



FEDERAL DE PERNAMBUCO-PE
TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

MARIA CRISTINA DA SILVA SALES DE MELO

**RECONHECIMENTO SEDIMENTOLÓGICO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS
COM POTENCIAL DE GRANULADOS MARINHOS SILICICLÁSTICOS. ESTUDO
DE CASO: RECUPERAÇÃO DAS PRAIAS DE PAULISTA(PE).**

RECIFE/2015



INA DA SILVA SALES DE MELO

RECONHECIMENTO SEDIMENTOLÓGICO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS COM POTENCIAL DE GRANULADOS MARINHOS SILICICLÁSTICOS. ESTUDO DE CASO: RECUPERAÇÃO DAS PRAIAS DE PAULISTA(PE).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Roberto Lima Barcellos e Co-orientada pelo Prof. Dr. Gelson Luis Fambrini, em preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Geociências. Área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, defendida e aprovada dia 10 de abril de 2015.

Recife, PE

- M528r Melo, Maria Cristina da Silva Sales de.
Reconhecimento sedimentológico para mapeamento de áreas com potencial de granulados marinhos siliciclásticos. Estudo de caso: recuperação das praias de Paulista (PE). / Maria Cristina da Silva Sales de Melo - Recife: O Autor, 2015.
78folhas; Ils.; e Tabs.
- Orientador: Prof. Dr. Roberto Lima Barcellos.
Coorientadora: Prof. Dr. Gelson Luis Fambrini
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociência, 2015.
Inclui Referências.
1. Geociências. 2. Plataforma continental interna. 3. Levantamento Sedimentológico. 4. Morfodinâmica. 5. Paulista (PE). 6. Erosão. I. (Orientador). II Título.



**NTOLÓGICO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS
COM POTENCIAL DE GRANULADOS MARINHOS SILICICLÁSTICOS. ESTUDO
DE CASO: RECUPERAÇÃO DAS PRAIAS DE PAULISTA(PE).**

Maria Cristina da Silva Sales de Melo

APROVADA

ROBERTO LIMA BARCELLOS

10 de abril de 2015

LUCIA MARIA MAFRA VALENÇA

10 de abril de 2015

CARLOS FERNANDO DE ANDRADE SOARES JÚNIOR

10 de abril de 2015

Meus agradecimentos a Deus, a quem me apoio nos momentos difíceis, ao Prof. Dr. Roberto Barcellos e o co-orientador Gelson Fambrini que, na qualidade de orientadores científicos muitos contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação, assim como pela paciência e apoio dispensados durante todo o trabalho.

Também registro minha gratidão, atenção e amizade do Prof. Dr. Valdir Amaral Vaz Manso, pela cooperação imprescindível na atividade de campo e pelas diversas sugestões que enriqueceram o trabalho.

Quero salientar também, e muitíssimo obrigada ao estimado Dr. Fernando Araújo que sempre com muito boa vontade contribuiu para o desenvolvimento das atividades em campo, a amiga Liza Ellen pela ajuda nas análises das amostras e a Técnica Luciana Dantas pelo auxílio nas realizações das análises dos perfis.

Gostaria finalmente de externar minha gratidão irrestrita a minha querida família pelo incentivo, amor e carinho incondicionais, especialmente ao meu esposo, que ao longo de nossa caminhada tem me dedicado imenso afeto e cumplicidade, e ao meu filho, George Henrique, pelo seu incentivo e compreensão em todos os momentos em que estive ausente, pois sem um lar baseado no amor e na confiança não teria chegado ao término deste trabalho.

A capes pela concessão bolsa de estudo.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo o reconhecimento sedimentológico da Plataforma continental interna adjacente de Paulista-PE, para utilização na recuperação das praias do município. A área de estudo compreendendo especificamente a orla marítima do município de Paulista - PE, entre a foz do Rio Doce a sul e o Pontal de Maria Farinha a norte. Além da análise sedimentológica da plataforma, por meio de dados obtidos pelo INPH 2000, foram realizados 6 perfis ao longo das praias visando analisar sua morfodinâmica e assim verificar as variações nos perfis praias ao longo do tempo, nos anos de 1999, 2013 e 2014. Os perfis buscaram identificar os processos dinâmicos relacionados à erosão e deposição na área estudada, comprovando que na grande maioria, as praias estão em processo de erosão marinha, ou melhor, com recuo gradual da linha de costa e decorrente destruição de patrimônio público e privado. A Plataforma interna adjacente da área de estudo, revelou uma área cuja distribuição sedimentar apresenta aproximadamente 90% de material siliciclástico, evidenciando uma reserva inferida correspondente do volume de 3.440.640m³, necessário para a realização do engordamento da área estudada para a recuperação das praias.

Palavras chave: Plataforma Continental Interna, Levantamento Sedimentológico, Morfodinâmica, Paulista(PE), Erosão, Jazida.

ABSTRACT

This work aims the sedimentological recognition of adjacent inner shelf from Paulista-PE, as field/source for beach nourishment of adjacent coastal beaches. The study area specifically comprising the coastline (sea) of the municipality of Paulista - PE, between the mouth of the Rio Doce river and the Pontal de Maria Farinha. In addition to the analysis of the sedimentary character of the shelf, obtained by INPH (2000), were performed 6 profiles along the beaches in order to analyze its morphodynamic and thus verify the variations in beach profiles over decades, in 1999, and seasonal, in 2013 and 2014. The profiles allows to identify the dynamic processes related to erosion and deposition in the study area, showing that most of the studied beaches are subjected to marine erosion processes, with gradual retreat of the shoreline with public and private building subjected to destruction. Within the results acquired by INPH, the results from the beach-profiles and the interpretation of the beach morphodynamics data, was possible to acquire a greater of the active dynamic processes and the modern sedimentation. The adjacent inner shelf of Paulista-PE revealed an area considered with approximately 90% of siliciclastic material, presenting an inferred reserve corresponding to a necessary of 3.440.640m³, to achieve the nourishment of the study area for beaches recover.

Keywords: Inner Continental Shelf, Sediments Survey, beach morphodynamics, Paulista(PE), erosion, field.

Figura 01- Mapa Localização da área de trabalho.....	12
Figura 02- Estimativa da Variação Relativa do Nível do Mar.....	13
Figura 03- Evolução do Porto de Recife.....	14
Figura 04- Evolução do Porto de Recife.....	15
Figura 05- Principais trajetórias do sedimento para a Plataforma Continental.....	17
Figura 06- Granulados bioclásticos.....	18
Figura 07- Quartzo hialino.....	21
Figura 08- Espigões no Bairro Novo, município de Olinda.....	23
Figura 09- Espigões e quebra-mares na orla marítima do município de Paulista - PE.....	24
Figura 10- Muro de proteção aderente reflexivo e impermeável município de Olinda - PE.....	25
Figura 11- Muro de proteção aderente dissipativo e permeável na Praia de Boa Viagem- PE.....	25
Figura 12- Engordamento Artificial Praia de Suape, município do Cabo de Santo Agostinho.....	26
Figura 13- Engordamento na orla de Candeias- Jaboatão dos Guararapes.....	27
Figura 14- Canal entre o litoral e a linha de recifes.....	29
Figura 15- Linha de recifes de baixa profundidade.....	29
Figura 16- Mapa batimétrico.....	30
Figura 17- Mosaico sonográfico no município de Paulista, com o padrão de alta reflexão.....	30
Figura 18- A costa brasileira mostrando os regimes de marés.....	32
Figura 19- Mapa Geológico do Quaternário Costeiro.....	37
Figura 20- Metodologia dos Pefis.....	38
Figura 21- Estufas para secagem de sedimentos do LGGM/UFPE.....	39
Figura 22- Balança de precisão (esquerda) usada na pesagem de 100g.....	39
Figura 23- O <i>rot up</i> utilizado no peneiramento seco.....	40
Figura 24- Análise dos conteúdos de carbonato em uma capela.....	40
Figura 25- Mapas de Localização dos perfis.....	42
Figura 26- Distribuição do Diâmetro médio.....	42
Figura 26 A- Distribuição do Diâmetro médio por perfil 2013.....	42
Figura 26 B- Distribuição do Diâmetro médio por perfil 2014.....	43
Figura 27- Distribuição do Grau de seleção.....	43
Figura 28- Vista da desembocadura do rio Timbó.....	44
Figura 29- Distribuição do Grau de seleção na área.....	44
Figura 30- Distribuição do Grau de Seleção na área.....	45

o das amostras plataforma continentais interna.....	46
da plataforma continental adjacente de Paulista ã PE....	46
Figura 33- Vista geral para sul do perfil 1 (Rio Doce)	49
Figura 34- Perfis de praia do perfil 1 (Rio Doce).....	49
Figura 35- Gráfico da Variação de volume- P1.....	50
Figura 36- Vista do perfil 2 (Janga).....	51
Figura 37- Perfil de praia do P2-(Janga).....	51
Figura 38- Gráfico da variação de volume do Perfil 2.....	52
Figura 39 - Localização do perfil 3 (Marina do Janga).....	53
Figura 40- Perfil de praia P3 (Marina do Janga).....	53
Figura 41- Gráfico da variação do Volume- P3 (Marina do Janga).....	54
Figura 42- Localização do perfil 4-Igreja N. S. Ó.....	55
Figura 43 - Perfil de Praia P4 (Igreja N. S do Ó).....	55
Figura 44- Gráfico Variação do volume- P4 (Igreja N.S. Ó).....	56
Figura 45- Localização do Perfil 5.....	57
Figura 46- Perfil de Praia P5.....	57
Figura 47- Gráfico variação do volume P5.....	58
Figura 48- Localização do Perfil 6.....	59
Figura 49- Perfil da praia P6.....	59
Figura 50- Gráfico variação do volume P6.....	60
Figura 51- Quadro geral de progradação e erosão do litoral de Paulista.....	62
Figura 52- Mapa da localização da jazida.....	63
Figura 53- Mapa de valores do diâmetro médio de superfície.....	64
Figura 54- Mapa de valores do diâmetro médio a 1 m de profundidade.....	64
Figura 55 - Mapa de valores do diâmetro médio a 2 m de profundidade.....	65
Figura 56 - Mapa de valores do diâmetro médio a 3 m de profundidade.....	65

Tabela 01- Valores absolutos dos Níveis Referências (RN).....	35
Tabela 02- Variação de volume P1.....	37
Tabela 03- Variação de volume P2.....	39
Tabela 04- Variação de volume P3.....	41
Tabela 05- Variação de volume P4.....	43
Tabela 06- Variação de volume P5.....	45
Tabela 07- Variação de volume P6.....	47
Tabela 08- Balanço Geral dos Perfis de 1999 x 2014.....	48

Sumário

1.Introdução	111
1.1 ã Objetivos	12
1.2 ã Localização da Área	112
1.3 Considerações sobre erosão marinha no litoral de Pernambuco	112
1.3.1 Causas Naturais da erosão	13
1.3.2 Causas Antrópicas da erosão	113
1.3.3 Causa de Herança Geológica	116
1.4. Aspectos da erosão marinha no litoral de Paulista (PE).	117
1.5. Granulados marinhos	118
1.5.1 Bioclásticos	118
1.5.2 Granulados marinhos litoclásticos	19
1.6 Técnicas de defesa do litoral	20
1.6.1 Espigões	22
1.6.2 Quebra-mares	23
1.6.3 Muros de proteção	24
1.6.4 Alimentação artificial das praias	25
2. Características gerais da área	27
2.1 Clima	27
2.2 Vegetação	27
2.3 Hidrografia	28
2.4 Morfologia e Sedimentologia da plataforma continental interna	28
2.5 Condicionantes oceanográficas	31
2.5.1 Marés	331
2.5.2 Regime de Ondas	332
2.5.3 Ventos	33
2.5.4 Correntes	33
2.5.5 Salinidade e Temperatura	34
3. Geologia do Quaternário Costeiro de Pernambuco	34
4. Materiais e Métodos	38
4.1 Perfis de Praia	38
4.2 Análise granulométrica	38
4.3 Determinação do teor de carbonato biodetrítico (CaCO ₃)	40
5. Sedimentologia da praia e plataforma continental interna	41
5.1 Introdução	41
5.2 Sedimentologia da praia	41
5.3 Sedimentologia da Plataforma continental interna	46
6. Morfodinâmica das praias de Paulista (PE)	47
6.1 Introdução	47



[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

.....	48
ânicos de Paulista-PE	49
6.3.1 Perfil 1	49
6.3.2 Perfil 2	52
6.3.3 Perfil 3	53
6.3.4 Perfil 4	55
6.3.5 Perfil 5	57
6.3.6 Perfil 6	59
6.4 Teores de Carbonato	61
6.5 Conclusões	61
7. Área potencial para prospecção de jazidas siliciclásticas	63
7.1 Generalidades	63
7.2 Resultados	63
8. Considerações Finais	67
9. Conclusões	69
10. Referência	71

1.Introdução

A zona costeira que representa um cenário de grande atividade econômica e alta concentração populacional, vêm sofrendo com a intensificação dos processos erosivos. Nesse sentido, os esforços para controlar esse fenômeno não se resumem apenas a uma ação de preservação ambiental, mas também constitui uma necessidade econômica (MANSO, 2006).

O litoral de Pernambuco, particularmente o da Região Metropolitana do Recife, vem apresentando um rápido crescimento demográfico, pelo uso intensivo da faixa costeira como área nobre para moradia e implantação de infra-estrutura para atender ao turismo na região. O incentivo governamental para o desenvolvimento do turismo nessas áreas litorâneas, que apresentam grande potencial paisagístico, tem como resultado o surgimento de pólos de lazer, induzidos ou espontâneos, que se distribuem ao longo da costa de Pernambuco, e cujos reflexos se fazem sentir pelas alterações no comportamento dos agentes naturais que controlam o equilíbrio da zona costeira (COUTINHO, et al 1993).

Esses problemas têm merecido a preocupação de alguns setores do poder público, principalmente das prefeituras dos municípios mais afetados e da população atingida, que têm adotado medidas emergenciais e descontínuas, de efeito duvidoso em longo prazo.

1.1 i Objetivos

O objetivo principal dessa dissertação foi realizar estudos sistemáticos visando o reconhecimento sedimentológico superficial e subsuperficial de porções da plataforma continental interna com potencial de granulados marinhos siliciclásticos, para utilização na recuperação artificial das praias de Paulista entre Janga e Maria Farinha, litoral norte de Pernambuco.

Objetivos Específicos do presente trabalho

- Avaliar a morfodinâmica sazonal e interanual das praias;
- Caracterizar a sedimentologia dos perfis praias e da plataforma interna;
- Mapear e delimitar potenciais jazidas na plataforma;
- Gerar subsídios para futuras obras de engenharia (engordamento) na área de estudo.

1.2.1 Localização da Área

A área estudada localiza-se entre os paralelos $7^{\circ}50'24''S$ e $7^{\circ}51'45''S$ e os meridianos $34^{\circ}48'30''W$ e $34^{\circ}49'50''W$, compreendendo especificadamente a orla marinha (marítima) do município de Paulista - PE, Região Metropolitana do Recife, entre a foz do Rio Doce a sul e o Pontal de Maria Farinha a Norte, perfazendo aproximadamente 13,6 km de extensão (Figura1).

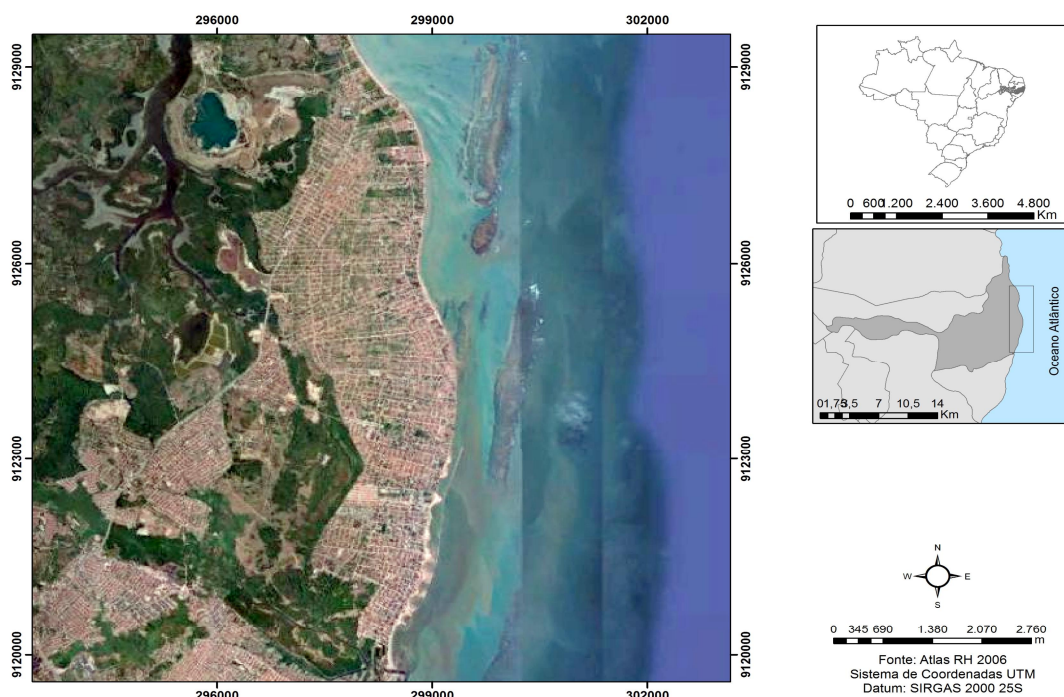


Figura 1 – Localização da Área de trabalho.

1.3 Considerações sobre erosão marinha no litoral de Pernambuco

A costa de Pernambuco caracteriza-se por um caráter transgressivo, com grande desenvolvimento de estuários e manguezais, plataforma continental estreita coberta por sedimentos carbonáticos e com grande desenvolvimento de recifes (KEMPF, 1979). Tal configuração, aliada à ausência de dunas e ao fraco fornecimento de sedimentos pelos rios, confere a esta costa uma grande vulnerabilidade. Estas considerações, ora agravadas por intervenções antrópicas, são responsáveis pelos graves problemas relacionados com a erosão marinha que atingem cerca de 45% das praias do Estado. Salientando que o litoral de Pernambuco tem apenas 187 km de extensão (MAI, 2008).

Os estudos maregráficos, em escala global, têm mostrado que o nível relativo do mar atualmente apresenta uma tendência à elevação lenta, da ordem de 0,2 a 0,3 mm/ano (Fig.2). Uma visão pessimista aponta uma tendência de aumento de 1.2mm/ano (IPCC, 2013).

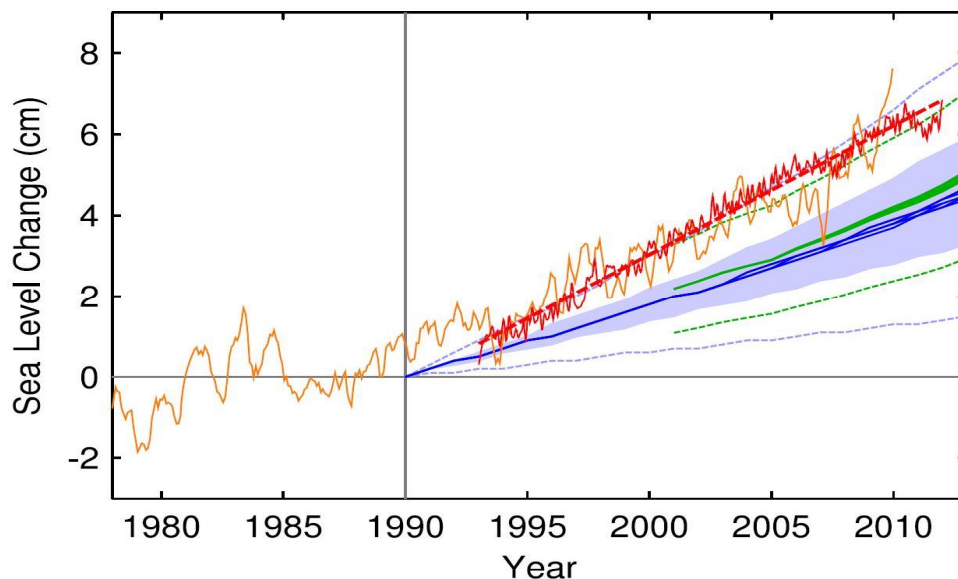


Figura 2-Estimativa da Variação Relativa do Nível do Mar (VRNM) Fonte: IPCC/2013.

Foi constatado que uma elevação do nível do mar pode interferir no estado de equilíbrio das praias, através da perda de sedimento e recuo das mesmas. O perfil da praia migra em direção à terra devido à erosão do estirâncio superior ou da pós-praia e o material vai se acumular na face litorânea (SUGUIO, 2003).

Uma nítida diminuição da quantidade de sedimento (areia) sobre a costa, uma lenta elevação do nível do mar, são causas que, isoladamente, não têm capacidade suficiente para explicar a erosão generalizada sofrida atualmente pelas praias. Mas, agindo conjuntamente, elas podem criar condições desfavoráveis que ameaçam a estabilidade, permitindo um recuo das praias, muitas vezes acelerado pelos efeitos das intervenções humana (MANSO, 1992).

1.3.2 Causas Antrópicas da erosão

De acordo com o projeto MAI (2008) os trabalhos realizados nos rios geralmente reduzem consideravelmente seu papel de principal fornecedor de material sólido à costa.

do efeito de represamento (ñdam effectò) representam sedimentos.

A exploração indiscriminada de areia das dunas, pós-praia e antepraia, para construção civil e aterros, agrava seriamente o déficit de sedimentos nas praias e acelera o seu processo erosivo (MAI, 2008).

Trabalhos portuários no litoral, como aqueles decorrentes da construção ou ampliação do Porto de Recife, afeta a corrente de deriva litorânea e o transporte do material, modificando a evolução da linha de praia (Fig. 3).



Figura 3- Evolução do Porto de Recife (PE). Foto: Manso, 2008.

Processos de assoreamento ocorrem contra o molhe que freia a corrente costeira, enquanto que nos setores situados a sua jusante ocorrem erosão e recuo de linha de costa, como está ocorrendo na área de influência do Porto de Recife (MAI, 2008).

Grande concentração de obras civis no domínio litorâneo, tais como edifícios, passeios, estradas, diques, entre outros, sobre as dunas frontais e a pós-praia, além de agredir a paisagem, contribuem para aumentar o déficit de sedimentos e, consequentemente, causar a erosão das praias (Fig. 4).



Figura 4- Praia de Boa Viagem- Recife/ PE. Foto: Manso, 2008.

Por outro lado, reduzindo-se a largura do estirâncio, diminui-se o poder dissipador das ondas, causando erosão mais intensa das praias. Deste modo, torna-se necessário proteger do ataque do mar as construções imprudentemente implantadas muito próximas da linha de praia.

Os primeiros registros sobre o problema de erosão no litoral de Pernambuco devem-se a Ferraz (1914), estando relacionados com a construção do Porto do Recife em 1909, que modificaram as correntes litorâneas que atingem o município de Olinda.

Posteriormente, os aterros de mangues, verificados na foz do Rio Beberibe (divisa dos municípios de Recife e Olinda), contribuíram para acelerar o processo erosivo já instalado na Praia dos Milagres (Olinda) (Manso, 1992).

Em 1953, estudos encomendados ao Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique Neyrpic (Grenoble, França), recomendaram a construção de 2 quebra-mares semi-submersas e 3 espigões curtos, que foram construídos nas praias dos Milagres e Farol.

No entanto, o problema não foi satisfatoriamente solucionado, ocasionando a transferência da erosão para praias mais ao norte (Bairro Novo, Casa Caiada e Janga) e atualmente atinge grande parte do litoral de Paulista.

Segundo Neves *et al.* (1991), o crescimento da cidade do Recife deu-se em duas direções, inicialmente ao longo dos rios, principalmente do rio Capibaribe e no litoral. As Praias de Candeias, Piedade e sul de Boa Viagem, que se encontravam estáveis, passaram, então, a apresentar problemas de erosão, decorrentes da urbanização desordenada, que levou à ocupação de toda faixa de praia, impermeabilizando-a e consequentemente impedindo a troca

...itos costeiros ali situados, contrastando com o setor norte do Pina, onde apresenta uma progradação acentuada com a presença de pequenas dunas frontais. Desta situação, decorreram obras emergenciais de engenharia para proteção dos imóveis, quase sempre sem um estudo técnico-científico que, além de não solucionarem os problemas, transferiram-no para áreas adjacentes.

Atualmente, a erosão marinha é um problema verificado em aproximadamente 1/3 das praias de Pernambuco, tendo como causas fatores de origem natural e/ou antrópica (MANSO,1995).

As praias pernambucanas com situação mais crítica (erosão intensa) são as Praias do Pilar (Itamaracá), Janga (Paulista), na qual verificou-se um avanço do mar de aproximadamente 100m nos últimos 10 anos, Casa Caiada (Olinda), sul de Boa Viagem (Recife) que chega a apresentar localmente, uma taxa de erosão para os últimos 22 anos, de 1m/ano, Candeias (Jaboatão dos Guararapes), estuário de Barra de Jangadas, Suape (Cabo), Guadalupe e Toquinho (Sirinhaém).

O trecho sul da Praia de Boa Viagem, a mais renomada do ponto de vista turístico do litoral de Pernambuco, sofreu no mês de agosto de 1994, violento processo de ataque das ondas, resultando na destruição do *ñcalçadão* ao longo da orla e levando a Prefeitura da Cidade do Recife, concentrar esforços visando solucionar o problema (MANSO, 1992).

1.3.3 Causa de Herança Geológica

Do ponto de vista geológico, o litoral do Nordeste do Brasil teve desde sua origem um pequeno aporte de sedimentos continentais. Observando o mapa (Fig.5) vê-se o grande aporte de material proveniente das bacias intracratônicas do Amazonas e do Paraná alimentando o extremo norte do país e o sul. Na área do NE pequenas bacias cenozóicas, bacia Potiguar no RN e Recôncavo e Cumaru ã BA/SE, contribuem com pequenas quantidades de sedimento para o litoral. Esta situação geológica caracteriza a área do nordeste como sendo ñpobre em sedimentos para serem distribuídos pela deriva litorânea, sendo classificada como uma costa faminta ñGoshò (DOMINGUEZ *et al*, 1992).

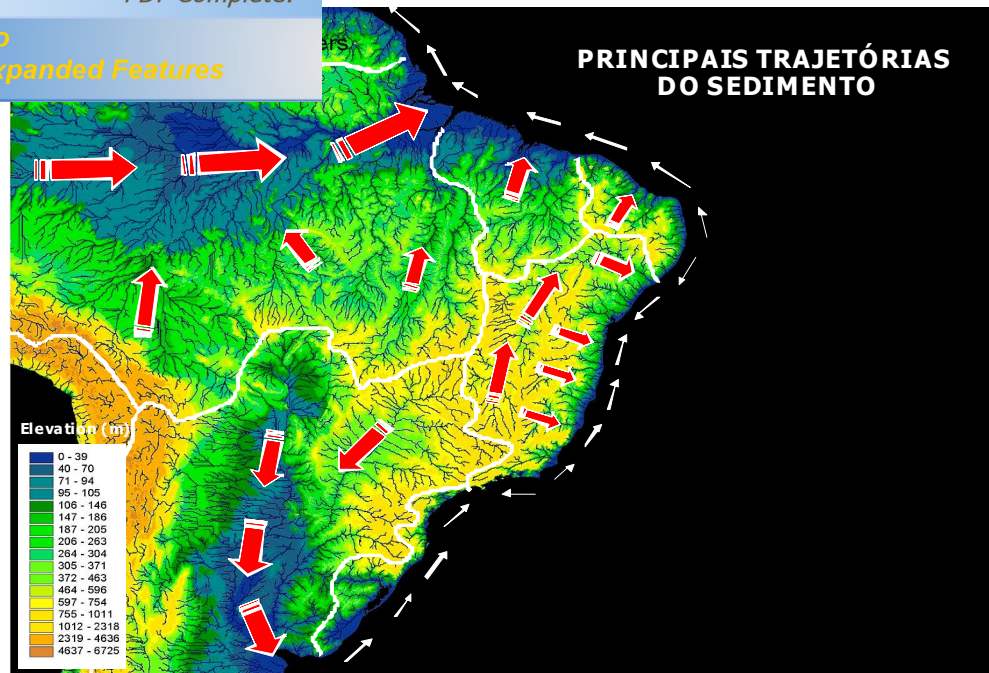


Figura 5 - Principais trajetórias do sedimento para a Plataforma Continental (Dominguez *et al*, 1992).

1.4. Aspecto da erosão marinha no litoral de Paulista (PE).

A eficiência das intervenções num dado trecho de praia está diretamente correlacionada a dois fatores distintos: o tipo de obra adotado e à qualidade dos dados hidrossedimentológicos existentes (MANZO, 1992).

Ao longo da costa da RMR se encontram zonas sujeitas a uma dinâmica diferenciada, intimamente dependente dos fatores físicos costeiros locais. Estas condições, muitas vezes mal conhecidas, e a localização das obras ambientalmente incorretas, favorecem o início agressivo do processo de degradação da linha de costa, mais conhecido como erosão, que se agrava pelo aumento da ocupação (inadequada) da orla.

Com a finalidade de corrigir ou minorar o problema, foram implantadas ao longo do tempo na orla de Paulista, diferentes tipos de estruturas, todas visando a proteção de propriedades públicas e/ou privadas e na maioria dos casos realizadas em caráter emergencial. Atualmente, muitas destas estruturas se mostraram parcialmente ineficientes quanto à proteção pretendida.

Em Paulista as estruturas de proteção costeira têm a seguinte distribuição:

- À 1.850 m de enrocamentos e muros (40 %),
- À 280 m de espigões e molhes (6 %),
- À 2.520 m de quebra-mares (54 %).

eto MAI(2008) neste município repete-se o modo de enrocamentos, espigões e quebra-mares. Esta última estrutura, embora construída com altura bastante elevada, causa proteção parcial da linha de costa. Também, o preenchimento da praia, após a construção dos quebra-mares, com sedimentos de composição e tamanhos inadequados pode estar relacionada aos focos de erosão instalados em alguns trechos da praia.

1.5. Granulados marinhos

1.5.1 Bioclásticos

Os granulados bioclásticos marinhos são formados principalmente por algas calcárias. Apenas as formas livres (*free-living*) das algas calcárias, tais como rodolitos, nódulos, e seus fragmentos, são viáveis para a exploração econômica, pois constituem depósitos sedimentares inconsolidados, facilmente coletados através de dragagens (DIAS, 2001). A figura 06 mostra as variações de granulados bioclásticos na área de estudo coletadas pelo projeto GRANMAR ï LGGM/CPRM-2008.



Figura 06-granulados bioclásticos - (GRANMAR, 2008).

As algas calcárias representam os organismos que mais crescem carbonato cálcio em seu interior entre os seres da natureza, sendo compostas principalmente de carbonatos de cálcio e magnésio, contendo também, mais de 20 oligoelementos, presentes em quantidades variáveis tais como ferro (Fe), boro (B), potássio (K), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo), silício (Si), fósforo (P) e estrôncio (Sr).

vermelhas são as maiores produtoras de carbonato da importante compreender a contribuição das algas calcárias na sedimentação em ambientes de plataforma e recifes (COUTINHO,1976).

As algas calcárias se acumulam preferencialmente em locais que possuem condições mais favoráveis de correntes, ventos, marés, aporte de nutrientes, temperatura e biodiversidade associada. Estes sítios devem ser preservados na sua totalidade sempre que possível pela sua importância funcional no equilíbrio da concentração de CO₂ na atmosfera planetária.

1.5.2 Granulados marinhos litoclásticos

Granulados litoclásticos marinhos são as areias e cascalhos, originados do continente, depositados na plataforma continental e retrabalhados pela ação conjunta das ondas e correntes marinhas. A maioria dos depósitos são de granulados pretéritos, associados a episódios de nível de mar baixo, quando os canais fluviais e geleiras estendiam-se até a borda da plataforma continental, sendo posteriormente retrabalhados durante os eventos de elevação do nível do mar e remanescendo como depósitos afogados. Constituem importantes insumos minerais para uso industrial e para obras de engenharia costeira. A exploração destes bens minerais tem observado um aumento significativo nas últimas décadas, em associação com o decréscimo das reservas no continente (SILVA *et al.* 2000).

Dentre os principais países envolvidos na exploração de granulados marinhos, destacam-se os Estados Unidos, Japão, Inglaterra, França, Países Baixos e Dinamarca. A exploração destes recursos marinhos é facilitada pela proximidade entre os grandes centros consumidores, que, em sua maior parte, se situam na zona costeira, e pela facilidade de acesso ao local de extração e de transporte de grandes volumes de material diretamente para o local de utilização. A maioria das reservas e áreas de extração situa-se na plataforma continental interna (SILVA *et al.*, 2000).

No Brasil, Martin (1997) estabeleceu para as areias da plataforma interna do Rio Grande do Sul quatro litofácies, das quais duas apresentaram potencial de exploração para engordamento (regeneração) de praias, segundo as normas do US Army Coastal Engineerinring Research Center (CERC).

Os cascalhos e areias litoclásticos são utilizados principalmente na indústria da construção e para projetos de engordamento (regeneração) de praias. Mas, também podem ser aproveitados na indústria química, na indústria de vidro, em abrasivos e para moldes de

hidrocarbonetos de petróleo, são atualmente os depósitos os oceanos. Seus depósitos usualmente medem de dezenas a centena de metros de largura, centenas de quilômetros de extensão e 10 a 20 metros de espessura (REINECK & SINGH, 1980).

Estima-se que na plataforma continental dos Estados Unidos, ocorram mais de 21 bilhões de toneladas de areia e cascalho a uma distância de 5 km da costa (US CONGRESS, 1987 apud CRONAN, 1992).

Os agentes oceânicos, como as ondas, correntes marinhas e correntes de maré, são responsáveis pelo retrabalhamento dos granulados litoclásticos que chegam ao litoral. Este processo origina os principais tipos de depósitos arenosos costeiros, como os cordões litorâneos e ilhas barreiras, os bancos de areia de desembocadura fluvial que formam a frente deltaica e os deltas de maré enchente e vazante comumente presentes nas desembocaduras de canais de maré em sistemas lagunares e estuarinos (MASSELINK & HUGHES, 2003).

A geometria e extensão de tais depósitos são função de diversos fatores, dentre os quais o volume e disponibilidade do suprimento sedimentar, a granulação e composição mineralógica dos sedimentos, a topografia antecedente do local de sedimentação e a intensidade e frequência dos agentes energéticos do meio receptor, acrescentando-se a tudo isto a recorrência da ação destes processos ao longo do tempo geológico.

Nas plataformas continentais em todo o mundo, a maioria dos depósitos litoclásticos é decorrente das mudanças do nível de mar relativo. A estes eventos associam-se os processos de retrabalhamento, acúmulo, dispersão e seleção granulométrica dos sedimentos (COUTINHO, et al 1993).

Depósitos de granulados litoclásticos são comuns nas plataformas continentais de todo o mundo, associados a paleo-canais afogados pelos eventos de elevação do nível do mar. Devido à competência do fluxo fluvial, os canais tendem a ser preenchidos por cascalho na sua base, passando a sedimentos de menor granulometria para o topo. Com a subida do nível do mar, estes paleo-canais podem ser parcialmente preenchidos por sedimentos do lençol arenoso transgressivo (SUGUIO, 1973).

Também, em áreas de latitudes mais elevadas, durante os períodos glaciais, depósitos de tilitos e cascalhos desenvolveram-se nas regiões expostas da plataforma continental durante as fases de nível de mar baixo, marcando a extensão do avanço das geleiras. Estes depósitos foram parcialmente afogados pelos eventos transgressivos subsequentes, sendo igualmente retrabalhados pelas ondas e correntes e remanescendo como importantes depósitos de granulados litoclásticos na plataforma continental (SWIFT *et. al* 1971).

armémio de dragas de caçamba ou dragas hidráulicas, que
rino para grandes barcas e navios, ou por dragagem
hidráulica diretamente para o local de interesse, no caso de projetos de engordamento
(regeneração) de praias. Existem dois tipos de dragas hidráulicas principais: dragas fixas, que
são indicadas para retirada de material de reservas espessas, localizadas, como no caso de
canais fluviais submersos e dragas móveis, que operam sempre em movimento, dragando o
material do fundo em jazidas esparsas e de pequena espessura. Estas dragas utilizam bombas
potentes, com capacidade para bombear cerca de 2.600 toneladas de material por hora, em
lâminas d'água de até 50 m (SILVA & BREHME, 2000).

Na área de estudo podemos encontrar material siliciclástico constituído por quartzo
hialino bastante arredondado, conforme mostra a figura 07.

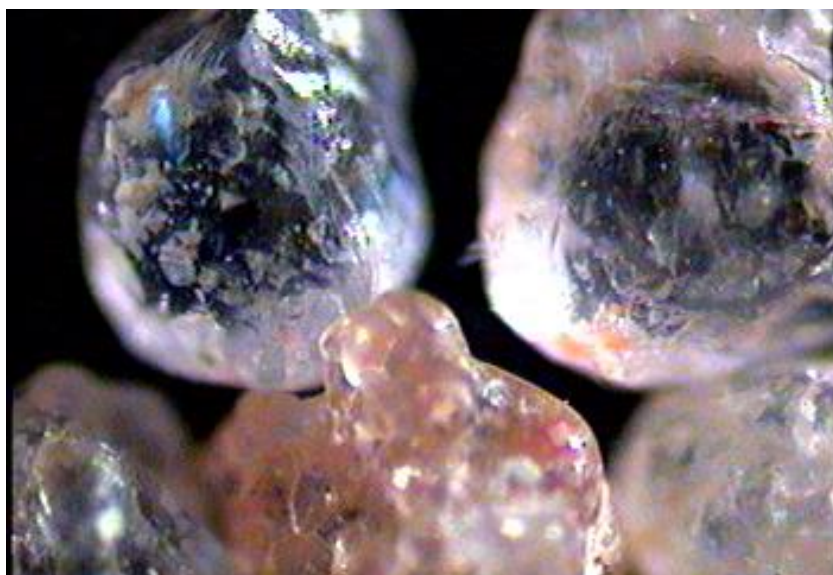


Figura - 07- Quartzo hialino (GRANMAR, 2008).

1.6 Técnicas de defesa do litoral

Obras para defesa de costa são amplamente utilizadas em todo o mundo. Na França, por exemplo, para um litoral de 4.471 Km, existem cerca de 97 m de comprimento de obras por quilómetro. No Japão, para 31.000 Km de costa, encontram-se mais de 8.000 Km de muros de proteção, cerca de 1.500 quebra-mares e mais de 10.000 espigões, além das estruturas de proteção associadas aos mais de 4.000 portos do país (PASKOFF, 1985).

mente observado no litoral brasileiro, prioritariamente os processos de urbanização e está associado diretamente com as atividades antropogênicas desenvolvidas nestas áreas.

A interferência humana, de várias formas, no caso particular do litoral do município de Paulista (PE), é o principal fator responsável pelo desequilíbrio da dinâmica sedimentar e consequentemente do incremento da erosão costeira.

A defesa das praias é uma atividade onerosa e complexa, exige interferências amplas e com medidas de proteção parciais e inadequadas, na maioria das vezes, o processo erosivo é acelerado.

Um planejamento eficiente, estético e principalmente econômico, objetivando solucionar ou minimizar os efeitos decorrentes da erosão, deve considerar todas as variáveis naturais e antrópicas que intervêm no processo e fundamentalmente ser implantado em todo segmento costeiro em recuo, para que os objetivos estabelecidos sejam amplamente atingidos.

A seguir serão descritos, resumidamente, os tipos de obras mais comumente usadas, suas características, vantagens e desvantagens.

1.6.1 i Espigões

São obras dispostas perpendicularmente à linha de costa, normalmente ultrapassando a zona de arrebentação, com o objetivo de reter o sedimento transportado pela corrente da deriva litorânea.

Esse tipo de intervenção é recomendado para praias que apresentam grande volume de transporte litorâneo. Nesses casos eles podem estabilizar trechos de praia que passam a apresentar um aspecto segmentado.

A grande desvantagem deste tipo de intervenção é provocar um agravamento da situação à jusante do setor protegido e de deslocar o problema, muitas vezes ampliado, para outro local que passa a apresentar um recuo da linha de praia devido à erosão. É um tipo de obra muito comum, tendo sido usado, por exemplo, para proteção do litoral de Olinda (Fig. 08).



Figura 8-Espigões no Bairro Novo, município de Olinda (MAI, 2008).

1.6.2 - Quebra-mares

São obras longitudinais em relação à linha de praia, que diferem dos muros de proteção por serem implantadas a uma certa distância da praia.

Os quebra-mares têm perfil trapezoidal construídos com material de grande tamanho (blocos de rocha, concreto, tetrápodes) e têm como objetivo principal amortecer o ataque das ondas antes que elas atinjam a praia.

Para se proteger uma praia, pode-se dispor de várias estruturas de quebra-mares, cujos espaçamentos e distâncias da linha de praia devem ser calculados de modo a permitir que as ondas ao penetrarem através de seus espaços sejam igualmente amortecidas quando atingirem a praia. Esse tipo de intervenção foi empregado na praia da Casa Caiada (Olinda).

Esse tipo de obra é mais indicado para costas de baixa amplitude de marés e têm a vantagem de criar entre os quebra-mares e a linha de praia, uma zona de sombra onde se produz um assoreamento, mas apresentam o inconveniente de provocar o processo de erosão no setor adjacente à jusante da corrente.

Os quebra-mares podem ser projetados para permanecerem submersos, amortecendo o ataque das grandes ondas permitindo a passagem das pequenas ondas, evitando uma interrupção total do transporte litorâneo, impedindo que ocorram sedimentos lamosos tão prejudiciais à balneabilidade das praias (Figura 9).

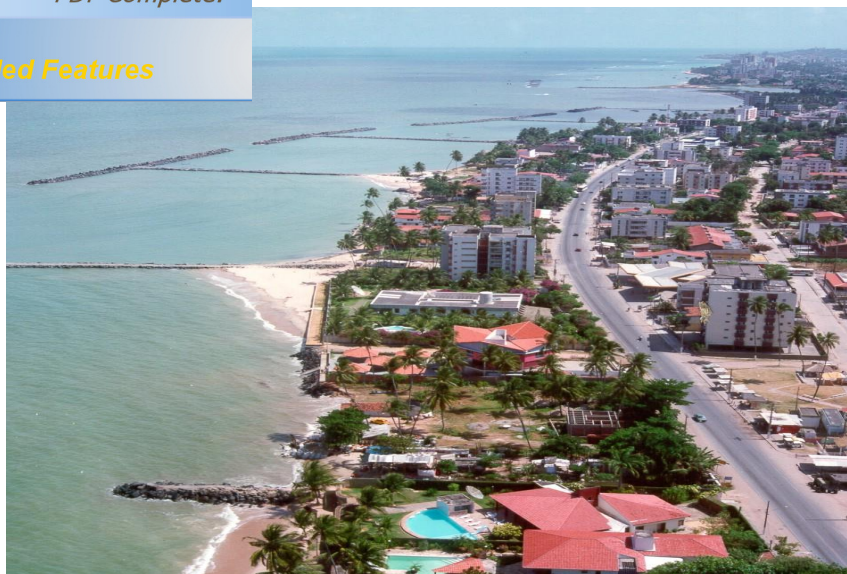


Figura 9- Quebra-mares e espigões na orla marítima do município de Paulista-PE- (MAI, 2008) .

1.6.3. Muros de proteção

São obras de defesa geralmente dispostas paralelamente à linha de praia, muitas vezes associadas a enrocamentos. São construídas com o objetivo de proteger do ataque frontal das ondas. Tais construções são geralmente instaladas, de forma imprudente, muito próximas ao mar, sejam sobre duna frontal ou pós-praia.

Se os muros forem bem construídos e com boa manutenção, podem assegurar a proteção das praias ameaçadas. Entretanto, eles apresentam o grande inconveniente de impedir todas as trocas de areia entre a duna e o estirâncio, as quais são necessárias ao bom equilíbrio do sistema. Com a redução da largura da praia (estirâncio), ocorre uma concentração de energia de arrebentação das ondas que vai provocar um aumento da turbulência da água e consequente aceleração da erosão da praia (Figuras 10,11)

Esta situação é muito comum em todo litoral pernambucano, onde as construções avançando sobre a praia, sofrem ação das ondas e para sua proteção são feitas intervenções que vão tornar as praias impróprias ao lazer.

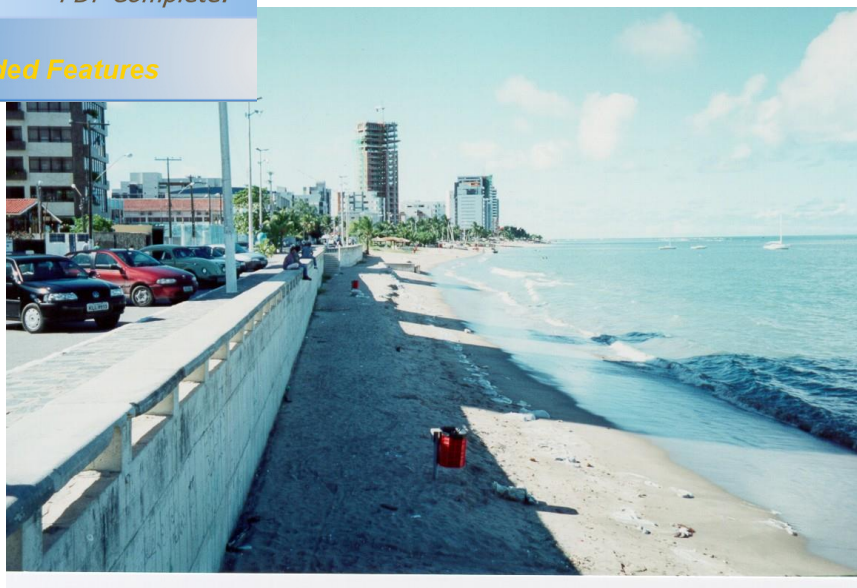


Figura 10- Exemplo de muro de proteção aderente reflexivo e impermeável na orla marítima do município de Olinda- PE.

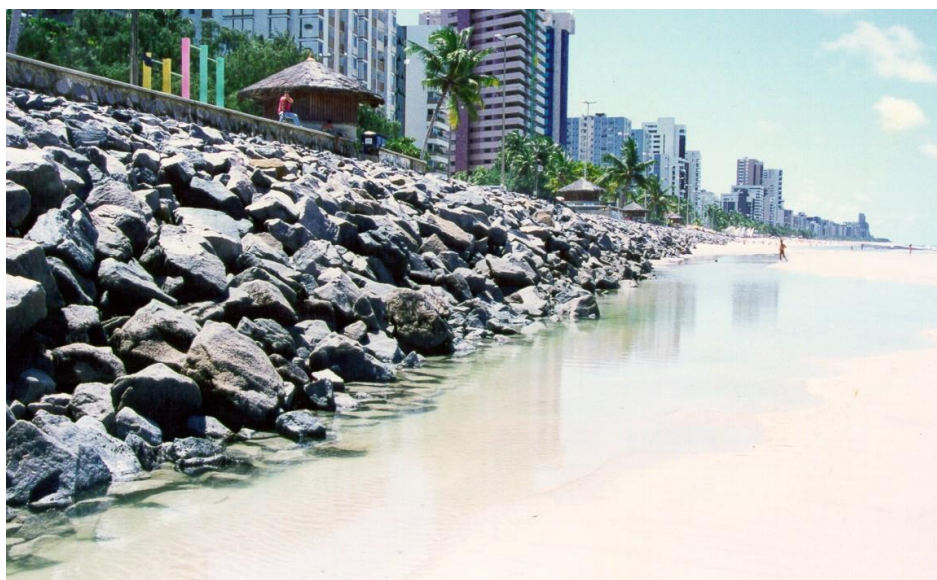


Figura 11 - Exemplo de muro de proteção aderente dissipativo e permeável na praia de Boa Viagem, orla marítima do município de Recife-PE.

1.6.4 - Alimentação artificial das praias

Diferente das obras anteriores, essa intervenção tem por finalidade corrigir o déficit sedimentar da praia, injetando areia para restabelecer o perfil de equilíbrio, sem perturbar os processos naturais atuantes no litoral.

É um método muito utilizado em várias praias de todo o mundo e menos agressivo do que as intervenções anteriormente descritas. O material a ser utilizado deve estar o mais próximo possível da obra e ser muito semelhante ao que constitui a praia que se quer

plataforma continental interna adjacente, mas em alguns de dunas mais afastado. Em ambos os casos, antes de proceder a retirada do material, deve-se efetuar um estudo integrado para identificar os possíveis impactos ambientais decorrentes da extração de areia.

Dois trabalhos de grande porte deste método de proteção costeira foram implementados no nosso litoral, um na praia de Suape (Fig.12) e outro nas praias do município de Jaboatão dos Guararapes (Fig.13).



Figura 12- Exemplo de Engordamento Artificial na praia de Suape, orla marítima do município do Cabo de Santo Agostinho. Foto: Valdir Manso, 2000.



Figura 13- Engordamento na orla de Candeias- Jaboatão dos Guararapes. Foto: Valdir Manso, 2013.

2. Características gerais da área

2.1. Clima

O clima predominante é quente e úmido, do tipo Asôe Amôs, segundo a classificação de Köppen, correspondendo a tropical úmido com estação chuvosa de outono ã inverno (CPRH, 2001). A precipitação pluviométrica varia entre 1.000 e 2.000 mm/ano, concentrada nos meses de abril a junho, cuja média é superior a 1.700 mm por ano. A temperatura média anual é de 25,2°C, com uma média pluviométrica acima de 2.200 mm, nas áreas litorâneas, decrescendo à medida que se afastam do litoral (PCR, 2000).

2.2 Vegetação

A vegetação era originalmente uma Floresta Tropical Pluvial Úmida, a conhecida ãMata Atlânticaò, com jacarandás, perobas, cedros, embaúbas, pau-brasil, entre outros, e vegetação arbustiva de menor porte; encontra-se hoje bastante devastada e reduzida a pequenos núcleos, decorrente da modificação antrópica desde os tempos coloniais, substituindo-a pela monocultura da cana-de-açúcar. Nas áreas litorâneas inundadas ocorrem típicos mangues com vegetação onde sobressaem *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racenosa* e *Avicennia sp.*

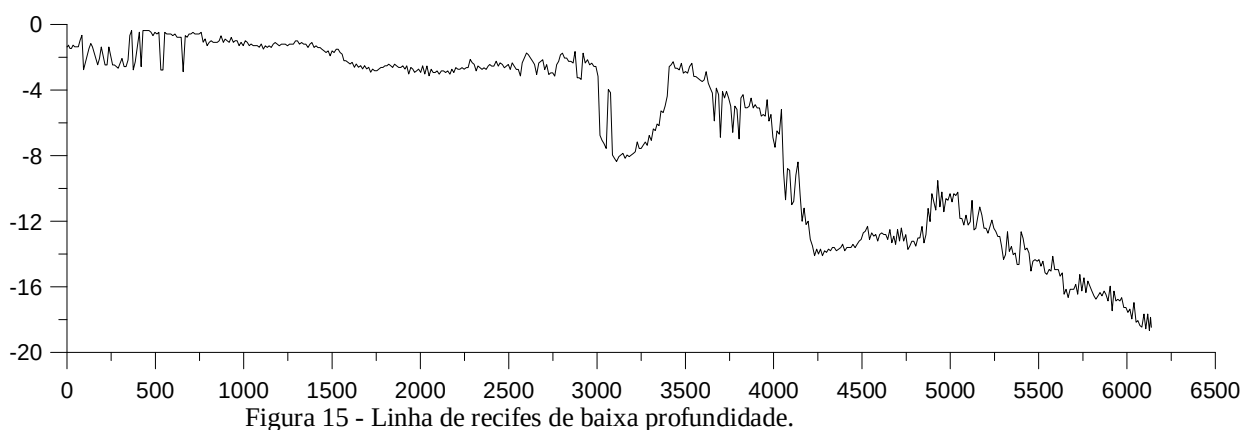
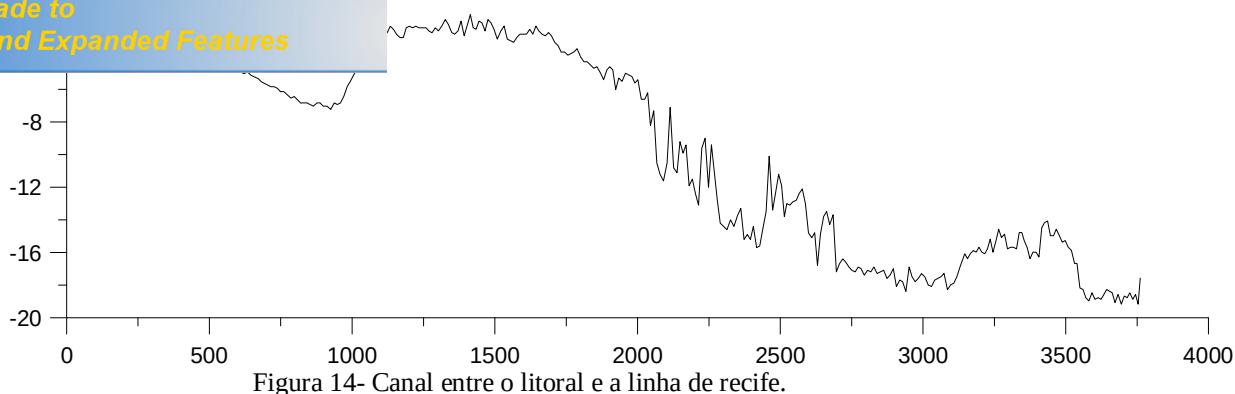
A área pesquisada integra a bacia hidrográfica GL-1 que compreende um conjunto de sete sub-bacias: do rio Arataca, do rio Botafogo, do rio Jaguaribe, do rio Igarassu, do rio Timbó, do rio Paratibe e do rio Beberibe.

A sub-bacia do rio Timbó ocupa 32,5% da superfície do município de Abreu e Lima, 25,7% de Paulista e 7,7% do município de Igarassu, totalizando cerca de 9.296ha de extensão, ou 6,8% da superfície do litoral norte do Estado (CPRH, 2001). Ainda segundo esta entidade, a rede hidrográfica do rio Timbó limita-se ao norte com a sub-bacia do rio Igarassu e a microbacia do rio Engenho Novo; ao sul, com a sub-bacia do rio Paratibe; a oeste, com a junção das bacias dos rios Igarassu e Paratibe; e a leste, com microbacias da planície costeira, geralmente formadas por arroios que surgem na encosta dos tabuleiros ou terraços.

2.4 Morfologia e Sedimentologia da plataforma continental interna

Trabalhos efetuados pelo projeto MAI (2008) – Monitoramento Ambiental Integrado, realizados pelos departamentos de Geologia e Oceanografia da UFPE em 2001, tais como batimetria e sonografia (sidescan sonar), mostraram com bastante precisão as características morfológicas da plataforma continental interna adjacente do município de Paulista, constatando-se importantes feições que interferem diretamente nos processos costeiros da área.

A morfologia da plataforma é rasa, com profundidade máxima de 2m entre a linha de recifes e o litoral, chegando a 18 m na sua parte externa. A presença de recifes submersos é sua característica principal. Constata-se em Janga um padrão semelhante à Piedade, com a formação de um canal entre a costa e a linha principal de recife, este distante 1000m da praia (Fig.14). Em direção ao Norte (Fig.15), aflora na baixa-mar uma linha de recifes que se estendem até a foz do Rio Timbó. Neste trecho levantado pela batimetria, a principal feição detectada, foi um canal localizado ao Sul da desembocadura do rio Timbó, indicando um possível paleocanal (Fig.15, MAI 2008).



Segundo dados do Projeto MAI (2008), a plataforma continental adjacente ao município de Paulista identifica-se padrões de alta reflexão associados a substratos consolidados em alguns trechos isolados. No entanto, a maior parte do mosaico evidencia um padrão de baixa reflexão, indicativo de sedimentos finos (de areia fina a lama), como observado na figura 17.

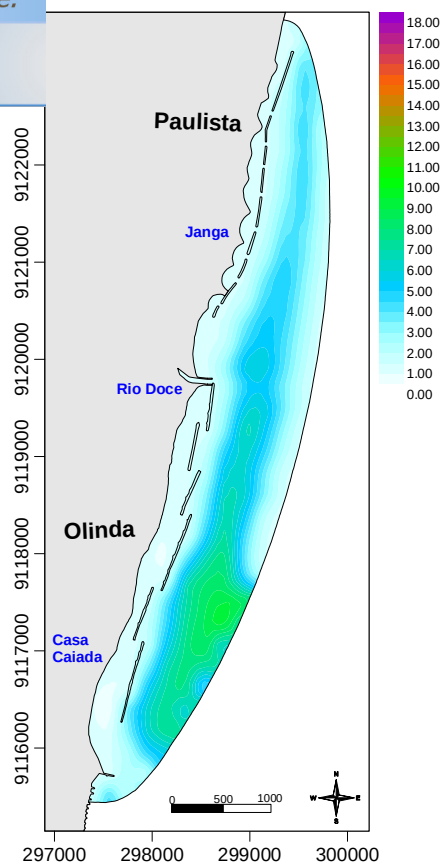


Figura 16 - Mapa batimétrico (MAI, 2008).

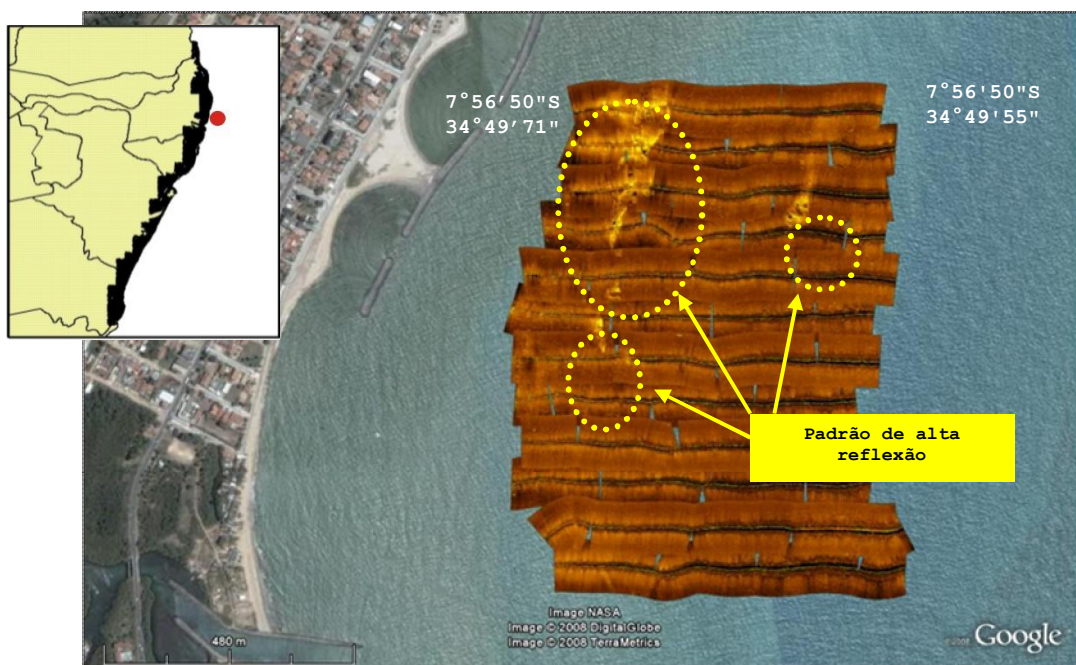


Figura 17 - Mosaico sonográfico no município de Paulista, com destaque para o padrão de alta reflexão (MAI, 2008)

Interna na região estudada apresenta um relevo bastante irregular com recifais em diversos níveis de profundidade, além de paleocanais e outras feições associadas.

Essa complexidade na morfologia de fundo influencia de maneira significativa os processos hidrodinâmicos que ocorrem na região, principalmente na grande mobilidade das areias plataformais ocasionando em toda sua extensão e influenciando decisivamente no processo erosivo ali constatado.

A sedimentologia da plataforma interna foi descrita por Manso *et al.* 2006 e caracterizada pela presença de areia fina e cascalho litogênicos siliciclasticos e com baixos teor orgânicos. Também observado em Oliveira *et al.*, 2014.

2.5 Condicionantes oceanográficas

Diversos parâmetros marinhos, por influenciar sobremaneira os processos que ocorrem em zonas costeiras, podem ser considerados num estudo sobre a sedimentação praial e de plataforma, de modo que serão abordadas neste sub-item as seguintes variáveis oceanográficas, sempre relacionando-as à região das praias de Paulista até a foz do rio Timbó: regime de marés, regime de ondas, ventos, correntes litorâneas, salinidade e temperatura.

2.5.1 Marés

As marés constituem um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra. Devido à oscilação periódica do nível do mar inerente a sua existência, as marés constituem-se em importantes agentes da dinâmica marinha e um dos fatores determinantes na geomorfologia de áreas costeiras (HAYES, 1979).

As marés variam principalmente em função da fase lunar, da latitude, estação do ano, forma da linha de costa, tamanho e profundidade da bacia oceânica. Estas mudanças cíclicas podem se repetir num período de 12h (maré semi-diurna), 24h (maré diurna) ou períodos variáveis (maré mista), sendo então também denominadas de ciclo de marés ou ondas de marés. Estas exercem uma grande influência nas feições morfológicas e sedimentológicas das praias e estuários.

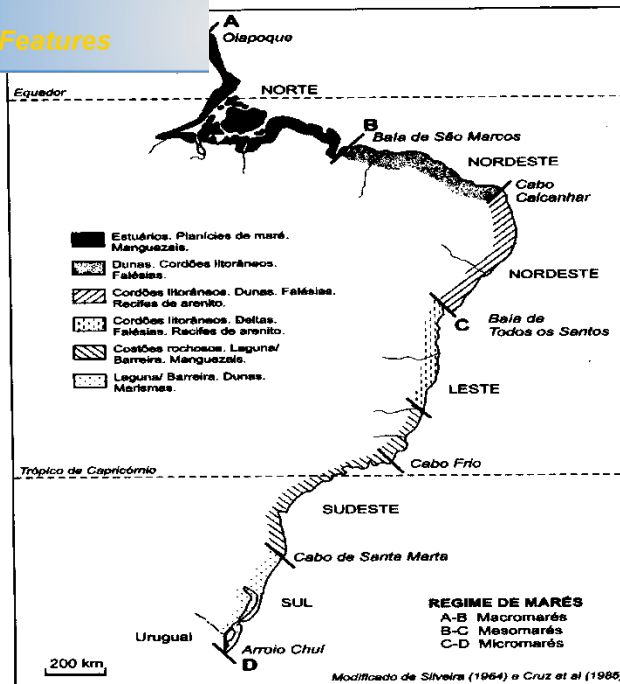


Figura 18- A costa brasileira mostrando os regimes de marés predominantes atuantes em cada região (Souza et al, 2005)

Hayes (1979) propôs uma classificação de marés, na qual se distinguem: micro-marés (0-1m), meso-marés fracas (1-2m), meso-marés fortes (2-4m); macro-marés fracas (4-5m) e macro-marés (>5m). SOUZA *et al.* (2004) subdividiu a costa brasileira em cinco setores (Fig.18), com diferentes regimes de marés. Na área onde se encontra o estuário do rio Timbó, assim como na costa pernambucana em geral, as marés que incidem são as meso-marés, dominadas por ondas e sob a ação constante dos ventos alísios. Conforme Porto Neto (1998), ocorrem marés semi-diurnas com um ciclo de vazante e preamar que se reproduz duas vezes ao dia, obtendo uma variação máxima de 2,90m de amplitude.

2.5.2 Regime de Ondas

O regime de ondas representa a mais importante variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazo, sendo responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. A energia e a magnitude das ondas e a recorrência das tempestades influenciam diretamente os processos de erosão e acumulação na interface continente-oceano e no fundo marinho (CUNHA & GUERRA, 1998). Uma vez criadas, as ondas podem viajar milhares de quilômetros no alto mar praticamente sem perda de energia. Em regiões costeiras, a energia das ondas diminui devido à interação com o fundo

como recifes e barras. As ondulações que chegam à costa cercar-se de obstáculos, como ilhas, promontórios, diques, etc. O ângulo que as ondas fazem com a linha de praia pode originar correntes de retorno, que suspendem os sedimentos de fundo e os levam para além da zona de arrebentação das ondas.

As ondas incidentes no Porto de Suape, Região Metropolitana de Recife, e portanto relacionada à área do estudo, medidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) no período de 1980-1984, são geradas principalmente por influência de ventos locais (*sea*), com menor ocorrência daquelas originadas a maior distância da costa (*swell*). Este tipo de ondas, oriundas do cinturão tempestuoso subpolar do Atlântico Sul, e por conseguinte vindas de SE, predominam, segundo Davies (1980), ao longo da costa brasileira entre os Estados do Rio Grande do Norte e do Rio Grande do Sul, incluindo assim Pernambuco em seus domínios. Em mar aberto, estas ondas de direção E-SE, associadas a ventos de mesma direção, têm uma altura média de 1 a 1,5m e períodos de 5 a 7s, prevalecendo durante todo o ano (DOMINGUEZ *et al.*, 1992). Com relação às ondas que incidem diretamente no litoral norte de Pernambuco, SUHAYDA *et al.* (1977) encontraram a altura média anual de 0,40m e período de 7,5s.

2.5.3 Ventos

Os ventos no litoral de Pernambuco exibem três sentidos dominantes: SE, E-W e NE. Os mais intensos e habituais são os primeiros, que levam as águas superficiais no sentido de Sul para Norte, causando concomitantemente um notável processo de deslocando sedimentar paralelo à costa. Quando os ventos mudam para o quadrante NE, as correntes se invertem, isto é, seguem no sentido norte-sul, acarretando, no entanto, um transporte menos efetivo, pois os ventos são mais brandos. O mesmo litoral tem sua faixa costeira caracterizada por baixas pressões atmosféricas e ventos alísios com velocidades médias variando de 6,1 a 9,3 nós (3,1 a 4,7m/s) oriundos de leste-sudeste nos meses de abril a setembro, e de leste-nordeste de outubro a março (CAVALCANTI & KEMPF, 1970).

2.5.4 Correntes

A circulação oceânica em zonas costeiras é especialmente resultante da dinâmica de vários processos naturais, como a ação dos ventos e das marés, as características das desembocaduras de bacias hidrográficas e a interação destes fatores com a geomorfologia local. Na maior parte da costa brasileira, a circulação oceânica é influenciada pela corrente do Brasil, que escoar para Sul com velocidade de 0,2 a 0,5m/s (BARRETO & SUMMERHAYES,

a convergência das águas superficiais também se faz no E-W, perpendiculares ao litoral. Porém, a intensidade destas correntes superficiais é menor e a circulação é bem menos expressiva, ainda que se observe uma forte ação erosiva no litoral, por causa das correntes de maré que se sobressaem sobre estas correntes de transporte longitudinal, porém, em Pernambuco a direção das correntes que predomina é de S-N (MAI, 2008).

2.5.5 Salinidade e Temperatura

A salinidade e a temperatura das águas oceânicas ao longo da plataforma continental contígua à zona costeira norte de Pernambuco geralmente apresentam um ciclo sazonal bem definido. Com relação à temperatura das águas, no verão os valores mais elevados atingem 30,8°C e durante o inverno alcançam valores mínimos de cerca de 25,7°C (MANSO *et al.* 1992), confirmando a conhecida estabilidade térmica na coluna d'água marinha. A salinidade possui uma variação sazonal bastante nítida, pois durante os períodos secos (verão) ocorrem teores mais elevados (máximo de 37,16‰) e nos chuvosos observam-se valores mais baixos (mínimo de 28,88‰). O aporte de águas doces dos rios que deságuam no litoral condiciona variações locais nestes valores. No estuário do rio Timbó, segundo Grego (2004), a temperatura da água possui uma variação sazonal em ambos os regimes de maré, sendo que os teores mais elevados incidem no verão. Quanto à salinidade, este padrão ficou mais evidente durante a maré baixa, sendo um pouco influenciado também pela quantidade de precipitação pluviométrica.

3. Geologia do Quaternário Costeiro de Pernambuco

Na conformação da costa brasileira, a variação relativa do nível do mar naturalmente condicionou a deposição de sedimentos neogênicos. O modelo de evolução paleogeográfica sugerido por MARTIN *et al.* (1979) tem sido utilizado com relativa precisão em toda a costa leste brasileira, inclusive a pernambucana, com alguma restrição. Neste modelo, distinguem-se três eventos transgressivos, conhecidos informalmente como transgressão mais antiga, penúltima transgressão e última transgressão.

De acordo com Sá (1998), após a deposição da Formação Barreiras, sob condições de clima semi-árido no Pleistoceno, ocorreu uma transgressão (a mais antiga) sob clima mais úmido, ocasionando a formação das atuais falésias costeiras. Posteriormente, sob as mesmas

ocorreu a sedimentação de leques aluviais, seguida por outra de 120.000 anos, que erodiu os depósitos continentais anteriores. Como efeito da regressão marinha subsequente, formaram-se os terraços marinhos superiores. Há cerca de 5.100 anos, ocorreu a última transgressão marinha, escavando os depósitos anteriores. Da regressão seguinte, decorreu a formação dos terraços marinhos inferiores.

Os depósitos pleistocênicos e holocênicos no nordeste brasileiro permitem a visualização de diferentes unidades fisiográficas originadas em ambientes de sedimentação continentais, marinhos e transicionais, com características sedimentológicas e geomorfológicas próprias. Estas unidades, como mencionadas anteriormente, são os terraços marinhos, depósitos flúvio-lagunares, de manguezais e de praias, e rochas de praia (*beachrocks*).

Terraços marinhos correspondem a trechos comumente subparalelos à linha de costa, com o topo plano e um rebordo íngreme, livre das investidas do mar, permanecendo enxutos mesmo quando ocorrem as marés mais altas. Estes depósitos formam cordões litorâneos que indicam antigas linhas de costa. As oscilações do nível do mar durante o Neogeno propiciaram a formação de dois planos de terraços marinhos na planície costeira pernambucana, que são os terraços pleistocênicos, com cerca de 120.000 anos atrás, e os terraços holocênicos, com aproximadamente 5.100 anos.

Os terraços marinhos Pleistocênicos ocorrem na porção mais interna da planície costeira, apresentando-se descontínuos e de forma alongada, ainda que irregular. Deste modo, sua largura é variável, mostrando em média 500 a 1000m, atingindo 4 a 6m de altitude acima do nível do mar (NASCIMENTO *et al*, 2005). São formados por areias quartzosas de granulometria média a grossa, com grãos sub-arredondados a arredondados, e seleção regular (ALHEIROS *et al.*, 1995). Variam da cor branca para cinzenta à medida que aumenta a profundidade, tornando-se, na base, um arenito compacto amarronzado, em consequência da ação dos ácidos húmicos (ALHEIROS & FERREIRA, 1991). Em sua maior parte, são ocupados por habitações ou utilizados como fonte de material para a construção civil.

Os terraços marinhos Holocênicos foram desenvolvidos na última regressão marinha, erodindo parcialmente os terraços pleistocênicos, dos quais se distinguem pela altitude, por feições texturais e presença de conchas de moluscos, preservadas devido à ausência de ácidos húmicos. São formados por areias quartzosas inconsolidadas de cores claras, com granulometria de média a grossa, e grãos arredondados a sub-arredondados. Estes terraços preenchem a porção externa da planície costeira em forma de corpos alongados relativamente

de costa. De acordo com Nascimento *et al.* (2005), de acima do nível do mar, possuindo uma largura variável entre 0,5 a 1km. Atualmente são alvos de intensa ocupação imobiliária.

Os depósitos flúvio-lagunares formam planícies razoavelmente contínuas ou terraços isolados no sopé das formações Barreiras e Gramame, na porção interna da planície costeira. Exibem em geral uma direção perpendicular à direção da linha de costa (MANSO *et al*, 1992), sendo compostos por areias finas a grossas e até siltes argilosos, com diferentes graus de compactação. Geralmente, oferecem solos propícios à agricultura, ainda que também forneçam material para a construção civil. Atualmente, na área em estudo, têm sido também atingidos pela expansão imobiliária.

Os depósitos de manguezais estão formados essencialmente por materiais siltico-argilosos misturados a restos vegetais e grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. Estão situados nos locais mais baixos, expostos às oscilações diárias do nível do mar, possuindo assim elevada salinidade no solo, o que promove o desenvolvimento de uma vegetação extremamente adaptada a estas condições peculiares. Os depósitos de manguezais ocorrem predominantemente na faixa litorânea até cerca de 5 a 7km da costa, para o interior do continente, sendo constituídos por sedimentos argilosos recentes de coloração escura. Os depósitos de manguezais nos canais do estuário do rio Timbó ao sul da ilha de Itamaracá são compostos por areias de granulometria de média a grossa, enquanto que os bancos são formados por areias mais finas (FIDEM, 1977).

Os depósitos de praias nos quais estão localizados os 6 perfis executados no presente estudo, são encontrados na porção mais externa da planície costeira, representando os sedimentos da estreita faixa de praia em constante movimento pela ação de ondas, marés e correntes de deriva litorânea. Comumente esta faixa mostra uma ligeira inclinação no sentido do mar (Fig.19). Apesar de haver em território brasileiro praias formadas por cascalhos, seixos e elementos mais finos do que as areias (CHRISTOFOLETTI, 1980), na área estudada ocorrem somente praias arenosas, formados por areias quartzosas finas e médias bem selecionadas, inconsolidadas, sofrendo contínuo retrabalhamento pela dinâmica marinha.

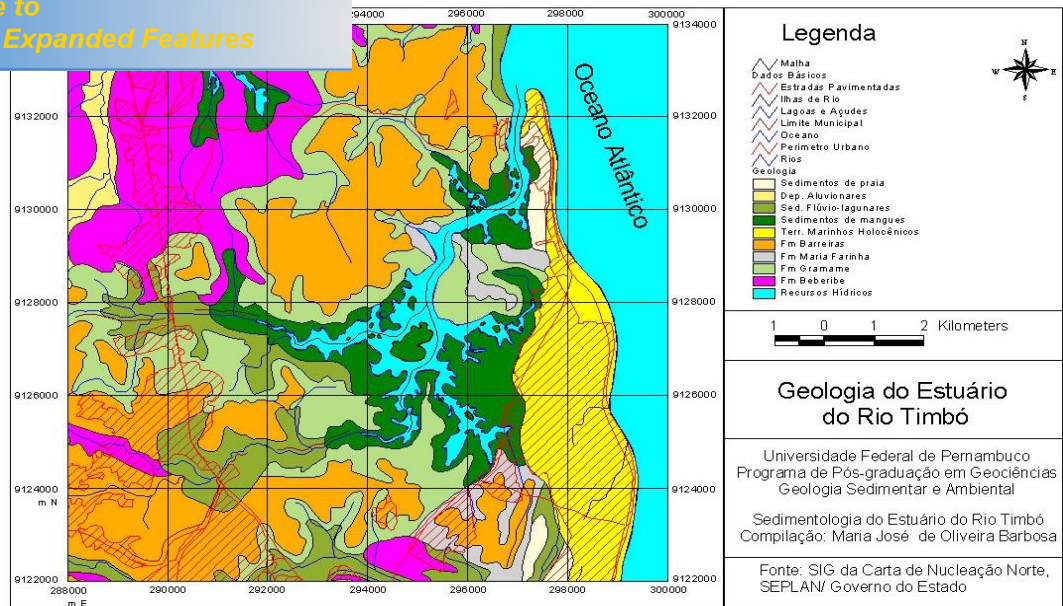


Figura 19 - Mapa Geológico do Quaternário Costeiro - Fonte: FIDEM 2006.

De modo geral, *beachrocks*, também conhecidos como arenito de praia, são entendidos como corpos rochosos naturais cimentados por carbonato de cálcio entre as latitudes de 35°N e 35°S (CHAVES, 1996). Os recifes de arenito formam linhas quase contínuas subparalelas à costa, sendo indicadoras da posição de linhas de costa pretéritas, quando o nível do mar encontrava-se abaixo do atual. Segundo Mabesoone (1964), os *beachrocks* pernambucanos consistem de areias com 20% a 80% de quartzo, sendo o restante constituído de fragmentos carbonáticos, principalmente de moluscos e algas. Recifes orgânicos podem desenvolver-se sobre estas bases de arenito, com 1 a 4km de extensão, como ocorre ao longo da costa da praia de Maria Farinha.

Além disso, os recifes desempenham importante papel na proteção das áreas costeiras, uma vez que atenuam a ação erosiva do mar (amortecem o impacto das ondas sobre a costa) e influem na distribuição dos sedimentos, conseqüentemente alterando a morfologia costeira das praias de Paulista (PE).

4.1. Perfis de Praia

A metodologia adotada para obtenção dos perfis de praia foi o idealizado por Emery (1961), usualmente empregada para trabalhos deste tipo. Foram realizados seis perfis ao longo da praia de Paulista, perpendiculares a linha de costa, durante os meses de outubro de 2013 e julho de 2014 com objetivo de comparar com os executados em março de 1999. Para realizações desses perfis, foi utilizado um nível topográfico Zeiss, além de mira falante e trena (Fig. 20).

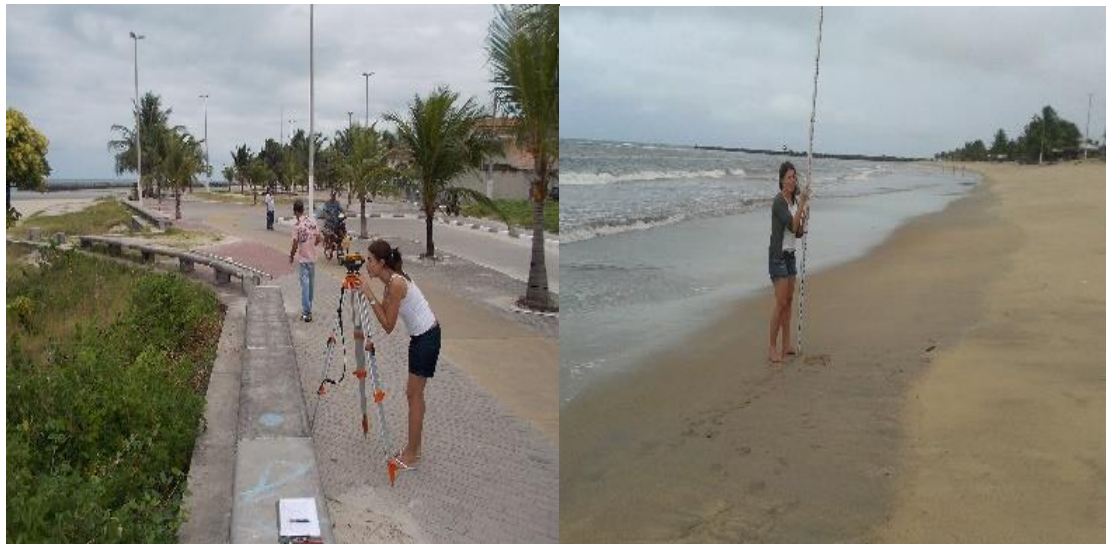


Figura-20 metodologia dos perfis

4.2. Análise granulométrica

Para a análise granulométrica das 30 amostras coletadas entre 2013 e 2014, foram utilizadas as técnicas adotadas em estudos similares desenvolvidas no LGGM e LABOGEO fundamentadas no método descrito por Suguio (1973). De início, o material foi seco à temperatura ambiente em bacias plásticas e depois levado à estufa para secagem a 60°C (Fig.21).

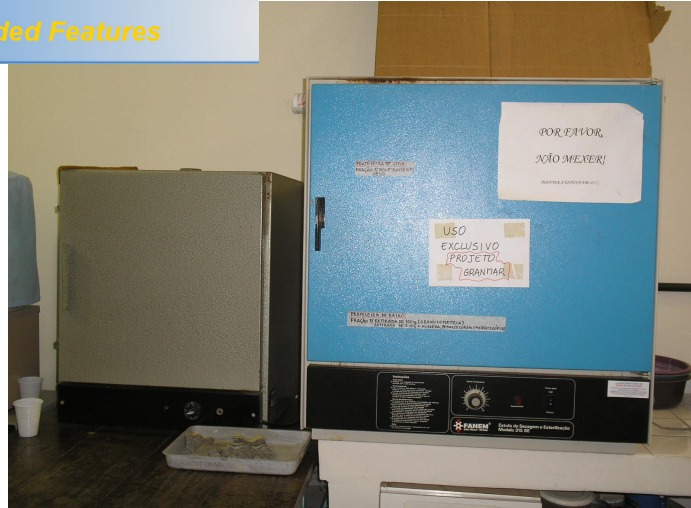


FIGURA 21 - Estufas para secagem de sedimentos no LGGM/UFPE Foto: Melo, 2014

Em seguida, foi executado o quarteamento manual e pesagem de 100g (Fig.22) sendo então as amostras peneiradas por via úmida em duas peneiras de malhas 2 e 0,062mm, separando em duas frações: grosseira (cascalho e areia) e fina (lama). Depois da lavagem, a fração silte/argila foi reservada e as areias e os cascalhos colocados na estufa para secar a temperatura de 60°C. Após, as amostras de cascalho e areia foram novamente pesadas, separadamente, para definir o percentual de cada parte, inclusive o de silte e argila, obtido por diferença de peso.



Figura 22- Balança de precisão (esquerda) usada na pesagem de 100g

A seguir, apenas a fração areia foi posta em um jogo de cinco peneiras de aço, com aberturas variando de 1 a 0,062mm (areia muito grossa à areia muito fina, respectivamente), e submetida a peneiragem mecânica no rotap (agitador de peneiras), por cerca de 10min (Fig.23). Dessa forma, foram separadas as diferentes classes arenosas, pesadas em balança até

onadas em sacos plásticos identificados. Segundo Ponzi as fornecem dados que podem ser convertidos em informações gráficas ou numéricas, viabilizando a comparação entre amostras, descrições texturais, interpretação das condições de gênese, de transporte, deposição, *etc.*



Figura 23 - O rot up utilizado no preparo das amostras do presente trabalho.

O cálculo dos parâmetros estatísticos (Md, Mz, Si, Ski e Kg) foi realizado segundo as fórmulas de Folk & Ward (1957). Para processamento dos dados estatísticos, foi utilizado o software SYSGRAN 3.0.

4.3 Determinação do teor de carbonato biodetrítico

Os conteúdos de carbonato foram determinados a partir da diferença, em peso seco, medido em balança analítica, antes e após ataque com solução de HCl a 10%, respectivamente (INGRAM, 1971 *apud* SUGUIO, 1973; MÜLLER, 1967 *apud* SUGUIO, 1973).



Figura 24 - Análise do conteúdos de carbonato em uma capela. Fonte: Melo, 2014.

5.1. Introdução

O conhecimento da distribuição dos sedimentos na superfície tanto da praia como da plataforma continental interna, é de suma importância no sentido de se estabelecer de forma correta a granulação a ser empregada no aterro hidráulico planejado.

Os sedimentos de praia foram coletados nos perfis estabelecidos na área, e os da plataforma foram utilizados os resultados apresentados no relatório técnico do Instituto de Pesquisas Hidroviárias – INPH – 43/2000, intitulado “Estudos para o Engordamento da Praia de Janga/Enseadinha” – PE nº de setembro de 2000.

5.2 – Sedimentologia da praia

Os sedimentos coletados ao longo dos perfis efetuados (Fig.25) em 2013 e 2014 são em geral, areia médias, siliciclásticas, moderadamente selecionadas, como visto no gráfico do diâmetro médio (Fig.26). O diâmetro médio de um sedimento corresponde à distribuição média do tamanho das partículas, sendo o parâmetro estatístico mais significativo utilizado em Sedimentologia, considerando que reflete a média geral de tamanho de grãos dos sedimentos, que é influenciada pela fonte de suprimento de material, pelo processo de sedimentação e pela velocidade da corrente (SUGUIO, 1973).

Os dados sedimentológicos obtidos pelas análises granulométricas, em todos os setores geomorfológicos da praia (pós-praia, estirâncio e antepraia), constata-se a ocorrência de 50% de areia média, 35% areia fina e 15% areia grossa.

Segundo Martins e Heghes (2003), a granulação dos sedimentos de praia, em geral, varia de areia muito fina a média o que está de acordo com a praia estudada em 2013 e 2014 (figuras 26 A e B). No perfil 3 exclusivamente observa-se a presença de areia grossa, provavelmente pela remoção dos sedimentos finos por ação das ondas incidentes.

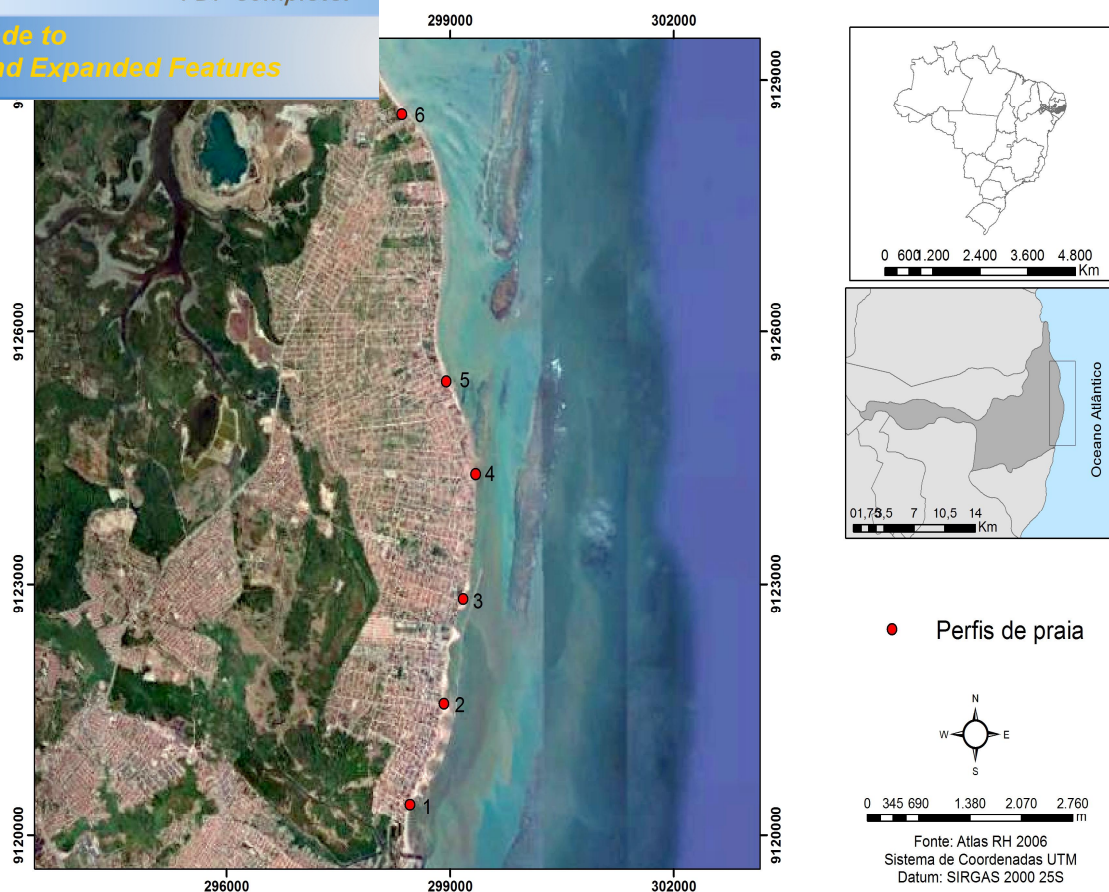


Figura 25 - Localização dos perfis praias.

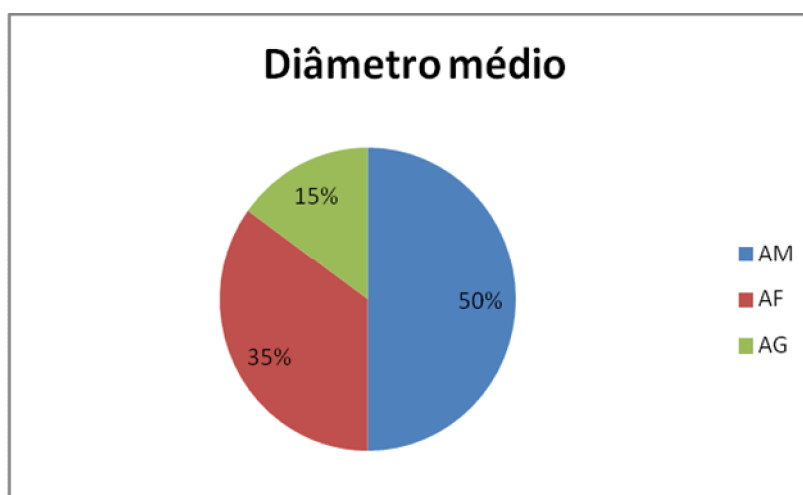


Figura 26- Distribuição do Diâmetro média dos perfis

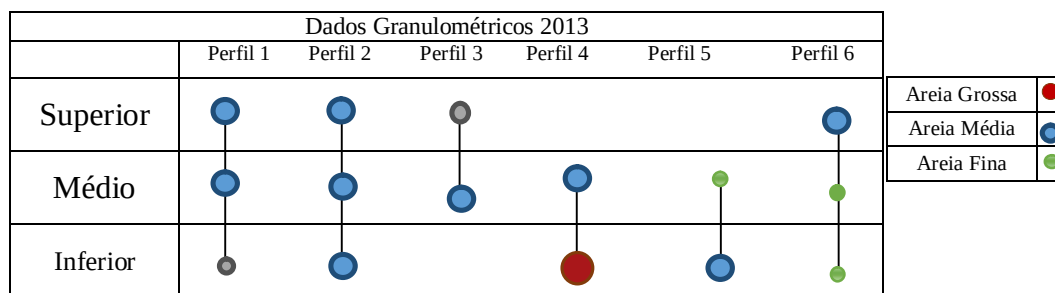


Figura 26 A i Distribuição do Diâmetro médio por perfil 2013

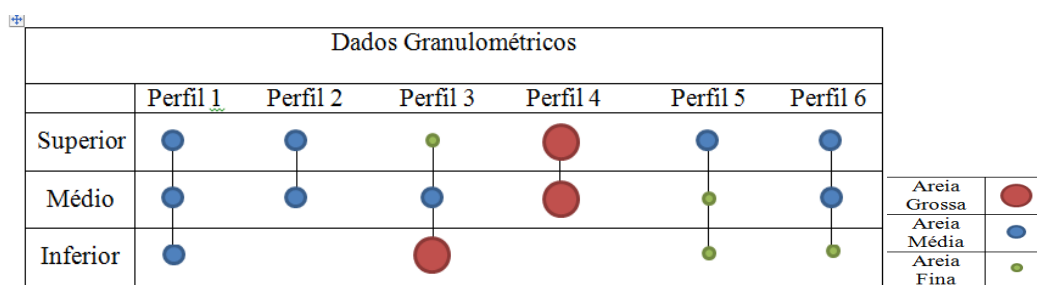


Figura 26 B - Distribuição do Diâmetro médio por perfil 2014.

O grau de seleção representa um aspecto relevante das análises granulométricas, estando relacionado à competência dos distintos agentes geológicos em selecionar com maior ou menor aptidão um determinado tamanho de grão (SUGUIO, 1973). Adicionalmente, Inman (1949) afirma que a seleção pode ser ocasionada durante a deposição (seleção local), durante o transporte (seleção progressiva) ou simultaneamente pelos dois mecanismos, havendo, neste caso, situações em que um ou outro mecanismo prevalece.

Os resultados obtidos no referido trabalho quanto ao grau de seleção, pode classificar os sedimentos predominantemente, como moderadamente selecionado (MS), com 46% de ocorrência, 36% selecionados (S), 15% pobremente selecionados (PS) e 3% bem selecionados (BS). A presença de sedimentos moderadamente a bem selecionados (3% a 46%) nas praias estudadas (Fig.27), corrobora com Martins (2003) afirma que os sedimentos de praia, em geral, são moderadamente a bem selecionados, para a presença de sedimentos com este grau de seleção. A presença de sedimentos pobremente selecionados (15%) pode ser explicada pela proximidade do perfil 5 da desembocadura do Rio Timbó, em virtude do material fino descarregado pelo rio Timbó (Fig. 28).

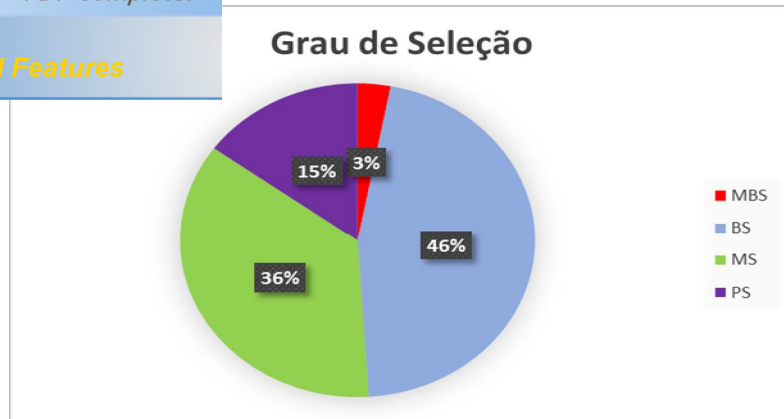


Figura 27 - Distribuição do grau de seleção.

A ocorrência de assimetria representa sedimentos tanto de origem autóctone como provenientes de outras áreas, excepcionalmente trazidos para o ambiente analisado (SUGUIO, 1973). A interpretação de valores de assimetria de distribuições granulométricas de um corpo sedimentar tem sido aplicada com o objetivo de caracterizar seu ambiente deposicional (BITTENCOURT, 1992). De acordo com as amostras analisadas e expressada no gráfico (Fig. 29), a assimetria negativa ocorre em 47% das amostras praias. Segundo Martins (2003) as areias de praia são assimétricas negativas e no caso do presente trabalho concentram-se nos perfis 4 e 5, mais afastados da desembocadura do Rio Timbó. A considerável ocorrência de assimetria positiva pode ser explicada pela constante descarga fluvial do rio Timbó, devido o material fino que o rio Timbó descarrega.



Figura 28- Vista da desembocadura do rio Timbó: à direita observa-se o pontal da praia de Maria Farinha, em Paulista. Foto: Melo, 2013

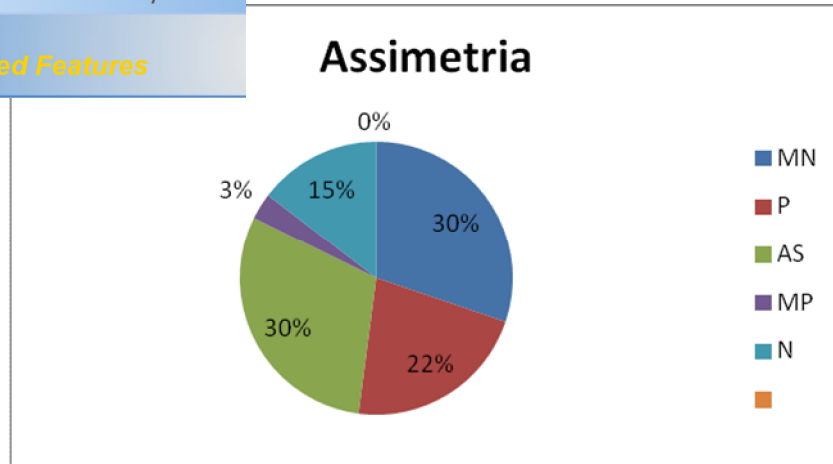


Figura 29 - Distribuição do grau de seleção na área.

De acordo com Suguio (1973), a análise da variação da curtose permite distinguir diferentes graus de energia bem como determinar o grau de mistura de diferentes frações dentro de um mesmo ambiente sedimentar. As curvas de distribuição normal são nomeadas mesocúrticas, as de configuração esbelta são as leptocúrticas e as achatadas, platicúrticas.

Os valores de curtose muito elevados ou muito baixos encontrados em uma só amostra podem indicar que determinado sedimento teve sua granulometria selecionada em um local de alta energia, tendo sido posteriormente transportado para outro ambiente, possivelmente de baixa energia, no qual se misturou ao sedimento autóctone, buscando um equilíbrio sob novas condições ambientais (SUGUIO,1973). O gráfico de curtose elaborado no presente estudo (Fig.30) apresentam 50% de curvas leptocúrticas, 22% platicúrticas, 21% mesocúrticas e 7% muito leptocúrticas. A predominância de leptocúrticas nos sedimentos analisados está de acordo com Martins (1965), para areias de praia.

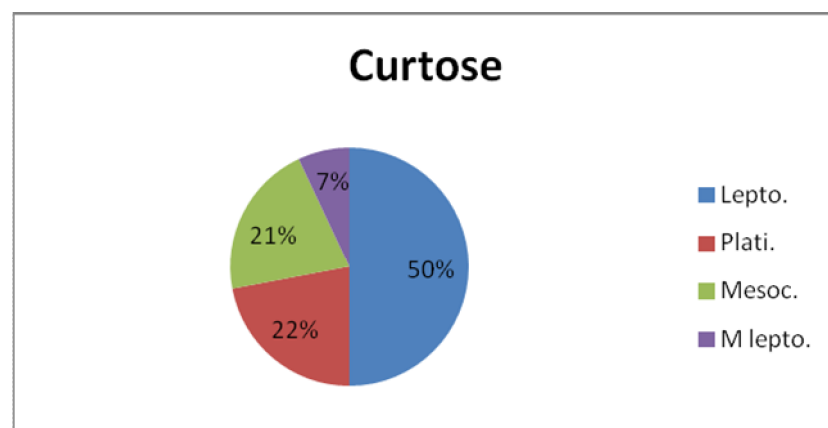


Figura 30 - Distribuição do grau de seleção na área.

a continental interna

Os resultados aqui apresentados, para um universo de 164 amostras de sedimentos superficiais (0m), com subsuperficiais (1, 2 e 3m de profundidade) a predominância granulométrica de areia fina (64%) para a plataforma continental do litoral de Paulista (PE), estando estes sedimentos presentes ao longo de toda a plataforma, menos a norte da área cuja a predominância é de areia média (12%) e grossa em 7% da área mapeada, assim como areia muito grossa (5%) na sua parte central, conforme mostram as figuras 31 e 32. São resultados coerentes com Manso *et al.* (2006).

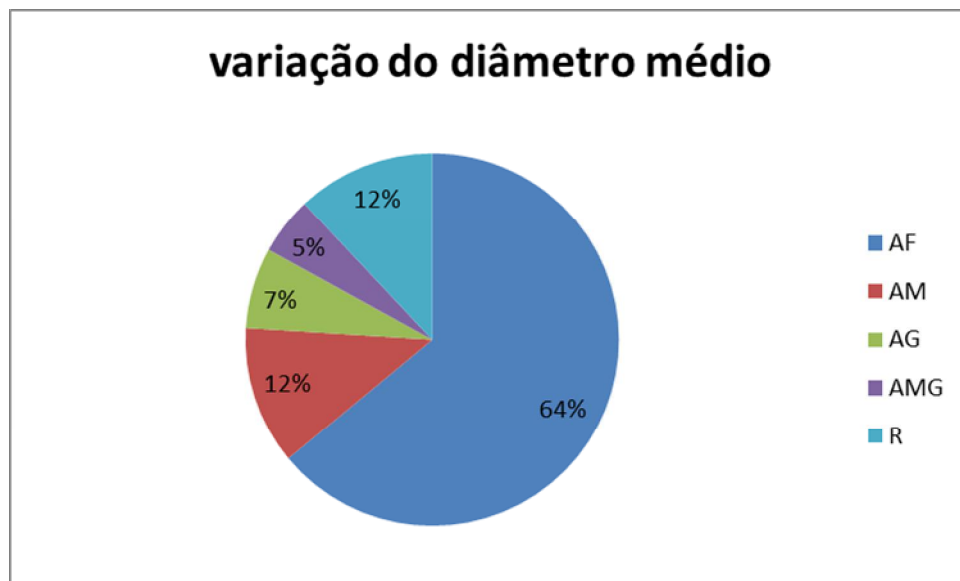


Figura 31 - Gráfico do diâmetro médio das amostras da Plataforma Continental Interna.

Os sedimentos finos concentram-se na parte central e sul da área, estando relacionados possivelmente com o aporte costeiro dos estuários existentes na área. Os sedimentos de granulometria média a grossa, a norte, tem sua origem na aproximação dos recifes algálicos e rochas de praia. A areia muito grossa está relacionada diretamente a presença de expressivo afloramento de recifes, as quais estão justapostas, ocupando numa área de 3,5 km², conforme mostra o mapa de diâmetro médio da figura 32.

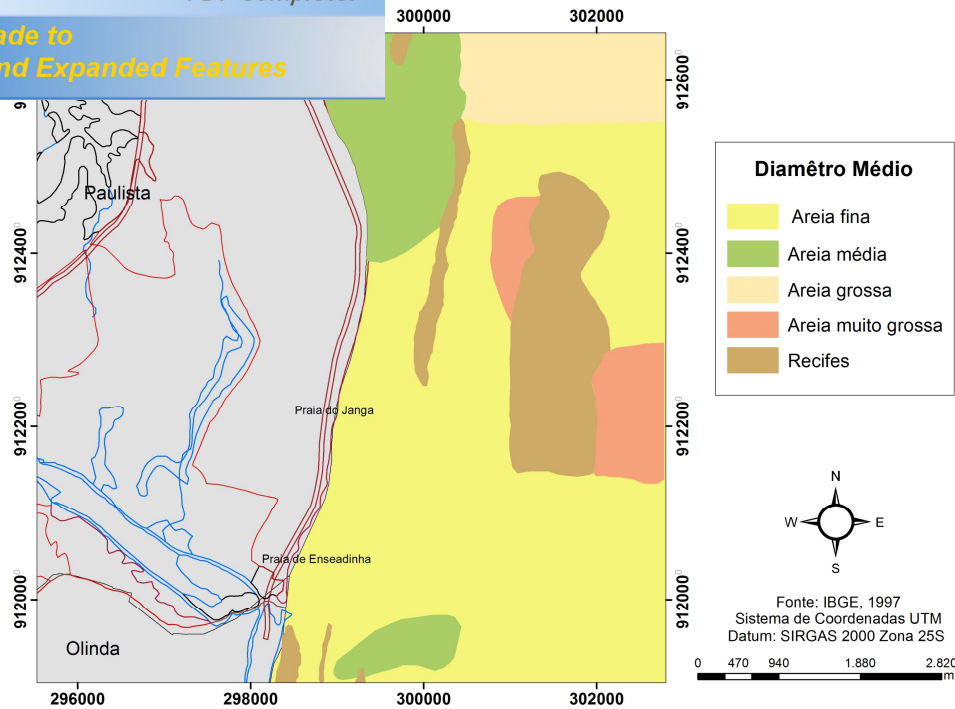


Figura 32 - Mapa de diâmetro médio da plataforma continental adjacente do município de Paulista - PE.

6. Morfodinâmica das praias de Paulista (PE)

6.1. Introdução

Uma das características marcantes observadas nas praias, em todo mundo, é que estas não se mantêm fixas em uma determinada posição (perfil praial) e sim, modificam sua configuração, perfil e planta, ao longo do tempo. Estas contínuas trocas de formas, denominam-se *variabilidade praial* ou variações de curto prazo (HOEFEL, 1998).

A origem da variabilidade de uma determinada praia está associada a sua própria gênese e sua configuração surge como resultado da interação da dinâmica atuante (onda, corrente e maré), dos contornos existentes (costa e batimetria da plataforma continental interna), presença de recifes (rochas de praias, algálico e corais) e a disponibilidade de material sedimentar (areia) no sistema.

Teoricamente uma determinada praia com uma granulação definida, submetida a uma solicitação dinâmica atuante e constante, desenvolve uma configuração (planta e perfil) estável no tempo. A configuração alcançada denomina-se *configuração de equilíbrio* (MANSO, *et al* 2006).

Na natureza, a variação do nível do mar e clima de ondas é constante e, conseqüentemente, uma configuração de equilíbrio *em sentido estrito*, não constata-se na prática, porém considerando que as variações dos diversos agentes estão delimitadas e apresentam certa ciclicidade (MESQUITA, 2000).

nivelamento topográfico), têm por finalidade definir a resposta deste ambiente à dinâmica das ondas. A realização desses perfis fornece conhecimentos detalhados sobre os fatores que controlam o gradiente do perfil praial, ou seja, ondas (energia e tipo de arrebentação), sedimentos praias e interação onda-sedimento (transporte sedimentar), além de definir o balanço sedimentar da praia. Somados aos demais parâmetros estudados, fornece subsídios importantes para solucionar ou minimizar os problemas comumente instalados.

Os perfis implantados e levantados (tabela 01) tiveram seus Níveis de Referência (RN) estabelecidos em com altitude absoluta, referida ao zero hidrográfico, tendo sido determinado através do programa soft Mare (tabela 01). Dessa forma, a cota 0m nos gráficos que representam os perfis refere-se ao Nível Médio do Mar (NMM) local.

Tabela 1 – Valores absolutos dos RN

RN – Perfil	Alt. Absoluta
01	4,077 m
02	3,268 m
03	3,918 m
04	4,315 m
05	3,932 m
06	3,539 m

6.2. Morfologia dos Perfis

Os perfis foram realizados sempre na maré baixa e a sua localização teve como referencial as variadas características morfológicas das diversas praias que compõe a zona costeira do litoral do município de Paulista-PE.

Os perfis topográficos foram implementados a partir de estações fixas (RN), um marco fixo (a calçada, um muro, por exemplo), estabelecidas para cada perfil. Os perfis foram executados partindo do RN, perpendicularmente a linha de costa, em direção ao mar até a profundidade de aproximadamente 20 cm.

Os dados das Tabelas de 02 a 07 representam para a primeira coluna as datas dos levantamentos, na segunda coluna apresenta o volume de material em m³/m dos perfis, a terceira coluna mostra a diferença em volume (m³/m) determinado entre um levantamento e o seguinte, tornou-se como base o levantamento de 1999, por ser esta data comum a todos os 6

amentos efetuados neste ano aparecem com o valor zero

6.3 Avaliação dos Perfis Morfodinâmicos de Paulista-PE

6.3.1. Perfil 1

Este perfil tem seu RN localizado na esquina esquerda do antigo Bar Recanto da Barra, próximo à divisa Paulista e Rio Doce. Suas coordenadas planas são: 0298454 E e 9120349 N O de longitude, ao norte da desembocadura do rio Doce (Fig.33).



Figura 33 - Vista geral para sul do perfil 1.

A configuração dos perfis praias dos anos de 2013 e 2014 em relação a 1999 (Figura 34), mostra claramente um comportamento bastante erosivo quando se trata do seu volume assim como de toda a configuração dos perfis nos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Observa-se uma significativa redução do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 56m, 36m no ano de 2013 e 22m no ano de 2014. Esta configuração representa uma redução de 34 m em 15 anos. Os volumes acompanham esta tendência erosiva e mostra também uma grande diminuição no mesmo período considerado anteriormente.

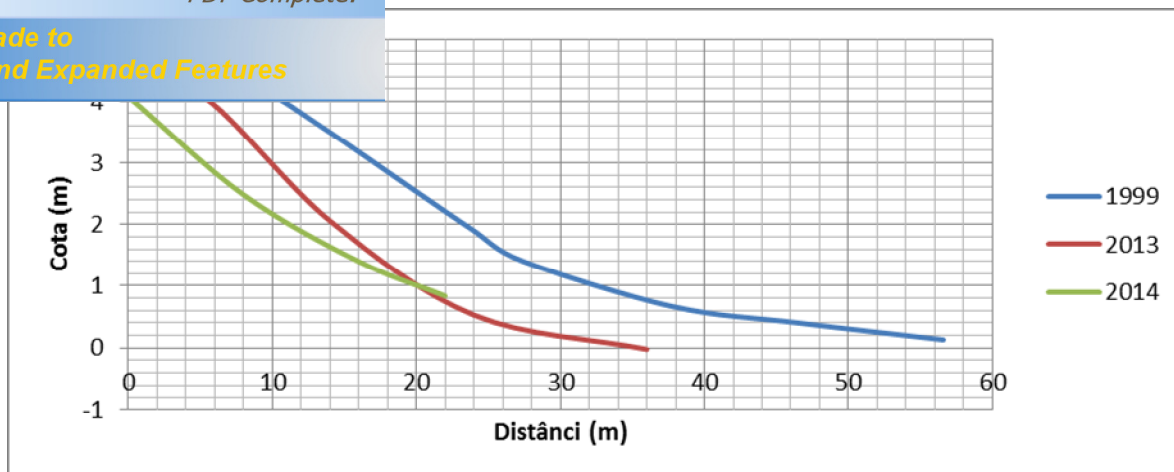


Figura 34 - Perfis de praia do perfil 1 (Rio Doce)

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 02), no período de 1999 a 2014, mostra um balanço sedimentar negativo de $-66,65 \text{ m}^3/\text{m}$. O valor máximo obtido para a erosão foi de $-43,94 \text{ m}^3/\text{m}$ em 2013. Em 2014 constata-se processo erosivo com uma diminuição do volume de $22,71 \text{ m}^3/\text{m}$ em relação a 2013 (Fig. 35).

Tabela 02 – Variação de volume P1

Mês	Volume (m^3/m)	$V_{n+1} - V_n$ (m^3/m)
Ano 1999	107,96	0*
Ano 2013	64,02	-43,94
Ano 2014	41,31	-22,71

* Ano de referência

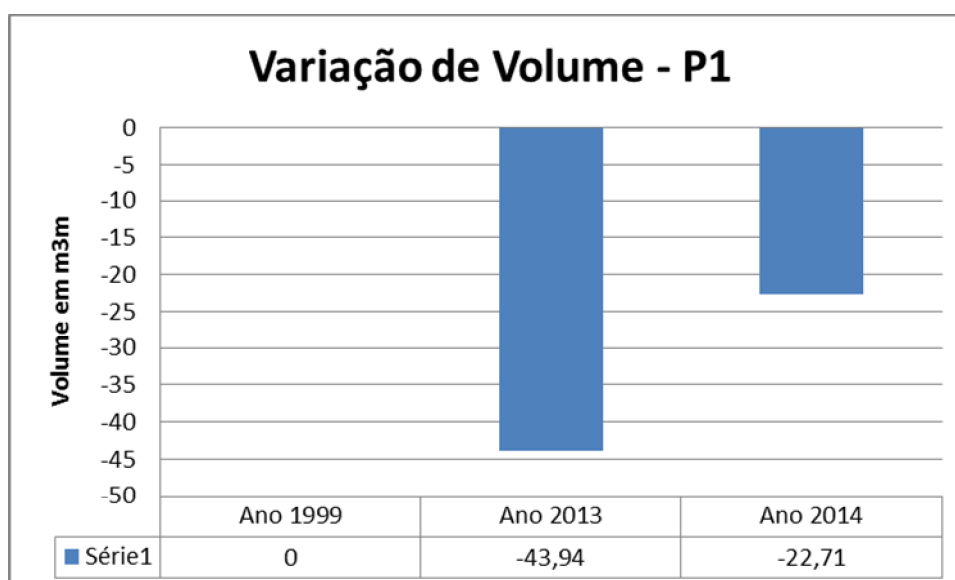


Figura 35- Gráfico da Variação de volume - P1 (Rio Doce)

Este perfil tem seu RN localizado no final da rua Araripina (Edifício Portal do Janga). Suas coordenadas planas são 0298941 E e 9121662 N (fig.36). A área é protegida por quebra-mares, e possui em alguns trechos da pós-praia vegetada. A presença de formação de tômbolos, relacionada com a dinâmica local e a presença dos quebra-mares é observada.

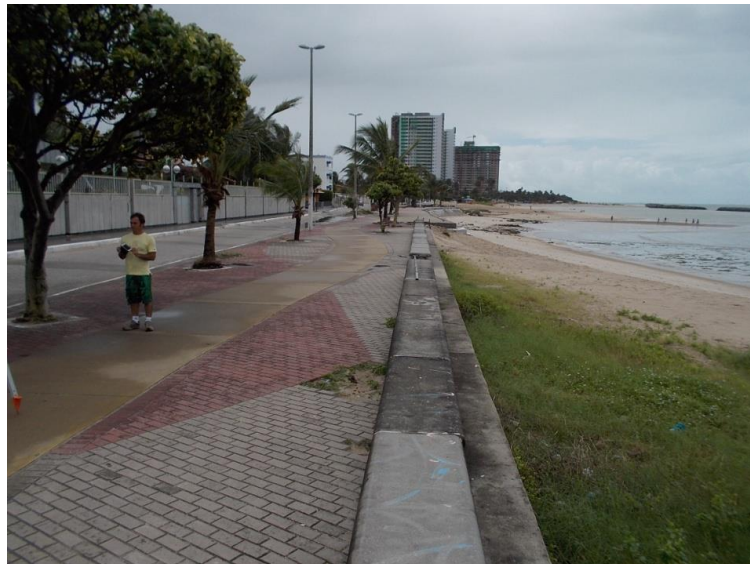


Figura 36 - Vista do perfil 2 (Janga).

A configuração dos perfis praias dos anos de 1999, 2013 e 2014 (Figura 37), apresenta um comportamento bastante erosivo em relação ao seu volume, assim como de toda a configuração dos perfis nos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Observa-se uma significativa redução do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 105m, 45m no ano de 2013 e 40m no ano de 2014. Esta configuração representa uma redução de 64 m em 15 anos. Os volumes acompanham esta tendência erosiva.

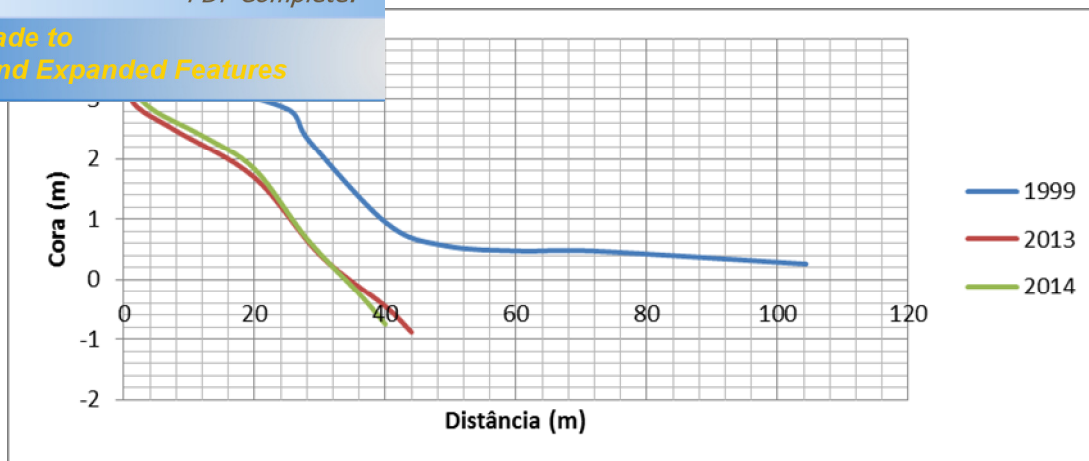


Figura 37 - Perfil de praia do P2 (Janga).

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 03), no período de 1999 a 2014, mostram um balanço sedimentar negativo de -74,61 m³/m. Os valores máximos obtidos foram para a erosão -86,79 m³/m em 2013 e para a deposição 12,18 m³/m em 2014 (Fig. 38).

Tabela 03 - Variação de volume P2

Mês	Volume (m ³ /m)	V _{n+1} - V _n (m ³ /m)
Ano 1999	145,39	0*
Ano 2013	58,60	-86,79
Ano 2014	70,78	12,18

* mês de referência

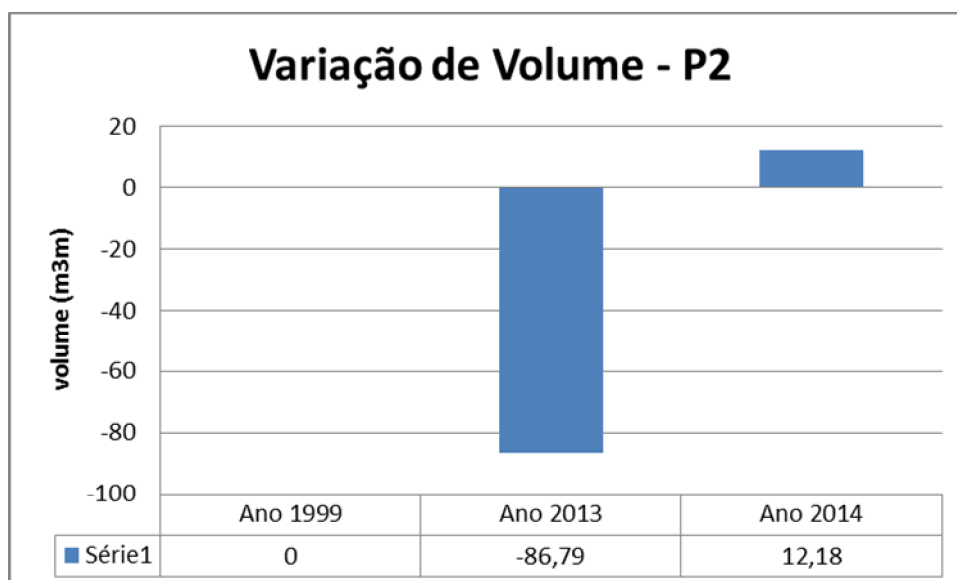


Figura 38 - Gráfico da variação de volume do perfil 2 (Janga).

Este perfil tem seu RN localizado no final da rua Feira Nova (Marina do Janga). Suas coordenadas planas são: 0299188 E e 9122875 N (Fig. 39). A área encontra-se sob a proteção de quebra-mares de aproximadamente 158m. possui em alguns trechos pós-praia vegetada.



Figura 39 - Localização do perfil 3 (Marina do Janga).

A configuração dos perfis praias dos anos de 1999, 2013 e 2014 (Figura 40), mostra um comportamento tipicamente de sedimentação, o único da área de estudo, com aumento de volume na configuração dos perfis em todos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Observa-se um significativo aumento do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 45m, 72m no ano de 2013 e 108m no ano de 2014. Esta configuração representa um aumento significativo da praia de 64 m em 15 anos. Os volumes acompanham esta tendência de sedimentação. Convém salientar que esta praia recebeu aterro hidráulico após 1999, sofrendo engordamento.

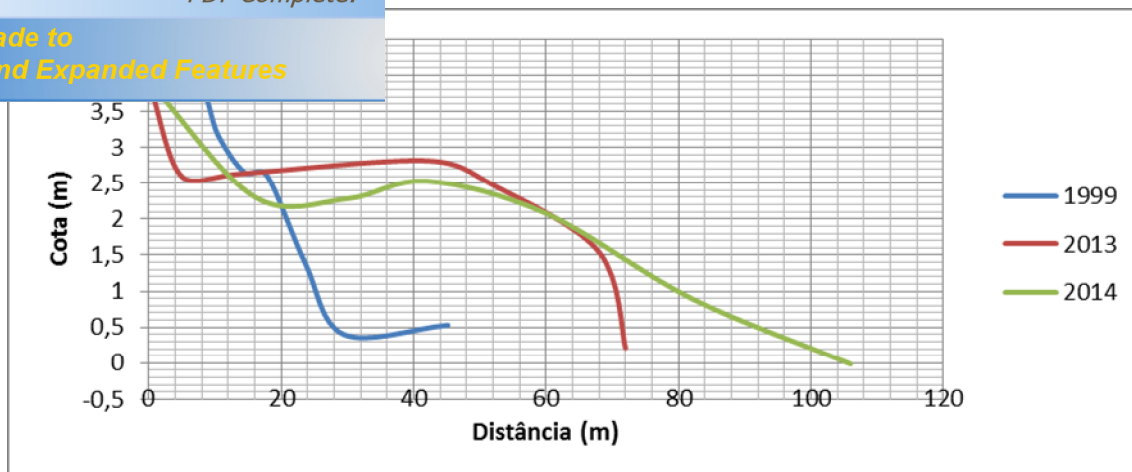


Figura 40 - Perfil de praia P3 (Marina do Janga)

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 04), no período de 1999 a 2014, mostra um balanço sedimentar positivo de 135,54 m³/m. O valor máximo obtido para a deposição foi de 94,3 m³/m em 2013. Em 2014 constata-se processo de deposição menos intenso com um aumento do volume de 41,24m³/m (Fig. 41).

Tabela 04 – Variação de volume P3

Mês	Volume (m ³ /m)	V _{n+1} - V _n (m ³ /m)
Ano 1999	84,24	0*
Ano 2013	178,54	94,3
Ano 2014	219,78	41,24

* mês de referência

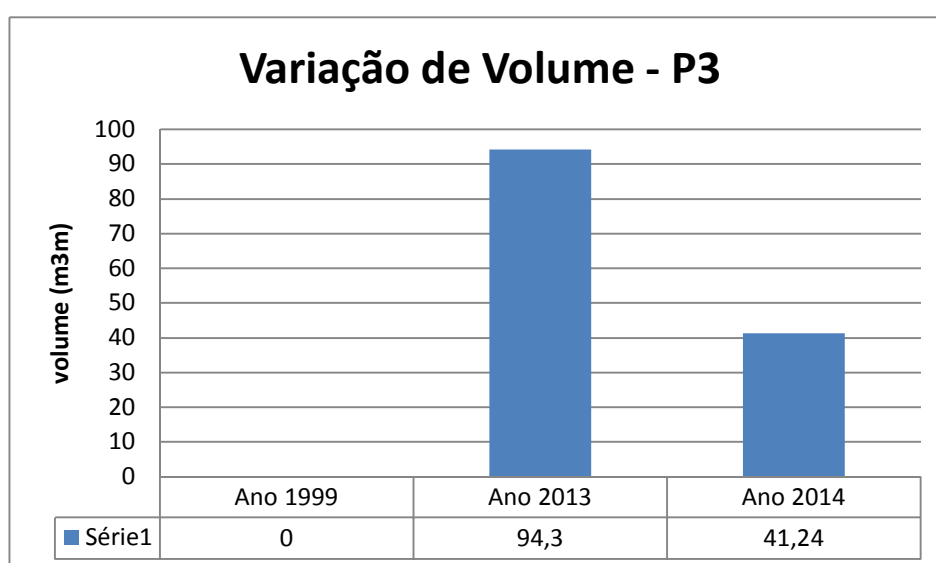


Figura 41 - Gráfico da variação do Volume - P3 (Marina do Janga)

Localizado na rua Cláudio Gueiros Leite próximo da Igreja Nossa Senhora do Ó. Latitude 755965E e Longitude 3449157N Neste trecho da orla não há a presença do perfil praiado completo (Fig.42).



Figura 42 - Imagem do perfil 4 (Igreja N.S.Ó)

A configuração dos perfis praiados dos anos de 1999, 2013 e 2014 (Fig. 43), mais uma vez mostra claramente um comportamento bastante erosivo quando se trata do seu volume assim como de toda a configuração dos perfis nos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia. Com o recuo do perfil de praia houve um significativo aumento da declividade.

Observa-se uma significativa redução do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 57m, 20m no ano de 2013 e 22m no ano de 2014. Esta configuração representa uma redução de 37 m em 15 anos. Os volumes acompanham esta tendência erosiva e mostra também uma grande diminuição no mesmo período considerado anteriormente.

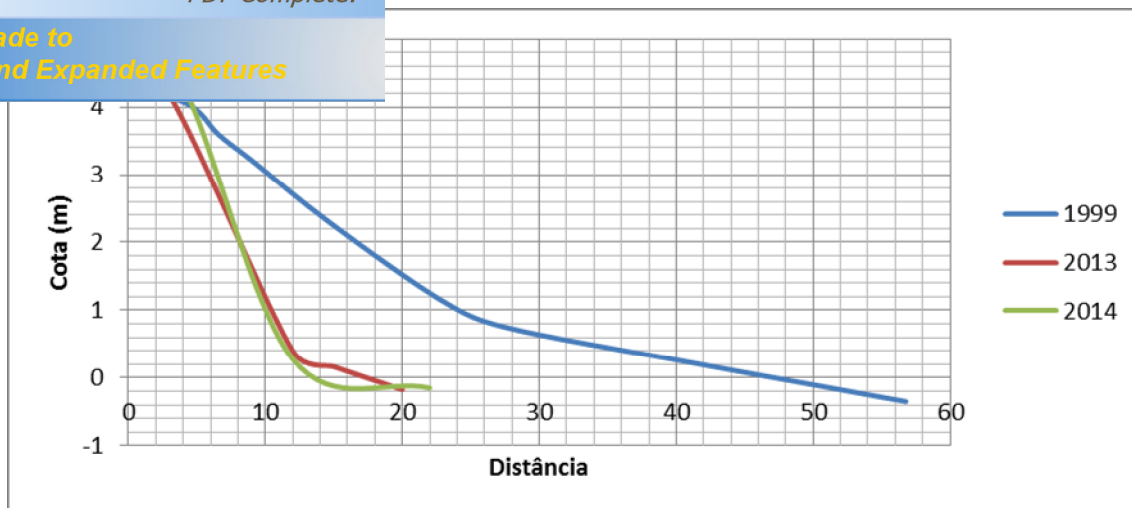


Figura 43- Perfil de praia P\$ (Igreja N.S.Ó)

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 05), no período de 1999 a 2014, mostram um balanço sedimentar negativo de -16,99 m³/m. Os valores máximos obtidos foram para a erosão -38,75 m³/m em 2013 e para a deposição 21,76 m³/m em 2014 (figura 44).

Tabela 05i Variação de volume P4

Mês	Volume (m³/m)	$V_{n+1} - V_n$ (m³/m)
Ano 1999	76,23	0*
Ano 2013	37,48	-38,75
Ano 2014	59,24	21,76

* mês de referência

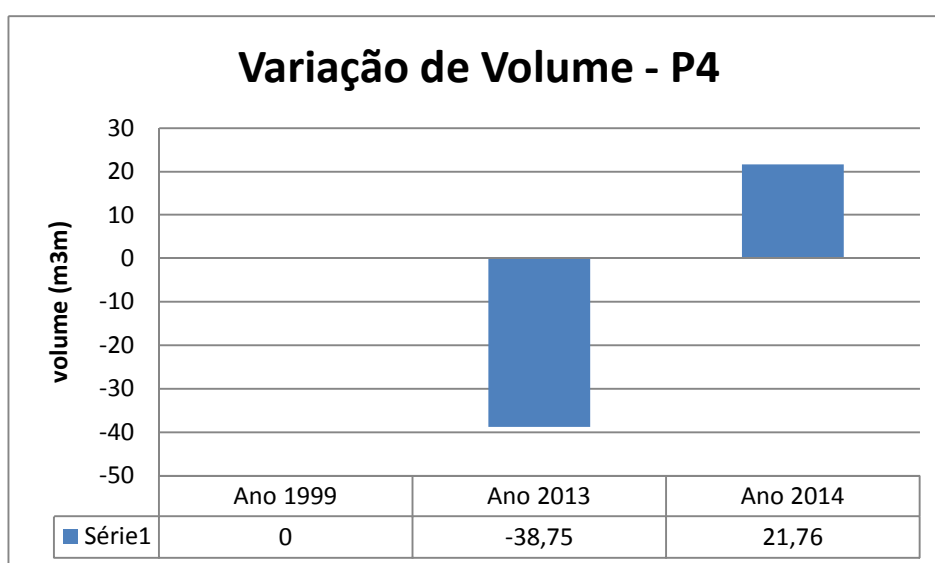


Figura 44 - Gráfico de Variação do volume ĩ P4 (Igreja N.S.Ó).

Este perfil tem seu RN localizado no final da rua do Retiro. Suas coordenadas planas são: 0298966 E e 9125462 N (Figura 45). A área possui estruturas de proteção, possuindo faixa de pós-praia vegetada, sendo em algumas áreas comprimida pela urbanização.



Figura 45 - Localização do perfil (Praia de Conceição).

A configuração dos perfis praias dos anos de 1999, 2013 e 2014 (Figura 46), mostra um comportamento bastante erosivo quando se trata do seu volume assim como de toda a configuração dos perfis nos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Observa-se uma significativa redução do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 70m, 36m no ano de 2013 e 60m no ano de 2014. Esta configuração representa uma redução de 34 m em 15 anos para o perfil de 2013 e uma reduzida diminuição de 10m para o perfil de 2014. Constata-se que a partir de aproximadamente 34m o perfil de 2014 apresenta deposição em relação à 2013.

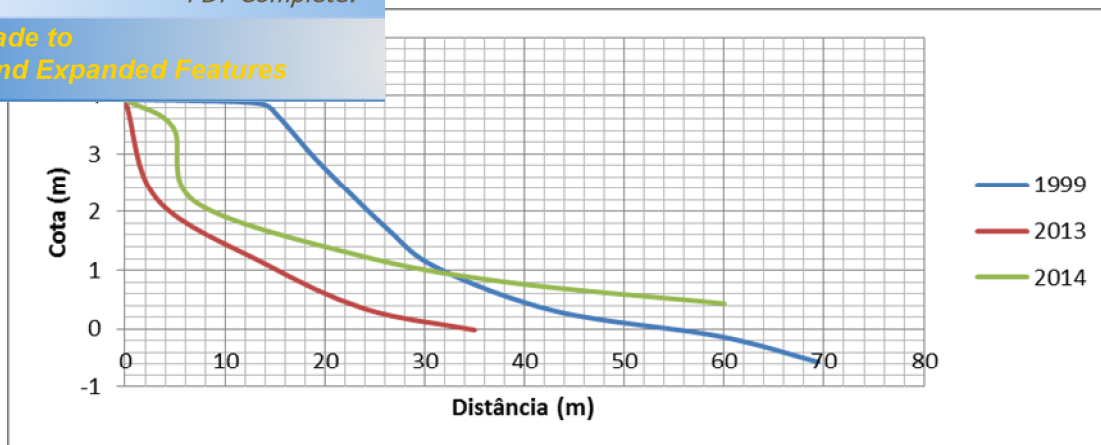


Figura 46- Gráfico do perfil 5 (Praia da Conceição).

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 06), no período de 1999 a 2014, mostram um balanço sedimentar negativo de -54,96 m³/m. Os valores máximos obtidos foram para a erosão -68,72 m³/m em 2013 e para a deposição 13,77 m³/m em 2014 (Fig.47).

Tabela 06 – Variação de volume P5

Mês	Volume (m ³ /m)	V _{n+1} - V _n (m ³ /m)
Ano 1999	104,96	0*
Ano 2013	36,23	-68,72
Ano 2014	50,00	13,77

* mês de referência

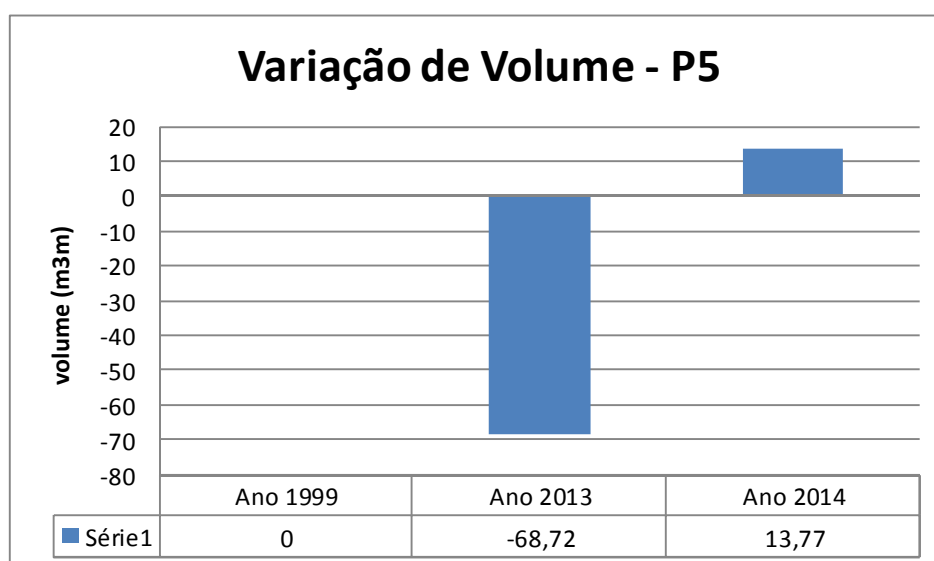


Figura 47 - Gráfico da variação do Volume - P5 (Praia da Conceição).

Este perfil tem seu RN localizado no final da rua Josefa Joaquim Albuquerque. Suas coordenadas planas são: 0297748 E e 9130694 N (Figura 48). Neste trecho da orla há a presença do perfil praiial completo, isto é, possui ante-praia, praia e pós-praia, com grande extensão, podendo ser considerado um trecho de praia equilibrado.



Figura 48 - Imagem do perfil 6 (Praia de Maria Farinha).

A configuração dos perfis praias dos anos de 1999, 2013 e 2014 (Figura 49), mostra um comportamento erosivo quando se trata do seu volume assim como de toda a configuração dos perfis, principalmente com o perfil de 2013, nos seus setores geomorfológicos, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Observa-se uma significativa redução do comprimento dos perfis entre o ano de 1999, com 100m, 56m no ano de 2013 e 64m no ano de 2014. Esta configuração representa uma redução de 44 m em 15 anos para o perfil de 2013 e uma diminuição de 36m para o perfil de 2014.

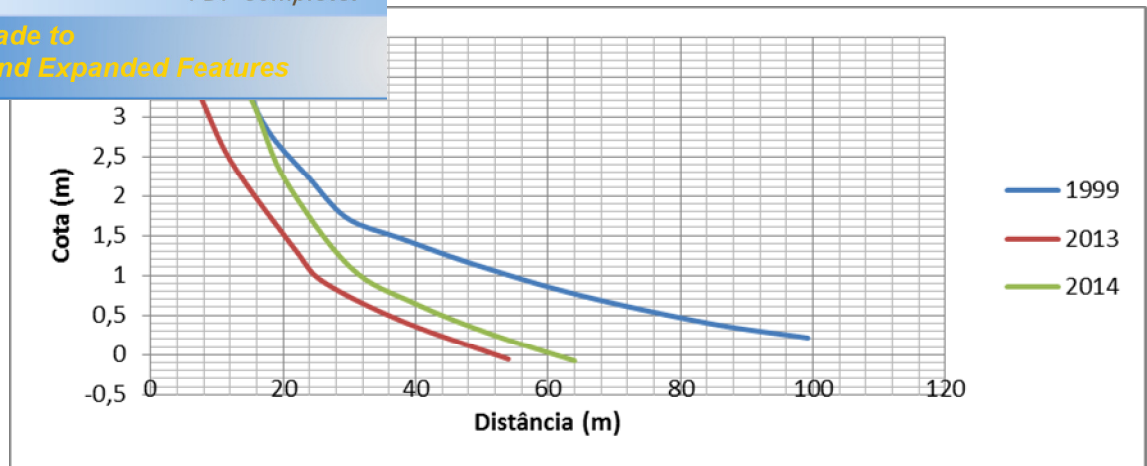


Figura 49 - Perfil de praia- P6- (Praia de Maria Farinha).

Os resultados quantitativos calculados (Tabela 07), no período de 1999 a 2014, mostra um balanço sedimentar negativo de $-17,19 \text{ m}^3/\text{m}$. O valor máximo obtido para a erosão foi de $-73,01 \text{ m}^3/\text{m}$ em 2013. Em 2014 constata-se processo erosivo menos intenso com uma diminuição do volume de $55,82 \text{ m}^3/\text{m}$ (Fig. 50)

Tabela 07 - Variação de volume P6

Mês	Volume (m^3/m)	$V_{n+1} - V_n$ (m^3/m)
Ano 1999	146,28	0*
Ano 2013	73,27	-73,01
Ano 2014	129,09	55,82

* mês de referência

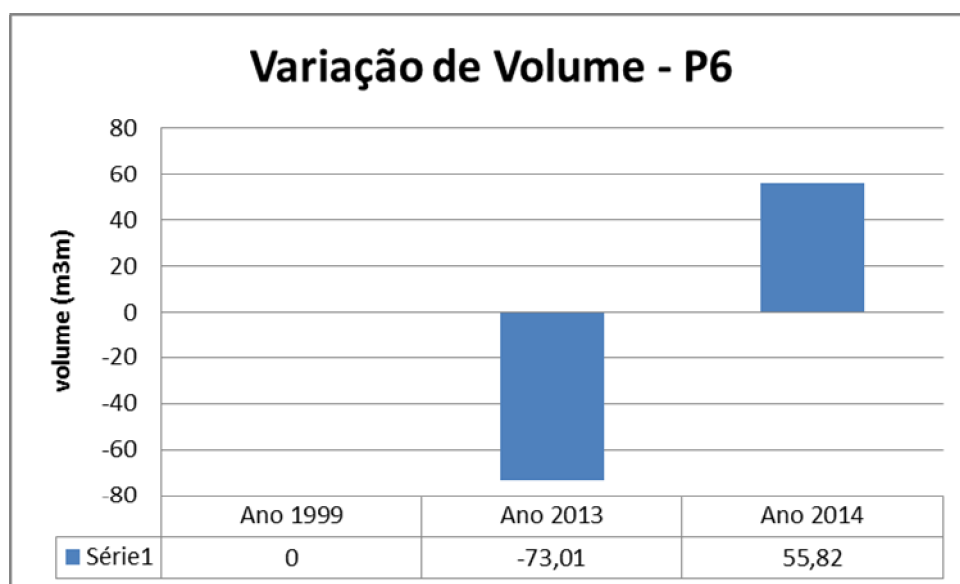


Figura 50 - Gráfico da variação do Volume- P6 (Praia de Maria Farinha).

Os teores de carbonato variaram entre 4,1% e 49,5%, porém com a dominância de sedimentos litoclásticos (siliciclásticos) em 92% das amostras que, semelhantes aos das amostras de carbonatos do INPH, segundo a classificação de Larssoneur *et al.* (1982), são os sedimentos que possuem valores de carbonato menores que 30%. As maiores concentrações decorrem de influências locais específicas e são amostras compostas em geral por sedimentos arenosos pobremente selecionados e com baixos conteúdos de lama.

6.5. Conclusões

As alterações morfodinâmicas presentes nas praias do litoral do Município de Paulista, representadas pelos seis perfis morfodinâmicos implantados, estão resumidas na Tabela 08. A análise qualitativa dos diversos perfis estudados, no período entre 1999 e julho/2014, mostra claramente uma tendência erosiva com perda significativa de material em todos os setores das praias estudadas, com exceção do perfil 3, situado na Marina do Janga, na praia do Janga no município de Paulista- PE.

POSIÇÃO DOS PERFIS NO LITORAL

Tabela 08 - Balanço Geral dos Perfis de 1999 x 2014

Perfil	Volume em (m ³ /m)			Balanço Sedimentar
	Inicial-1999	Final 2014	Resultado	
P1	107,96	41,31	-66,65	Erosão
P2	145,39	70,78	-74,61	Erosão
P3	84,24	219,78	135,54	Sedimentação
P4	76,23	59,24	-16,99	Erosão
P5	104,96	50,00	-54,96	Erosão
P6	146,28	129,09	-17,19	Erosão

A grande maioria das praias está em processo de erosão marinha, ou melhor, com recuo gradual da linha de costa com destruição de patrimônio público e privado. Apenas o perfil 3, Marina do Janga apresenta-se com valores crescentes de volume em 2013 e 2014 em relação a 1999. Este último (2014) mostra o maior volume 219,78m³/m, o que evidencia que estruturas implantadas (quebra-mares) na antepraia e plataforma continental interna adjacente está atuando positivamente, pelo menos neste ponto da costa.

ção geral no processo de erosão de 84% das praias do de maiores atenções do poder público para estas áreas, com investimentos maciços em pesquisa específica tanto nas áreas emersas (praias com todas as suas subdivisões geomorfológicas). Como na plataforma continental adjacente, no que se refere ao detalhamento da batimetria, hidrodinâmica, distribuição de sedimentos, correntes e principalmente da influências dos recifes no processo, de refração e difração das ondas incidentes.

É interessante frisar que no ano de 2014 todos os perfis apresentaram volumes positivos em relação a 2013 conforme mostra a tabela 08. Resumidamente apresentamos na figura 51 a relação erosão x progradação do litoral de Paulista obtida através dos resultados da morfodinâmica dos perfis de praia estabelecida. Isto ocorreu pelo fato das coletas de 2013 terem sido executados próximo do fim do inverno, acarretando em um quadro máximo de erosão, conforme observado em outros trabalhos similares executados na RMR (Gregório, 2010). No caso de 2014, as coletas foram executadas no meio do inverno, ou seja, os sedimentos depositados no verão ainda não teriam sido totalmente erodidos/ remobilizados.

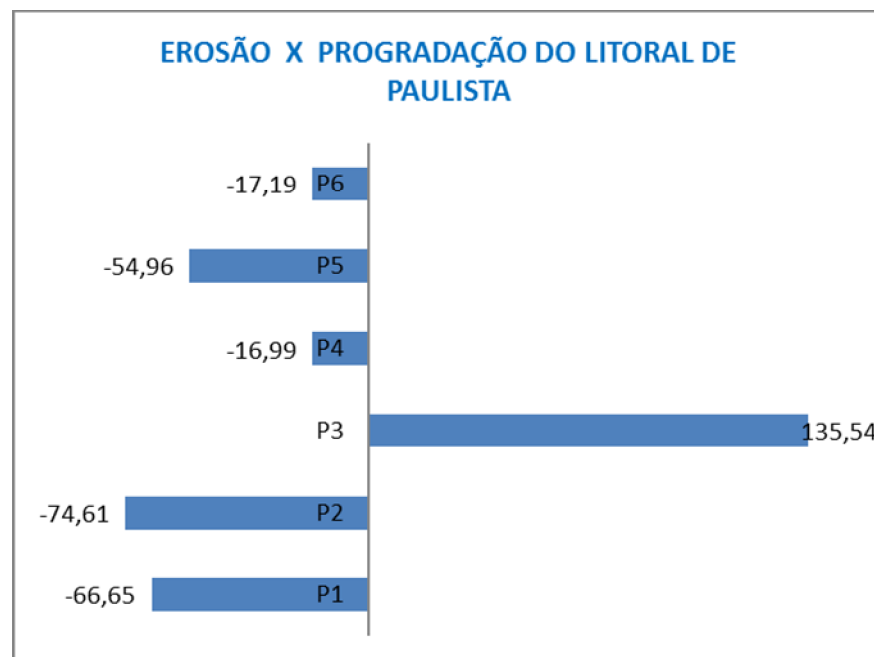


Figura 51 - Quadro geral de progradação e erosão do litoral de Paulista.

7. Área potencial para prospecção de jazidas siliciclásticas

7.1 Generalidades

Um determinado depósito mineral, pode ser feito com base em cálculos e estimativas. No caso específico das areias, os cálculos geralmente são baseados em resultados de sondagem ou em determinações de espessura através de métodos geofísicos de prospecção como a sísmica (refração e reflexão). (MARANHÃO, 2001).

As reservas são classificadas em Medidas, Indicadas e Inferidas. São consideradas Reservas Medidas aquelas, cujo erro máximo é de 20%. As Reservas Indicadas são aquelas em que o erro está compreendido entre 20 e 40%. São consideradas Reservas Inferidas aquelas cujo erro é maior do que 40%. Os cálculos dos erros são feitos estatisticamente com base no número de furos feitos, no coeficiente de variação e na constante de Student (MARANHÃO, 2001).

Com relação às areias da Plataforma Continental de Pernambuco, o que se tem são as áreas em que elas ocorrem e uma espessura média estimada com base em sondagem em outras regiões da mesma plataforma (MANSO *et al.* 2006). Com esses dados, evidentemente não há condições de se calcular uma Reserva Medida nem Indicada. O que se pode fazer é o cálculo da Reserva Inferida, cujo erro é maior do que 40%.

7.2 Resultados

Em função das características mineralógicas, fornecidas pelo relatório do INPH, específicas para utilização do material sedimentar em recuperação de praias, ou seja material siliciclástico com teor abaixo de 25% de carbonato de cálcio foi selecionada uma área com 1.146.880 m², localizada no extremo Norte da área, conforme mostra o mapa da figura 52. As figuras 53 a 56 apresentam valores do diâmetro médio dos sedimentos da superfície, 1m, 2m, e 3m e a do fundo marinho, que facilitaram a visualização e definição da jazida.

A área aqui considerada com aproximadamente 90% de material siliciclástico apresenta uma reserva inferida correspondendo a um volume de 3.440.640m³, o que corresponde na prática a aproximadamente 344 mil caminhões Mercedes-Benz caçamba longa.

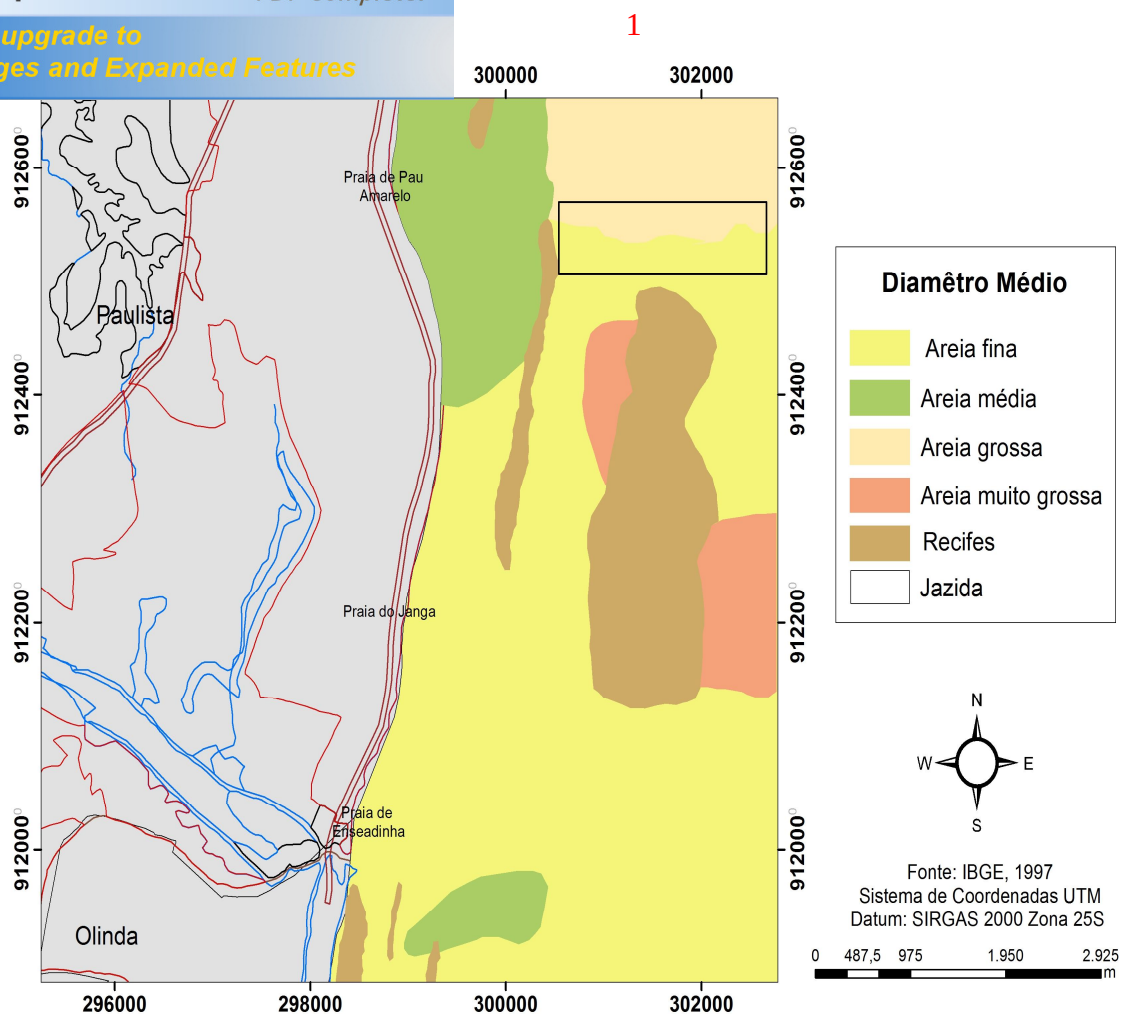


Figura 52 - Mapa da localização do jazida e distribuição da cobertura de fundo da Plataforma Continental Interna Adjacente em Paulista (PE).

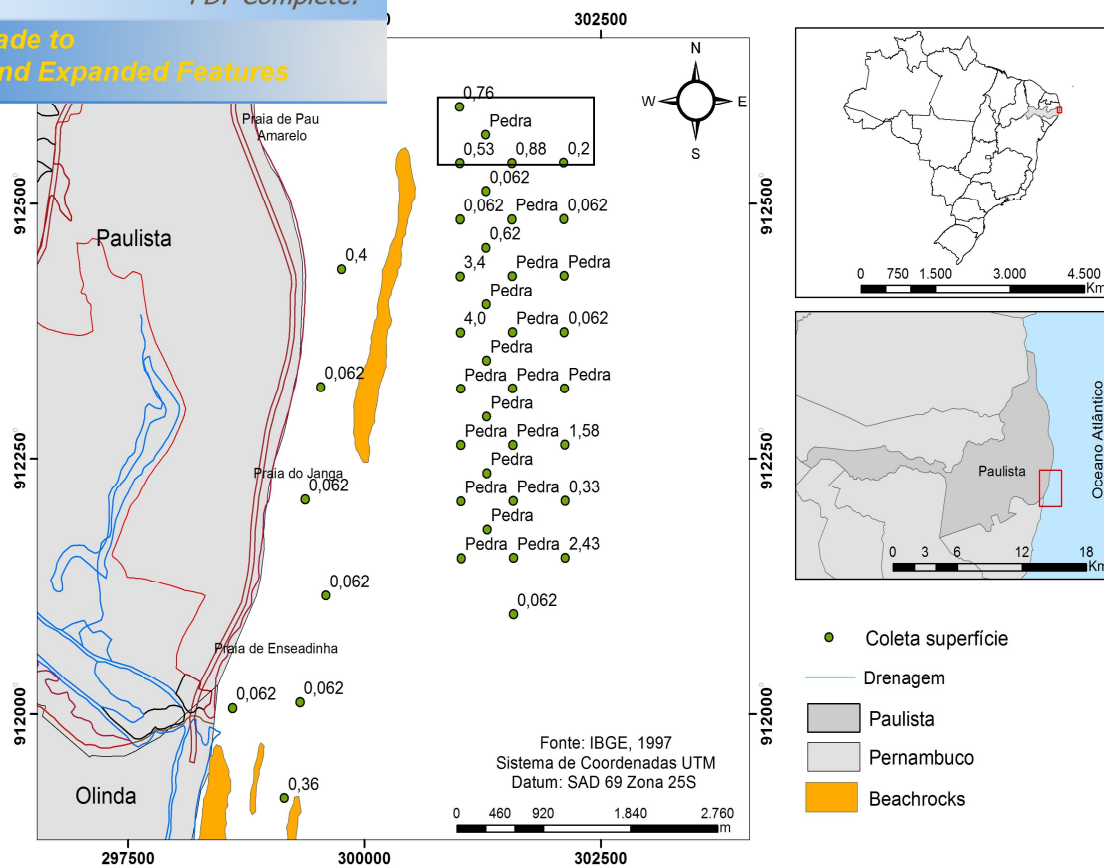


Figura 53 - Mapa de valores do diâmetro médio dos sedimentos da superfície

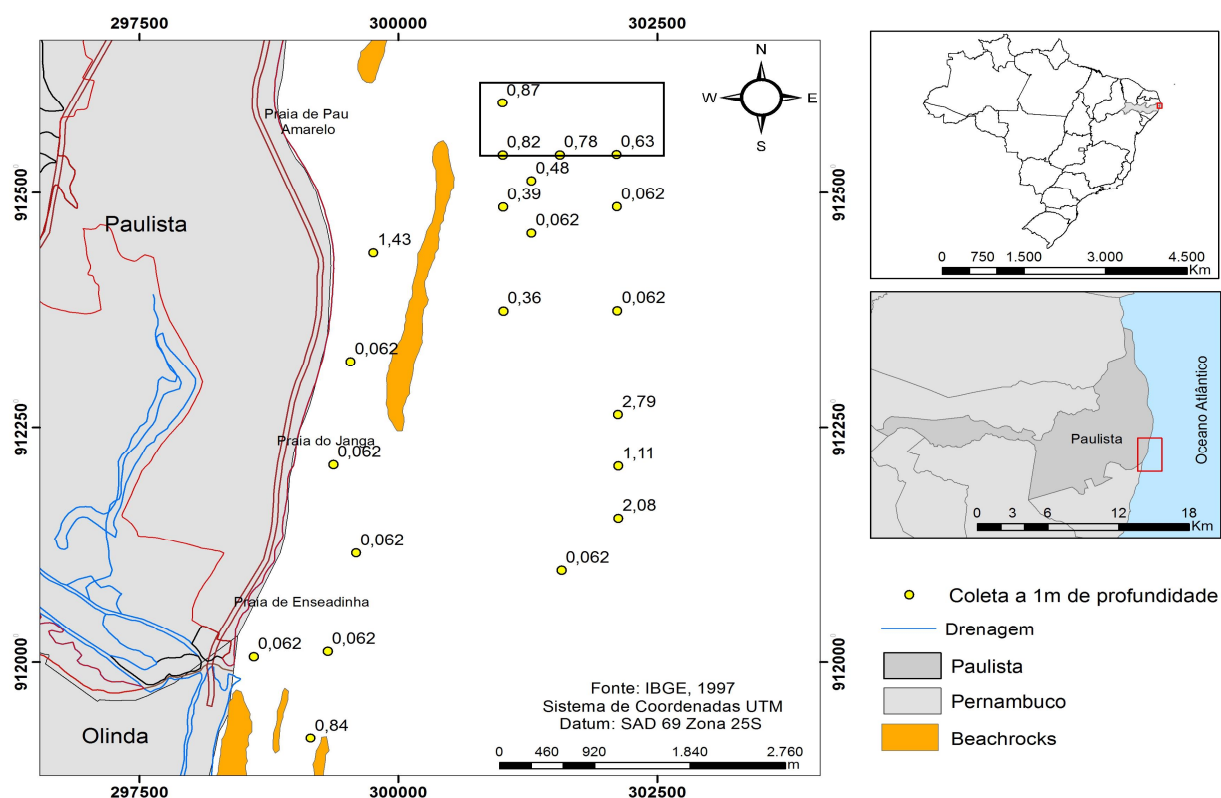


Figura 54- Mapa diâmetro médio dos sedimentos coletados em 1m de profundidade.

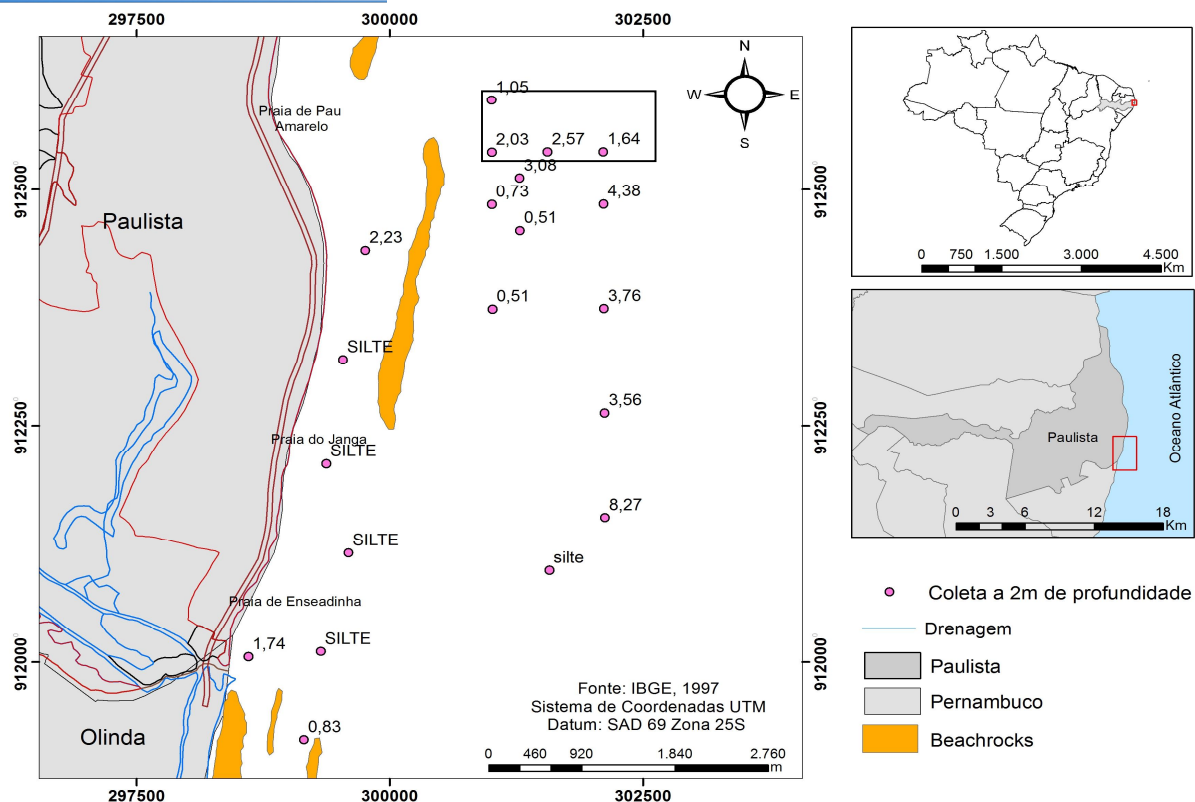


Figura 55- Mapa diâmetro médio dos sedimentos coletados em 2m de profundidade.

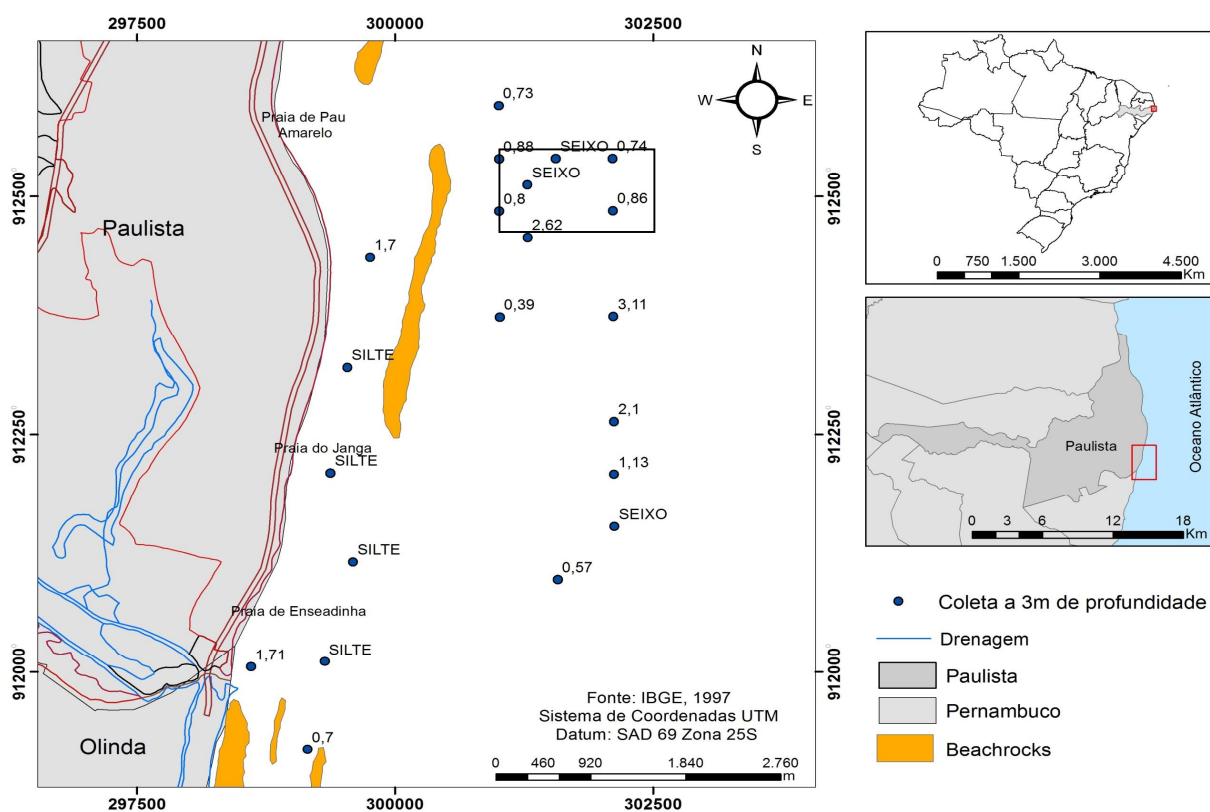


Figura 56 - Mapa de valores do diâmetro médio dos sedimentos coletados a 3 m de profundidade.

O estudo realizado na área constitui-se em mais uma contribuição para o conhecimento sedimentológico, além de fornecer auxílio para os futuros trabalhos sobre o tema. Através desses estudos e levantamentos efetuados nas praias de Paulista (PE), ficou evidenciado que os seis perfis realizados nas praias do município sofrem processos erosivos, com exceção do perfil três, onde ocorreu a recuperação da mesma através da técnica engordamento.

A recuperação da praia através do engordamento seria uma boa alternativa para todas as praias estudadas no referido trabalho, ocasionando o preenchimento e revitalização das praias de Paulista litoral de Pernambuco, pois desta forma se conservaria o equilíbrio natural e a paisagem costeira. As atividades recreativas e comerciais seriam mantidas, gerando maiores recursos tanto financeiros quanto sociais através do lazer para a comunidade local e para o município, pois a praia estaria com a faixa de areia maior e com um aspecto mais agradável. E ainda, pelo aspecto de preservação do meio ambiente.

Os sedimentos analisados que compõem os seis perfis as praias do litoral do município de Paulista-PE são predominantemente do tamanho areia média a fina, moderadamente selecionados com curvas leptocúrticas, platicúrticas e mesocúrticas. A granulação é compatível com a da jazida, com profundidade de 1 a 3 metro com depósito de granulação favorável para o processo de recuperação nas praias de Paulista de acordo com os dados do INPH onde foram identificados a granulação areia fina, média, grossa e muito grossa.

No entanto, o impacto ambiental da jazida a ser explorada precisaria de maiores estudos. Em todo caso, nota-se que haverá sedimento disponível para a recuperação das praias a serem explotados. Calculou-se um volume de $3.440.640\text{m}^3$ em uma área de $1.146.880\text{m}^2$ numa espessura de 3m, sedimento suficiente para a recuperação das praias estudadas, nas quais o levantamento feito pelo governo do estado juntamente com a empresa de engenharia Coastal Planning em 2011 sugeria que fosse necessário 663.000 m^3 de areia, mas sem jazida definida não teria como realizar o projeto.

Portanto, o resultado positivo para o surgimento dessa jazida foi de extrema importância para recuperação dessas praias, pois há um processo intenso de erosão nas referidas praias, e uma grande necessidade de recuperação através do engordamento. No qual através da jazida encontrada no mesmo local, facilitaria e diminuiria o custo médio nesse projeto de engenharia. Além disto, a jazida encontrada na plataforma interna adjacente



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

as praias estudadas, facilitando assim a retirada desses
esmas.

Esta dissertação apresenta uma análise do mapeamento da Plataforma Interna adjacente e da análise morfodinâmica das praias de Paulista, visando a localização, qualificação e quantificação das reservas de material litoclásticos marinho. O seu estudo é importante para o conhecimento da dinâmica marinha e para a execução de futuras intervenções para a recuperação da linha de praia, no Estado de Pernambuco que sofre com erosões ao longo do litoral norte, sobretudo na praia de Rio Doce e Maria Farinha em Pernambuco.

Os resultados obtidos pelas análises texturais das amostras, morfodinâmica das praias e os parâmetros estatísticos granulométricos calculados permitiram a visualização da distribuição espacial dos sedimentos tanto na praia quanto na plataforma adjacente interna, e as seguintes conclusões:

A- A avaliação da morfodinâmica sazonal e interanual das praias por meio dos 6 perfis executados, conduziu a um diagnóstico de um intenso processo de erosão nas praias estudadas, com exceção do perfil 3 onde houve uma obra de engenharia de engordamento para recuperação deste setor. No entanto, o restante das praias do município está necessitando de recuperação, para o uso de atividades recreativas e comerciais.

B- A sedimentologia dos perfis praias e da plataforma interna foi caracterizada através das análises granulométricas das amostras, permitindo realizar um reconhecimento sedimentológico tanto na praia quanto na plataforma continental interna adjacente, no qual foi comprovado uma granulometria favorável para a realização da recuperação do ambiente praias nas praias estudadas no Município de Paulista. Na praia a sedimentologia prevalecida foram 50% de areia média, 35% areia fina e 15% areia grossa, compatível com os dados usados do INPH para plataforma continental interna adjacente que foram de areia média (12%) e grossa com 7% da área mapeada, assim como areia muito grossa (5%) apresentando condições adequadas para a realizações da alimentação praias.

C- Foi possível mapear e delimitar uma potencial jazida localizada na plataforma continental interna adjacente às praias estudadas, cujas características sedimentares encontram-se dentro das especificações necessárias para uso na regeneração de praias locais. Essa proximidade facilitaria, inclusive, o transporte e diminuiria os custos para a retirada do sedimento, pois a plataforma estudada se encontra no mesmo município das praias as quais estão sofrendo o processo de erosão. Observa-se ainda que o recurso estimado da jazida (cerca de 3,5 milhões

e o volume estimado necessário para a recuperação das (m³).

Dĩ Por fim diante do exposto, o presente estudo, gerou subsídios concretos para futuras obras de engenharia (engordamento) na área de estudo. Pode então, ser considerado como de grande importância para os futuros estudos realizados na área, podendo ser utilizado pelas prefeituras dos municípios de Olinda e Paulista, com vistas à recuperação dessas praias por meio do processo de engordamento, o que seria mais viável do que obras emergenciais.

10. Bibliografia

ALHEIROS, M.M. & FERREIRA, M.G.V.X. 1991. História sedimentar do município de Recife, PE. *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 14, Recife. Atas, SBG: 18-21

ALHEIROS, M.M & FERREIRA, M.G.V.X. & LIMA FILHO, M.F. 1995. Mapa geológico do Recife: sinopse geológica. Convênio Carta Geotécnica da Cidade do Recife. FINEP/UFPE, Recife, 12p.

BARRETO, H.T. & SUMMERHAYES, C.P. 1975. Oceanography and suspended matter of northeastern Brazil. *Journal of Sedimentary Petrology*, Amsterdam, 45(4): 149-158.

BITTENCOURT, A.C.S.P. 1992. A questão da predominância ou não de valores negativos de assimetria das distribuições granulométricas para os depósitos da face da praia: uma polêmica revisitada. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 22(1): 107-111.

CAVALCANTI, L.B. & KEMPF, M. 1970. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil) 1.II - Metodologia e Hidrologia. *Trabalhos Oceanográficos* [UFPE], Recife, 9(11): 149-158.

CHAVES, N.S. 1996. *Beachrocks* do litoral pernambucano: estudo sedimentológico e análise de isótopos estáveis. Recife, PE. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 80p.

COASTAL PLANNING E ENGINEERING DO BRASIL. (2011). Alternativas de obras de Proteção Costeira, para recuperação da orla marítima e recomposição de praias arenosas dos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes, em Pernambuco, além de medidas corretivas necessárias as obras já implantadas na orla, Volume 9, 52 p.

COUTINHO, P.N. 1976. Geologia marinha da plataforma continental Alagoas-Sergipe. Tese Livre Docência. Univ. Fed. Pernambuco, 119p.

- Medeiros, A.B; MARTINS, M. H. A; Lira, A.R.AA.;
er, K.; Oliveira, L.A.; Manso, V.A.; Lima, A.T.O.e Lima
Filho, M.F. 1993. Compartimentação geológico-geomorfológica da faixa costeira norte de Pernambuco (Folha Itamaracá) XV Simp. De Geol. Do Nordeste.
- CPRH 2001. *Diagnóstico Sócio-ambiental do Litoral Norte*. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos, 254p.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 183p.
- CRONAN, D.S, 1992. Marine Minerals in exclusive economic zones. Chapman & Hall, London, 209 pp
- CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. 1998. *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 388p.
- DAVIES, J.L. 1980. *Geographical variation in coastal development*. London, Longman, 212p.
- DIAS, G.T.M. 2001. Granulados Bioclásticos ï Algas Calcárias. Brazilian Journal of Geophysics. 18(3)307-318.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de geociências, 1990. 20: 208-215.
- DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOUT, A.C.S.P. & MARTIN, L. 1992. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: Roles of sea-level history, trade winds and climate. *Sedimentary Geology*, Amsterdam, 80: 213-232.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, 27: 3-27.
- EMERY, K.O, 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography*, 6, 90ï 93. FERREIRA, M.A., 2001. Intertidal Soft Bottom.

Timbó: proposições urbanísticas. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, 364p.

GREGO, C.K.S. 2004. Distribuição espacial e sazonal da composição e biomassa fitoplanctônica correlacionada com a hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista, Pernambuco, Brasil). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 116p.

GREGÓRIO. M. N. Sedimentologia e morfologia das praias do Pina e Boa Viagem, Recife-PE. 2004. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) i Universidade de Federal de Pernambuco.

HEEZEN, B.C. & MENARD, H.W., 1966. Topography of the deep sea floor. In: M.N. Hill (Ed), The Sea, Intersec. Publ., (3): 233-280.

HAYES, M.O. 1979. Barriers island morphology as a function of tidal and wave regime. Leatherman, S.P. ed. , Barrier island from the Gulf of Mexico. Academic Press, N.Y.

HOEFEL, F. G. Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica. Itajaí- (sc): univali, 1998. 93 p.

INMAN, D.L. 1949. Sorting of sediments in the light of fluid mechanics. *Journal of Sedimentary Petrology*, Amsterdam, 19(2): 51-70.

Instituto de Pesquisas Hidroviárias i INPH i 43/2000, intitulado ãEstudos para o Engordamento da Praia de Janga/Enseadinha i PEò de setembro de 2000.

Intergovernmental Panel on Climate Changer, Geneva- IPCC, 20 de janeiro, 2010

KEMPF, R. 1979. A plataforma continental da costa leste brasileira, entre o Rio São Francisco e a Ilha de São Sebastião: notas sobre os principais tipos de fundo. Anais do XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia, Belém. P.A, 2: 211-234.

LANDIM, P. M. B. Análise estatística de dados geológicos multivariados. Lab. Geomatématica. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro. Texto Didático 03, p. 128, 2000. Disponível em: <www.rc.unesp.br/iqce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: 10 jun. 2013.

E, P. & AUFRET, J. P. The surficial sediments of the
in approaches. *Sedimentology*, v. 29, n. 6, p. 851-864,
1982.

MABESOONE, J.M. 1964. Origin and age of sandstone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil). *Journal of Sedimentary Petrology*, Amsterdam, 34: 715-726.

MAI- Monitoramento Ambiental Integrado. 2008. Avaliação do processo de Erosão Costeira nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes, em Pernambuco.

MANSO. V.A.V, *et al* 2006. Erosão e e progradação do Litoral de Pernambuco
Muehe, D. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. MMA, 2006.

MANSO. V.A.V. 1992 Macrozoneamento costeiro do litoral de Pernambuco- Folha Itamaracá (SB-25-Y-C-7)Convênio EMLURB/ FADE/ LGGM/ UFPE. Relatório Técnico. 45 p.

MANSO. V.A.V. 1995 Estudo da erosão marinha na praia de boa viagem. Convênio EMLURB/ FADE/ LGGM/ UFPE. Relatório final. Recife.

MARANHÃO, L. R. J. Introdução à pesquisa mineral. Imprensa Universitária. Fortaleza. 4ª.Edição. 1989

MARTIN, L., SUGUIO, K. & FLEXOR, J.M. 1979. As flutuações de nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de deltas brasileiros. *Publicação Especial do IG-USP*, São Paulo, 15: 1-186.

MARTIN. M. H, A. Caracterização morfológica do litoral da ilha de Itamaracá i PE, 1997. Dissertação, p. 111 (mestrado em Geociências) Centro de Tecnologia e Geociencias Universidade Federal de Pernambuco, 1997.

MARTINS, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: *Revista Gravel*, Porto Alegre, 2003. (1): 90-105.

M. G. 2003. Introduction to Coastal Processes and
l, London, 354 pp.

MESQUITA, A.R.2000. Sea level variations along the Brazilian coast: a short review.In:
Klein, A.H.F.. et.al (Orgs.). Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas.

Morfodinâmica, Ecologia, Usos, Riscos e Gestão, Itajaí.

NASCIMENTO, L.R.S.L, COELHO, M.P.C.A. & YBERT, J.P. 2005. Contribuição à
palinologia do sedimento superficial da Lagoa da Dominga, Lance dos Cações,
Itamaracá, PE. *Congresso da ABEQUA, 10, Guarapari, Anais, ABEQUA: 4p. in CD-rom.*

OLIVEIRA, L. E. E; BARCELLOS; R. L.; SANTOS, L. D. & MONTES, M. J. F.
Características da composição sedimentar em três ambientes de plataforma distintos:
adjacente ao Porto do Recife, à Ilha de Itamaracá e Fernando de Noronha ã Pernambuco.
In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA (CBO), 5; 2014a, Santa
Catarina.

PASKOFF, R. (1985) - Les - littoraux - impact des aménagements sur leur évolution.
Col. Géographie, Masson, Paris. 185 p.

PCR - PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2000. Atlas Ambiental da Cidade
do Recife. Recife: 2000.

PÉRÈS, J.M. & PICARD, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la
Méditerranée. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume, Bull., 31(47); 5-137.

PONTE, F.C.& ASMUS, H.E. 1976. The Brazilian marginal Basins: current state of
knowledge. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.48, p.215-239.

PONZI, V.R.A. 1995. Métodos de análises sedimentológicas de amostras marinhas.
Representação de resultados através de gráficos e mapas. Notas de Aula, Universidade
Federal Fluminense, Niterói, 52p.

PORTO NETO, F.F. 1998. Variação nictemeral e sazonal do zooplâncton no canal de
Santa Cruz- Itamaracá, PE. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de
Pernambuco, Recife, 146p.

perspectiva da exploração de petróleo no Brasil. Boletim Técnico Petrobrás, p.56-58

REINECK, H.E. & SINGH, I.B., 1980. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, 549 pp.

SÁ, L.T.L. 1998. Levantamento geológico-geomorfológico da Bacia Pernambuco-Paraíba no trecho compreendido entre Recife - PE e João Pessoa - PB. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 127p.

SAMPAIO F. J. - Vol. II. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. 1914

SILVA, C.G. 2001. Placeres marinhos. Brazilian Journal of Geophysics, Vol. 18(3), 2000.

SILVA, G. C.; JÚNIOR, F. & BREHME I. Granulados litoclásticos. Revista Brasileira de Geofísica. vol.18 no.3 São Paulo 2000.

SOUZA, C.J. 2005. Dinâmica costeira na foz do rio Timbó, PE: considerações sobre o atual assoreamento. Monografia de Especialização em Ambientes Aquáticos, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 61p.

SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Edgar Blücher, 317p.

SUGUIO, K. 2003. *Geologia sedimentar*. São Paulo, Edgar Blücher, 400p.

SUHAYDA, J.N., HSU, S.A. ROBERTS, H.H. & SHORT, A.D. 1977. Documentation and analysis of coastal processes, northeast coast of Brazil. *Technical Report from Louisiana State University*, Louisiana, 238: 1-98.

SWIFT, D.J.P., STANLEY, D.J. & CURRAY, J.R. 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. J. Geol. Chicago, 79: 322 - 346.