema de ondas que atinge a costa e que gera as correntes de deriva litorânea e contribui na sedimentação litorânea. Na costa pernambucana, as ondas tem grande influência no transporte para as praias, devido à grande constância na velocidade e direção do sistema de ventos (Mendes, 2000).

Dados estatísticos do CPTEC/INPE da área estudada, relativos ao período de dezembro/2009 a dezembro/2010, os ventos de direção E-SE foram caracterizados como dominantes. Durante o verão, a incidência dos ventos são os alísios predominantes de E com velocidades médias de 5,6 m/s (Macêdo, 2011).

2.1.3 Vegetação

Originalmente, a floresta tropical atlântica, recobria toda a faixa costeira do Estado. Atualmente, supõe-se que alguns poucos remanescentes dão indicação dessa vegetação primária, ocorrendo em geral, matas secundárias de extensão e estágios sucessionais diversos, distribuídos de forma esparsa por toda área do Litoral Sul de Pernambuco (CPRH, 2001).

Em áreas sobre influência da maré e, associado à Mata Atlântica, são os manguezais, que se apresentam relativamente pouco conservados e situam-se em extensas faixas marginais dos trechos terminais dos principais rios da área. Ocupam terrenos baixos e argilosos, sujeitos ao fluxo constante das marés, onde são encontradas, em geral, as espécies mangue Vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue Canoé (*Avicennia schaueriana*) (Braga, 1994). De acordo com Macêdo (2011), estas árvores são grandes estabilizadoras do substrato e o seu sistema de raízes proporciona abrigo para uma fauna muito rica, altamente adaptada às condições do estuário.

Ao longo das praias estudadas foi identificada a presença de vegetação rasteira nativa e coqueirais (figura 03).

2.1.4 Hidrografia

Os rios da região estudada podem ser classificados em litorâneos e translitorâneos. Os primeiros nascem e desaguam em regiões litorâneas, sendo predominantemente perenes. Os segundos nascem na região do Agreste Pernambucano, apresentam regime sazonal, tornando-se perenes quando penetram na Zona da Mata (CPRH, 2001).

Os rios litorâneos, embora de dimensão reduzida, desempenham importante papel na manutenção dos ecossistemas e das comunidades da área. São também, de fundamental importância quanto ao aporte sedimentar do ambiente costeiro, pois é através deles que chegam às praias os sedimentos de origem continental. Incluem-se nessa categoria os rios Capibaribe, Beberibe, Massangana, Merepe, Maracaípe, Formoso, Ilhetas, Mamucabas e Meireles.



Figura 03: A) Presença de coqueiros na praia de Calhetas. B) Presença de vegetação rasteira nativa na praia de Piedade.

2.2 Condições oceanográficas

2.2.1 Regime de ondas

A maioria das ondas é originada pela ação dos ventos (ondas de gravidade), que se formam a partir de pequenas ondas capilares provenientes do vento soprado sobre a superfície da água. Consequentemente, os tamanhos das ondas variam de acordo com a velocidade, duração do vento e a extensão da superfície aquosa submetida ao vento. As ondas constituem um dos

processos marinhos mais efetivos no selecionamento e redistribuição dos sedimentos depositados nas regiões costeiras e plataforma continental interna. (Baptista Neto et al., 2004). Ao encontrarem estruturas naturais (cabos, promotoários, recifes, etc.) ou artificiais (piers, molhes, espigões, cais etc) as ondas são refletidas e/ou refratadas, modificando suas características originais e impondo esforços sobre as mesmas. Dessa forma, o conhecimento do clima de ondas de uma região, é fundamental para a preservação das estruturas existentes, implantação de obras costeiras, como também na tomada de decisões voltadas para a contenção de processos erosivos (MAI, 2009).

A costa brasileira pode ser considerada como uma área calma, já que não está afetada por nenhum sistema climático capaz de gerar tormentas de grande magnitude (Barros, 2003). De acordo com Muehe, (2006), medidas de ondas efetuadas pela PORTOBRÁS no Porto de Suape, nos períodos entre março de 1977 à fevereiro de 1978 e janeiro de 1979 à janeiro de 1984, usando ondógrafos instalados aproximadamente à 17m de profundidade, foi constatado que as direções de ondas para condição de primavera (setembro à novembro), de verão (dezembro à fevereiro) e de outono(março à maio), tendem a ser predominantemente perpendiculares à praia, sendo que, no outono e na primavera, ocorre uma leve tendência no sentido S-N, e no verão, assumem a direção N-S. Para as condições de inverno, a direção que predomina é a de S-N.

Referente à altura das ondas, de modo geral, observa-se que no outono e primavera, há uma predominância de valores em torno de 1,0 m; no verão oscilam entre 0,85 e 1,0 m, e no inverno alcançam os maiores valores anuais, em torno de 1.25 m. Os períodos das ondas mencionadas ficam em torno de 6.5 s, para as condições de outono, inverno e primavera, e 5,0 s no verão. A altura significativa média anual atinge 1,11 m e período médio de 6,28 s (Muehe, 2006).

De acordo com Souza (2004) as praias da cidade do Recife são caracterizadas por ondas com altura significativa variando entre a mínima de zero e a máxima de 1,26 m com uma média de 0,36 m.

2.2.2 Marés

As marés são as alterações do nível do mar, resultantes da ação combinada de forças de atração gravitacional entre a terra, a lua e o sol, e também a partir de forças centrífugas originadas pelos movimentos de rotação em torno do centro de massa do sistema sol-terra-lua (Baptista Neto et al., 2004). “São consideradas como ondas de grande períodos, que variam entre 12 e 24 horas, os quais se caracterizam pela subida e descida cíclica do nível do mar, denominada de ciclo de marés ou ondas de marés” (Barros, 2003).

As correntes de maré transportam sedimentos e são importantes para a modelagem da linha de costa, por tal motivo, é de grande importância as características das marés para estudos de ambientes de sedimentação costeira (Baptista Neto et al., 2004).

Segundo Hayes (1979) as praias arenosas podem ser classificadas em cinco classes de marés: micromaré (varia de 0 a 1 m); fraca mesomaré (de 1 a 2 m); forte mesomaré (de 2 a 4 m); fraca macromaré (de 4 a 5 m) e macromaré (acima de 5 m).

Ainda de acordo com Hayes (1979), as marés atuantes na costa pernambucana são do tipo forte mesomaré, variando de - 0,2 a 2,6 m. Segundo Macêdo (2011), as marés que atuam na costa de Pernambuco pertencem às classes fracas mesomaré e forte mesomaré. Que são classificadas como semidiurnas com período de aproximadamente 750 minutos, apresentando duas preamares e duas baixamares por dia lunar.

2.2.3 Correntes

As correntes marinhas são fluxo das águas dos oceanos, responsáveis pelo transporte de grandes massas de água, como também o transporte de sedimentos.

As correntes costeiras são geradas pelas ondas, elas estabelecem o transporte de sedimentos litorâneos, paralelamente à linha de costa, tendo assim

a definição do processo conhecido como deriva litorânea (Baptista Neto et al., 2004).

A área de estudo trata-se de uma área submetida a um regime de mesomaré, sendo assim, as correntes de maré exercem influência substancial no modelamento costeiro, principalmente quando estão associadas ao período de ventos intensos que sopram de SE e as marés de sizígia. Este conjunto produz intenso processo erosivo em toda zona litorânea (Muehe, 2006).

Os sistemas de correntes afetam a sedimentação e conseqüentemente a geomorfologia costeira. A interrupção da corrente de deriva litorânea pode causar sérios problemas refletidos diretamente na zona costeira. Obras de engenharia costeira como os diques e espigões estão sendo a causa de sérios problemas ambientais ao longo da costa brasileira.

CAPÍTULO III

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA

3.1. Geologia costeira

O litoral sul pernambucano está inserido na Bacia Pernambuco, que se limita ao norte pelo lineamento Pernambuco e ao sul Pelo Alto de Maragogi-Barreiras (figura 04). Possui uma forma alongada e paralela à costa. É composta por uma sequência sedimentar de idade Mesozóica e Cenozóica, localizada sobre o embasamento constituído por rochas graníticas, magmáticas e gnáissicas de idade pré-cambriana da Província da Borborema e vulcanitos da formação Ipojuca (Mendes, 2000).

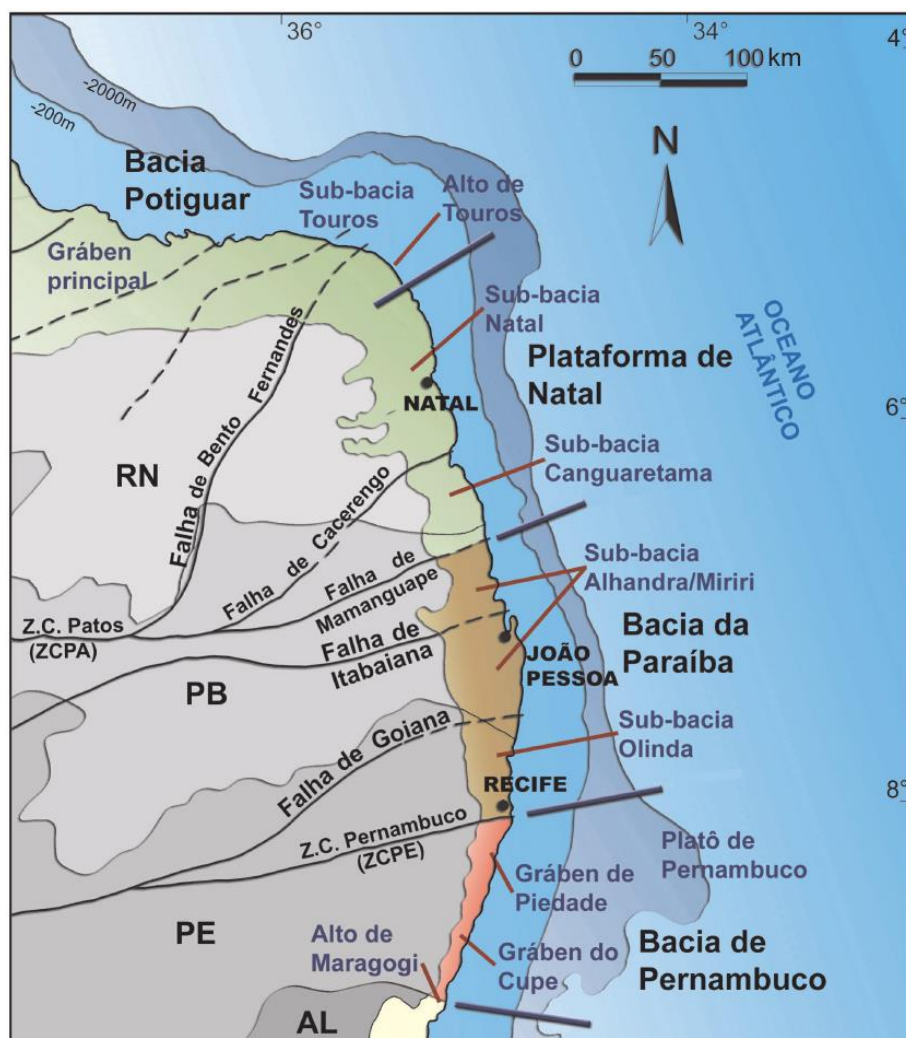


Figura 04: Localização da Bacia Pernambuco entre o Lineamento Pernambuco e o Alto de Maragogi. Fonte: Barbosa & Filho (2006).

A formação desta bacia está relacionada com eventos geotectônicos. No Aptiano, movimentos divergentes entre o sul da placa africana e o noroeste da placa sul-americana, ocasionou a mudança de tipologia de movimentação das placas, passando de um regime transcorrente para um regime extensional, resultando na propagação do rifte em três direções (MAI, 2009). Os esforços nessa época reativaram falhas e geraram os primeiros grábens. A sedimentação nesses grábens foram por deposição de sedimentos siliciclásticos psamíticos, em uma tectônica gravitacional sinsedimentar.

Os principais depósitos Quaternário Costeiro, na área de estudo, são representados por depósitos marinhos, leques aluvial e lagunar.

3.1.1. Geologia do Quaternário

Na área de estudo a sedimentação quaternária costeira é composta por (MAI, 2009): terraços marinhos, recifes de arenitos, recifes de corais e de algas calcárias, depósitos de praias atuais, depósitos de mangues, depósitos de dunas e depósitos flúvio-lagunares (figuras 5 e 6).

3.1.1.2 Terraços Marinhos

Os terraços são porções dos terrenos, normalmente paralelas à linha de costa, onde possui um topo aplainado e um rebordo abrupto que se mantém livre das investidas do mar, permanecendo enxutas mesmo durante as marés mais altas (Dias, 2003). Segundo Guerra (2009), "são depósitos sedimentares de origem marinha situados acima do nível médio do mar".

Existem dois conjuntos de terraços arenosos marinhos com características sedimentológicas e geomorfológicas distintas, os Terraços Marinhos Pleistocênicos e os Terraços Marinhos Holocênicos.

3.1.1.3 Terraços Marinhos Pleistocênicos

De acordo com Barreto, et al (1998) os terraços marinhos pleistocênicos estão associados à transgressão, denominada de "penúltima transgressão". O topo desses terraços se encontra, em média, de 8 a 10 m de altitude.

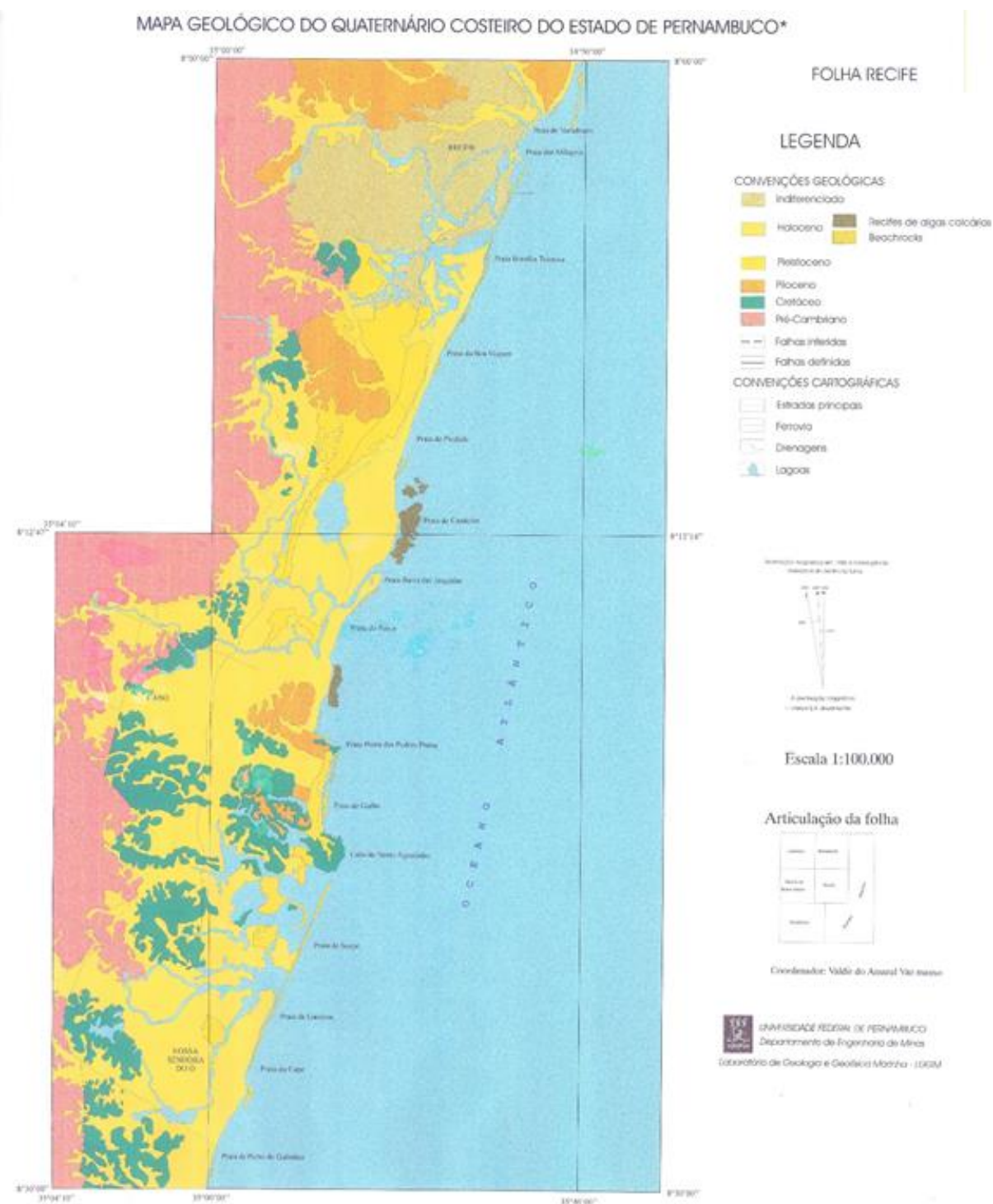


Figura 05: Mapa Geológico do Quaternário Costeiro de Pernambuco – Folha Recife.

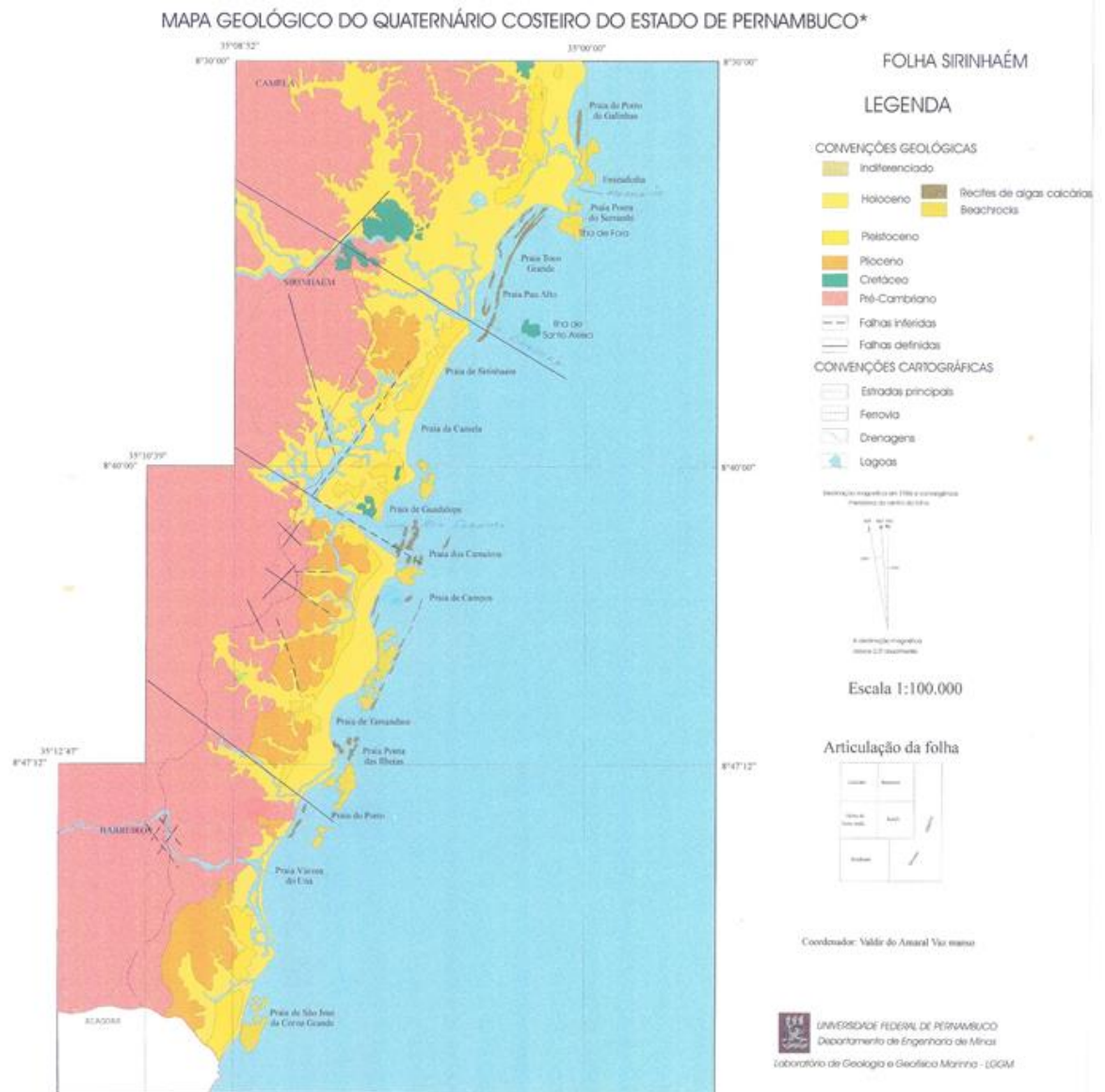


Figura 06: Mapa Geológico do Quaternário Costeiro de Pernambuco – Folha Sirinhaém.

Esses terraços ocorrem na porção mais interna da planície costeira, parcialmente paralelos à linha de costa e têm largura variável entre 0,5 a 1,0 km. Constituem-se, em sua predominância, por areias quartzosas (Chaves, 1991), caracterizados pela ausência de conchas de moluscos, que foram dissolvidas pelos ácidos húmicos, e também pela presença de estruturas sedimentares e tubos fósseis que confirmam a origem marinha dessas areias (MAI, 2009).

3.1.1.4 Terraços Marinhos Holocênicos

Os terraços marinhos de idade holocênica, tem sua origem relacionada à “última transgressão” (Bittencourt et al .1979). Ocorrem ocupando a porção externa da planície costeira, com a forma de corpos alongados, contínuos, paralelos à linha de costa e de largura média de 1 km, apresenta altitudes em torno de 4 m Muehe, (2006).

São compostos por areias quartzosas, de granulação média, com seleção moderada de grãos, podendo conter conchas de moluscos em bom estado de conservação.

Os terraços marinhos holocênicos, são separados dos terraços marinhos pleistocênicos por zonas húmidas e riachos retos e estreitos (Chaves, 1991).

Esta unidade, de acordo com as figuras (5 e 6), está presente ao longo de toda a área de estudo. Porém, em áreas de maior urbanização, estão quase que inteiramente ocupados por edificações, submetidos a um intenso processo de especulação imobiliária.

3.1.2. Rochas de praia (beachrocks)

As rochas de praia, também conhecidos como beachrocks (figura 07) são formados a partir da litificação de sedimentos, parecem refletir a composição dos sedimentos das praias onde ocorrem Guerra, (2009).

De acordo com Projeto MAI (2009) a origem dos arenitos de praia está relacionada às flutuações do nível do mar, durante a Última Transgressão e regressão subsequente. São característicos do litoral Pernambucano, ocorrem como linhas paralelas à costa, e servem de substrato ao desenvolvimento de

corais e de algas calcárias. Normalmente são visíveis à baixa mar, duas ou três linhas de recifes, sendo a primeira quase sempre emersa e próxima à praia, e as demais praticamente submersas ou parcialmente emersas.



Figura 07: Arenito de praia na praia de Enseada dos Corais.

Segundo Mendes, (2000), essas formações executam um papel importante na atual morfologia da costa, pois funcionam como protetores naturais contra a ação erosiva de vagas. Na área de estudo, estas feições são visíveis ao longo de todo o litoral.

3.1.3. Recifes de Corais e de Algas

Os recifes de corais e algas coralinas são resultantes da acumulação de corais e fragmentos de certas algas. São animais que necessitam de uma série de condições especiais para sobreviverem, tais como: temperaturas superiores a 20° C, águas límpidas e profundidade inferiores a 40 metros Guerra, (2009).

São corpos calcários alongados e não contínuos, seu eixo maior é paralelo à linha de costa. Suas dimensões individuais variam de uma centena de metros até cerca de 10 km de comprimento. Os recifes na praia de Porto de Galinhas são exemplos dessas feições. Os recifes de corais submersos estão

associados à terceira linha de recifes de arenito, podendo algumas vezes, separar uma laguna com profundidade inferior a 10 m, entre a praia e o recife MAI, (2009).

A morfologia e localização desses recifes sugerem uma associação com os beachrocks, os quais servem de substrato para seu desenvolvimento. Associado aos corais ocorre um grande desenvolvimento de algas calcárias, especialmente no lado externo, onde a ação de vagas é mais forte (Laborel, 1965). Na área de estudo, este tipo de recifes são identificados nas praias de Porto de Galinhas, Serrambi, Tamandaré e Carneiros.

3.1.4. Depósitos de Praias Atuais

A composição desses depósitos são areias quartzosas, com percentual de minerais pesados, material calcário, constituído, principalmente, por fragmentos de algas calcárias, conchas, corais, briozoários, equinodermos e foraminíferos bentônicos e planctônicos. Esses sedimentos encontram-se depositados entre a linha de baixa-mar e os terraços holocênicos tendo pequena inclinação no sentido do mar MAI, (2009).

Formam a faixa da atual zona de praia, que representa a porção mais externa da planície costeira. (figura 08).

3.1.5. Depósitos de Mangue

Os depósitos de mangue são constituídos por materiais argilosos, de coloração cinza- escuro a preta, e arenosos (a coloração escura reflete o alto teor de matéria orgânica). Onde o gradiente de declividade é quase nulo, nas áreas da zona costeira, e que estão sujeitas à ação das marés, podem se desenvolver ambientes estuarinos onde são gerados os depósitos de mangue. Esses locais possuem alto teor de salinidade, águas mornas e salobras e matéria orgânica, possibilitando o desenvolvimento de manguezais.



Figura 081: Visualização dos depósitos de praia em Tamandaré /2011.

Esta formação, vale salientar, serve de proteção à costa contra a ação das ondas, pois quando as mesmas vem em direção ao continente com toda força, se espraíam mangue adentro, diminuindo a ação erosiva das vagas.

Morfologicamente, os manguezais encontram-se limitados às planícies costeiras inferiores que representam áreas de transição entre o oceano (figura 09) e os níveis mais elevados que se encontram mais para o interior (Barros, 2003). Os manguezais se desenvolvem neste ambiente, nos canais dos rios mais especificamente, onde a ação das ondas não mais atua.

Na área estudada, os estuários identificados, é os dos rios Jaboatão, Merepe, Massangana, Maracaípe, Sirinhaém, Formoso, Mamucambas, Una e Persinunga. De acordo com CPRH (2013) como principais estuários no litoral sul de Pernambuco, em ordem de extensão, são os estuários dos rios Maracaípe e Sirinhaém com uma área de 3.335 (ha), rio Formoso com área de 2,724 (ha), os rios Pirapama e Jaboatão com 1.284 (ha) de extensão, rio Una com 553 (ha) e o rio Mamucambas com 402 (ha).

3.1.6. Depósitos de Dunas

As dunas são acumulações de areias móveis quartzosas, depositadas pelo vento, bem selecionadas que se desenvolvem sobre praias estáveis e progradantes.

Na área de estudo, as praias são desprovidas de dunas, com exceção de algumas ocorrências de baixa expressão nas praias de Boa Viagem e Pina (figura 10).



Figura 09: A) Foto do estuário do Rio Maracaípe. Fonte: <http://maispe.blogspot.com.br/2012/01/praiade-guadalupe.html>; B) Foto do mangue conservado no Rio Una. Fonte: <http://www.museudouna.com.br/abreu10.htm>.



Figura 10: Pequena formação de duna na praia do Pina.

3.1.7. Falésias

As falésias são feições erosivas (escarpas), que representam na paisagem um testemunho da transgressão e regressão marinhas ocorrida durante o Período Neogênico, que teve como característica principal, ciclos periglaciais a glaciais, intercalados por épocas de temperaturas elevadas que possivelmente influenciaram na formação de um relevo irregular escarpado, principalmente ao longo dos litorais (Xavier, 2007). Podem ser classificadas em falésias vivas ou mortas, segundo (Jatobá & Lins, 2008) as primeiras são caracterizadas por experimentar o embate das ondas, enquanto as falésias mortas encontram-se a salvo da ação de vagas.

Na área de estudo, essas feições são identificadas na praia de Guadalupe, Sirinhaém. Essas falésias são classificadas como vivas, uma vez que submetem-se à ação das ondas (figura 11).

Durante o trabalho de campo foram encontradas em degradação, por conta da ausência de vegetação o solo não se mantém coeso deslizando com mais facilidade quando entra em contato com chuvas, ondas e correntes de deriva. Em algumas áreas, em função da saturação do solo foram desenvolvidas algumas ravinas e que evoluíram à voçorocas.

3.1.8. Cordões Litorâneos

Segundo Guerra, (2009), são flechas de sedimentos carregados pelo mar e rios, acumulados, no geral, ao longo da costa. Estas flechas podem ser paralelas ou perpendiculares (também conhecidas como pontal) à costa. Na área de estudo essas feições são encontradas nas praias de Muro Alto, Toquinho e Várzea do Una (paralelos à linha de costa) e na praia de Serrambi (perpendicular à linha de costa) (figura 12).

3.1.9. Península

Guerra, (2009), define península como ponta de terra emersa cercada de água por todos os lados, com exceção à porção que se liga ao continente. Como exemplo desta feição no litoral sul de Pernambuco, foi identificada a Península do Paiva, localizada no município do Cabo de Santo Agostinho (figura 13).



Figura 11: Falésias vivas na praia de Guadalupe. Vista de norte para sul.

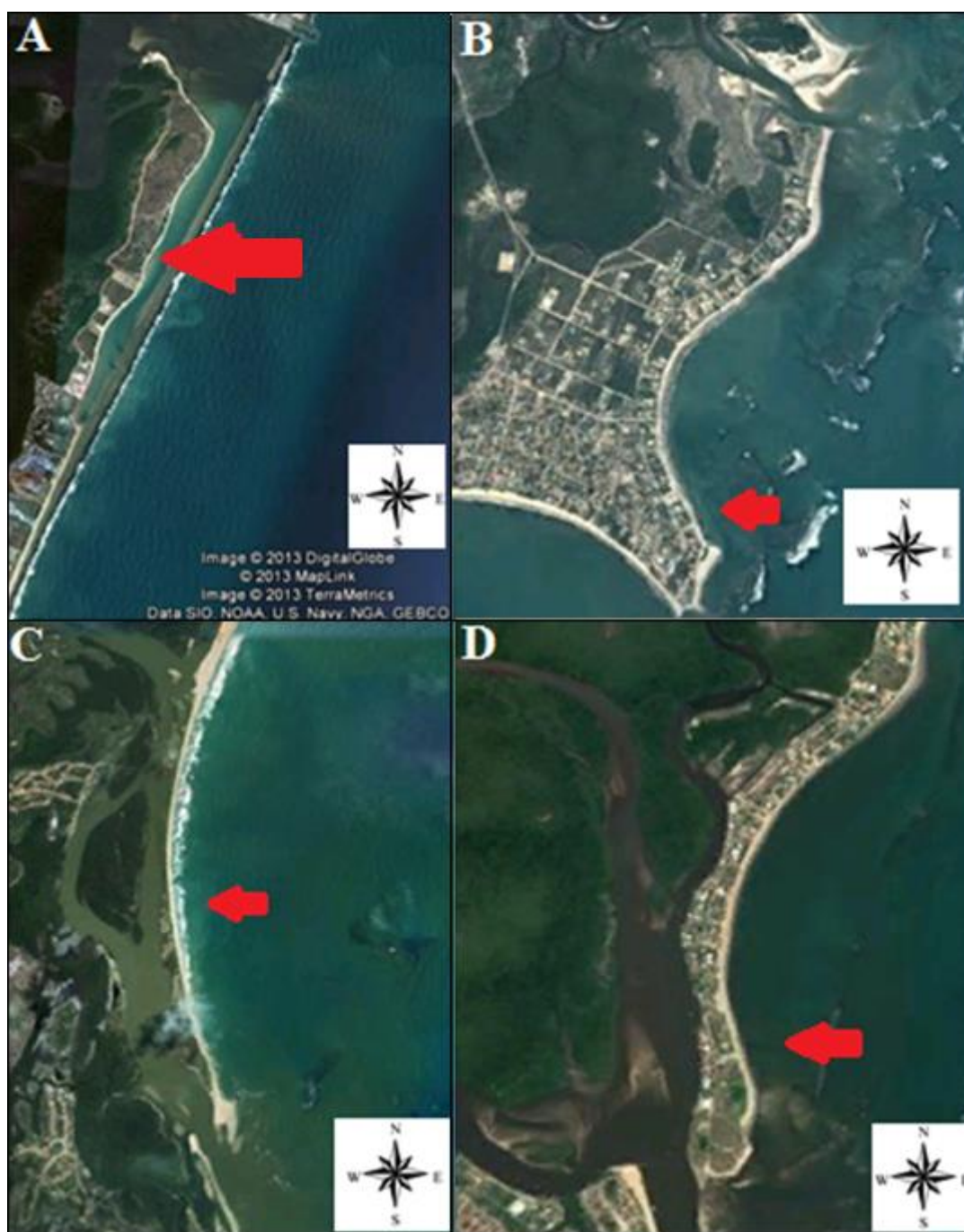


Figura 122: A – Cordão litorâneo na Praia de Muro Alto; B – Cordão litorâneo na Praia de Serrambi; C – Cordão Litorâneo na Praia de Toquinho; D – Cordão litorâneo na Praia de Várzea do Una. Fonte: Imagens do Google Earth.



Figura 13: Imagem da Península do Paiva. Fonte: Imagem do Google Earth.

CAPÍTULO IV

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A obtenção dos dados envolveu uma sucessão de etapas, representada por quatro fases respectivas: pesquisa bibliográfica e cartográfica, trabalho de campo, análises laboratoriais e interpretação dos dados.

4.1. Pesquisa Bibliográfica

Nesta etapa foi realizada a busca de um acervo bibliográfico referente ao tema estudado, (artigos científicos de periódicos, relatórios técnicos, livros didáticos, etc), para a compreensão e fundamentação de teorias e métodos. Entre os trabalhos desenvolvidos na área estão: Mai, (2009); Mendes, (2000), Macêdo, (2011); Madruga Filho, (2005).

4.2. Trabalhos de Campo

As visitas ao campo foram desenvolvidas com o objetivo de coletar informações referente aos aspectos ambientais e geomorfológicos das praias, como também, coletar sedimentos. As coordenadas de cada ponto de amostragem foram determinadas através do Sistema de Posicionamento Global – GPS (Garmim 12).

Todas as praias foram percorridas entre fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013, para a caracterização ambiental. As informações foram descritas a partir de observações visuais in loco e auxílio de um checklist. Tudo foi documentado por meio de fotos.

Foram realizadas coletas de sedimentos do estirâncio em 88 pontos, com uma equidistância média entre si de 1 km, distribuídos na faixa costeira (praia), ao longo do litoral sul de Pernambuco. Em decorrência de dificuldades de acesso e por medidas de segurança, não foi possível coletar amostras em determinados trechos, identificados nas figuras (23, 29 e 32).

Para se conhecer as características sedimentológicas da área, foram realizadas coletas dos sedimentos retirados do estirâncio com o auxílio de uma espátula, acondicionadas em sacos plásticos e devidamente etiquetadas. Em seguida, encaminhadas ao laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM)

da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para estudos laboratoriais segundo o fluxograma da figura 14.

Para a observação do grau de vulnerabilidade à erosão, seguiu-se a classificação proposta por Dal Cin & Simeoni (1994), no qual identifica-se três graus de vulnerabilidade:

- Baixo: praia bem desenvolvida, sem obras de contenção;
- Médio: frágil estabilidade de praia, com obras de fixação na área de pós praia;
- Alto: praia reduzida, sem área de pós praia e forte presença de obras de proteção

A fim de permitir uma melhor visualização das praias, a área total foi segmentada em 3 setores de acordo com as suas características geomorfológicas. Sendo o setor 1 localizado entre os rios Capibaribe (Cidade de Recife) e Massangana (Município do Cabo de Santo Agostinho). Setor 2 localizado entre os rios Massangana e Maracaípe (Município de Ipojuca). Setor 3 compreendido entre os rios Maracaípe e Persinunga (Município de São José da Coroa Grande) (figura 15).

4.3. Trabalhos de Laboratório e Gabinete

4.3.1. Análises Granulométricas

A análise granulométrica dos sedimentos foi baseada na metodologia adotada pelo Laboratório de Geologia Marinha (LGGM) da Universidade Federal de Pernambuco (figura 14), onde, em laboratório, as amostras foram lavadas para a dessalinização e levadas à estufa para secagem a uma temperatura de 60°C. Após a secagem, as amostras foram quarteadas e 100g retiradas para o peneiramento úmido realizado em duas peneiras de malhas 2 e 0,062mm, para a separação das frações: cascalho, areia e lama. Em seguida, foi realizado por peneiramento à seco, o fracionamento da fração areia utilizando-se um agitador mecânico e um jogo de cinco peneiras de aço, com aberturas variando de 1 a 0,062mm. Após a conclusão dessas etapas, os dados obtidos possibilitaram o cálculo dos parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão ou grau de

seleção, assimetria e curtose) embasado na classificação de Folk e Ward (1957) com o emprego do *software Sysgran 3.0*.

4.3.2. Morfoscopia das Partículas

A análise morfoscópica foi realizada em todas as amostras sob uma lupa binocular e comparada com a tabela proposta por (Pettijohn et al., 1977 In Adams et al., 1984), utilizando-se 10g da amostra total, sendo esta quantidade separada por quarteamento manual, de tal modo que o volume obtido signifique uma parte representativa da constituição total da amostra. As propriedades morfoscópicas estudadas foram arredondamento, esfericidade e textura superficial dos grãos.

4.3.3. Composição dos Grãos

As proporções dos grãos presentes em cada amostra foram obtidas a partir do cálculo percentual dos grãos. O percentual dos grãos foi calculado mediante a mistura da amostra analisada, seguida pela separação de 100 (cem) grãos, em três áreas distintas e aleatórias da Placa de Petri a partir deste montante representativo realizou-se a contagem dos grãos, separando-os em detríticos, bioclásticos e grãos de minerais acessórios e/ou minerais pesados. Com os dados finais realizou-se uma média para os cálculos percentuais.

4.3.4. Confecção de mapas

Os mapas de vulnerabilidade, diâmetro médio, assimetria, desvio padrão e curtose, foram criados em ambiente Gis (Geographical Information Systems). Todos os mapas foram modificados de CPRM, 2003.

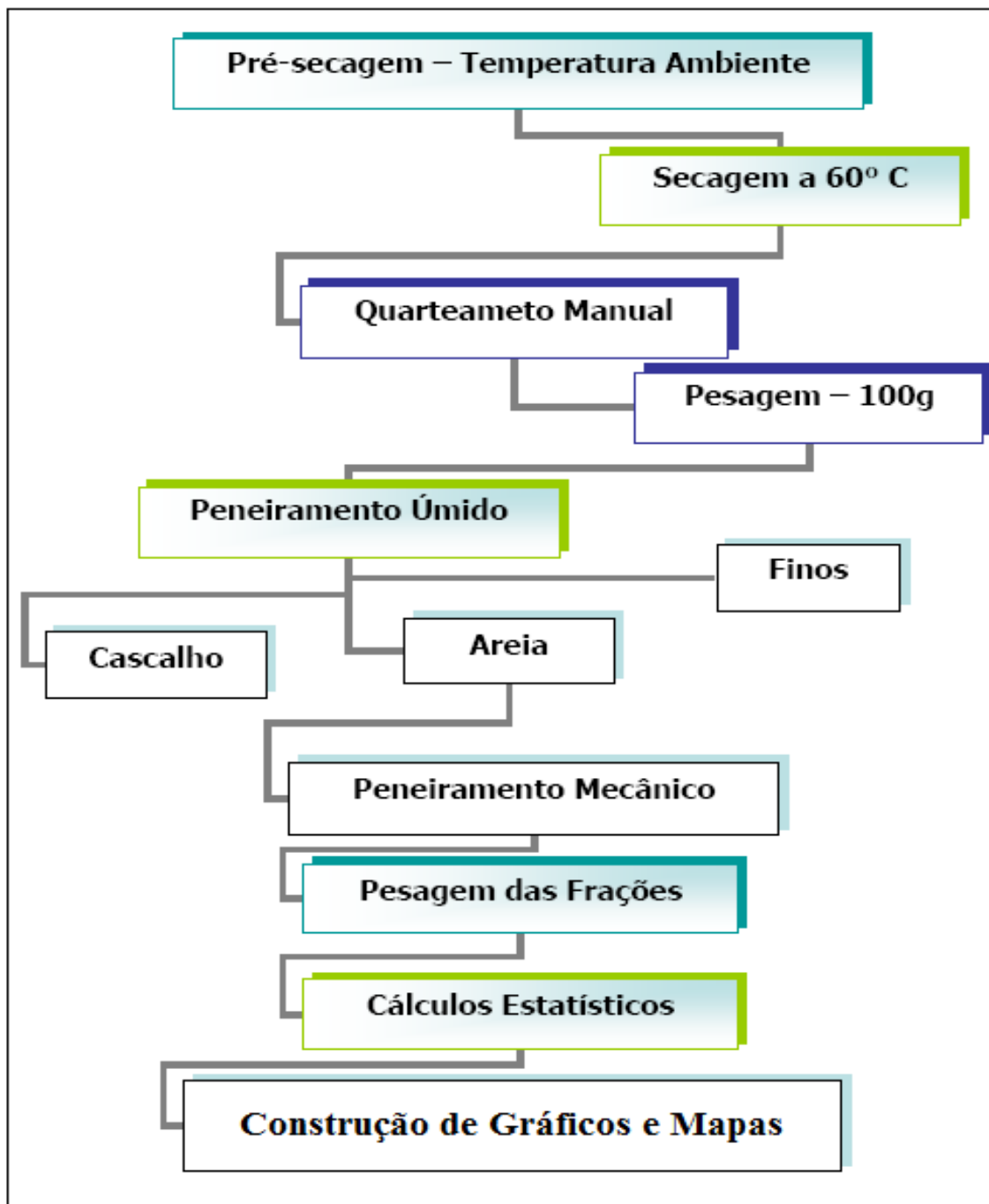


Figura 14: Fluxograma do método empregado para análise Sedimentológica (LGGM-UFPE)

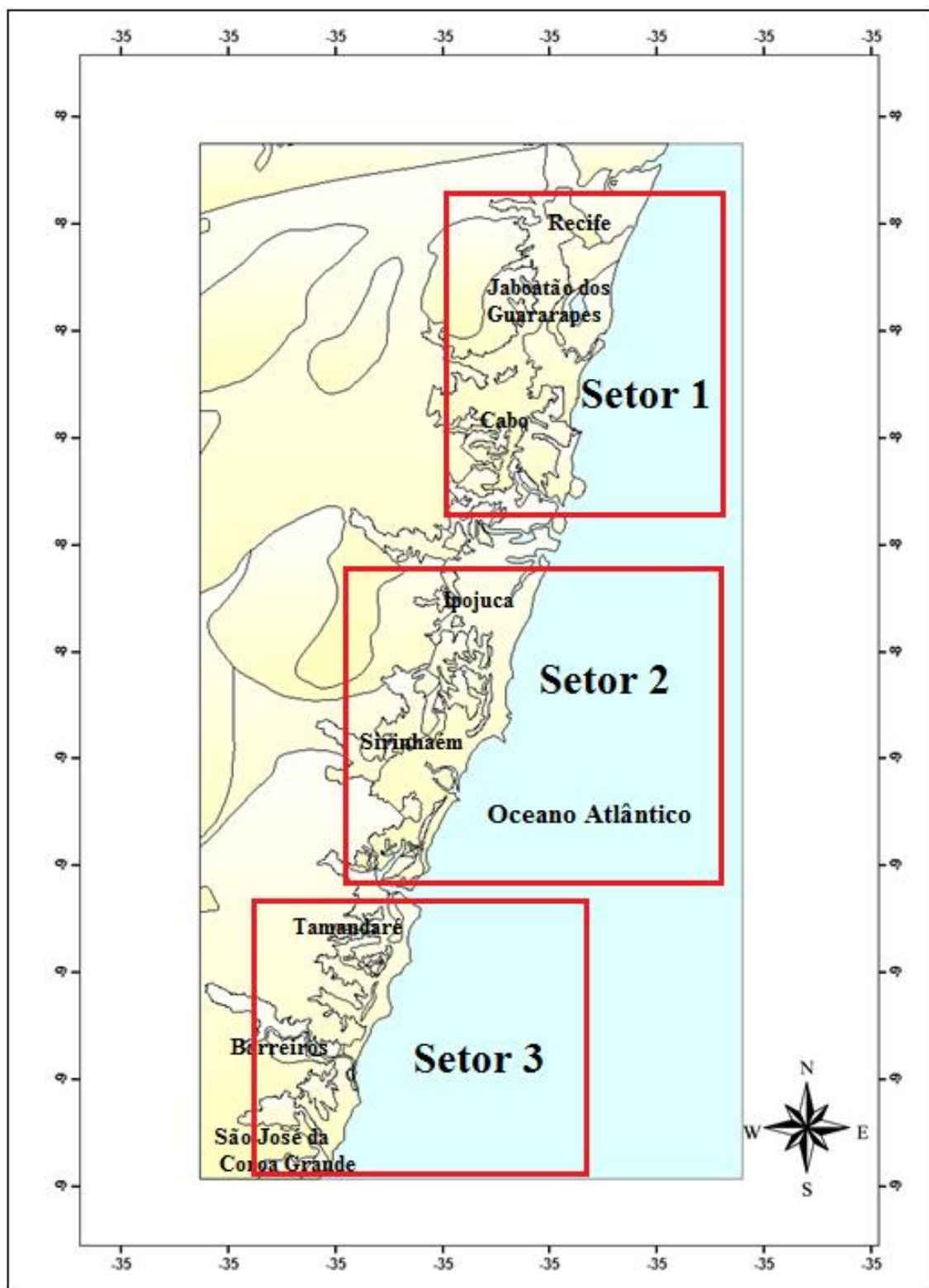


Figura 15: Localização dos setores 1, 2 e 3. Fonte: Modificado de CPRM, 2003

CAPÍTULO V

5. ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E VULNERABILIDADE À EROSÃO

A qualidade ambiental de uma determinada área é resultante dos efeitos isolados ou do conjunto das diversas intervenções do homem sobre a natureza. Estudos ambientais podem contribuir para prevenir e diminuir a degradação ambiental e subsidiar o planejamento socioambiental.

De acordo com Macêdo, (2011), os estudos geoambientais têm como intensão a caracterização do ambiente natural e as relações deste meio com as atividades humanas. De modo geral, esta relação sócio ambiental origina mudanças no meio ambiente que devem ser analisadas através de métodos científicos, visando a sistematização desta relação entre o homem e o meio.

Durante a observação em campo foi levado em consideração, características morfológicas como: declividade da praia, classificada em baixa ($< 5^\circ$), média (entre 5 e 30°) e alta ($> 30^\circ$); presença (se presente, foi medida a altura) ou ausência de berma; observação se a costa é exposta, abrigada ou semi-abrigada, este atributo varia de acordo com a ausência ou presença de estruturas de proteção natural (beachrocks) ou artificial (obras de proteção costeira). A costa é abrigada ou semi-abrigada, quando protegida por essas estruturas e exposta quando as mesmas são ausentes.

Foram observadas também características naturais como: ausência ou presença de beachrocks e vegetação. Referente a influência marinha e oceanográfica foram visualizados dados como: tipo de arrebentação das ondas, classificadas em ascendente, deslizante ou mergulhante; direção predominante do transporte litorâneo; presença ou ausência de indicadores de erosão e/ou acúmulo de sedimentos.

Com relação à influência antrópica foram considerados dados como: índice de urbanização da orla, classificados em baixa (quando ausente a urbanização/ construção de residências ou comércio fixos), média (quando há pouca interferência humana) e alta (quando há um grande índice de urbanização, caracterizado pela presença de muitas edificações fixa próximos ou até mesmo

dentro do ambiente praias). Ainda referente à influência antrópica, também foi analisado a presença de estruturas artificiais de contenção à erosão.

Mediante à caracterização geoambiental será possível medir o grau de vulnerabilidade à erosão dos setores. Segundo Moura (2001) o grau de vulnerabilidade corresponde a um meio de avaliação de risco presente em um determinado trecho, no caso, a linha de costa, que poderá ser obtido através da associação do grau de urbanização e das intervenções nesse segmento avaliado. De acordo com Dal Cin & Simeoni, (1994), a vulnerabilidade representa um arranjo de atributos ou variáveis que caracterizam maior fragilidade, fraqueza ou passividade em relação à incidência de um evento / fenômeno de alta energia ou de potencial destrutivo, no caso a erosão costeira.

A orla marítima representa uma unidade geográfica especialmente vulnerável a fenômenos naturais ligados à dinâmica costeira, denotados por processos de erosão e deposição praias, incidência de ventos intensos, marés meteorológicas, entre outros. No entanto, diante da complexa interação dessas variáveis, a orla marítima pode apresentar características distintas em sua extensão, dada por feições geomorfológicas costeiras representadas por diferentes tipos de dunas, praias e desembocaduras. Tal distinção e complexidade remetem à ocorrência de trechos costeiros que apresentam diferentes respostas aos processos naturais e atividades antrópicas, em relação à erosão costeira (Mazzer. Et.al. 2008).

5.1. Setor 1

Este setor, compreendido entre as foz dos rios Capibaribe (à norte), e Massangana (à sul), engloba os municípios do Recife, Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho. A faixa costeira do Recife é formada pelas praias do Pina e Boa Viagem. Jaboatão dos Guararapes é composto pelas praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangadas. Cabo de Santo Agostinho, por sua vez, é formado pelas praias de Suape, Paraíso Calheitas, Gaibu, Enseada dos Corais, Itapuama e Paiva.

A cidade do Recife, capital pernambucana e metrópole brasileira possui uma população de aproximadamente 1.537.704 habitantes IBGE (2010) e uma

área de 218,435 km². É a maior aglomeração urbana Norte-Nordeste e a quinta maior do Brasil.

Jaboatão dos Guararapes inserido na região metropolitana do Recife, possui aproximadamente 644.620 habitantes e sua área territorial é 258,696 km² IBGE (2010). Ainda segundo IBGE (2010), o município do Cabo de Santo Agostinho, possui uma população de 185,025 habitantes e uma área de 449 Km², também inserida na região metropolitana do Recife.

A ocupação urbana deste setor é predominantemente alta, por se tratar de uma área inserida na região metropolitana do Recife. Nos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, nota-se uma urbanização mais intensa. Ao longo das praias do Recife há construções fixas como avenidas pavimentadas e edifícios residenciais e comerciais (figura 16). Para o desenvolvimento do turismo balnear e lazer da população foram desenvolvidas obras como calçadão na beira mar, com pistas de *cooper* e ciclovias, quadras poliesportivas e pistas de *skate* e patinação. Também foram observados quiosques padronizados para o comércio de gêneros alimentícios, banheiros, entre outros. Grande parte dessas obras, edificadas dentro do ambiente praial.

O município de Jaboatão também possui características semelhantes ao Recife, sendo na maioria dos pontos analisados, observadas construções residenciais e comerciais (hotéis e clubes) com seus muros dentro das praias.

No município do Cabo de Santo Agostinho a urbanização é um pouco mais baixa, ainda há áreas não pavimentadas e sem construções residenciais na orla (figura 17), com ambiente praial preservado.

Porém, também já possui residências e estabelecimentos comerciais fixados ao longo da orla, com predominância nas praias de Enseada dos Corais, Gaibú e Suape (figuras 18 e 19). Ressaltando ainda neste município, a presença do Complexo Industrial Portuário de Suape, não deixando de atuar com impactos negativos, resultantes de suas obras de engenharia (diques e píer) e pelas atividades desenvolvidas no local.

Essa intensa urbanização pode afetar o desenvolvimento das bermas, pois algumas construções são edificadas em cima deste setor praial, impedindo

seu desenvolvimento natural e ocasionando sua ausência total. As bermas estão presentes em 56 % dos pontos analisados.



Figura 16: Orla da Praia de Boa Viagem com a presença de grandes edifícios.



Figura 17: Urbanização baixa na praia de Itapuã, orla com acesso não pavimentado, sem construções residenciais ou comerciais.



Figura 18: Urbanização da orla da Praia de Gaibú, residências ocupam a pós-praia.



Figura 19: Presença de beachrock no estirâncio da praia de Gaibú.

Estruturas de proteção costeira (diques, pies, molhes, enrocamentos, muros de contenção) foram visualizadas em 56% dos pontos, principalmente em locais de maior urbanização, nas praias de Boa Viagem, Piedade, Candeias e Barra de Jangadas, (figura 20). A forte presença de beachrocks e obras de proteção costeira tornam a orla deste setor, de modo geral, abrigada, pois protegem a costa da ação erosiva das vagas. No entanto, altos indicadores de erosão foram identificados neste setor, mesmo sendo uma área “protegida”.

Indicadores esses como raízes de coqueiros expostas, ausência de berma e pós-praia, destruição de muros e obras de contenção (figuras 21 e 22).



Figura 20: A – Enrocamento paralelo e espigão perpendicular à costa na praia de Candeias em Jaboatão dos Guararapes. Foto do sentido sul para norte; B – enrocamento paralelo à costa na praia de Boa Viagem. Foto do sentido sul para norte.

Referente ao tipo de arrebentação das ondas, foi observado o predomínio de arrebentação do tipo deslizante e direção de transporte, em geral de E-NE. A declividade da face de praia, para os pontos observados neste setor, variou entre baixa e média, que segundo (Wright & Short, 1984), é característico de praia dissipativa a intermediária.

Diante desta caracterização (anexo 1/ tabela 1) foi possível medir o grau de vulnerabilidade deste setor, que segundo a classificação proposta por Dal Cin & Simeoni (1994) identifica três graus: baixo, médio e alto.

Os resultados podem ser visualizados na figura 23. Graus de vulnerabilidade alto (presentes em 26% das amostras) e médio (em 47 % das amostras) foram identificados principalmente em áreas de intensa urbanização,

principalmente nas praias do Recife e Jaboatão dos Guararapes e algumas praias do município do Cabo.



Figura 21 : A e B – Obras de contenção na praia da Boa Viagem.



Figura 22: A, B e C – Indicadores de erosão (raízes de coqueiros expostas) e obras de contenção destruídas pela dinâmica costeira em Jaboatão dos Guararapes.

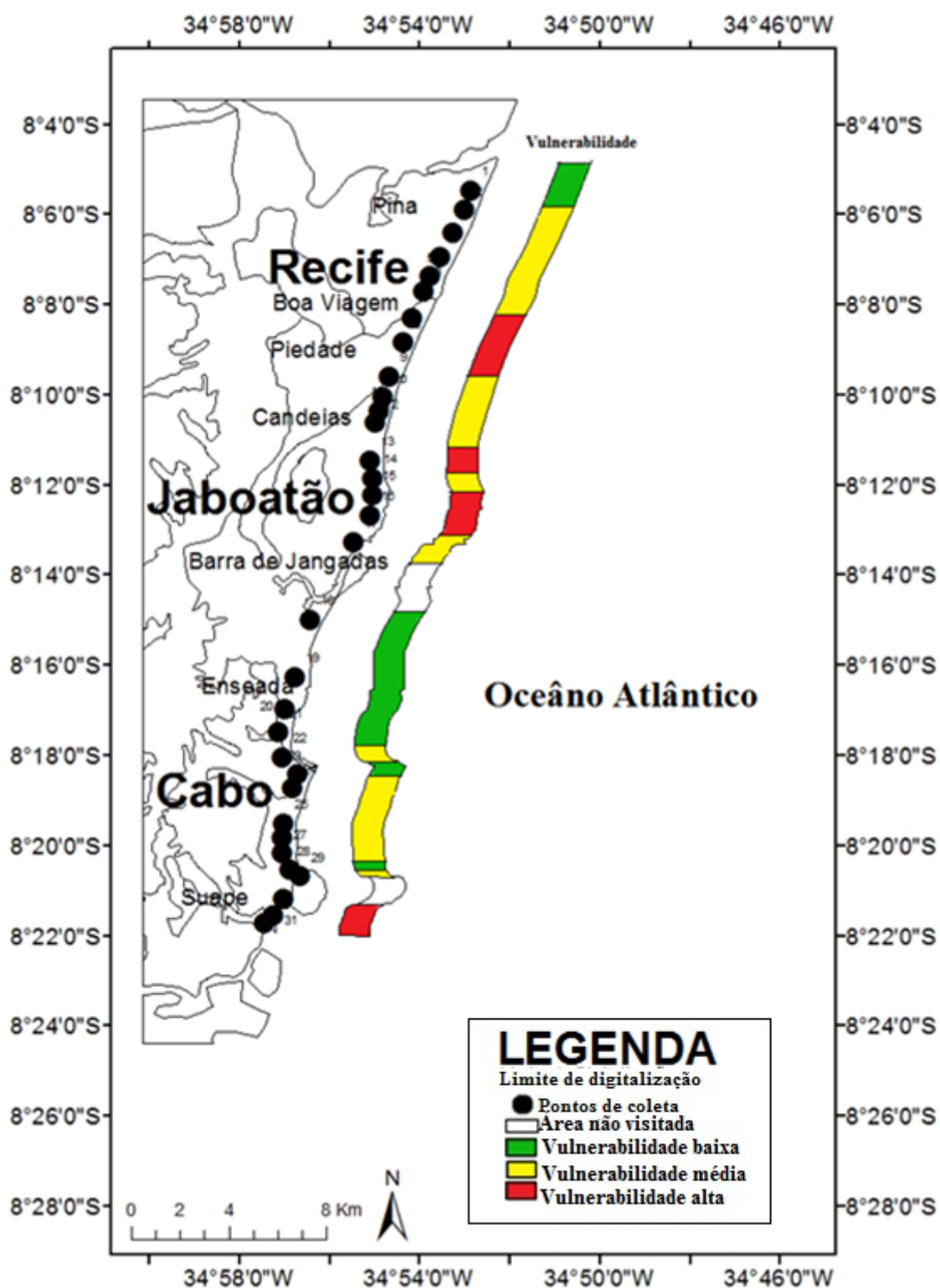


Figura 23: Mapa de vulnerabilidade do setor 1.

5.2. Setor 2

Este setor está compreendido entre as fozes dos rios Massangana (ao norte) e Formoso (ao sul). Estão localizados nesta área os municípios de Ipojuca e Sirinhaém, o município de Ipojuca é composto pelas praias de Muro Alto, Cupe, Porto de Galinhas Maracaípe, Serrambi e Touquinho. O município de Sirinhaém é composto pelas praias de Barra do Sirinhaém, Gamela (A-Ver-O-Mar), Praia do Guaiamum e Guadalupe.

O município de Ipojuca está inserido na Região Metropolitana do Recife, possui uma população de 80.637 habitantes e área de 527 km². A população do município de Sirinhaém é de 40.296 habitantes e possui uma área de 375 km² IBGE (2010).

A ocupação urbana deste setor tem aumentado nos últimos anos. O município de Ipojuca obteve elevado aumento de oferta de empregos, resultante do turismo na Praia de Porto de Galinhas e aumento das atividades do Sistema Complexo Industrial de Suape. Para absorver essa gama de população e turistas, foram construídos grandes complexos hoteleiros e residências à beira mar. No município de Sirinhaém a ocupação urbana é mais baixa, possui muitos hotéis e casas, porém são ocupadas, em sua maioria, durante épocas de veraneio.

Os beachrocks estão presentes em 48% dos pontos estudados, visíveis no estirâncio ou na plataforma continental adjacente (figura 24).

As estruturas de proteção costeiras foram visualizadas em 55% dos pontos estudados, predominantemente em áreas de maior urbanização, tais como as praias de Porto de Galinhas e Serrambi (figura 25).

Estes resultados (anexo 1) indicam uma orla predominantemente abrigada, estando protegida por essas estruturas da ação erosiva das ondas. Apesar de ser um setor protegido, indicadores de erosão como ausência de berma e pós praia, ruínas de obras de contenção e exposição de raízes (Figuras 26, 27 e 28).

Referente ao tipo de arrebentação das ondas foi identificado o predomínio de arrebentação do tipo deslizante e direção de transporte, em geral de E-NE. A declividade da face de praia variou entre baixa e média.



Figura 24: Setas indicam presença de beachrocks. A – Praia de Toquinho, B – Praia do Cupe.

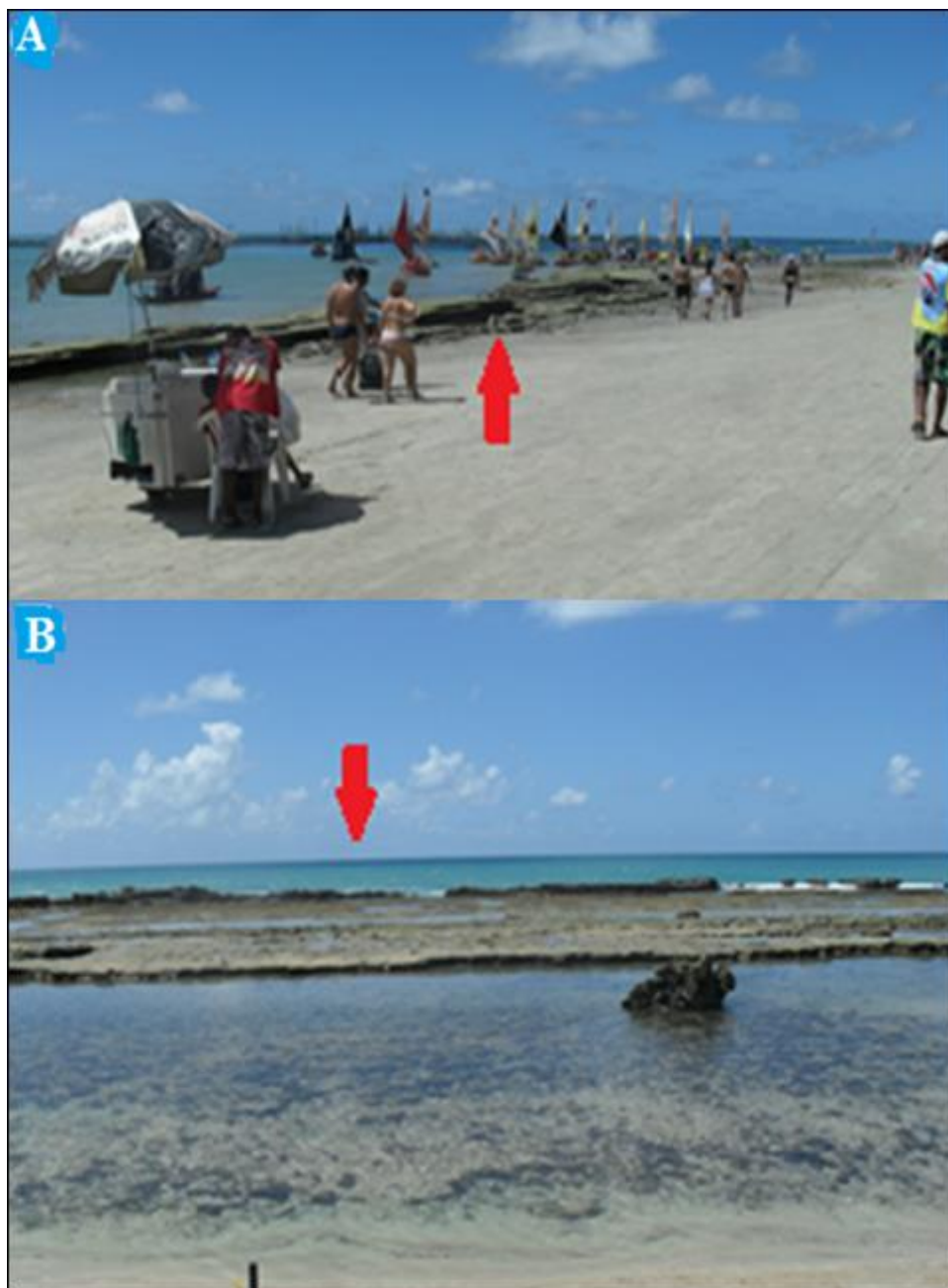


Figura 25: Setas indicam presença de beachrocks. A – Praia de Porto de Galinhas, B – Praia de Muro Alto.



Figura 26: A – Obra de contenção construída a partir de troncos de coqueiros na praia de Porto de Galinhas, B – Muro de contenção construído com rochas e concreto na praia de Toquinho.



Figura 27: A– Muros de concreto e enrocamento aderente na praia de Serrambi, B – Muros de contenção na praia de Guadalupe.



Figura 28: A – Ruínas de obras de contenção na praia de Guadalupe, B – Raízes expostas na praia de Toquinho.

Diante desta caracterização, mostra-se como dominante o médio grau de vulnerabilidade, presente em 50% dos pontos estudados, localizados nas praias de Muro Alto, Porto de Galinhas, Maracaípe e Guadalupe (figura 29). Altos graus de vulnerabilidade foram identificados em áreas que apesar de não terem urbanização intensa, possuem presença de edificações dentro do ambiente praial (praias de Serrambi e Guadalupe) representado por apenas 9% dos pontos. Os pontos identificados com baixa urbanização apresentaram vulnerabilidade baixa, presente em 41% dos pontos deste setor, em áreas de pouca urbanização (praias do Cupe, Maracaípe, Toquinho e Gamela).

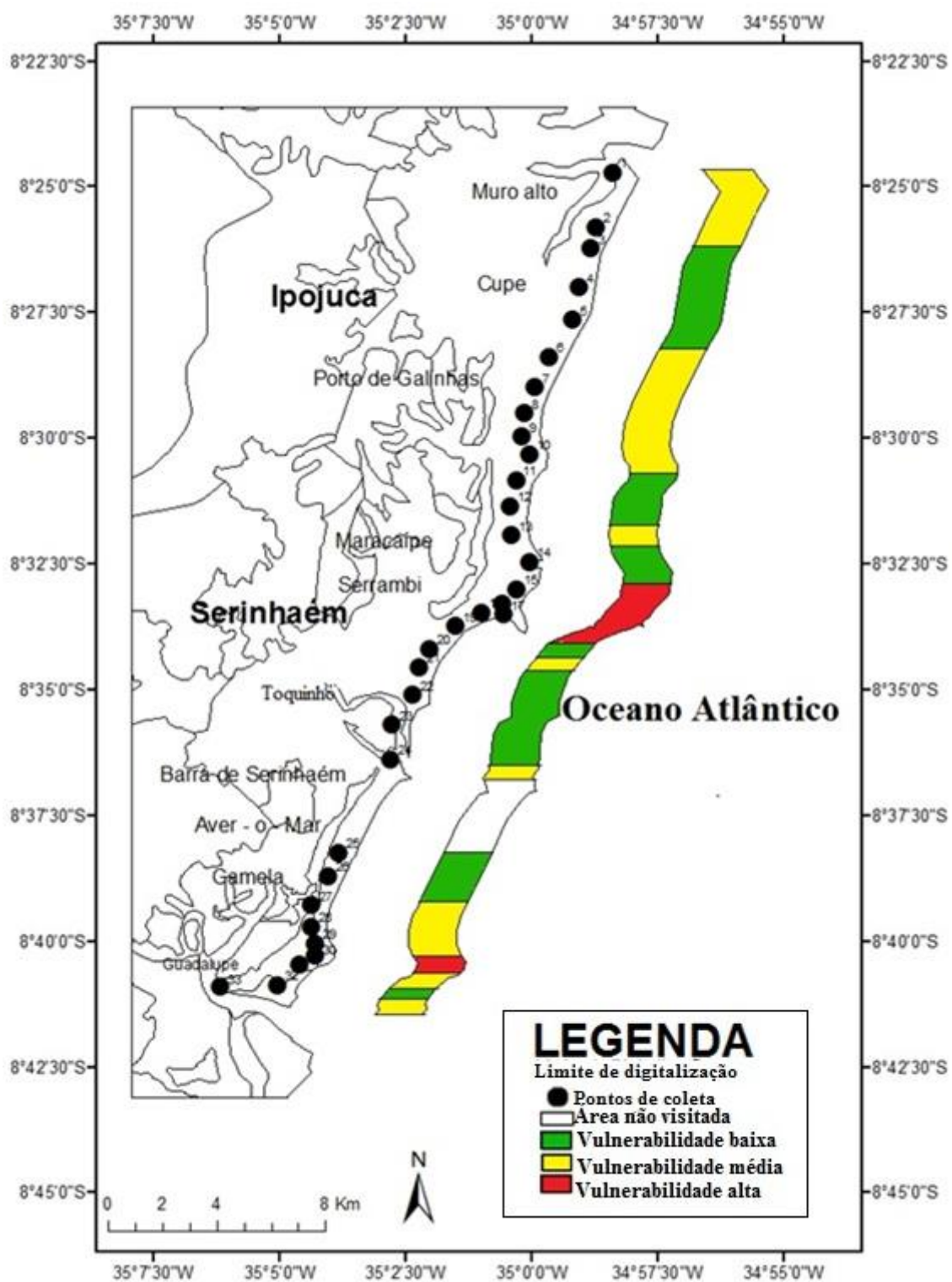


Figura 29: Mapa de Vulnerabilidade do Setor 2.

5.3. Setor 3

Este setor está localizado entre as fozes dos Rios Formoso (ao norte) e Persinunga (ao sul). É composto pelos municípios de Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande. As praias do município de Tamandaré são Carneiros, Campas, Tamandaré, Forte e Boca da Barra. As praias de Barreiros são Mamucambinhas e Praia do Porto. As praias de São José da Coroa Grande, por sua vez, são Várzea do Una, Gravatá e Coroa Grande.

O município de Tamandaré possui população de 20.715 habitantes e sua área é de 214 km², Barreiros possui 40.732 habitantes e área de 233 km² e São José da Coroa Grande tem uma população de 18.180 habitantes e uma área de 69 km² (IBGE, 2010).

A ocupação urbana deste setor é a mais baixa em relação aos outros setores, este fato deve ocorrer pela distância que possui em relação à capital Pernambucana. A praia mais urbanizada é a de Tamandaré, possuindo orla pavimentada e presença de residências bares e restaurantes fixos em diversos pontos, dentro do ambiente praial. O município de Barreiros se mostra o mais povoado deste setor, porém, é o que menos sofre impactos negativos resultantes da urbanização, pois ao longo das praias foram visualizados apenas alguns pequenos povoados, com poucas residências, estando a maioria da população concentrada distante da zona costeira, este fato deve ocorrer pelo difícil acesso às praias. A cidade de São José da Coroa Grande também possui parte da orla pavimentada e presença de residências, bares e restaurantes dentro do ambiente praial.

Há presença de *beachrocks* em 52% dos 23 pontos analisados neste setor e são perceptíveis tanto no estirâncio durante a maré baixa, como também estão presentes na plataforma continental adjacente. As estruturas de proteção costeira são presentes em 39% dos pontos. Por se tratar de um setor com baixa e média urbanização, orla predominantemente abrigada, em virtude da constante presença de *beachrocks* e obras de engenharia costeira (figuras 30 e 31), este setor é o que menos manifesta indicadores de erosão. Estes indicadores estão presentes em 47% dos pontos estudados e visualizados

exclusivamente nas praias de Tamandaré e são José da Coroa Grande, locais onde há alta influência antrópica.

O tipo de arrebentação das ondas não mudou em relação aos demais setores, foi identificado o predomínio de arrebentação do tipo deslizante e direção de transporte, em geral de E-NE. A declividade da face de praia, variou entre baixa e média.



Figura 30: A – Presença de beachrocks na praia dos Carneiros, B – Muro construído com troncos de coqueiros para contenção à erosão na praia de Tamandaré.



Figura 31: A – Enrocamento aderente na praia de São José da Coroa Grande, B – Raízes de coqueiros expostas na praia dos Carneiros.

A partir dos resultados (anexo 1 / tabela 2), nesse setor houve a predominância de vulnerabilidade baixa, presente em 56 % dos pontos de coleta, a vulnerabilidade média está presente em 27% dos pontos estudados e a vulnerabilidade alta está representada em apenas 17% dos pontos de coleta. Pode-se observar na figura 32, que nas áreas menos urbanizadas (praias de Boca da Barra, Mamucambinhas, Porto, Várzea do Una e Gravatá) a vulnerabilidade se mostrou baixa e as áreas de maior urbanização (Tamandaré e São José da Coroa Grande) a vulnerabilidade se apresentou entre média e alta.

A partir da tabela 1, é possível observar os resultados integrados dos três setores, o setor 1, por estar inserido na Região Metropolitana do Recife, possui o maior índice de urbanização na orla, tem a orla mais abrigada em relação aos outros setores, sendo assim, é o setor que indica maiores percentagens de indicadores de erosão.

A alta urbanização e ocupação desordenada no ambiente praial impermeabiliza o cordão holocênico (areias brancas), impedindo que o mesmo mantenha-se em equilíbrio. Uma vez que o ambiente praial não tenha interferências antrópicas, dificilmente esse cordão entrará em desequilíbrio e a praia não experimentaria erosão. Levando a entender que na área de estudo, a elevada urbanização seja um dos maiores fatores para o desenvolvimento da erosão.

Tabela 1: Aspectos geoambientais (percentagem).

SETORES	TIPO DE ORLA	PRESENÇA DE BEACHROCK	INDICADORES DE EROSÃO	URBANIZAÇÃO DA ORLA	ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA
1	65% Abrigada	Em 62% das amostras	Presente em 58% das amostras	59% Alta	Presente em 58% das amostras
2	31% Abrigada	Em 48% das amostras	Presente em 41% das amostras	61% Média	Presente em 56% das amostras
3	35% Abrigada	Em 52% das amostras	Presente em 47% das amostras	43% Média	Presente em 39% das amostras

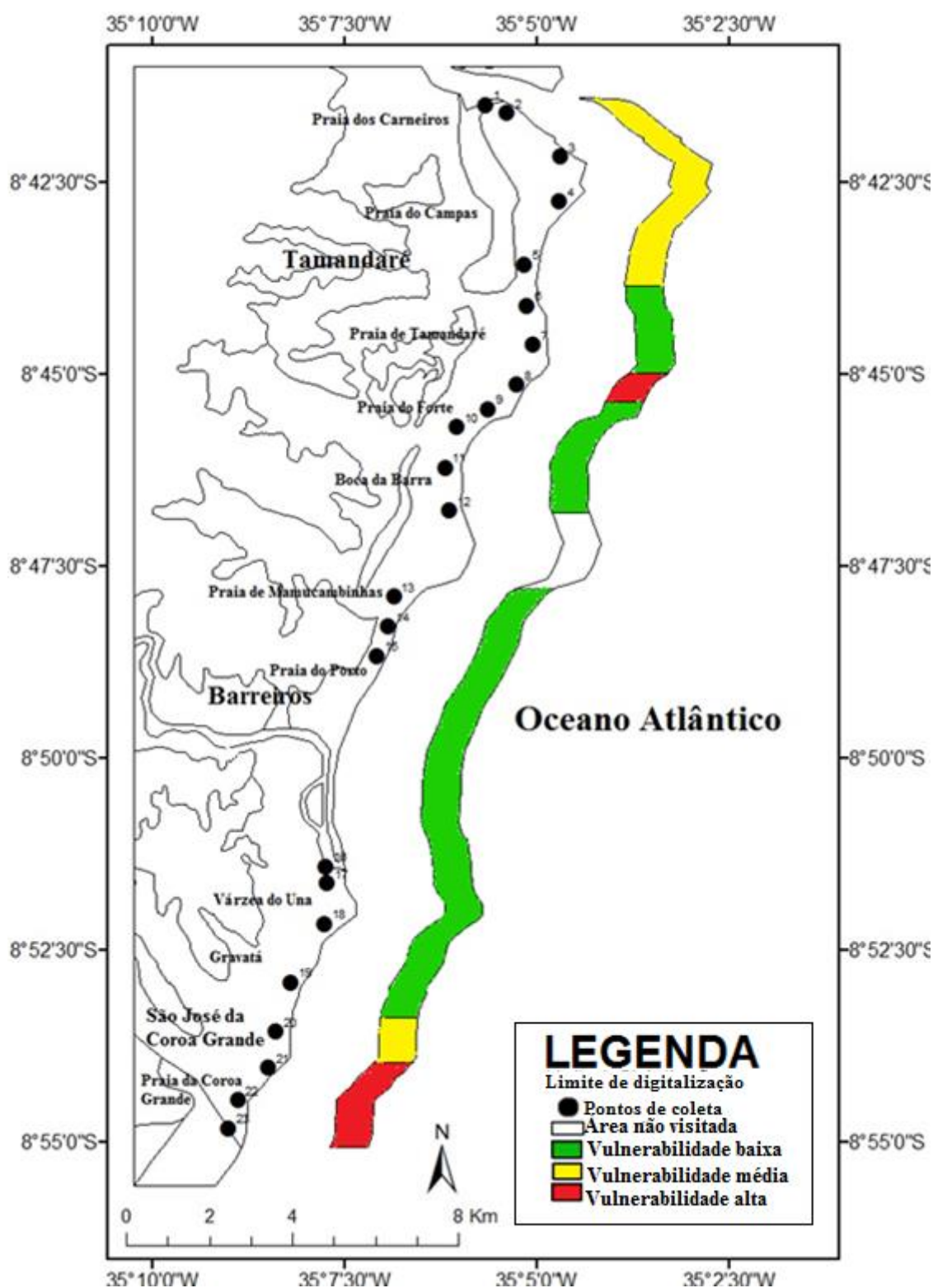


Figura 32: Mapa de Vulnerabilidade do Setor 3.

CAPÍTULO VI

6. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA

A análise sedimentológica visa fornecer subsídios para a interpretação dos ambientes deposicionais e as características texturais dos grãos dos sedimentos e os vários ambientes que compõem a dinâmica deposicional. O objetivo dessa análise é estabelecer parâmetros utilizáveis na identificação e caracterização do ambiente (Lira, 1997).

A análise granulométrica é um processo que permite estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição dos grãos em amostras de sedimentos. Por sua vez, os diferentes tamanhos de grãos podem ser classificados de acordo com os valores existentes em uma determinada escala granulométrica, cujos valores são, normalmente, expressos em milímetros (mm) ou, ainda, em unidade phi (ϕ). Neste estudo, os dados sedimentológicos analisados foram: granulometria, morfoscopia (arredondamento e esfericidade) e composição dos grãos.

A análise granulométrica é responsável pela determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras e no estudo estatístico das informações obtidas (Dias, 2004). De acordo com Komar, (1976), as variações texturais verificadas nos sedimentos litorâneos, podem ser atribuídas às mudanças de energia de ondas, taxas de transporte e as diferentes fontes de sedimentos ao longo da praia.

Os dados obtidos foram convertidos em informações numéricas que caracterizam as amostras e servem para descrições texturais, para comparações entre as amostras, para desenvolvimento ou teste de comportamento dos sedimentos durante o transporte e deposição, para interpretação das condições de gênese e mapeamento das variações das características sedimentológica (Suguio, 1973). Os parâmetros estatísticos estudados foram: diâmetro médio, desvio padrão, curtose e assimetria.

O diâmetro médio, do ponto de vista geológico, reflete a média geral de tamanho de grãos, os quais são afetados pela fonte de suprimento de material, pelo processo de deposição e pela velocidade da corrente (Manso, 1997).

Segundo Barros, (2003), quanto menor o tamanhos dos grãos, menor a energia hidráulica, uma vez que a energia das ondas é alta, a mesma tem capacidade de transportar grãos grossos, à medida que diminui essa energia, diminui também a granulação dos sedimentos. Sendo assim: a presença de grãos finos podem indicar uma baixa energia hidráulica e o aumento do tamanhos dos grãos devem ser proporcional ao aumento da energia.

De acordo com Suguio, (1973) o grau de assimetria de um sedimento é indicado pelo afastamento do diâmetro médio da mediana. Quando o diâmetro médio e a mediana coincidem em uma distribuição simétrica, não existe assimetria. A maneira que a curva de distribuição dos tamanhos dos grãos de um sedimento se comporta, tem como resultado a predominância de material fino ou material grosso na amostra. Os sedimentos que possuem material grosso e material fino em proporções iguais apresentam curvas simétricas.

Quando os sedimentos apresentam diferentes porções de material fino e grosso apresentam curvas assimétricas, excesso de material fino é uma assimetria positiva, enquanto excesso de material grosso uma assimetria negativa (Quinamo, 2011). Para Duane (1964 apud Vilas Boas & Bittencourt, 1992), a assimetria negativa é produzida pela remoção das partículas finas devido à ação do peneiramento natural, enquanto que a assimetria positiva resulta da acumulação de sedimentos finos.

Segundo Sahu, (1964) o desvio padrão também chamado de grau de seleção, mede o nível de seleção dos sedimentos como também indica as flutuações do nível energético do agente responsável pela deposição e a capacidade de classificar os sedimentos. Para esse resultado se faz necessário a presença de diferentes tamanhos de grãos na deposição. Classifica-se como bem selecionado o sedimento com pequena dispersão dos seus valores granulométricos, e de pobremente selecionado quando há grande variedade no tamanho dos grãos.

A curtose é uma medida que retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência. A maior parte das medidas de curtose computa a razão entre as dispersões (espalhamento) na parte central e nas caudas das curvas de distribuição (Suguio,1973). Tais curvas estão diretamente

relacionadas às condições de movimento sedimentar, as amostras que apresentam curvas muito leptocúrtica e leptocúrtica, indicam um ambiente de maior movimentação, enquanto as curvas platicúrticas e muito platicúrticas indicam uma baixa movimentação (Santos, 1998). De acordo com Muehe, 1996, a curtose não vem sendo interpretada com sucesso, uma vez que seu significado geológico não é muito claro.

Para classificação textural dos sedimentos do litoral sul de Pernambuco, utilizou-se a classificação do diagrama triangular de SHEPARD (1954). No software SYSGRAN foram plotados os dados obtidos por peneiramento.

6.1. Granulometria

6.1.1. Setor 1

6.1.1.1. Classificação Textural

Para classificação textural dos sedimentos do litoral sul de Pernambuco, utilizou-se a classificação do diagrama triangular de SHEPARD (1954). No software SYSGRAN foram plotados os dados obtidos por peneiramento. Do total das 32 amostras coletadas no setor 1 ao longo das praias, todas foram classificadas na fração areia (figura 33).

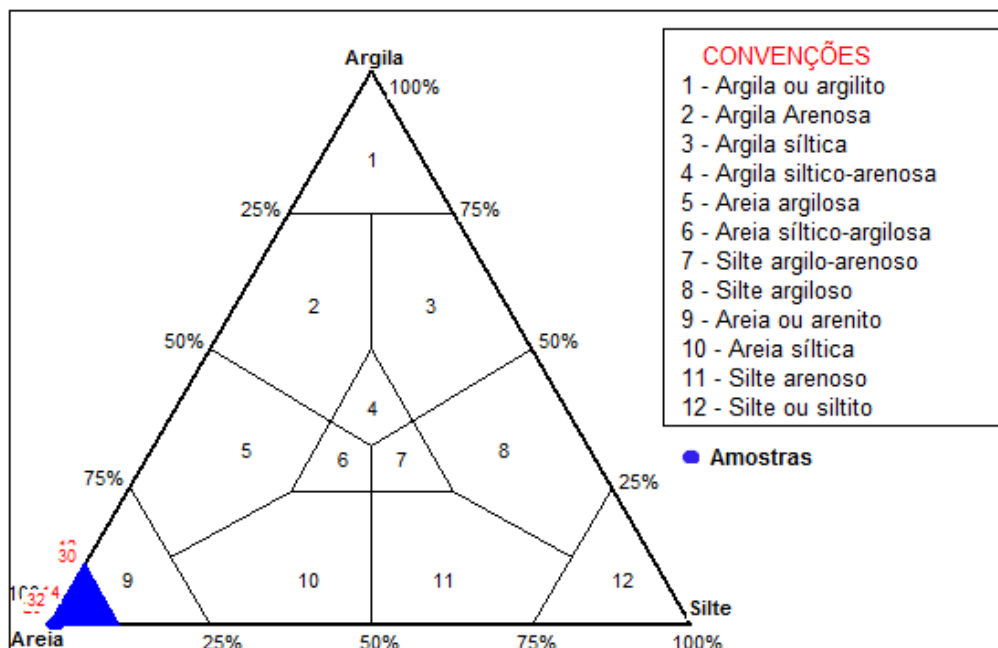


Figura 33: Classificação textural dos sedimentos do setor 1 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.

6.1.1.2. Diâmetro Médio

A distribuição espacial do diâmetro das amostras do setor 1 indicou a presença de três populações distintas na área, areia grossa, areia média e areia fina (figura 34).

As populações areia fina e areia média ocorrem com maior frequência, sendo a primeira em maior proporção, encontrada em 16 pontos (50% das amostras), principalmente nas praias do Recife e Jaboatão dos Guararapes, enquanto a areia média foi encontrada em 13 pontos (41% das amostras) (figura 35).

A predominância de areia fina nesse setor, possivelmente deve-se ao baixo nível energético dos agentes de transporte, não permitindo a deposição dos grãos mais grossos. Esse baixo índice energético pode estar relacionado à presença de *beachrocks* e obras de contenção, paralelas à costa, ao longo deste setor. Essas estruturas funcionam como dissipadores da energia de onda. Quando a onda atinge essas estruturas, perdem parte de sua energia, diminuindo assim a competência de transportar os grãos mais grossos. Já a presença de areia média, em determinados pontos, pode ser justificada pela presença de pequenas aberturas entre os *beachrocks* nesses locais, pois essas aberturas permitem maior agitação marítima, retirando a areia fina.

6.1.1.3. Assimetria

De acordo com os resultados, foram observados graus de assimetria variando de muito positivo a muito negativo. Sedimentos com assimetria negativa, representaram 11% das amostras, assimetria muito negativa 20% e sedimentos assimétricos representaram 25% (figura 35).

Sedimentos com assimetria variando de muito positiva à aproximadamente simétrica, são dominantes neste setor. No mapa (figura 34) pode-se observar os sedimentos de assimetria muito positiva (35%), que estão presentes ao longo de toda a área, na porção norte, sul e também na porção mais ao centro, próximo ao Rio Jaboatão. Sedimentos aproximadamente simétricos (25%), também são encontrados ao longo de todo o setor e em menor proporção sedimentos com

assimetria positiva (9%). Sugere-se que esses resultados, indicam nessa área, a predominância de deposição do que remoção de materiais finos.

6.1.1.4. Desvio Padrão ou Grau de Seleção

Os dados referente ao desvio padrão no setor 1 mostraram a predominância de sedimentos moderadamente selecionados (60%) (figura 35), em segunda ordem sedimentos bem selecionados (27%), sedimentos pobremente selecionados (12%) e sedimentos muito bem selecionados (1%). De acordo com Gregório, 2004, sugere-se que nesses pontos não houve energia suficiente para um bom selecionamento dos grãos.

Na porção mais central deste setor, principalmente nas áreas mais próximas ao Rio Jaboatão, há predominância de sedimentos bem selecionados, acredita-se que o fato de estar próximo à foz do Rio Jaboatão, a energia é um pouco maior que nas demais áreas, resultando assim, em um melhor selecionamento. (Figura 34). De acordo com Macêdo, (2011), sedimentos moderadamente selecionados, indicam o potencial energético das ondas como principal agente selecionador dos sedimentos.

6.1.1.5. Curtose

A partir da análise das amostras, verificou-se a predominância da distribuição muito leptocúrtica (31,3 %) (figura 35) encontrada ao longo de todo o setor, com predominância na porção mais ao norte do setor (em Recife e Jaboatão) (Figura 34). Em menores porcentagens, as distribuições platicúrtica (21,9 %), muito platicúrtica (18,7 %), leptocúrtica (15,6 %) e mesocúrtica (12,5 %) (figura xx gráfico).

Sugere-se que esses resultados indicam a predominância de um ambiente de maior movimentação, justificada pela ausência de sedimentos lamosos, uma vez que esses são transportados por suspensão, portanto, não tendem a depositar-se em ambientes agitados.

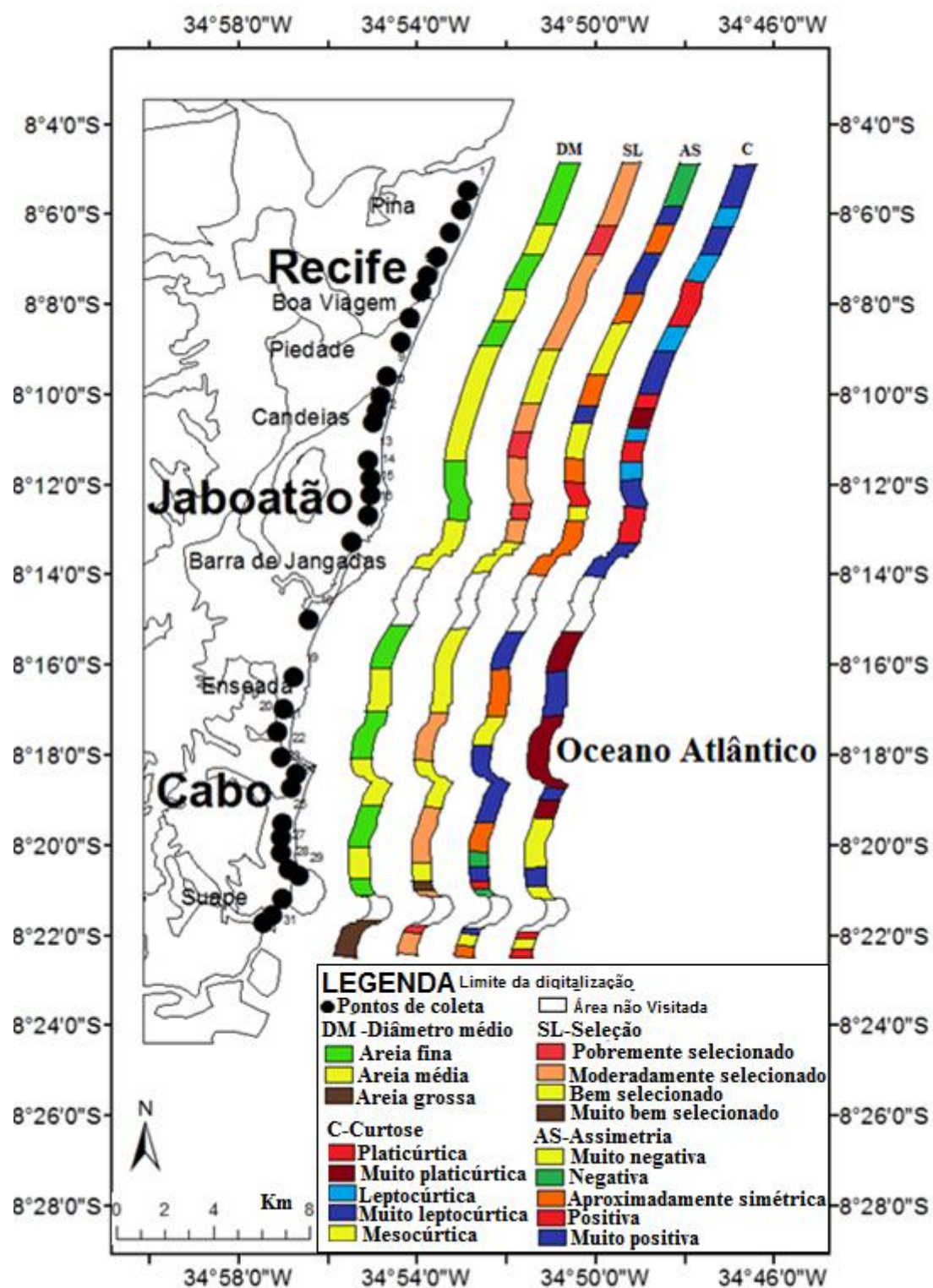


Figura 34: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 1.

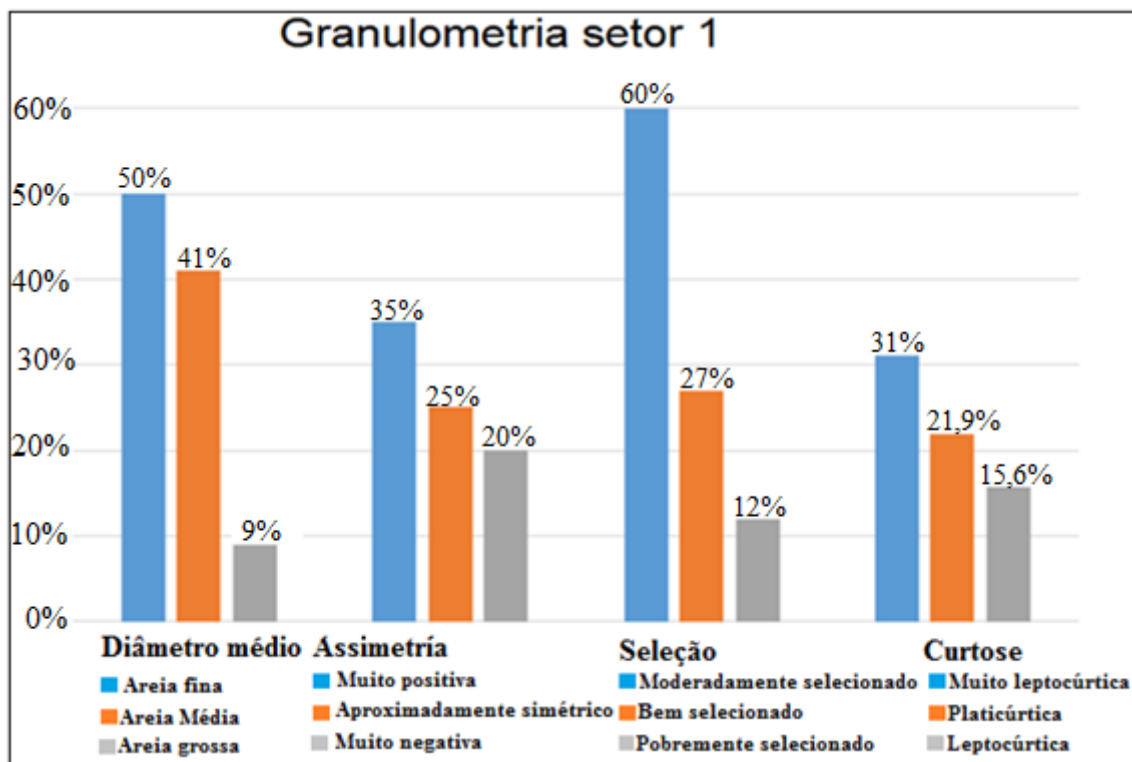


Figura 35: Granulometria do setor 1, em valores percentuais.

6.1.2 Setor 2

6.1.2.1. Classificação Textural

Do total das 32 amostras coletadas no setor 2 ao longo das praias, todas foram classificadas na fração areia (Figura 36).

6.1.2.2. Diâmetro Médio

Os resultados referente ao diâmetro médio neste setor indicou a presença de quatro populações distintas, areia muito fina, areia média, areia fina e areia grossa (figura 37). Sendo areia fina (53 %) e areia média (35 %), as populações dominantes neste setor. As demais populações, areia muito fina (9 %) presente em três pontos de coleta e areia grossa (3 %) (figura 38) identificada em um único ponto, localizado na praia de Serrambi, próximo à foz do Rio Serrambi. Sugerindo, mais uma vez, que este setor também possui um baixo nível energético, não permitindo a deposição dos grãos mais grossos.

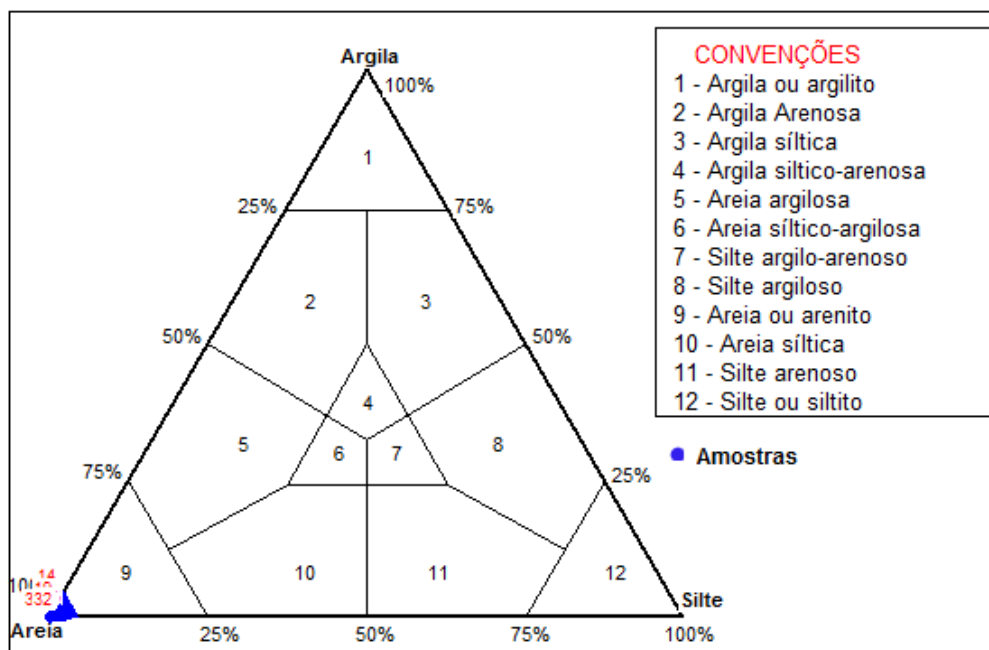


Figura 36: Classificação textural dos sedimentos do setor 2 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.

6.1.2.3. Desvio Padrão ou Grau de Seleção

Os resultados de desvio padrão para este setor mostrou a predominância de sedimentos moderadamente selecionados (figura 37), representando 72,7 % das amostras (figura 38), distribuídos por toda a área. Enquanto os demais sedimentos ocorrem como pequenas manchas isoladas e pouco representativos ao longo do setor. Sugerindo que neste setor, predominantemente, não houve energia suficiente para um bom selecionamento dos grãos.

6.1.2.4. Assimetria

Foram verificados resultados variando entre assimetria muito positiva a assimetria negativa ao longo do setor 2 (figura 37). Com a predominância de assimetrias variando entre muito negativas, representando 30,3 % das amostras a negativas, representando 21,2 %. Ambas, distribuídas ao longo de todo o setor.

Assimetria muito positiva representam 21,2 % das amostras, estão distribuídas apenas na porção central do setor, entre as praias de Porto de Galinhas e Toquinho.

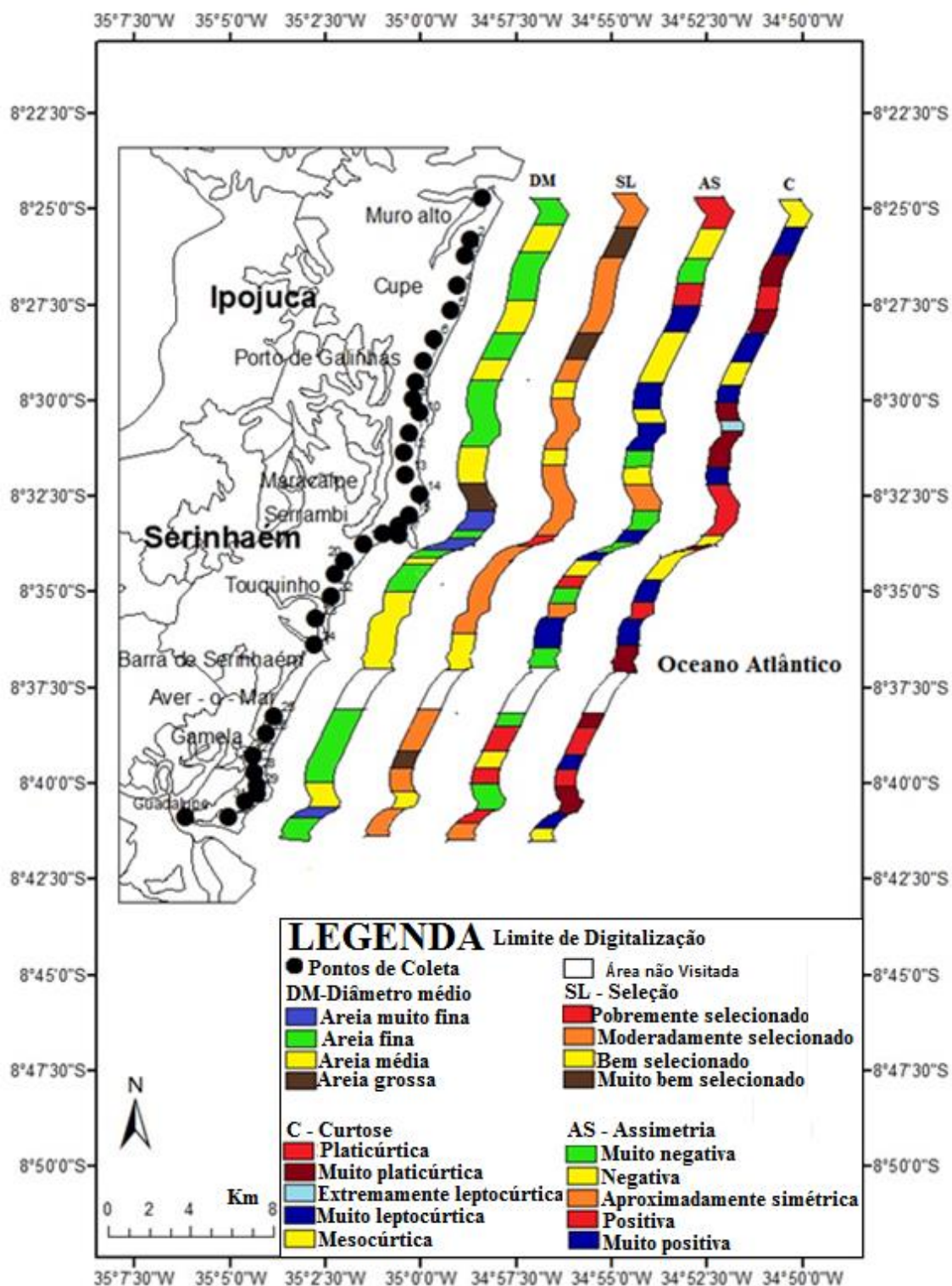


Figura 37: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 2.

Observa-se assimetria positiva (18,2 %) exclusivamente nas porções mais a norte e mais a sul do setor. Sedimentos com assimetria aproximadamente simétrica (9,1 %) encontram-se distribuídos apenas nas porções central e sul. Indicando que nesta área houve mais remoção de sedimentos finos do que deposição.

6.1.2.5. Curtose

De acordo com as amostras analisadas, este setor apresenta a predominância das distribuições muito platécúrtica (30,3 %), muito leptocúrtica (27,3 %) e platécúrtica (21,2 %), distribuídas ao longo de todo o setor (Figura 37).

Em menores proporções, as distribuições mesocúrtica (18,2 %), e extremamente leptocúrtica (3 %) representada por um único ponto de coleta (Figura 37). A predominância de distribuições platécúrticas, sugerem um ambiente de baixa movimentação.

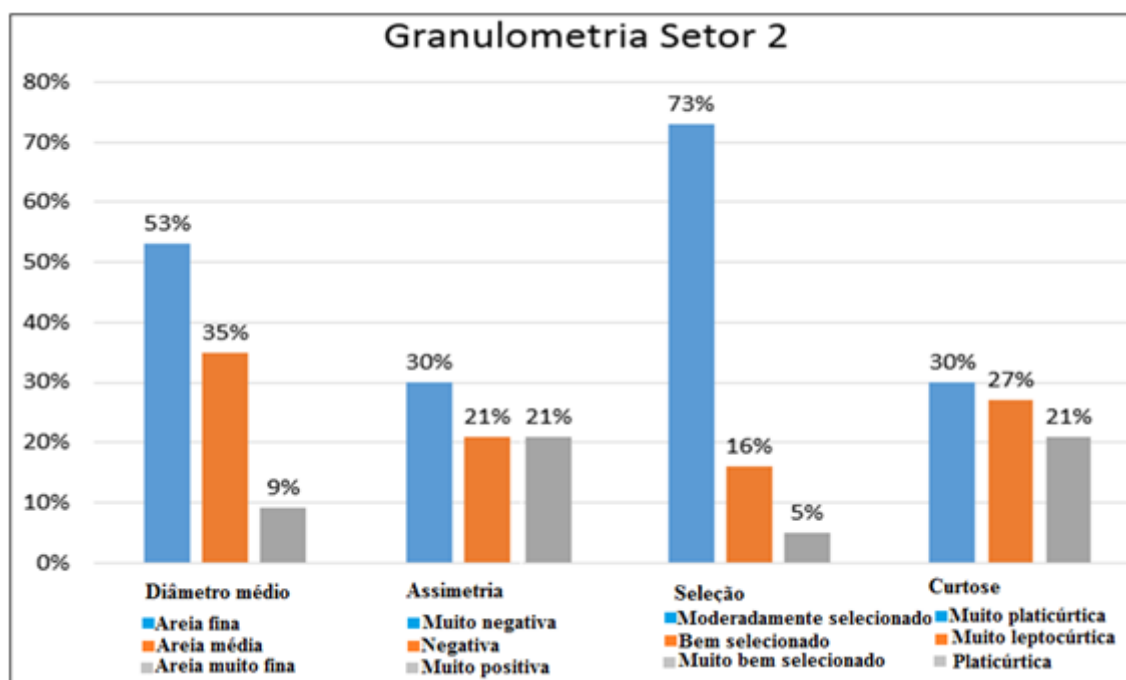


Figura 38: Granulometria do setor 2, em valores percentuais

6.1.3. Setor 3

6.1.3.1. Classificação Textural

Do total das 23 amostras coletadas no setor 3 ao longo das praias, todas foram classificadas na fração areia (figura 39).

6.1.3.2. Diâmetro Médio

Referente ao diâmetro médio neste setor, os resultados mostraram a presença de três populações distintas, areia muito fina, areia fina e areia média (figura 38). A população areia fina se mostrou em maiores proporções, presente em 65 % das amostras. Enquanto areia média está presente em 30 % e areia muito fina em 5 % representando apenas um ponto. Sugerindo que este setor também possui um baixo nível energético, não permitindo a deposição dos grãos mais grossos.

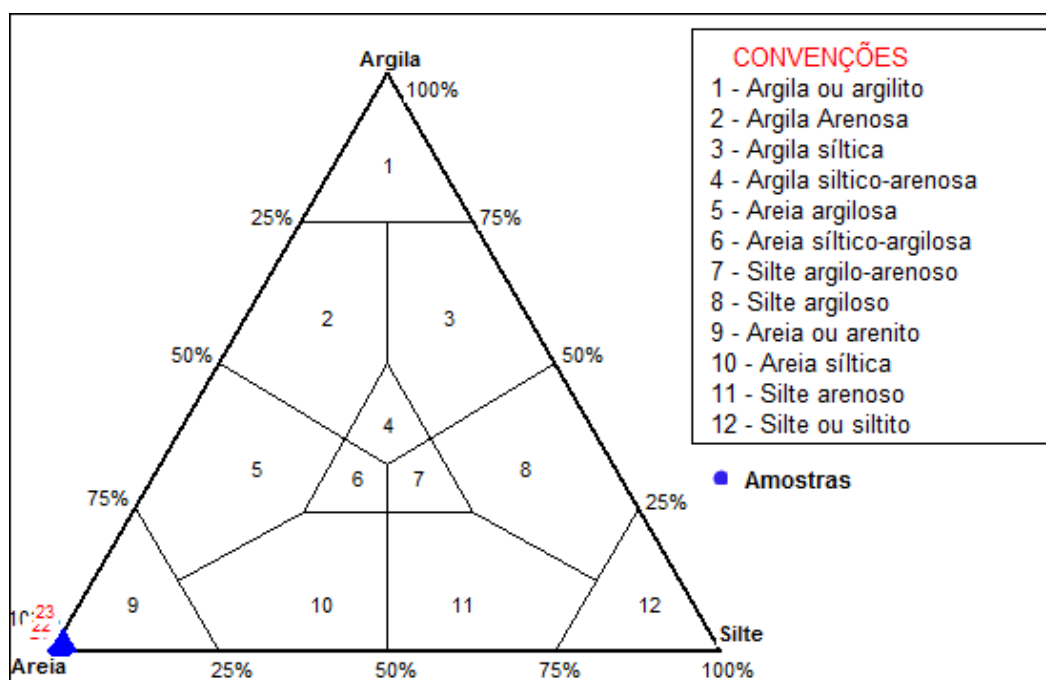


Figura 39: Classificação textural dos sedimentos do setor 3 no diagrama triangular de SHEPARD (1954). 100% das amostras foram classificadas como areia.

6.1.3.3. Desvio Padrão ou Grau de Seleção

Conforme os resultados obtidos, verificou-se exclusivamente duas populações, variando entre moderadamente selecionado e pobremente selecionado. Os sedimentos moderadamente selecionados representam 65,2 % das amostras, enquanto os sedimentos pobremente selecionados correspondem a 34,8 %. Ambos, distribuídos ao longo de todo o setor 3. Sugerindo que neste setor, predominantemente, não houve energia suficiente para um bom selecionamento dos grãos. Indicando novamente, as ondas como maior potencial energético para a seleção dos sedimentos.

6.1.3.4. Assimetria

De acordo com os dados obtidos neste setor, os valores de assimetria variam de muito positivo a muito negativo. Os sedimentos com assimetria muito negativa e negativa se apresentaram dominantes nesta área, representam respectivamente, 34,8 % e 26,1 % das amostras coletadas.

Sedimentos aproximadamente simétricos representam 17,4 % das amostras, enquanto os sedimentos muito positivos e positivos representam respectivamente, 8,7 e 13 %. Sugerindo que nesta área houve mais remoção de sedimentos finos do que deposição.

6.1.3.5. Curtose

Foi observado neste setor o predomínio das distribuições platicúrtica ((30,5%) e muito platicúrtica (21,7 %). Em menor proporção as distribuições leptocúrtica (17,4 %), muito leptocúrtica (13 %) e mesocúrtica (17,4 %) (figuras 40 e 42). A predominância de distribuições platicúrticas, sugere um ambiente de baixa movimentação.

Em toda a área de estudo (setores 1,2 e 3) o diâmetro médio dos grãos revelaram a predominância de areia fina (em maiores proporções) e areia média (figura 42). Sugerindo assim, que o litoral sul de Pernambuco possui predominantemente, baixa energia hidráulica. A presença de areia média em alguns pontos, acredita-se ser justificada pela presença de pequenas aberturas entre os *beachrocks*, pois estas aberturas permitem maior ação da energia das ondas, retirando a areia fina e com maior força para mobilizar os grãos médios.

Também foi possível perceber, a partir da observação da figura 41, que a percentagem de areia fina nas amostras diminui de sentido norte para sul, enquanto que a proporção de areia média aumentam. Levando a entender que a energia hidráulica diminui de sul para norte, áreas mais ao norte tendem a ter menor energia em relação às áreas mais à sul.

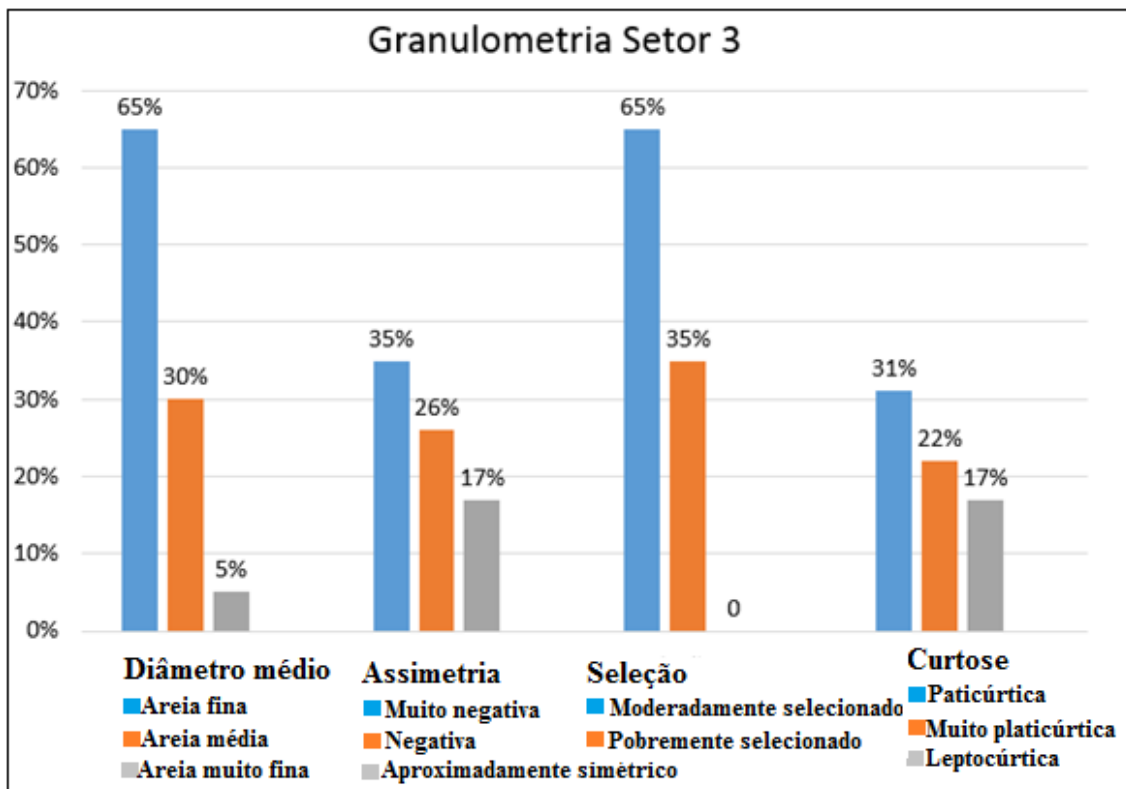


Figura 40: Granulometria do setor 3, em valores percentuais.

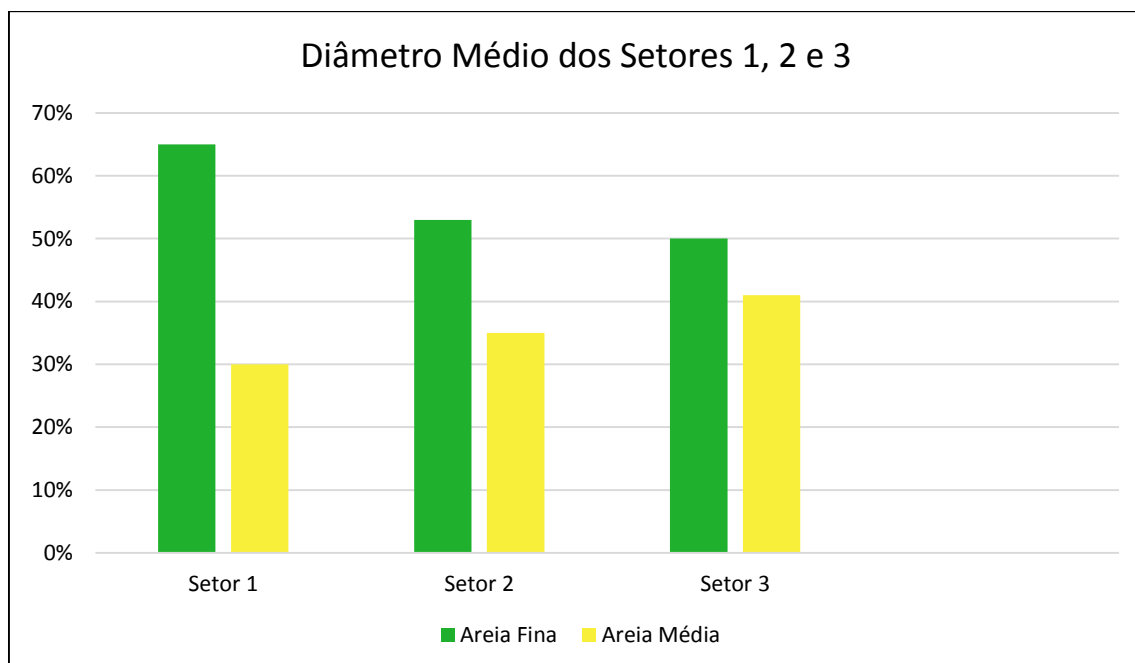


Figura 41: Percentagem do diâmetro médio predominante (areia fina e areia média) nos setores 1, 2 e 3.

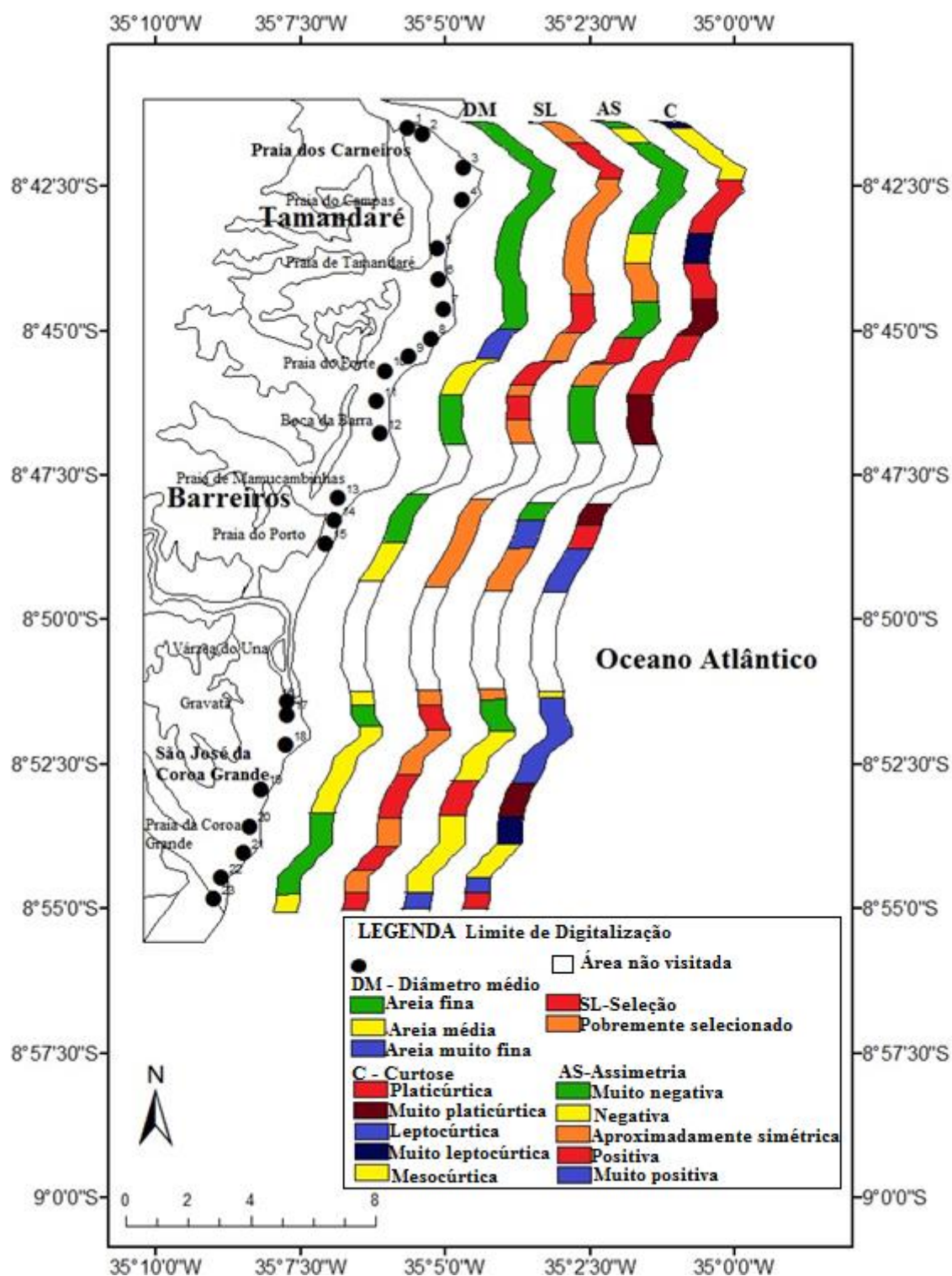


Figura 42: Mapa de Diâmetro médio, Seleção, Assimetria e Curtose no estirâncio do Setor 3.

6.2. CARACTERÍSTICAS COMPOSICIONAIS E MORFOSCÓPICAS

6.2.1. Composição

O estudo composicional das partículas sedimentares é importante para a identificação da sua proveniência e para a reconstituição da história do sedimento desde a sua origem até a sua deposição. A composição é controlada pelo tipo de rocha, solo, clima e relevo da área fonte, agentes, processos e distância de transportes Silva, (2008).

O quartzo é o mineral mais comum, principalmente nos beacrocks, é um mineral primário detrítico, porém também pode ocorrer como mineral autógeno tem vários tamanhos e sua forma pode variar entre muito angulosos e bem arredondados, sua abundância se justifica por ser um mineral muito resistente contra o ataque mecânico (Mabessone, 1983). Segundo Mabesoone (1983), os grãos detríticos são originados a partir do intemperismo da rocha-mãe e são transportados e depositados mecanicamente (através dos ventos, da água e geleiras), sendo assim, podem ser indicativos de procedência.

Diante da análise das amostras, na área de estudo foi verificada a presença de dois tipos principais de componentes, os grãos detríticos e os grãos bioclásticos. Os grãos detríticos se apresentam dominante em mais de 90% das amostras (anexo 1 / tabela 1), sendo compostos predominantemente por grãos de quartzo (figura 43) e em menores quantidades, por minerais acessórios, como exemplo os minerais pesados ilmenita e zircão (figura 43).

Os minerais pesados são assim chamados por apresentarem densidade maior que o bromofórmio (densidade – 2,89), são relativamente resistentes ao intemperismo, abrasão e dissolução, são encontrados na fração areia. Esses minerais são constantemente utilizados para indicação da rocha-fonte do sedimento, pois algumas espécies são típicas de uma determinada rocha (Mabessone, 1983). De acordo com Addad, (2001), a presença de lâminas de minerais pesados nas praias podem ser indicadores de erosão. Em eventos com aumento de fluxo ondulatório (ondas e deriva), parte do volume da cunha de areia é removido, deixando como produto residual, os minerais pesados (por serem mais densos que os demais minerais).

Por sua vez, os grãos bioclásticos encontrados nas amostras são constituídos por carapaças de gastrópodes, espículas de esponjas, espinhos de equinóides, pequenas conchas inteiras, tubos de vermes, entre outros (figura 44).

A relação da percentagem entre siliciclásticos e bioclásticos no setor 1 pode ser visualizada na figura 45, mostrando que houve a predominância de clastos. Na mesma figura, é possível visualizar uma variação no aumento na percentagem de bioclásticos e diminuição dos clastos entre as amostras 9 e 16, esse fato pode ser relacionado à influência da desembocadura do rio Jaboatão (próximo a esses pontos), sugerindo que o aporte de terrígenos do rio se direcionam em sentido para o sul. Uma vez que grande quantidade de sedimentos terrígenos, inibe a precipitação de carbonatos (Tucker, 1981), portanto se o aporte de terrígeno do rio se dirigisse para o norte, não haveria essa grande quantidade de bioclastos.

No setor 2 também houve a predominância de clastos e pode ser visualizado na figura 46. Houve uma maior concentração de bioclastos no ponto 3, o que talvez seja justificado pela presença de arenito de praia neste ponto. Pois há uma comunidade de seres vivos que habitam nesses arenitos, o que leva a entender o motivo da maior percentagem de bioclastos nessa amostra.

No setor 3 também houve a predominância de percentagem de clastos. No entanto, entre os pontos 2 e 9 (figura 47), houve uma maior predominância de percentagens de bioclastos, sugere-se, que esse resultado, esteja vinculado à grande presença de recifes de algas calcárias nessa área. Ressaltando ainda que esses pontos (2 a 9), estão localizados próximo à desembocadura do rio Formoso, sugerindo também, que o aporte terrígeno deste rio se direcionam em sentido para o norte.

6.2.2. Morfoscopia

A análise morfoscópica é um método que se refere ao estudo das propriedades (esfericidade e arredondamento) e a textura superficial (brilho e fosqueamento) das partículas sedimentares.

O estudo morfoscópico vem sendo utilizado juntamente com outras características texturais, para descrição dos sedimentos e também é uma importante ferramenta na investigação dos agentes geológicos e dos processos atuantes no ambiente de sedimentação.

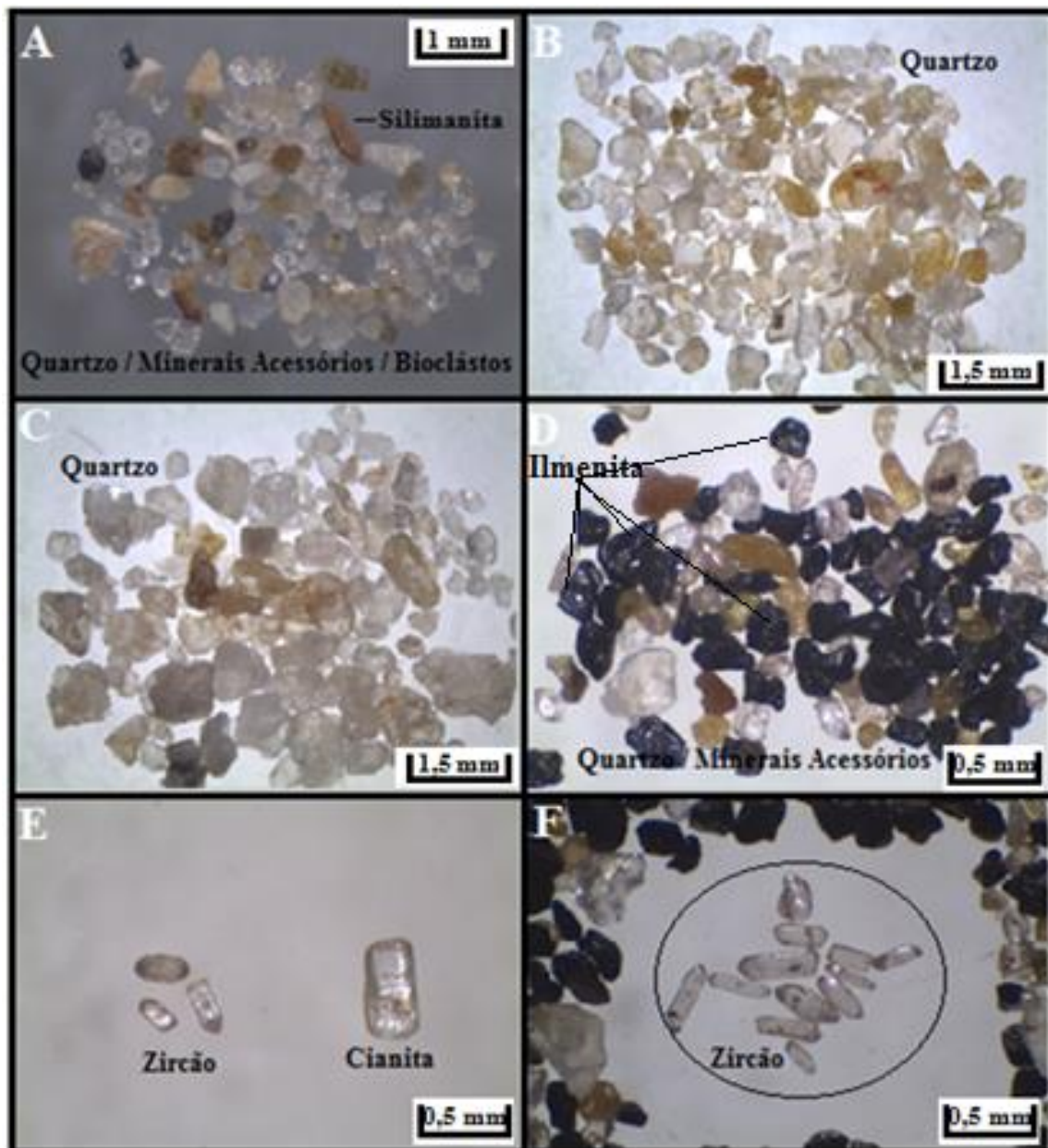


Figura 43: A – amostra 07 / setor 3 ; B – amostra 10 / setor 2 ; C – amostra 26 / setor 1 ; D – amostra 3 / setor 3 ; E – amostra 20 / setor 2 ; F – amostra 3 / setor 3.

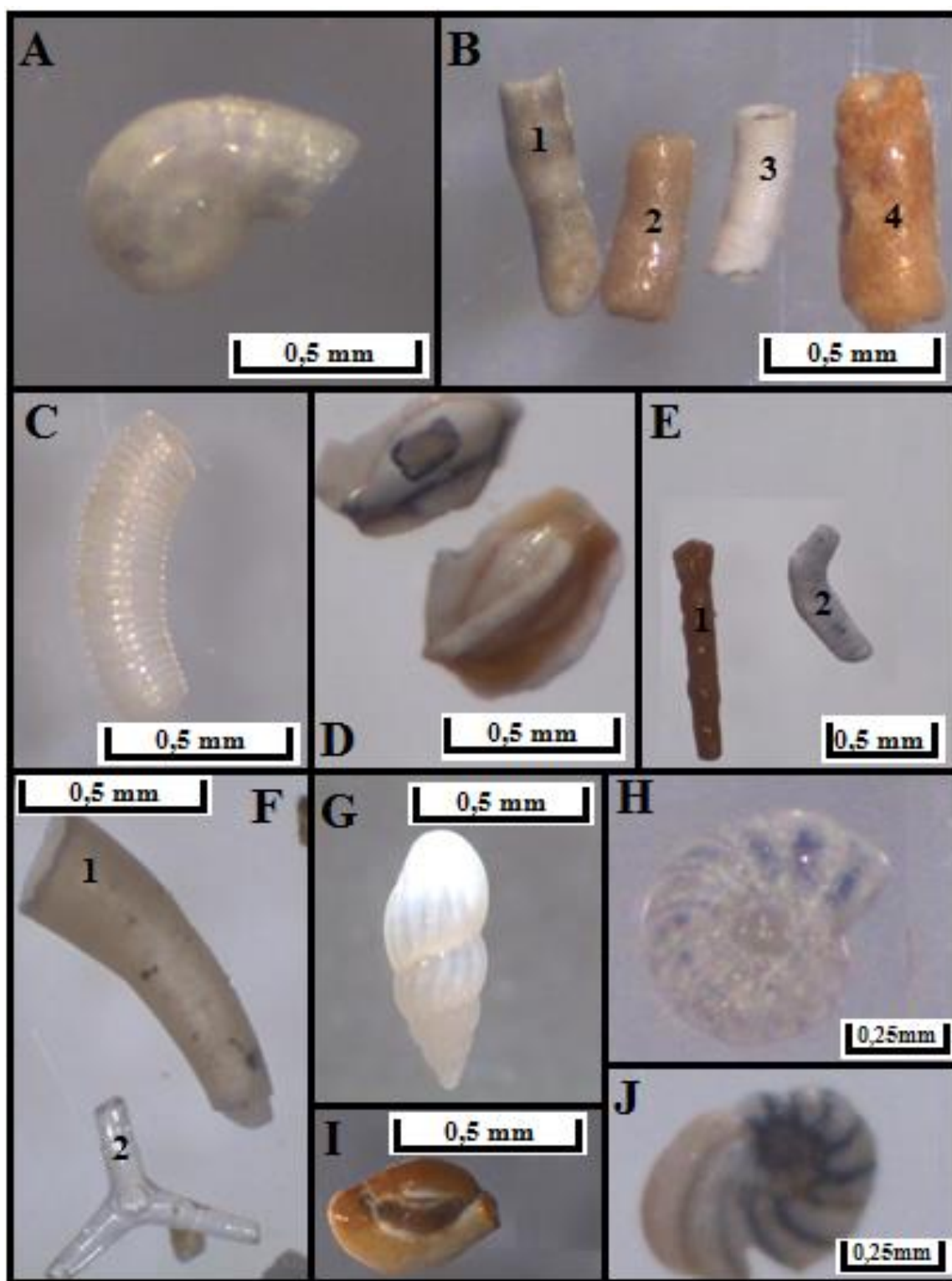


Figura 44: A – Gástrópode; B – 1, 2, 3 e 4 Lithothaminium; C – Gastrópode; D – Braquiápode; E – Lithothaminium; F – 1- espinho de Equinóide, 2-Espícula de Esponja; G – Carapaça de Gastrópode; H, J – Gastrópode; I – Braquiápode.

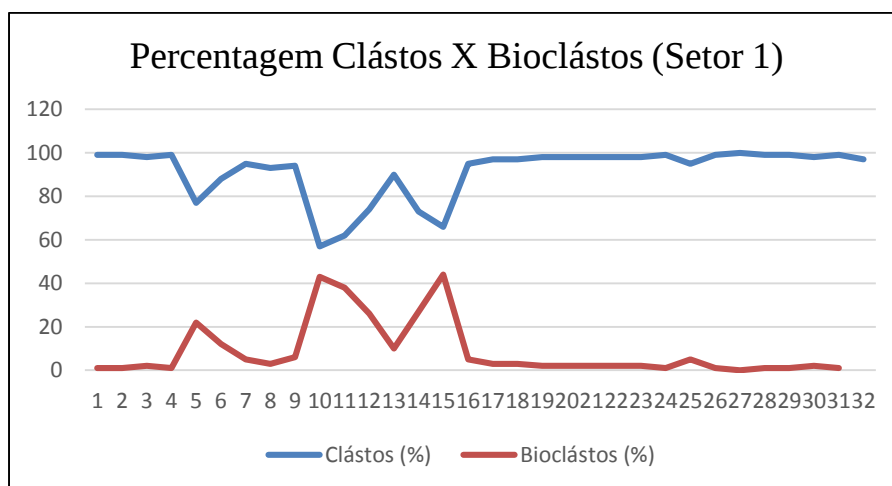


Figura 45: Gráfico de correlação entre as percentagens de clastos e bioclastos (Setor 1).

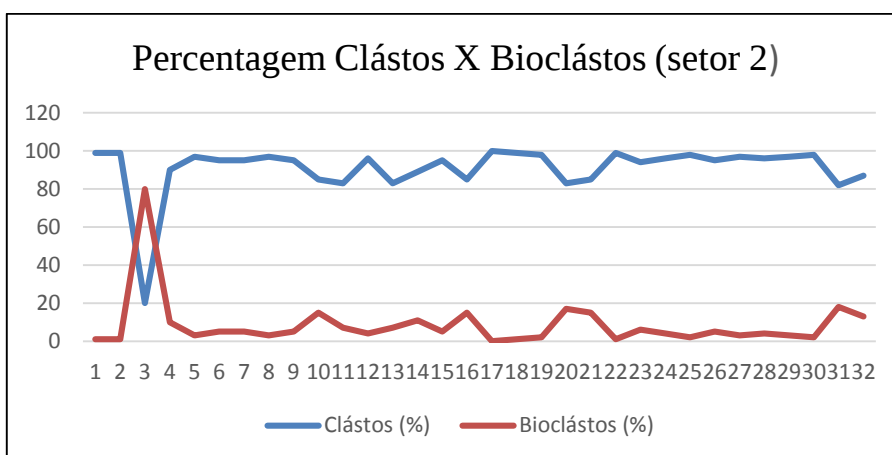


Figura 46: Gráfico de correlação entre as percentagens de Clastos e Bioclastos (setor 2).

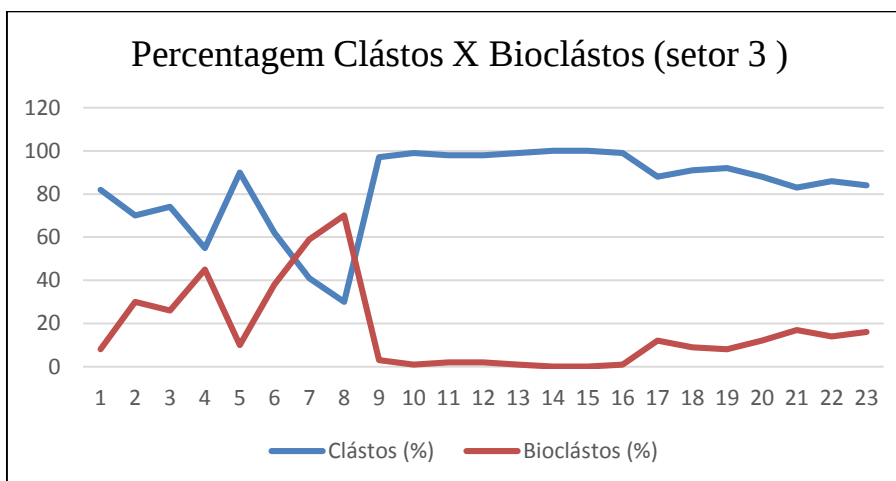


Figura 47: Gráfico de correlação entre as percentagens de Clastos e Bioclastos (setor 3).

A morfoscopia é fundamentalmente descritiva, isto é: descreve as propriedades da superfície dos grãos. Embora haja controvérsia a seu respeito, constituindo, sem dúvida uma ferramenta útil na análise ambiental (Mendes, 2000). De acordo com Madruga Filho (1999), os dados morfoscópicos não resolvem isoladamente todas as dúvidas referente à gênese dos sedimentos, porém, se utilizados juntamente com outros elementos estatísticos, oferecem um melhor entendimento do ambiente e das características referente à área fonte dos sedimentos.

6.2.2.1. Textura superficial dos grãos

Os detalhes encontrados na superfície dos grãos de rochas sedimentares, independentes da forma, do tamanho ou da composição mineralógica, são chamados de textura superficial dos grãos. Um grão pode apresentar a superfície polida, fosca ou corroída (Suguio, 1973). O estudo da textura superficial de areias atuais mostra que há características que são produzidas por mecanismos de transporte e que podem ser ambientalmente diagnosticados.

A observação atenta das marcas existentes na superfície permite deduzir se o grão se encontra ou não há muito tempo no ciclo sedimentar, quais foram os agentes de transporte a que foi sujeito (DIAS, 2004).

Neste trabalho, os grãos foram classificados em não desgastados (apresentam um aspecto sacaroidal), pois não sofreram transporte, e desgastados. Os grãos desgastados podem ser foscos (associados a transporte eólico) ou brilhantes (associados a transporte aquoso) (Dias, 2004).

Nas amostras analisadas, foram identificados apenas grãos desgastados (anexo 2), com o domínio de grãos de quartzo brilhantes, onde segundo (Dias, 2004) evidencia que o transporte dessas partículas foi realizado por meio subaquoso. Pois o transporte por meio hídrico provoca choques entre as partículas relativamente pouco violento (devido à viscosidade da água) levando a um suave polimento da superfície, o que dá aos grãos um aspecto brilhante.

6.2.2.2. Arredondamento e Esfericidade

O exame do grau de arredondamento de uma partícula é realizado mediante a observação da presença ou não da angularidade na superfície externa do grão, geralmente este grau aumenta de acordo com a duração do transporte e o retrabalhamento. Os graus de arredondamento são: muito angularo, angularo, subangularo, subarredondado, arredondado e bem arredondado (SUGUIO, 1973).

A esfericidade é uma grandeza que tenta expressar o grau de aproximação da forma de uma partícula qualquer com aquela de esfera perfeita (figura 48), grãos mais arredondados e esféricos, revelam índices de grau de maturidade mais alto (SUGUIO, 1973).



Figura 48: Exemplo de grãos com alta e baixa esfericidade.

No setor 1, aproximadamente 82% das amostras mostraram esfericidade alta e 18%, esfericidade baixa. No setor 2, em aproximadamente 78%, os grãos se mostram com esfericidade alta e 22% esfericidade baixa. A esfericidade se mostrou alta em 88% e 12% baixa nas amostras do setor 3 (figura 49).

O grau de arredondamento no setor 1 variou de subarredondado à angularo, com predominância de grãos subarredondados (73%) e subangularos (21%) (figura 50).

No setor 2, os dados obtidos revelaram graus de arredondamento subangularos e subarredondados, com predominância de grãos subarredondados (72%).

O grau de arredondamento ao longo do setor 3, predominou os grãos subangulosos (50%) e subarredondados (46%). Esses resultados (tabela 2) inferem que os grãos estudados foram submetidos à um longo processo de transporte ou retrabalhamento.

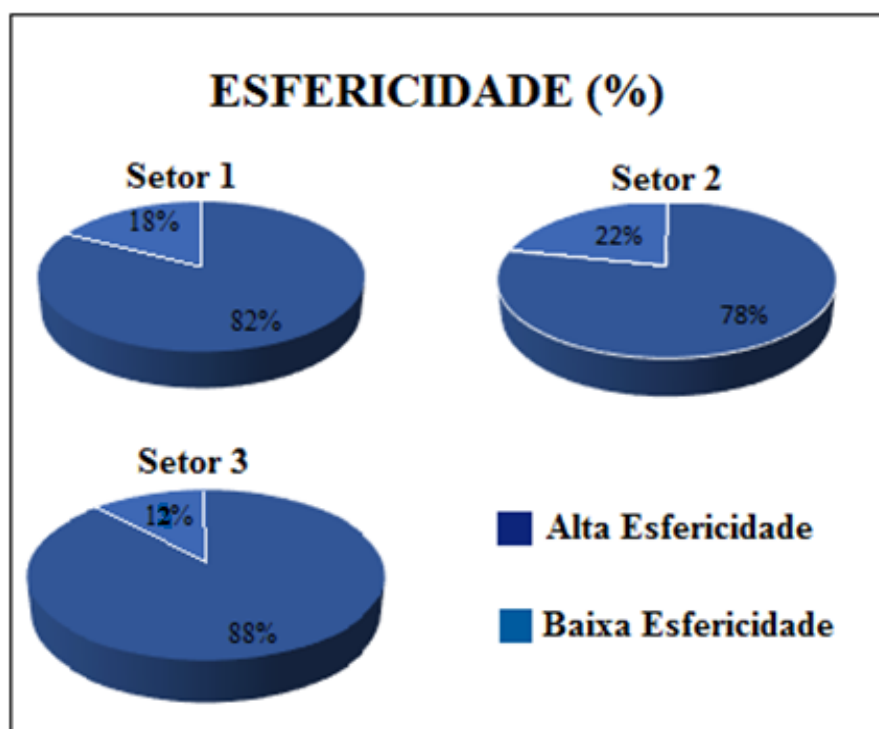


Figura 49: Percentual do grau de esfericidade dos setores 1, 2 e 3.

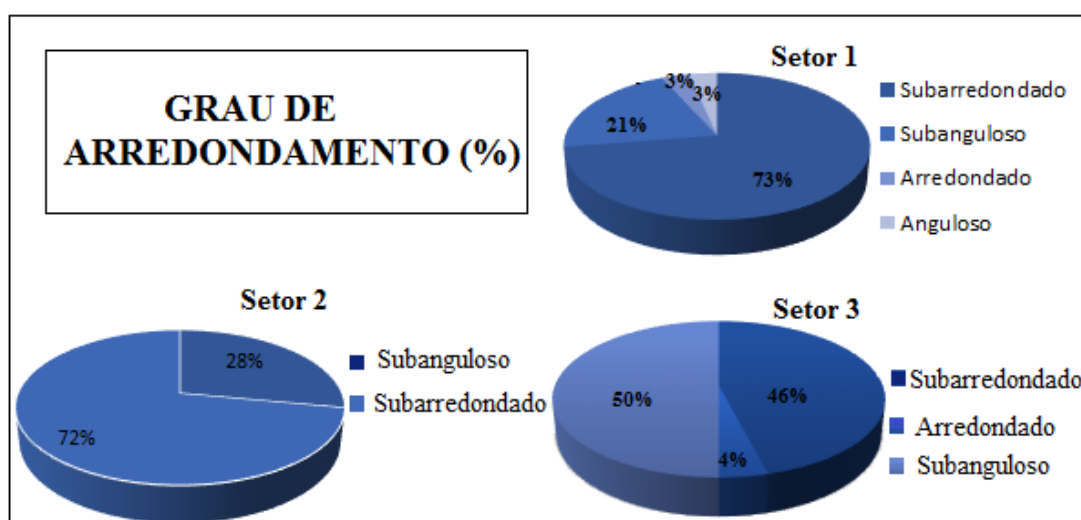


Figura 50: Grau de arredondamento (%) dos setores 1, 2 e 3.

Tabela 02: Percentagem de arredondamento e esfericidade nos três setores. (A – anguloso, AS – subanguloso, SAR – subarredondado, AR – arredondado)

Setores	Esfericidade (%)		Arredondamento (%)			
	Alta	Baixa	A	SA	SAR	AR
1	82%	18%	3%	21%	73%	3%
2	78%	22%	-	28%	72%	-
3	88%	12%	4%	50%	46%	-

7. CONCLUSÕES

De forma sistêmica, a caracterização geoambiental mostrou-se uma ferramenta bastante eficaz do ponto de vista descritivo, pois foi possível identificar como o processo de ocupação e uso da orla na área de estudo interfere na dinâmica natural da praia. Ao cruzar informações referente às características geoambientais e geomorfológicas, é possível inferir que o controle morfológico do litoral varia em função dos anteparos naturais (*beachrocks*) e/ou artificiais (obras de proteção costeira).

A partir de caracterização geoambiental, foi possível medir o grau de vulnerabilidade da área de estudo. Os resultados mostraram a predominância de graus de vulnerabilidade alta em áreas de maior urbanização, uma vez que em locais com ausência de influência antrópica, a vulnerabilidade se apresentou baixa. A alta urbanização e ocupação desordenada no ambiente praial, impermeabiliza o cordão holocênico (areias brancas), impedindo que o mesmo mantenha-se em equilíbrio. Uma vez que o ambiente praial não tenha interferências antrópicas, dificilmente esse cordão entrará em desequilíbrio e a praia não experimentaria erosão. Levando a entender que na área de estudo, a elevada urbanização seja um dos maiores fatores para o desenvolvimento da erosão.

A caracterização sedimentológica possibilitou visualizar dados referentes ao diâmetro médio, assimetria, desvio padrão e curtose. Segundo o diâmetro médio, observou-se nos três setores a dominância da fração areia fina e em menor proporção areia média, o que sugere que as praias do litoral sul de Pernambuco estão sujeitas a uma baixa energia hidráulica. A presença de areia média em alguns pontos, pode ser justificada pela presença de pequenas aberturas entre os *beachrocks*, pois estas aberturas permitem maior ação da energia das ondas na praia, retirando a areia fina. Foi possível perceber que a percentagem de areia fina nas amostras diminui de sentido norte para sul, enquanto que a proporção de areia média aumenta, diante disso pode-se afirmar que a energia diminui de sul para norte.

Os valores de assimetria predominantes no setor 1 são positivos, enquanto nos setores 2 e 3 são negativos. Esses dados sugerem que no setor 1

houve a predominância de deposição de material fino, enquanto nos demais setores ocorreu a predominância da remoção de materiais finos, concordando com os resultados anteriores referente ao diâmetro médio.

Referente à seleção, houve a predominância de sedimentos moderadamente selecionados em toda a área de estudo (setores 1, 2 e 3), sugerindo que não houve energia suficiente para um bom selecionamento dos grãos.

Composicionalmente os sedimentos das praias são constituídos por dois tipos principais de componentes, os grãos detríticos e os grãos bioclásticos. Dentre os grãos detríticos predominam os de quartzo, e subordinadamente os de minerais acessórios. Os grãos bioclásticos, são constituídos por carapaças de gastrópodes, espículas de esponjas, espinhos de equinoides, pequenas conchas inteiras, tubos de vermes, entre outros. Esses resultados sugerem que a composição das areias refletem a grande influência do aporte fluvial e da presença de *beachrocks* nas proximidades.

Referente à textura superficial dos grãos, foram identificados apenas grãos desgastados, com o domínio de grãos de quartzo brilhantes, inferindo que o transporte dessas partículas foi realizado predominantemente por meio subaquoso.

O grau de arredondamento e esfericidade, revelou a predominância de grãos subarredondados com alta esfericidade, esses resultados sugerem que os grãos estudados foram submetidos à um longo processo de transporte ou retrabalhamento.

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, P. C. V.; DOMINGUEZ, J. M. L. 1997 *Mudanças sazonais nos parâmetros texturais dos sedimentos praias, entre Juá e Areembepe, litoral Norte do Estado da Bahia*. VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião Sobre o Quaternário da América do Sul. Curitiba.p.19-23.
- Adams, A. E.; Mackenzie, W. S.; Guilford, C.. *Atlas of sedimentary rocks under the microscope*. Essex: Longman, 1984.. 104 p. ISBN 0-582-30118-1 : (broch.)
- Addad, J.E. 2001. *Minerais pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental*. São Paulo: Edição independente. 80 p.
- Baptista Neto, José Antônio; Ponzi, Vera Regina Abelin; Sichel, Susanna Eleonora (Org.). *Introdução à geologia marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 279 p.
- Barbosa, J.A.; Filho, M.L. 2006. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife – Natal: observações em dados de poços. Boletim de geociências da Petrobrás, 14 (2): 287 – 304, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em <http://vdpf.petrobras.com.br/vdpf/todasedicoes.do>. ISSN: 0102 – 9304.
- Barreto, A.M.F.; Lima Filho, M.F.; Alheiros, M.M., 1998. *Uso da datação por termoluminescência na diferenciação de sedimentos litorâneos Pleistocênicos e Holocênicos no Estado de Pernambuco*. Congresso Brasileiro de Geologia, 40 anais..., B.H., SBG. 236 p.
- Barros, Luciano Cintrão, 2003.. *Estudos sedimentológicos na plataforma continental interna adjacente às desembocaduras sul do canal de Santa Cruz e do rio Timbó, norte do estado de Pernambuco*. Recife, 86 folhas Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Geociências.
- Bird, E.C.F., 1985. *Coastline changes: a global review*. New York: J. Wiley & Sons, 219 p.

Bittencourt, A.C.S.P., Martin. L., Villas Boas, G.S. et al., 1979 *Quaternary marine formations of the coast the state of Bahia (Brazil)*. In. International Symposium on coastal evolution in the quaternary. São Paulo (SP). 232 – 253 p.

Braga, R. A. P. 1994. *Situação Atual e Perspectivas dos Manguezais no Nordeste Brasileiro*. Trabalho apresentado no I Simpósio Brasileiro Sobre Uso, Manejo e Conservação de Manguezais. João Pessoa.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/> Acesso em: janeiro de 2013

Borba, A.L.S., 1999. *Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das praias da piedade, candeias e barra das jangadas - município do jaboatão dos guararapes-PE*. Dissertação de Mestrado. Centro de tecnologia e geociências. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 146 p.

Chaves, N.S., 1991. *Mapeamento do Quaternário costeiro ao sul Recife – Pernambuco (Área 4 – Porto de Galinhas e Guadalupe)*. Relatório de graduação., Departamento de geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE. 78 p.

CPRH – Agencia Estadual de Meio Ambiente. *Diagnóstico Socioambiental - Litoral Sul de Pernambuco*, 2003, 87 p.

CPRH – Agência Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos. *Diagnóstico Sócio-Ambiental do Litoral Sul de Pernambuco*. Recife, 2001. 87 p. Disponível em: < http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/2diagnostico_ambiental.pdf >Acesso em: 28 de ago. 2012.

CPRH - Agência Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos. Áreas estuarinas. 2013.Disponível em:< http://www.cprh.pe.gov.br/perfis_ambientais/areas_estuarinas/39751%3B33012%3B1802%3B0%3B0.asp Acesso em: 10 de jun de 2013

Coutinho, P. N.; Lima, A. T. O.; Queiroz, C. M.; Freire, G. S. S.; Almeida, L. E. S. B.; Maia, L. P.; Manso, V. A. V.; Borba, A. L. S.; Martins, M. H. A.; Duarte, R. X., 1997. *Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas – município de Jaboatão dos Guararapes*. Recife, 154 p. (Relatório Técnico).

Cunha, E.M.S. da., *Evolução atual do litoral de Natal – RN (Brasil) e suas aplicações a gestão integrada*. 2004. Tese (Doutorado em ciências do mar). Universidade de Barcelona, 385p.

Dal Cin, R., Simeoni, U. 1994. *A model for determining the classification, vulnerability and risk in the Southern coast zone of the Marche (Italy)*. Journal of Coastal Research, Florida, 1 (10): 227 – 296 p.

Davis, R. A., 1978. *Beach and nearshore zone*. In: Davis, R. A. (Editor). *Coastal sedimentary environments*. New York: Springer-Verlag. 420 p. p. 237-286;

Dias, J.A., *A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos*. 2004. Universidade do Algarve, 84p.

Duarte, Robson Xavier, 2002. *Caracterização Morfo-sedimentológica e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife / Jaboatão dos Guararapes – PE*, Recife, 141 p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Folk, R.L & Ward. W.C., (1957). *Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journal of Sedimentary Petrology. Tulsa, Okla., 27:3. 27.

Frisheisen, E. R. ; Argento, M.S.F. ; Hers, R. ; Carneiro, R.P. 1989. *The coastal management program in Brazil*, in Neves, c. ed., *Coastline of Brazil*, p. 1-9 (Magoon, O.T. ed., *Coastlines of the worlds*).

Gregorio, M. N. 2004. *Sedimentologia e morfologia das praias do Pina e da Boa Viagem (PE) Brasil*. Dissertação de mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências – CTG – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 90 p.

Gois, Luis Augusto de. 2011. *Avaliação das opções de proteção costeira: Praia de Boa Viagem, Recife – PE e Praia de Bairro Novo, Olinda – PE*. Livro Rápido, Olinda, 184p.

Guerra, A. T., 2009. *Novo dicionário geológico-geomorfológico* – 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 652p.

Hayes, M. O., 1979. *Barriers islands morphology as a function of tidal and wave regime*. Leartherman, S.P. (ed), Barrier island. From the gulf of Mexico. Academia Press, New York.

Hoefel, F. G. 1998. *Morfodinâmica de Praias Arenosas Oceânicas: Uma Revisão Bibliográfica*. Itajaí: Editora Univali. 92p.

Jatobá, L., Lins, R.C., 2008. *Introdução à geomorfologia*. Recife: Bagaço, 244 p.

KOMAR, P.D., 1976. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, Nova Jersey, 544p.

Laborel, J. 1965. *Note préliminaire sur lês récifs de grés et les récifs de coraux dans le Nort – Est brésilien*. Bulletin 37, n. 53, p: 341 – 344.

Lima, D. C.C 2001 *Delimitação de linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea como contribuição à gestão costeira do município de Tamandaré, Pernambuco, Brasil*. Recife. Monografia de especialização, Universidade Federal de Pernambuco. 54 p.

Lira, L. 1975. *Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente à Ilha de Itamaracá – PE*. Porto Alegre. UFRGS/IG. Dissertação de Mestrado, 102 p.

Mabesoone, J.M. 1983. *Sedimentologia*. Recife: UFPE.

Macêdo, R. J. A. 2011. *Caracterização morfodinâmica e geoambiental da praia de Maracaípe, Ipojuca – PE*. Recife. 143 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco.

Madruga Filho, J. D. 2005 *Aspectos Geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, Município do Cabo de Santo Agostinho (Litoral Sul de Pernambuco)*. Tese

de Doutorado em Geociências - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 252 p.

Madruga Filho, J.D. 2000. *Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e hidrodinâmicos na praia do Paiva, município do Cabo de Santo Agostinho – PE*. Dissertação de mestrado em geociências – Universidade Federal de Pernambuco. 148 p.

Mai, 2009. *Monitoramento Ambiental Integrado*. Projeto de Monitoramento Ambiental Integrado - Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista – org. Governo de Pernambuco.

Manso, V. A. V., 1997. *Geologia da planície costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré – Litoral Sul de Pernambuco*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Tese de Doutorado. 148 p + anexos.

Mendes, G. P. 2000. *Sedimentologia e morfodinâmica da praia de Guadalupe, município de Serinhaém – PE*. Recife, 127 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Mazzer, A.M; Dillenburg, S.R.; Souza, C.R.G. 2008. *Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão*. Revista Brasileira de Geociências. 38(2): 278-294 p.

Moura, C.M.S. 2001. *Caracterização morfodinâmica e vulnerabilidade do litoral de João Pessoa, entre as praias de Cabo Branco e Penha*. Programa de pós graduação e geociências, CTG – Dissertação de mestrado. UFPE. 86 p.

Muehe, D. 2006. *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Brasília: MMA. 476p

Quinamo, L.A. 2011. *Granulometria, morfoscopia dos sedimentos do estirâncio médio e aspectos ambientais da Praia da Boa Viagem*. Monografia de especialização em gestão ambiental com ênfase em zona costeira. Fundação de Ensino Superior de Olinda (FUNESO). 46 p.

Sahu, B.K., 1964. *Depositional mechanisms from the analysis of clastics sedimentary petrology*. Tulsa., 73 – 83 p.

Santos, R.C.A.L. 1998. Estudo sedimentológico e geoambiental no sistema laguna Mundaú – Alagoas. UFPE, Recife. Centro de Tecnologia e Geociências. Dissertação de Mestrado, 127 p.

Shepard, F. P. 1954. *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*: Journal Sedimentary Petrology, v. 24, p. 151-158.

Sherpard, F.D., 1973. *Submarine geology*. 3ª edição. New York: Harper & Row, Publishers, 517 p.

Silva, L.A. 2008. *Estudo sedimentológico, morfológico e hidrodinâmico do Canal de Santa Cruz – PE*. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 107 p.

Souza, S. T. 2004. *A saúde das praias da Boa Viagem e do Pina, Recife- PE*. Dissertação de Mestrado.. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brasil, 99 p.

SUGUIU, K., 1973. *Introdução à sedimentologia*. Edgar Blucher, São Paulo, 317 p.

Tucker, M. E. 1981. *Sedimentary petrology: an introduction*. Great Britain: Blackwell Scientific Publications. 252 p.

Vilas Boas, G. S.; Bittencourt, A. C. S. P. *Variação da energia e sua repercussão nas características composicionais e texturais em sedimentos praias atuais: exemplo da costa leste da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil*. Revista Brasileira de Geociências. v. 22, n. 3, p. 311-320, 1992.

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

Xavier, M.W., 2007. *Caracterização geomorfológica e aspectos ambientais do litoral de Goiana, Pernambuco*. Recife, 73 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela 1: Aspectos geoambientais do setor 1.

PONTOS	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS NATURAIS		INFLUÊNCIA MARINHA		INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	
	TIPO DE ORLA	BERMA	BEACH ROCK	VEGETAÇÃO	INDICADOR DE EROSAO	INDICADOR DE ACÚMULO	URBANIZAÇÃO DA ORLA	ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA
1	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Alta	Presente
2	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Alta	Presente
3	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Alta	Presente
4	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Alta	Presente
5	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Presente
6	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Alta	Presente
7	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Presente
8	A	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Presente
9	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Alta	Ausente
10	E	_____	Ausente	Presente	_____	_____	Alta	Ausente
11	S.A.	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Ausente
12	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Presente
13	A	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Alta	Presente
14	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Alta	Presente
15	A	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Alta	Presente
16	A	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Presente
17	A	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Alta	Presente
18	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
19	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
20	S.A.	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Baixa	Ausente
21	S.A.	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
22	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
23	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
24	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
25	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Alta	Ausente
26	A	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
27	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Ausente
28	S.A.	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Alta	Ausente
29	S.A.	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Ausente
30	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
31	A	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
32	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente

Tabela 2: Aspectos geoambientais do setor 2.

PONTO	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS NATURAIS		INFLUÊNCIA MARINHA		INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	
	TIPO DE ORLA	BERMA	BEACH ROCK	VEGETAÇÃO	INDICADOR DE EROSAO	INDICADOR DE ACÚMULO	URBANIZAÇÃO DA ORLA	ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA
1	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
2	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
3	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
4	S.A.	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
5	S.A.	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
6	E	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
7	E	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
8	E	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
9	S.A.	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
10	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
11	S.A.	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
12	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
13	E	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Baixa	Presente
14	E	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
15	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Baixa	Presente
16	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
17	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
18	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Ausente
19	A	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
20	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
21	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Presente
22	E	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
23	S.A.	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Média	Presente
24	S.A	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Baixa	Presente
25	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
26	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
27	E	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
28	—	—	—	—	—	—	—	—
29	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
30	E	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
31	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
32	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente

Tabela 3: Aspectos geoambientais do setor 3.

PONTO	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS NATURAIS		INFLUÊNCIA MARINHA		INFLUÊNCIA ANTRÓPICA	
	TIPO DE ORLA	BERMA	BEACH ROCK	VEGETAÇÃO	INDICADOR DE EROSAO	INDICADOR DE ACÚMULO	URBANIZAÇÃO DA ORLA	ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA
1	S.A.	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
2	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
3	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
4	S.A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
5	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
6	E	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente
7	E	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
8	E	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
9	E	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Média	Presente
10	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
11	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
12	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
13	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
14	S.A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
15	S.A.	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
16	A	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
17	E	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
18	E	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
19	A	Presente	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Baixa	Ausente
20	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Ausente
21	A	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Ausente
22	A	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Alta	Presente
23	E	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Média	Presente

ANEXO 2

Tabela1: Análise morfooscópica e composicional do setor 1. Bar – bem arredondado, Ar – arredondado, SAr – subarredondado, AS – subanguloso, A – anguloso, MA – muito anguloso; ND – não desgastado, D – desgastado, B – brilhante, F – fosco; BC – bioclastos, Qz – quartzo, MA – minerais acessórios, P – ponto.

AMOS TRAS	ARREDONDAMENTO						ESFERICIDADE		TEXTURA SUPERFICIAL			COMPOSIÇÃO		
									ND	D		Clástico		BC
SETOR 1	BAr	Ar	SAr	SA	A	MA	Alta	Baixa		B	F	Qz	MA	
P1			X				X			X		99%	0	1%
P2			X				X			X		99%	0	1%
P3			X				X			X		98%	0	2%
P4			X				X			X		99%	0	1%
P5			X				X			X		77%	0	22%
P6			X				X			X		88%	0	12%
P7			X				X			X		95%	0	5%
P8			X				X			X		93%	0	7%
P9				X			X			X		94%		6%
P10			X					X		X	X	57%		43%
P11			X					X		X	X	62%		38%
P12		X					X			X	X	74%		26%
P13				X			X			X		89%	1%	10%
P14			X				X			X		73%		27%
P15			X					X		X	X	66%		44%
P16			X				X			X		92%	3%	5%
P17					X		X			X		97%	0%	3%
P18				X			X	X		X		87%	10%	3%
P19			X				X			X		97%	1%	2%
P20			X				X			X		98%	0%	2%
P21				X			X			X		96%	2%	2%

P22			X				X			X		92%	6%	2%
P23			X				X			X		92%	6%	2%
P24			X				X			X		98%	1%	1%
P25			X					X		X		92%	3%	5%
P26			X				X			X		96%	3%	1%
P27				X			X			X		100%	0%	0%
P28				X			X			X		97%	2%	1%
P29			X				X			X		99%	0%	1%
P30			X				X			X		98%	0%	2%
P31			X				X			X		99%	0%	1%
P32			X				X			X		97%	0%	3%

Tabela 2: Análise morfoscópica e composicional do setor 2. Bar – bem arredondado, Ar – arredondado, SAr – subarredondado, AS – subanguloso, A – anguloso, MA – muito anguloso; ND – não desgastado, D – desgastado, B – brilhante, F – fosco; BC – bioclastos, Qz – quartzo, MA – minerais acessórios, P – ponto.

AMOSTRAS	ARREDONDAMENTO						ESFERICIDADE		TEXTURA SUPERFICIAL			COMPOSIÇÃO		
	BAr	Ar	SAr	SA	A	MA	Alta	Baixa	ND	D		Clástico		BC
SETOR 2										B	F	Qz	MA	
P1			X				X			X		87%	12%	1%
P2				X			X			X		99%	0%	1%
P3			X					X		X		80%	0%	20%
P4			X				X			X		88%	2%	10%
P5			X					X		X		96%	1%	3%
P6				X			X			X		91%	4%	5%
P7				X			X			X		91%	4%	5%
P8				X				X		X		97%	0%	3%
P9				X			X	X		X		89%	6%	5%
P10				X			X			X		72%	13%	15%
P11			X				X			X		78%	15%	7%
P12				X			X			X		94%	2%	4%
P13				X			X			X		88%	5%	7%
P14			X				X			X		89%	0%	11%
P15				X			X			X		95%	0%	5%
P16				X			X			X		85%	0%	15%
P17				X			X	X		X		100%	0%	0%
P18				X			X			X		95%	4%	1%
P19				X			X			X		95%	3%	2%
P20				X				X		X		82%	1%	17%
P21			X				X			X		85%	0%	15%
P22			X				X			X		99%	0%	1%
P23				X			X			X		94%	0%	6%
P24				X			X			X		95%	1%	4%
P25				X				X		X		95%	3%	2%
P26				X				X		X		86%	9%	5%

P27			X				X			X		91%	6%	3%
P28				X			X			X		89%	7%	4%
P29				X			X			XX		79%	18%	3%
P30				X			X			X		72%	26%	2%
P31				X			X			X		65%	17%	18%
P32				X			X			X		85%	2%	13%

Tabela 3: Análise morfoscópica e composicional do setor 3. Bar – bem arredondado, Ar – arredondado, SAr – subarredondado, AS – subanguloso, A – anguloso, MA – muito anguloso; ND – não desgastado, D – desgastado, B – brilhante, F – fosco; BC – bioclastos, Qz – quartzo, MA – minerais acessórios, P – ponto.

AMOSTRAS	ARREDONDAMENTO						ESFERICIDADE		TEXTURA SUPERFICIAL			COMPOSIÇÃO		
	BAr	Ar	SAr	SA	A	MA	Alta	Baixa	ND	D		Clástico		BC
										B	F	Qz	MA	
SETOR 3														
P1			X					X		X		81%	1%	8%
P2			X				X			X		68%	2%	30%
P3			X				X			X		72%	2%	26%
P4			X				X			X		52%	3%	45%
P5		X					X			X		87%	3%	10%
P6			X				X			X		60%	2%	38%
P7			X				X			X	X	40%	1%	59%
P8			X				X			X	X	17%	3%	70%
P9				X			X			X		97%	0%	3%
P10				X			X			X		99%	0%	1%
P11				X			X			X		98%	0%	2%
P12				X			X			X		93%	5%	2%
P13			X				X			X		91%	8%	1%
P14				X			X			X		94%	6%	0%
P15				X			X			X		86%	14%	0%
P16				X			X			X		96%	3%	1%
P17				X			X			X		88%	0%	12%
P18			X				X			X		75%	6%	9%
P19			X				X			X		88%	4%	8%
P20				X				X		X		88%	0%	12%
P21				X				X		X		83%	0%	17%
P22				X			X			X		78%	8%	14%
P23				X			X			X		80%	4%	16%