

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

Fabiana Alves Nunes da Silva

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO  
SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO DA  
DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL  
DE SANTA CRUZ – PE**

Dissertação de Mestrado  
2012

**FABIANA ALVES NUNES DA SILVA**

**Licenciada em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL  
DE SANTA CRUZ – PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Professor Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso e coorientada pelo Professor Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann, em preenchimento parcial para obter o grau de Mestre em geociências, com área de concentração em Geologia Sedimentar e Ambiental aprovada em 27/02/2012.

**RECIFE, PE  
2012**

S586a Silva, Fabiana Alves Nunes da.

Análise do comportamento sedimentológico e hidrodinâmico  
da desembocadura norte do canal de Santa Cruz – PE / Fabiana  
Alves Nunes da Silva. - Recife: O Autor, 2012.  
xvi, 115 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Profº. Drº. Valdir do Amaral Vaz Manso.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de  
Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências,  
2012.

Inclui Referências e Anexos.

1. Geociências. 2. Sedimentologia. 3. Hidrodinâmica. 4.  
Canal de Santa Cruz (PE). I. Manso, Valdir do Amaral  
(Orientador). II. Título.

551 CDD (22. ed.)

UFPE  
BCTG/2012-091

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL  
DE SANTA CRUZ – PE**

**FABIANA ALVES NUNES DA SILVA**

**Aprovada em 27 de Fevereiro de 2012**

---

Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso  
Orientador

---

Prof. Dr. Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann  
Coorientador (Membro Interno)

---

Dr. Fábio José de Araújo Pedrosa  
(Membro Externo)

*Dedico este trabalho à minha querida mãe Gerluce Carvalho que amo incondicionalmente, à minha irmã Carla Alves a quem eu amo, admiro e que sempre me ajudou e ao meu amor Juliano Nascimento por estar sempre ao meu lado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Torna-se oportuno, ao final desta jornada, expressar meus sinceros agradecimentos as pessoas que me ajudaram, direta ou indiretamente, na elaboração desta Dissertação. Deixo, assim, publicamente registrado o carinho e consideração por todas elas.

Aos meus pais, Carlos e Gerluce, em especial à minha mãe pelo total irrestrito incentivo, afeto e compreensão em todos os momentos da minha vida e à minha irmã Carla.

Ao meu namorado Juliano Nascimento pelos inesquecíveis momentos ao longo desses dois anos, sempre transmitindo boas energias, com sua alegria e amor que a mim foram dedicados.

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio concedido para a realização deste trabalho.

A Pós-Graduação em Geociências (PPGEOC) da Universidade Federal de Pernambuco, pelo apoio técnico e pela infraestrutura concedida.

Ao meu amigo e Orientador, Professor Valdir do Amaral Vaz Manso que depositou sua confiança em mim e no meu trabalho e que sempre me apoiou em todas as fases do mestrado.

Bem como ao meu também amigo e Coorientador deste trabalho, Professor Virgílio Henrique de Miranda Lopes Neumann que com seus conselhos e ensinamentos me engrandeceu como pessoa e como pesquisadora.

Aos professores do Departamento de Geologia, em especial aos Professores Edilton Santos, Gorki Mariano, João Adauto e Mário Lima.

Aos colegas da turma 2006.1 do curso de Licenciatura em Geografia, em especial a Elaine Bernardino da Silva, Gustavo de Souza Barbosa e Regina Cristina de Albuquerque, que até hoje compartilham momentos muito especiais ao meu lado.

À Maria Freitas pela primeira conversa e explicação de como funcionava o Programa de Pós Graduação em Geociências bem como por ter sido a monitora mais inteligente que conheci, além dos momentos agradáveis e divertidos.

Aos meus colegas que convivi durante o mestrado e que sempre me apoiaram e me proporcionaram momentos agradáveis, Carlos Eduardo (Duty), César Filgueiras, Dunaldson Rocha, Juliana Sierpe, Paulo Roberto (Amaral), Ranjana Yadav, Ricardo Ferreira, Rodrigo Martins e Thais Guimarães.

Em especial à Fernanda Maia, é uma honra tê-la como amiga. Ajudou-me e aconselhou-me em vários momentos importantes, além de ter minha eterna admiração por ser um ser humano tão bom e que só deixa coisas boas por onde passa. Guardarei para sempre como amiga.

Ao amigo Dr. Alan Miranda pelos diálogos acadêmicos e auxílio em relação a este trabalho.

À Edjane Maria, que já conhecia há muito tempo, mas que só descobri suas qualidades na convivência durante o mestrado e percebi o quanto ela é uma pessoa especial.

Ao colega Alex Moraes pela ajuda na análise de Matéria Orgânica e pelos diálogos acadêmicos que me ajudaram na execução deste trabalho.

Aos integrantes do LGGM da UFPE, Denise Santos, Geraldo Varela, Fernando Júnior, João Alberto, José Stroessner, Lara Quinamo, Maria Bezerra, Miguel Arrais, Natan Pereira, Patrícia Fernanda, Renê Macêdo, Sharliane Arruda e Thiago Lopes, pelos momentos de aprendizagem e descontração.

Por fim, mas não por último, a Deus pelas maravilhas até aqui alcançadas.

Àqueles que de uma maneira ou de outra colaboraram na execução deste trabalho, mas que embora não citados nominalmente, sempre terão meus sinceros agradecimentos.

A todos o meu muito obrigada.

*Maré cheia, maré rasa, lua cheia e lua nova... É tão bom saber que tudo se renova e modifica, é tão bom saber que sempre a tempo de recomeçar tudo na vida. E a cada começo um novo ciclo se inicia com a sensação de que tudo começa da cota zero e não é preciso buscar a perfeição, basta apenas viver a vida a cada estação. Mesmo que as estações não sejam bem definidas e que nem todas as folhas caiam no chão.*

*Fabiana Nunes*

## **RESUMO**

A área em estudo está localizada no município de Goiana, litoral Norte do Estado de Pernambuco, compreendida entre as coordenadas 7°41'36"S / 7°48'54"S e 34°49'20"W / 34°53'18"W. O Canal de Santa Cruz separa a ilha de Itamaracá e o Continente e é através da desembocadura da Barra de Catuama que se dá a penetração da água oceânica no canal. Este trabalho teve por objetivo diagnosticar as feições sedimentológicas e hidrodinâmicas que recobrem a desembocadura norte deste canal, para tanto foram realizadas análises para identificação das fácies texturais e cálculos de parâmetros estatísticos e análise multivariada para a caracterização dos sedimentos e do ambiente deposicional; avaliação das porcentagens de matéria orgânica e análise da correntometria para verificar qual a dinâmica ali existente. As amostras evidenciam a dominância da fácie areia, com predominância da granulação média, fina e muito fina, esta última domina mais de 30% das amostras analisadas e estão posicionadas entre os meandros dos rios Catuama e Carrapicho. A maioria desses sedimentos encontra-se moderadamente a pobemente selecionados, com grau de assimetria muito negativa e distribuição de mesocúrtica a leptocúrtica, indicando um nível crescente de energia, em consequência da influência de correntes fluviais e deriva de maré. Entretanto os sedimentos platicúrticos também são relevantes evidenciando uma maior mistura em função das diferentes direções de fluxos atuantes. A proporção de matéria orgânica foi encontrada em todos os tipos de sedimentos analisados, sua quantidade depende da granodecrescência dos mesmos. A correntometria indicou padrões de circulação na mesma direção do sentido das correntes e a irregularidade na profundidade do canal influenciou neste resultado. Quanto à hidrodinâmica que ocorre na parte norte do complexo estuarino do canal de Santa Cruz observou-se um acréscimo de energia na desembocadura norte do canal enquanto que na margem direita do Rio Catuama e na margem esquerda do rio Carrapicho, que fazem confluência com o canal, verificou a predominância de uma baixa hidrodinâmica.

Palavras-chave: Sedimentologia, hidrodinâmica, Canal de Santa Cruz.

## ABSTRACT

The study area is located in Goiana county, North littoral of Pernambuco State within the following coordinates 7°41'36"S / 7°48'54"S and 34°49'20"W / 34°53'18"W. The Santa Cruz channel separates the Itamaracá island from the continent and it is through the Catuama inlet that occurs the penetration of ocean water in the channel. The objective of this work is to study the bottom sediments of the northern portion of this channel as well as the organic matter content in these sediments. For both, were carried out analyses for identification of textural facies and calculations of statistical parameters for characterization of sediments, as well as the identification of the proportion of organic matter present in these grains. The samples exhibited the dominance of sand facies, with predominance of the average particle size, fine and very fine, the latter dominates more than 30% of the samples analysed and are positioned between the Catuama and Carrapicho river meanders. Most of these sediments are moderately to poorly sorted, with degree of asymmetry very negative and mesokurtic and leptokurtic distribution, indicating an increasing level of energy, in consequence of the influence of river currents and tidal drift. However platikurtis sediments are also relevant evidencing a greater mixing due to the different directions of active flows. Regarding the organic matter content, it can be found in all types of analysed sediment, its amount was directly proportional to the finer grain size. The correntometry circulation patterns indicated in the same direction as the direction of the currents and the irregularity in the depth of the channel influenced this result. Regarding the hydrodynamics occurring in the northern part of the complex estuarine of the Santa Cruz channel there was an increase of energy at the mouth of the channel north whereas on the right margin of the Catuama river and on the left of the Carrapicho river, making confluence with the channel, verified the predominance of a hydrodynamics low.

Keywords: Sedimentology, hydrodynamic, Santa Cruz channel.

## SUMÁRIO

Agradecimentos	iv
Resumo	vii
Abstract	viii
Sumário	x
Lista de Figuras	xiv
Lista de tabelas	xvi
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1. Geomorfologia de ambientes estuarinos.....	20
1.2. Sedimentologia de ambientes estuarinos.....	24
1.3. Localização da área.....	27
1.4. Objetivos.....	27
1.4.1. Objetivo geral.....	27
1.4.2. Objetivos específicos.....	27
<b>CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
2.1. Introdução.....	29
2.2. Coleta de dados.....	29
2.3. Análise Sedimentológica.....	29
2.3.1. Coleta das amostras.....	29
2.3.2. Procedimentos laboratoriais.....	31
2.3.3. Tratamento estatístico.....	35
2.3.3.1. Diâmetro Médio.....	35
2.3.3.2. Desvio Padrão.....	36

2.3.3.3. Assimetria.....	37
2.3.3.4. Curtose.....	38
2.4. Análise multivariada(Y).....	39
2.5. Matéria Orgânica.....	40
2.6. Profundidade.....	41
2.7. Confecção dos mapas e diagramas.....	41
<b>CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DA ÁREA.....</b>	<b>43</b>
3.1. Clima.....	43
3.2. Vegetação.....	43
3.3. Hidrografia.....	44
3.4. Condições Oceanográficas.....	45
3.4.1. Regime de Marés.....	45
3.4.2. Regime de Ondas.....	46
3.4.3. Salinidade e Temperatura.....	47
<b>CAPÍTULO 4 – CONTEXTO GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO REGIONAL.</b>	<b>48</b>
4.1. Introdução.....	48
4.2. Sequencia Estratigráfica.....	50
4.2.1. Formação Beberibe.....	52
4.2.2. Formação Itamaracá.....	52
4.2.3. Formação Gramame.....	52
4.2.4. Formação Maria Farinha.....	53
4.2.5. Formação Barreiras.....	53

4.3. Geologia do Quaternário.....	53
4.3.1. Terraços Marinhos.....	56
4.3.2 Terraços Marinhos Pleistocênicos.....	56
4.3.3 Terraços Marinhos Holocênicos.....	56
4.3.4 Depósitos de Manguezais.....	57
4.3.5. Depósitos Flúvio-Lagunares.....	58
4.3.6. Depósitos Atuais de Praias.....	58
4.3.7. Recifes de Arenito ou <i>Beachrocks</i> .....	58
4.4. Compartimentação Geomorfológica.....	60
4.4.1. Domínio Colinoso.....	60
4.4.2. Superfície de Tabuleiros.....	60
4.4.3. Planície Costeira.....	60
<b>CAPÍTULO 5 – ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS E HIDRODINÂMICAS...</b>	<b>61</b>
5.1. DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA.....	61
5.1.1. Fração Cascalho.....	62
5.1.2. Fração Areia.....	62
5.1.3. Fração Lama (Silte + Argila).....	62
5.2. DISTRIBUIÇÃO DE FÁCIES TEXTURAIS.....	64
5.3. Variações nos Parâmetros Estatísticos.....	66
5.3.1. Variações do Diâmetro Médio.....	66
5.3.2. Variações do Desvio Padrão.....	71
5.3.3. Variações de Assimetria.....	76
5.3.4. Variações da Curtose.....	80
5.4. ANÁLISE DISCRIMINATÓRIA MULTIVARIADA (Y).....	83

5.5. DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA.....	87
5.6. ANÁLISE BATIMÉTRICA DA ÁREA.....	92
5.7. HIDRODINÂMICA INFERIDA A PARTIR DO DIAGRAMA DE PEJRUP....	94
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO</b>	
<b>ANEXO I.....</b>	<b>112</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Tipos fisiográficos de estuários adaptada de Fairbridge (1980). <i>In: Miranda et al 2002.....</i>	20
Figura 02. Exemplo de um estuário de Planície Costeira, localizado no estado de Pernambuco – Rio Goiana/Megaó. Fonte: Google Earth. ....	21
Figura 03. Rio Timbó exemplificando um estuário construído por barra no estado de Pernambuco. Fonte: Google Earth. ....	22
Figura 04. Estuário do tipo laguna costeira localizado no Rio Ipojuca em Pernambuco. Fonte: Google Earth. ....	23
Figura 05. Exemplificação do modelo de distribuição de fácies estuarina da energia hidrodinâmica (adaptado de Davis, 1991; Dalrymple <i>et al.</i> 1992). ....	26
Figura 06. Localização da área de estudo. ....	28
Figura 07. Localização da área de estudo com os 61 pontos amostrados na parte Norte do Canal de Santa Cruz em Pernambuco. ....	30
Figura 08. Equipamento para análise sedimentológica – a) Estufas, b) Balança e c) Agitador de peneiras. ....	33
Figura 09. Fluxograma mostrando todas as etapas de análise sedimentar e de concentração de Matéria Orgânica. ....	34

Figura 10. Representação do Diagrama de Francis P. Shepard (1954) e à direita o diagrama modificado de Shepard (1954).....	42
Figura 11. Esquema classificativo proposto pelo sedimentólogo dinamarquês Morten Pejrup (1988), é um diagrama baseado em considerações de índole hidrodinâmica. ....	42
Figura 12. Mapa mostrando as Bacias PE – PB, ainda as sub-bacias Olinda, Alhandra/Miriri da Bacia Paraíba e seus limites estruturais (Barbosa & Lima Filho, 2006). .....	49
Figura 13. Carta Estratigráfica proposta para a faixa costeira da bacia da Paraíba (Modificado de Barbosa, 2004, apud Barbosa, 2007).....	51
Figura 14. Mapa Geológico da área de estudo. ....	55
Figura 15. Recifes Algálicos próximos à praia de Catuama em Pernambuco. Fonte: Google Earth. ....	59
Figura 16. Diagrama de Francis P. Shepard (1954) localizando as amostras com maior evidência de areia, areia lamosa e lama arenosa na área de estudo. ....	61
Figura 17. Mapa de distribuição granulométrica. ....	63
Figura 18. Distribuição em porcentagem das cinco classes texturais encontradas nas amostras analisadas. ....	64
Figura 19. Mapa de Fácies Texturais. ....	65
Figura 20. Percentual do diâmetro médio das areias. ....	66
Figura 21. Mapa de diâmetro médio. ....	70
Figura 22. Percentual do grau de seleção das amostras. ....	71
Figura 23. Mapa de distribuição de desvio padrão. ....	75
Figura 24. Percentual dos valores assimétricos. ....	76
Figura 25. Mapa de Assimetria da área estudada. ....	79
Figura 26. Percentual do grau de Curtose. ....	80

Figura 27. Mapa de Curtose.....	82
Figura 28. Porcentagem dos índices de deposição marinha e fluvial.....	83
Figura 29. Mapa de Análise Discriminatória Multivariada.....	86
Figura 30. Mapa com teor de Matéria Orgânica com os valores percentuais.....	91
Figura 31. Mapa de profundidade da área de estudo.....	93
Figura 32. Representação do diagrama de Pejrup (1988) para exemplificar como as áreas são evidenciadas dentro desse diagrama.....	94
Figura 33. Mapa de distribuição das áreas representativas com hidrodinâmica alta e baixa no rio Catuama, Carrapicho e desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE. Fonte: A autora. ....	95
Figura 34. Mapa de distribuição das áreas representativas da hidrodinâmica segundo diagrama de Pejrup (1988).....	99
Figura 35. Mapa modificado de Pejrup (1988) com a distribuição das áreas representativas com hidrodinâmica alta e baixa no rio Catuama, Carrapicho e desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE. Fonte: A autora. ....	101

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: tabela com os valores de desvio padrão específicos para a determinação do grau de selecionamento de grãos.....	36
Tabela 02: Valores que representam cada tipo de assimetria (Sk).....	37
Tabela 03: Valores de escala de classificação qualitativa de curtose (Kg).....	38
Tabela 04: Amostras analisadas com os respectivos valores de diâmetro médio e classificação específica.....	68
Tabela 05: Amostras analisadas com os respectivos valores de desvio padrão e classificação específica.....	72
Tabela 06: Amostras analisadas com os respectivos valores de assimetria e classificação específica.....	77
Tabela 07: Valores dos Parâmetros estatísticos, segundo Folk & Ward (1957), e o valor do parâmetro "Y", segundo Sahu (1964), para os sedimentos que fazem confluência com a área em estudo.....	84
Tabela 08: Valores dos percentuais de Matéria Orgânica (M.O) para as amostras localizadas na desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE.....	87
Tabela 09: Hidrodinâmica inferida a partir do diagrama proposto por Pejrup (1988) para as amostras localizadas na Desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz – PE .....	97
Tabela 10: Valores de distribuição granulométrica na área estudada, segundo Shepard (1954) (Vide - anexo I) .....	113
Tabela 11: Valores dos parâmetros estatísticos dos sedimentos da desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz – PE (Vide - anexo I).....	115

---

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

---

O estudo dos estuários, palavra que deriva do latim *aestuarium* (área com baixa influência das marés), foi iniciado há 120 anos por pesquisadores escandinavos (Miranda *et al.* 2002). Contudo, foi a partir da década de 50 que esses ecossistemas passaram a ser estudados mais profundamente, já que são susceptíveis à influência do homem.

Desde o aparecimento das primeiras civilizações até os dias atuais, os estuários têm sido alvo da intensa exploração, pois são ambientes favoráveis à concentração urbana, de indústrias e pela facilidade do transporte hidroviário. Geralmente, são ambientes bem protegidos da ação de ondas e marés, com amplo desenvolvimento de atividades econômicas, devido à flexibilidade de distribuição e logística da produção. A maior parte da ocupação humana em grandes cidades está concentrada nas regiões litorâneas de todos os continentes, principalmente as margens de grandes estuários, comprometendo assim a qualidade dos ambientes aquáticos (Miranda *et al.* 2002).

Existem diversas definições e classificações atribuídas aos ambientes estuarinos. Estas definições podem ser baseadas na característica fisiográfica, no gradiente de salinidade, nos padrões de circulação e mistura, na variação da altura de maré, na distribuição de facies sedimentares e das comunidades biológicas presentes neste ambiente (Elliott & McLusky, 2002; Dalrymple *et al.* 1992).

Pritchard (1952) define o estuário como sendo um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental.

Segundo Kowsmann *et al.* (1977), com algumas exceções, os estuários foram formados em regiões relativamente estreitas de transição entre o mar e as massas de terra continentais. São ambientes geológicos recentes formados por alterações seculares do nível do mar de natureza eustática (variações do volume de água dos oceanos) ou isostática (variações do nível da crosta terrestre), bem como por processos erosivos e deposicionais de sedimentos provenientes da região continental ou oriundos da exploração e exploração das bacias de drenagem.

Na concepção de Kowsmann *et al.* (1977), a última transgressão marinha, denominada transgressão Flandriana, teve início há cerca de quinze ou dezesseis mil anos. É provável que ao final desse processo transgressivo o mar tenha atingido o nível atual, favorecendo a inundação gradual das planícies costeiras e vales dos rios para dar origem aos estuários, enseadas, baías e lagunas costeiras.

Dessa forma, os estuários são corpos de água heterogêneos, formados pela interação e mistura entre massas de água de origem fluvial e marinha.

Como ecossistemas, os estuários apresentam muitas funções vitais. De acordo com Ketchun (1983), constituem o habitat natural das aves, mamíferos e peixes, é o ambiente de desova e de criação de muitas comunidades biológicas e, também, desempenham um papel importante nas rotas migratórias de peixes de valor comercial.

De acordo com Cronin (1967), em condições naturais, os estuários são biologicamente mais produtivos do que os rios e oceano adjacente, por apresentarem altas concentrações de nutrientes que estimulam a produção primária. A descarga de água doce na parte interna, a entrada de água do mar, e os transportes associados de sedimentos em suspensão e nutrientes orgânicos e inorgânicos são processos que interferem diretamente no desenvolvimento urbano, social e econômico das regiões estuarinas.

Grande parte das substâncias existentes nos estuários é utilizada como alimento pelos organismos marinhos, e os poluentes, que são transportados juntamente com as substâncias naturais, podem afetar uma grande variedade da biota marinha e representar uma ameaça para a saúde das populações que utilizam esses recursos naturais como alimento. Sendo assim, é fundamental identificar os efeitos passados da influência do homem nos processos que ocorrem nesses ambientes e contemplar estudos sobre futuras interferências benéficas e predatórias nesses corpos de água (Cronin, 1967).

A desembocadura norte do Canal de Santa Cruz no estado de Pernambuco deve ser considerada um ambiente estuarino compatível com as hipóteses de alguns autores como: (MEDEIROS, C., KJERFVE, B. 1993; Burchard & Baumert, 1998; e Miranda *et al.* 2002).

Nesse sentido, a presente dissertação fez uma abordagem sobre os aspectos sedimentológicos e hidrodinâmicos do referido Canal, visando contribuir para o melhor entendimento da evolução do ambiente estuarino estudado, bem como, analisar a respectiva influência da atividade antrópica neste meio.

## 1.1. Geomorfologia de ambientes estuarinos

Pritchard (1952) desenvolveu um critério de classificação para os tipos geomorfológicos de estuários, nos quais, esses ambientes de transição foram agrupados de acordo com sua geomorfologia e que se nomeiam como: os de planície costeira (vale inundado), fiorde, formado por barras e por outros processos, de acordo com eventos geológicos e geomorfológicos que ocorreram durante sua formação (Fig. 01).

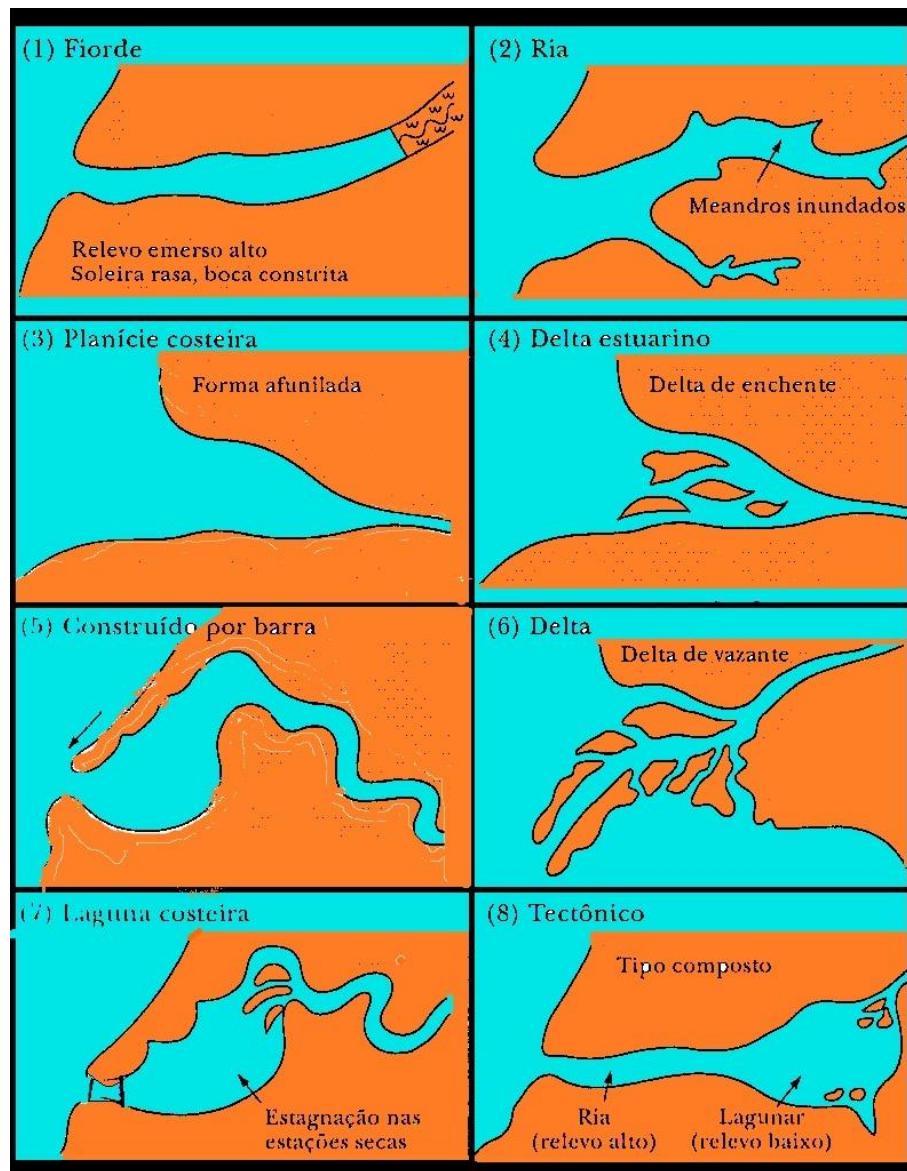


Figura 01. Tipos fisiográficos de estuários adaptada de Fairbridge (1980). In: Miranda *et al* 2002.

De acordo com Miranda 2002, estes tipos de estuário são típicos de regiões de planície costeira e se formaram durante a transgressão do mar no Holoceno, responsável pela inundação dos vales dos rios. O processo de inundação foi muito mais acentuado do que o de sedimentação e a topografia tornou-se muito semelhante ao vale do rio. São estuários relativamente rasos, raramente excedendo 30 metros de profundidade. Devido ao processo recente de sedimentação, o fundo é preenchido por lama, enquanto que a parte superior é dominada por sedimentos finos, que se tornam mais grossos em direção a entrada do estuário.

Esses tipos de estuários estão localizados em regiões tropicais e subtropicais, sendo comuns na costa leste da América do Norte. São encontrados também no Brasil, entre eles pode ser citado o estuário do Rio São Francisco. Na região nordeste do Brasil, mais especificamente no estado de Pernambuco, os estuários do Rio Goiana/Megaó (Fig. 02), Jaguaribe, Paratibe, Maracaípe, Sirinhaém e Formoso foram definidos como do tipo planície costeira (CPRH, 2003).



Figura 02. Exemplo de um estuário de Planície Costeira, localizado no estado de Pernambuco – Rio Goiana/Megaó. Fonte: Google Earth.

Segundo Miranda *et al* (2002),esses tipos de estuários foram formados com a inundação de vales primitivos de rios durante a transgressão marinha, entretanto a sedimentação recente deve ter proporcionado a formação de barras na desembocadura do canal. Estes ambientes estão associados às regiões costeiras susceptíveis à ação de processos erosivos, produzindo quantidades expressivas de sedimentos. Em geral, os sedimentos são retrabalhados pelas ondas e transportados por correntes litorâneas. Finalmente, esses tipos de estuários compreendem sistemas rasos de profundidade inferior a 20-30 metros, com a probabilidade de desenvolvimento de canais e lagunas extensas no seu interior.

Em Pernambuco, os rios que tem seus estuários do tipo construído por barra são o Timbó (Fig. 03), Beberibe, Jaboatão/Pirapama, Mamucabas/Ilhetas e Uma.

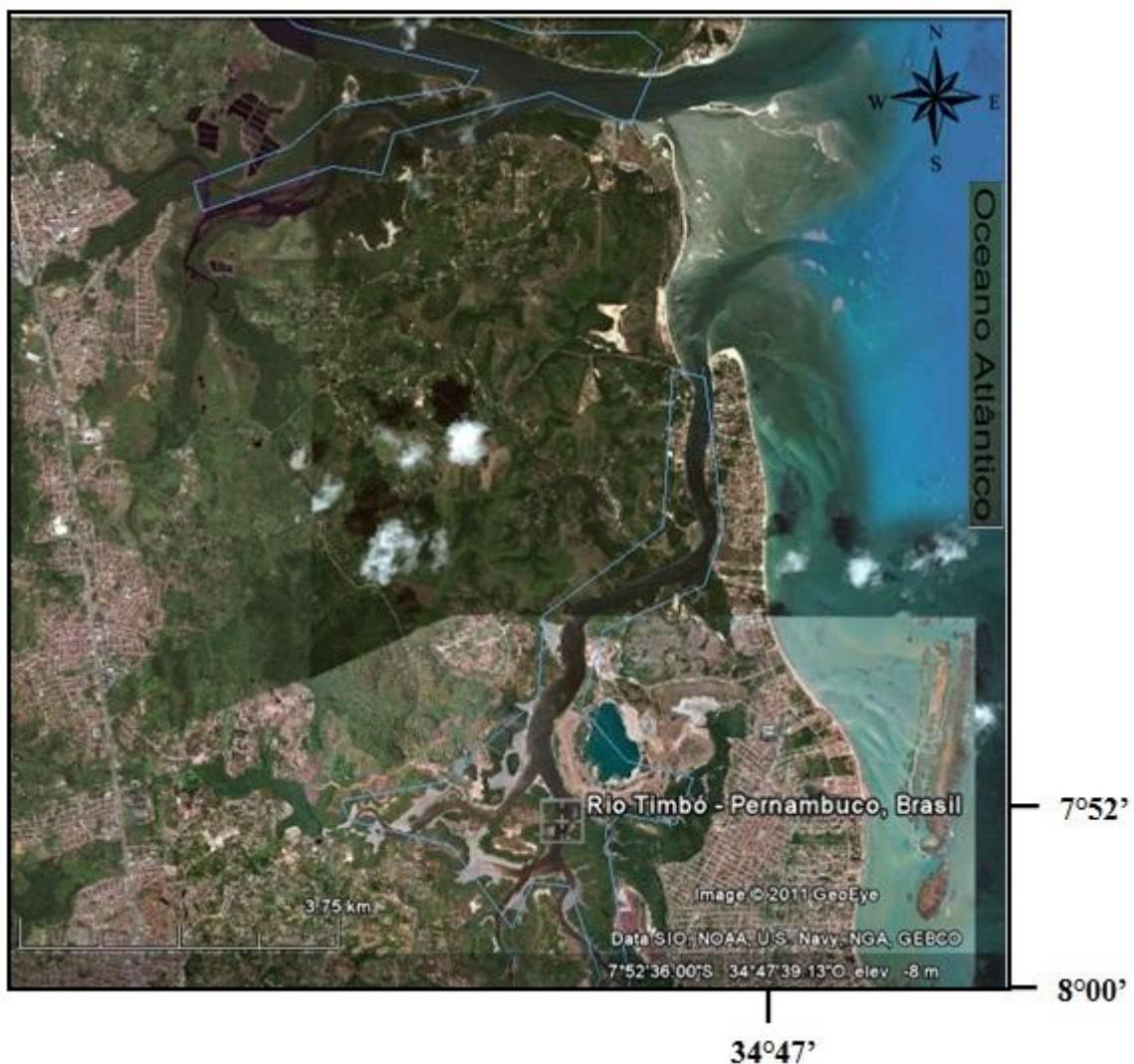


Figura 03. Rio Timbó exemplificando um estuário construído por barra no estado de Pernambuco. Fonte: Google Earth.

O rio, ou sistemas de rios que alimentam esse estuário, apresentam descarga variável de acordo com a estação do ano, transportam grande concentração de sedimentos em suspensão, ocasionando alterações sazonais na geometria de entrada (barra) (Miranda, *et al.* 2002).

### 1.1.3. Estuários formados por outros processos

Estes tipos estão enquadrados nos estuários formados por diferentes processos geológicos que interferem diretamente na geometria da linha de costa, entre eles destacam-se as falhas tectônicas, erupções vulcânicas, tremores e deslizamentos de terra, assim como os deltas e rios.

Um tipo específico desses estuários pode ser identificado na região litorânea de Pernambuco, exemplificado pelo estuário do tipo laguna costeira, representado pelos estuários da desembocadura dos rios Ipojuca (Fig. 04) e Capibaribe.

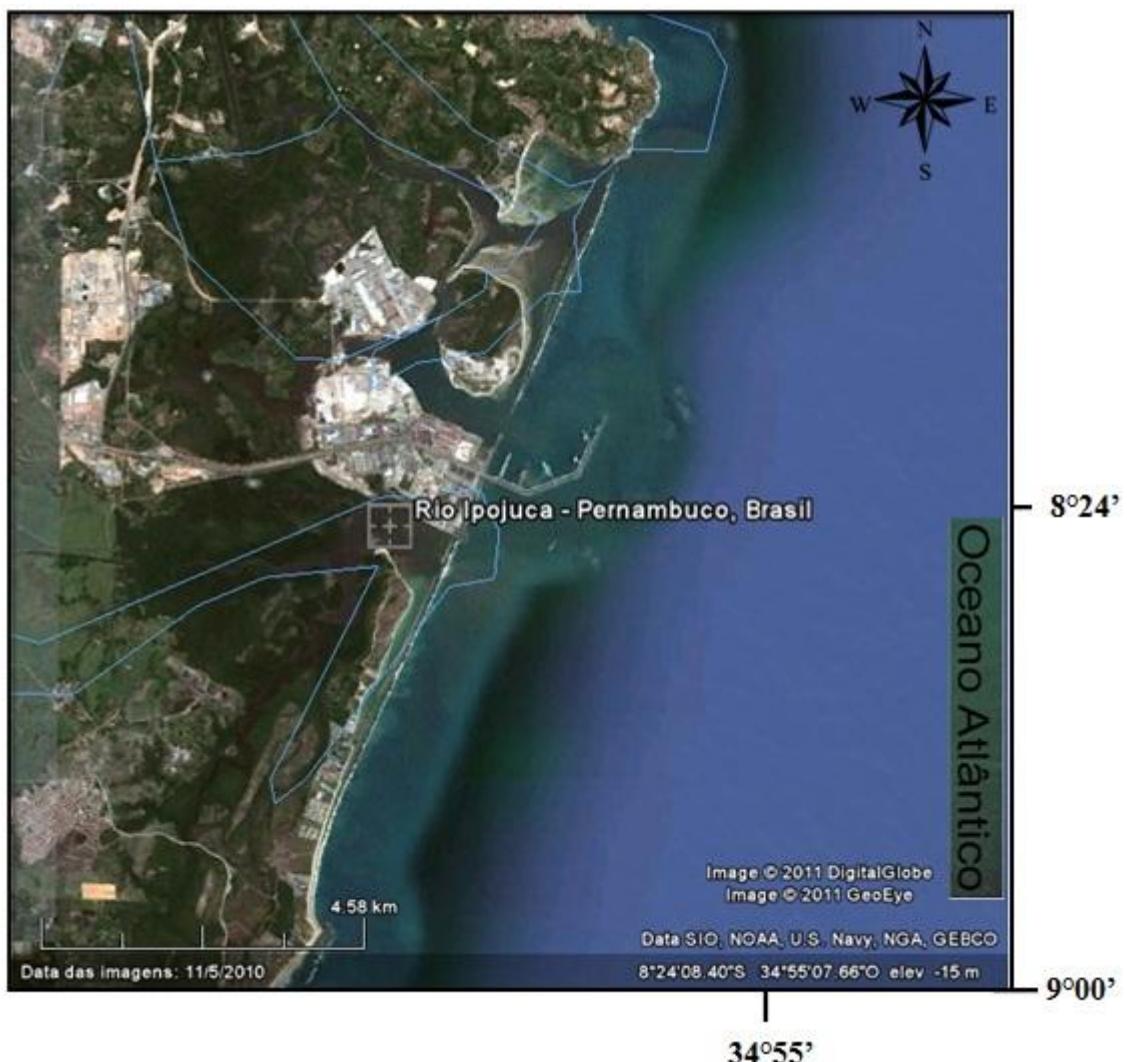


Figura 04. Estuário do tipo laguna costeira localizado no Rio Ipojuca em Pernambuco. Fonte: Google Earth.

## 1.2. Sedimentologia de ambientes estuarinos

De acordo com Perillo (1995), os estuários, do ponto de vista geológico, funcionam como armadilhas de sedimentos fluviais e marinhos. Tendo como função atuar como verdadeiros filtros, absorvendo o sedimento grosso e expelindo parcialmente os sedimentos finos. No leste do Brasil, em consequência da queda do nível do mar no Holoceno, os estuários apresentam bacias de sedimentação de reduzidas dimensões. Exceto às baías com forte controle tectônico como a Baía de Todos os Santos, Camamú e Paranaguá (Miranda *et al.* 2002).

Os processos sedimentológicos envolvem ciclos de baixa e alta frequência que variam de segundos a anos, regidos pela ação das marés, ondas, ventos, o regime fluvial e a variabilidade climática (Schoelhamer, 2002; Uncles, 1994). A maior quantidade de sedimentos que chega aos estuários é trazida pelos rios. Este volume depende da extensão e características climáticas da bacia hidrográfica (Fernandes, 2001). Dependendo da intensidade de descarga líquida, a sedimentação do material em suspensão que ocorre dentro do estuário será pequena. Os episódios de enchentes que ocorrem nesses ambientes têm relativa importância, pois podem movimentar rapidamente, uma carga sedimentar superior à observada durante longos períodos de condições consideradas normais (Mantovanelli, 1999).

Segundo Wolanski *et al.* (1996), as correntes de maré e a ação das ondas atuam apenas na proximidade da desembocadura, transportando os sedimentos de antepraia para frente dos estuários, onde são mobilizados pelas correntes de maré.

Na concepção de Fernandes (2001), a circulação de sedimentos em suspensão no estuário possui um comportamento cíclico. O transporte de material sólido na coluna de água pode ser feito como carga de fundo ou em suspensão, dependendo do tamanho do sólido e das condições de fluxo. As partículas de sedimento fino (< 63 mm) entram no estuário por advecção (transporte da partícula pela movimentação da massa de água) ou difusão (gradiente de densidade).

A suspensão e os ciclos de deposição dos sedimentos são processos influenciados por ciclos de baixa e alta frequência (variações de segundos a anos) regidos pela ação das marés, ondas, ventos e do regime fluvial (Schoelhamer, 2002; Uncles *et al.* 1994). A área de maior concentração de sedimentos em suspensão no estuário, em um perfil longitudinal, denomina-se Zona de Turbidez Máxima – ZTM. Turbidez é a condição de um corpo líquido que, pela presença de sedimentos finos em suspensão impede a passagem de luz. A aparência turva da água é decorrente de pequenas partículas de silte ou argila (Wolanski *et al.* 1996).

Wolanski *et al.* (1996), atribui a formação da Zona de Turbidez Máxima ao processo de floculação. De acordo com o autor, este é um fenômeno comum em sedimentos pelíticos (silte e argila) que consiste na agregação de partículas menores para formar partículas maiores (flocos), aumentando a sua velocidade de decantação. Este fenômeno ocorre quando as partículas de argilominerais provenientes do ambiente fluvial são lançadas em ambiente marinho (Thill *et al.* 2001).

Uma parte da carga de sedimento trazido pelos rios e a parte que se encontra disponível no fundo são fundamentais para a manutenção da zona de turbidez máxima. Durante a presença de correntes mais fortes, os sedimentos de granulação mais grossa são arrastados, favorecendo o desenvolvimento de saltação das partículas quando a intensidade for suficiente. Após o término da intensidade da energia hidrodinâmica, os sedimentos podem ser novamente depositados no fundo e assim sucessivamente (Burchard & Baumert, 1998).

De acordo com o modelo de fácies sedimentares estuarinas existentes na literatura, Dalrymple *et al.* (1992) subdividiram o estuário em três zonas (Fig. 05), assim denominadas: (a) Zona externa; (b) Zona central e (c) Zona interna.

A Zona externa, de domínio marinho, é caracterizada pela ação das ondas junto à embocadura com, alta energia das correntes de maré e a baixa atuação da corrente fluvial, resultando na deposição de sedimentos de granulação grossa.

A Zona central consiste na diminuição da energia total dos rios, ondas e maré, de montante e jusante para a porção central do estuário, permitindo a deposição de sedimentos mais finos de origem fluvial e marinha.

A Zona interna, de domínio fluvial, é marcada por uma região de energia mínima da ação das marés para montante, com acúmulo de sedimentos de granulometria mais grossa.

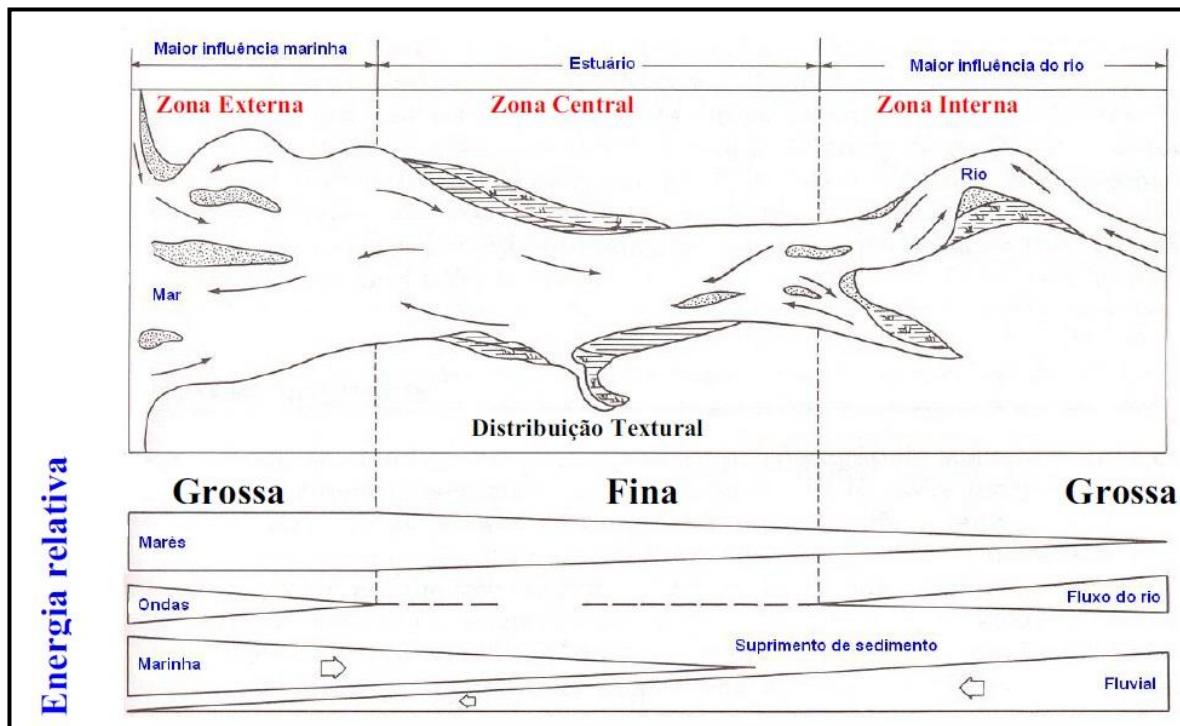


Figura 05. Exemplificação do modelo de distribuição de fácies estuarina da energia hidrodinâmica (adaptado de Davis, 1991; Dalrymple *et al.* 1992).

De acordo com McAnally & Mehta, (2001), a composição mineralógica dos sedimentos estuarinos é constituída por frações siliciclásticas (origem fluvial), carbonáticas (origem marinha) e de detritos de animais, vegetais e bactérias. A combinação entre o diâmetro da partícula e densidade de cada mineral é responsável pela maior ou menor mobilidade durante o transporte em suspensão (Dyer & Manning, 1999).

### **1.3. Localização da área**

A área está situada no litoral Norte do Estado de Pernambuco a aproximadamente 55 km da cidade do Recife. O Canal de Santa Cruz separa a ilha de Itamaracá e o Continente e é através da desembocadura da Barra de Catuama que se dá a penetração da água oceânica no canal. Está compreendido entre as coordenadas: 7°41'36"S / 7°48'54"S e 34°49'20"W / 34°53'18"W. Este canal é considerado um complexo estuarino, que abrange aproximadamente 22 km de extensão, onde desaguam os rios: Catuama, Carrapicho, Botafogo, Igarassu, Arataca e Maniquara. Abrange uma área de 877 km<sup>2</sup>, com largura de 1,5 km e profundidade variando entre quatro a cinco metros. A penetração de água oceânica ocorre na porção norte do canal através da Barra de Catuama, situada no município de Goiana (Fig. 06); e a ligação Sul com o oceano se dá pela Barra Sul, na Coroa do Avião, localizada na Ilha de Itamaracá (CONDEPE/CPRH, 1982).

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo geral**

Interpretação das análises sedimentológicas e hidrodinâmicas atuais da desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz – PE.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Avaliar os agentes sedimentológicos e hidrodinâmicos da área aplicando Shepard (1964) e o diagrama de Pejrup (1988), respectivamente;
- Baseado nas análises sedimentológicas da desembocadura norte do canal de Santa Cruz confeccionar e interpretar mapas de diâmetro médio, texturas, desvio padrão, assimetria e curtose.
- Interpretar a concentração de matéria orgânica na área estudada;

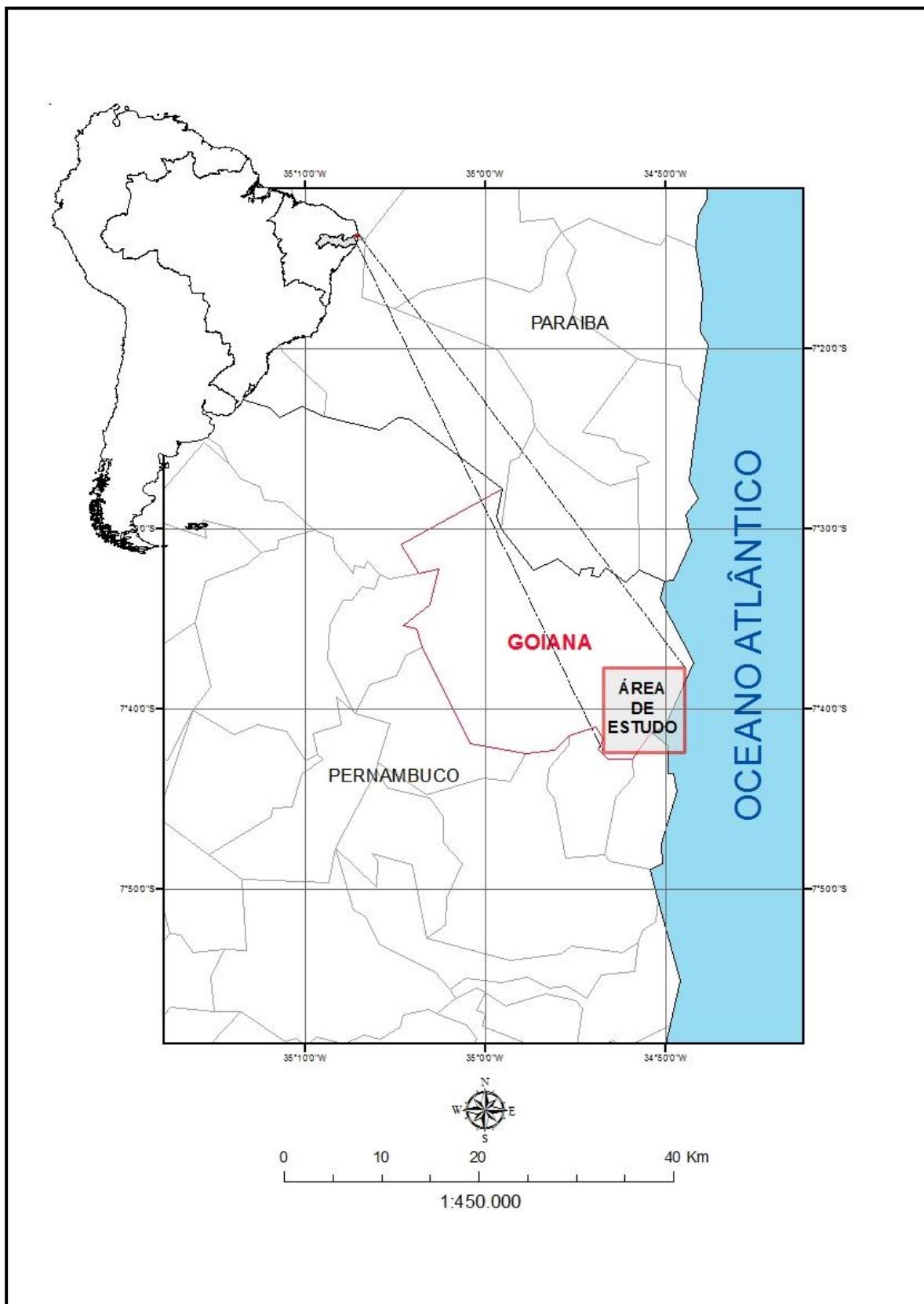


Figura 06. Localização da área de estudo.

---

## CAPÍTULO 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

---

### 2.1. Introdução

Os dados apresentados nesta dissertação foram obtidos a partir de uma série de métodos que deram suporte para a conclusão deste trabalho, as etapas dos procedimentos utilizados serão descritas posteriormente.

### 2.2. Coleta de dados

Foram realizadas duas etapas de trabalho de campo, em um total de 10 dias de campo, para a obtenção dos dados apresentados na presente dissertação. A primeira expedição foi realizada em abril e a segunda em junho de 2010 para a coleta de amostras de sedimentos. Todas as etapas foram realizadas no período de outono-inverno.

### 2.3. Análise sedimentológica

#### 2.3.1. Coleta de amostras

A análise sedimentológica foi realizada a partir da coleta de 61 amostras, com cerca de 350g de sedimentos cada uma, na desembocadura norte do canal de Santa Cruz, no Rio Catuama, Carrapicho e foz do rio Botafogo (Fig. 07).

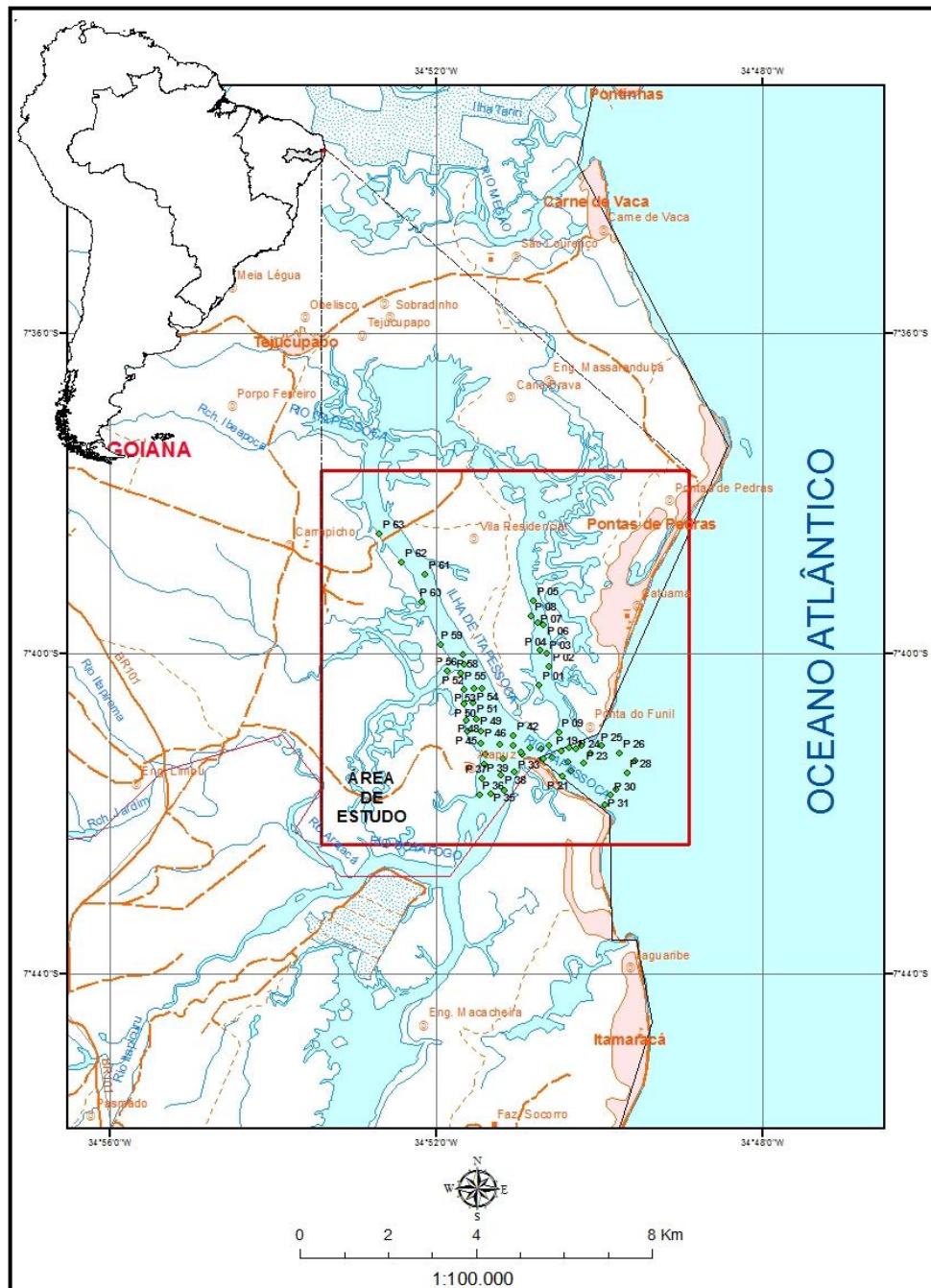


Figura 07. Localização da área de estudo com os 61 pontos amostrados na parte Norte do Canal de Santa Cruz em Pernambuco.



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

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRADOS

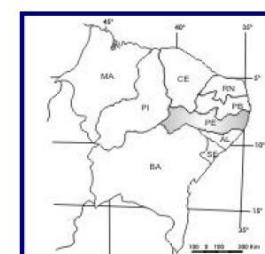
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ - PE

### Legenda

■ Continente

◆ Pontos

### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



### ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



As amostras foram coletadas no período de maré baixa na parte Norte do Canal de Santa Cruz.

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas, sendo levadas ao Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha - LGGM, da Universidade Federal de Pernambuco, para tratamento laboratorial.

### 2.3.2. Procedimentos laboratoriais

O estudo granulométrico incluiu a análise mecânica dos sedimentos segundo a escala de Wentworth em intervalos de *phi*. Uma amostra contendo 200g de sedimentos foi alocada em um Becker de 500 ml e levada a uma estufa com dimensões 45x40x45cm a uma temperatura em torno de 60° C (Fig. 08a) por quarenta e oito horas, visando à remoção de toda umidade existente (Suguio, 2003).

Após a secagem, 100g de sedimentos foram pesados em uma balança de precisão (Fig. 08b), passando em seguida por dois procedimentos específicos: o peneiramento úmido que consiste na lavagem da amostra em água corrente com a utilização de peneiras com malhas de 2,00 mm e 0,062 mm, com o objetivo de separar as frações cascalho e areia. E o segundo procedimento consiste em extrair a fração lama (silte e argila).

O cascalho e a areia retido nas peneiras foram pesados novamente. A diferença dos valores antes e depois do peneiramento úmido permitiu estimar o valor da fração silte e argila. Após este processo, a fração areia foi direcionada para o peneiramento mecânico em um agitador de peneiras do tipo RO-TAP (Fig. 08c). O material permanece no equipamento durante um período de 10 minutos para a separação das frações inteiras de *phi*, assim especificadas: 1,0 mm (areia muito grossa), 0,50 mm (areia grossa), 0,250 mm (areia média), 0,125 mm (areia fina) e 0,062 mm correspondendo à fração de areia muito fina.

Nas amostras em que o percentual de silte e argila são elevados (acima de 15%), a água do peneiramento úmido deve ser deixada em repouso para a decantação do material fino. Após a decantação, as amostras são colocadas em *beckers* e inseridas na estufa a 60°C para efetuar o processo de secagem da amostra.

No caso em que as partículas são muito finas (abaixo de 0,062 mm), torna-se necessário pulverizá-las em almofariz para promover a desagregação das partículas, assim como misturar as frações silte com a argila. Em seguida, toma-se 2 gramas do material restante após a pulverização para a separação e verificação do percentual de silte e de argila através do processo de floculação. Este processo é realizado com a adição de 25 ml de pirofosfato de sódio, seguido de aquecimento da amostra até o ponto de fervura. Posteriormente, a amostra é posicionada em uma centrífuga durante o período de 5 minutos, a uma rotação de 1.500 rpm. Finalmente, após a retirada do material da centrífuga, o líquido residual é drenado para levar a amostra para o processo de secagem na estufa. Durante esse processo, a fração silte equivale ao material restante da amostra. Dessa forma, a substância final é pesada para obtenção da quantidade de silte existente na amostra. A porcentagem de argila é estimada através do cálculo da diferença entre o peso inicial e final da amostra.

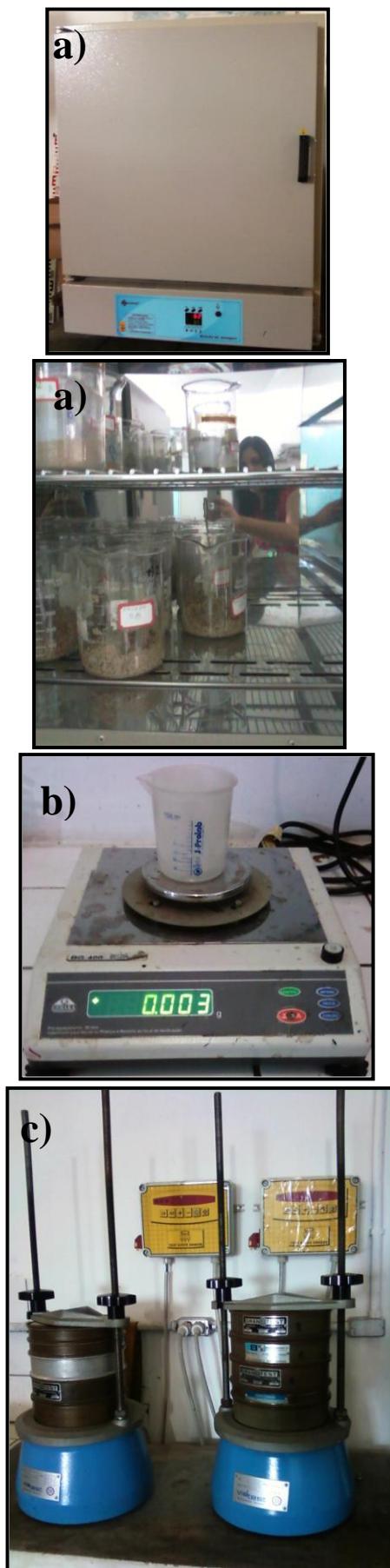


Figura 08. Equipamento para análise sedimentológica – a) Estufas, b) Balança e c) Agitador de peneiras.

A representação do fluxograma (Fig. 09) mostra detalhadamente todas as etapas do tratamento das amostras de sedimentos.

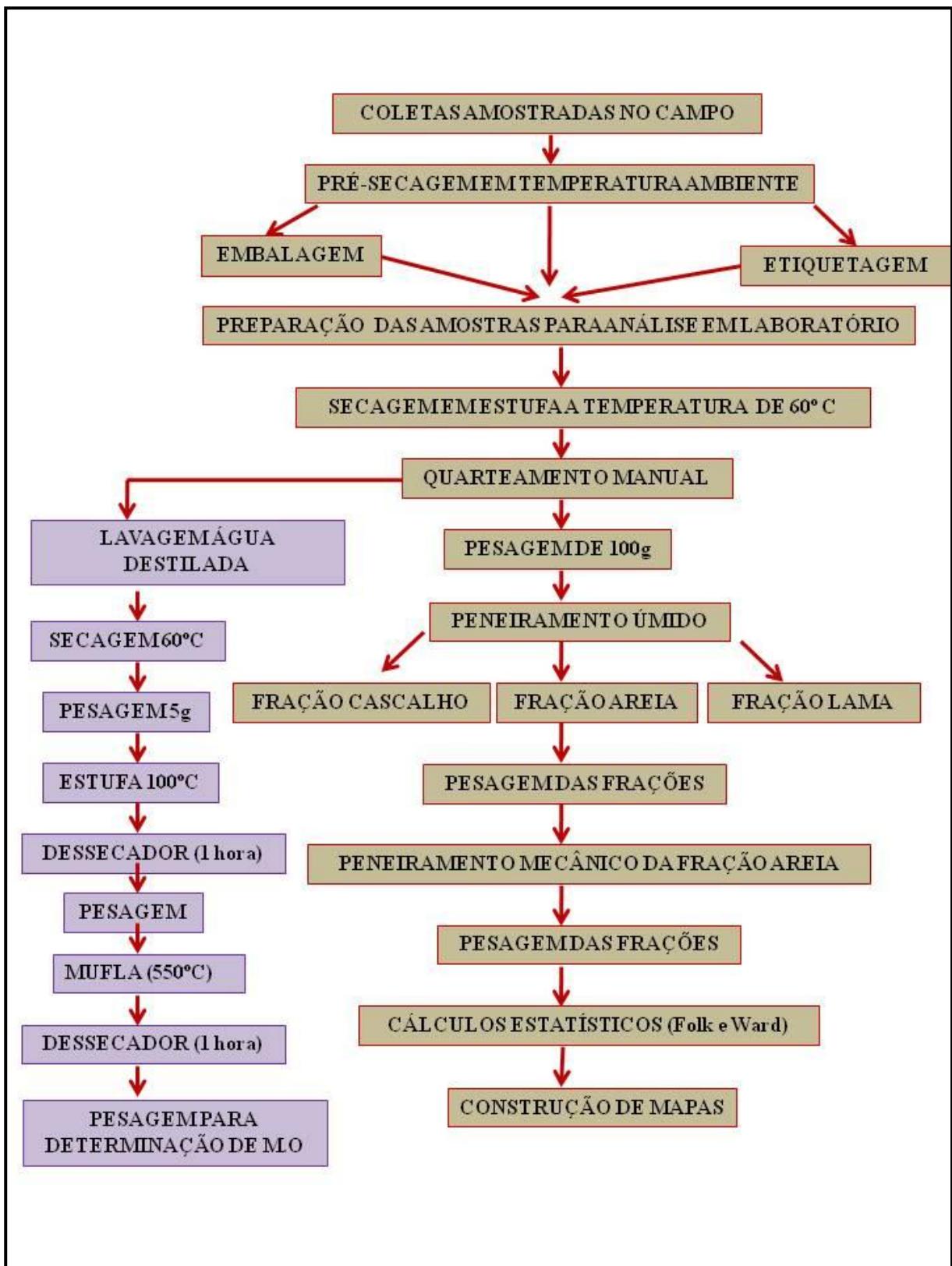


Figura 09. Fluxograma mostrando todas as etapas de análise sedimentar e de concentração de Matéria Orgânica.

### 2.3.3. Tratamento estatístico

Os resultados obtidos através das análises granulométricas foram tratados no *software* Sysgran 3.0, com o objetivo de determinar os parâmetros estatísticos utilizados por Folk & Ward (1957), assim denominados: diâmetro médio ( $M_z$ ), desvio padrão ( $\sigma$ ), assimetria ( $Sk_1$ ) e curtose ( $Kg$ ).

#### 2.3.3.1. Diâmetro Médio

Segundo Folk & Ward (1957), o valor do diâmetro médio pode ser expresso por meio da média aritmética das frações obtidas nas peneiras de diâmetro  $\phi_{16}$ ,  $\phi_{50}$  e  $\phi_{84}$ , como expresso na fórmula a seguir:

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Em termos geológicos, o diâmetro médio reflete a média geral de tamanho dos sedimentos. Este parâmetro pode ser comprometido pela fonte de suprimento do material, pelo processo deposicional e pela velocidade da corrente.

### 2.3.3.2. Desvio Padrão ( $\sigma$ )

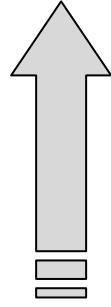
Segundo Folk & Ward (1957), as medidas de dispersão de desvio padrão (espalhamento dos dados em torno da tendência central) pode ser efetuada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

A definição dos graus de seleção granulométricos segue uma escala qualitativa, onde os valores de  $\sigma$  são inversamente proporcionais à escala de selecionamento de grãos, como expresso na tabela 01.

Tabela 01: tabela com os valores de desvio padrão específicos para a determinação do grau de selecionamento de grãos.

Desvio Padrão ( $\sigma$ )	Escala de selecionamento de grãos	Nível de selecionamento
< 0,35 phi	Muito bem selecionado	
0,35 a 0,50 phi	Bem selecionados	
0,50 a 0,71 phi	Moderadamente bem selecionados	
0,71 a 1,00 phi	Moderadamente selecionados	
1,00 a 2,00 phi	Pobremente selecionados	
2,00 a 4,00 phi	Muito pobremente selecionados	
> 4,00 phi	Mal selecionados	



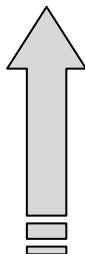
### 2.3.3.3. Assimetria (Sk)

Para a determinação dos valores de assimetria a seguinte equação foi estabelecida por Folk & Ward (1957):

$$Sk_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} - \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

O grau de assimetria reflete o processo deposicional. Os valores assimétricos obedecem a uma escala qualitativa, que são expressos na tabela 02, onde os valores de assimetria podem ser: muito negativa, negativa, aproximadamente simétrica, positiva e muito positiva. As areias de praia tendem a apresentar assimetria negativa, pois os componentes finos são removidos pela ação das ondas. Areias de rios possuem assimetria com valores positivos, devido ao fato de que os sedimentos finos não são removidos por correntes.

Tabela 02: Valores que representam cada tipo de assimetria (Sk).

Assimetria (Sk)	Escala de selecionamento de grãos	Nível de selecionamento
-1,00 a -0,30	Assimetria muito negativa	
-0,30 a -0,10	Assimetria negativa	
-0,10 a +0,10	Aproximadamente simétrica	
+0,10 a +0,30	Assimetria positiva	
+ 0,30 a 1,00	Assimetria muito positiva	

### 2.3.3.4. Curtose ( $K_G$ )

As medidas do grau de curtose estão relacionadas ao grau de achatamento ou agudez dos tipos de curvas granulométricas. Seus valores seguem uma escala qualitativa (representada na tabela 03), onde podem ser encontradas as classificações específicas, como discriminadas a seguir: muito platicúrtica, platicúrtica (a classificação sedimentar é mais bem selecionada nos terminais dos picos de distribuição), mesocúrtica (neste caso as curvas de distribuição mesocúrticas possuem idêntica seleção, nas partes centrais e nos terminais das curvas), leptocúrtica (representam sedimentos bem selecionados na parte central da distribuição), muito leptocúrtica e extremamente leptocúrtica.

De acordo com Folk e Ward (1957) a equação para determinação da curtose pode ser obtida a partir da equação:

$$K_G = \frac{\phi_{85} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Tabela 03: Valores de escala de classificação qualitativa de curtose ( $K_g$ ).

<b>Desvio Padrão (<math>\sigma</math>)</b>	<b>Escala de selecionamento de grãos</b>	<b>Nível de selecionamento</b>
$KG < 0,67$	Muito platicúrtica	
$0,67 - 0,90$	Platicúrtica	
$0,90 - 1,11$	Mesocúrtica	
$1,11 - 1,50$	Leptocúrtica	
$1,50 - 3,00$	Muito leptocúrtica	
$KG > 3,00$	Extremamente leptocúrtica	

## 2.4. Análise Multivariada (Y)

Sahu (1964) propôs o método de análise discriminatória multivariada de sedimentos, baseado na análise simultânea de parâmetros distintos, como nos casos específicos do diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose. Este método permite caracterizar as condições ambientais, principalmente as hidrodinâmicas, ocorridas no ambiente deposicional, favorecendo o reconhecimento dos processos, marinho raso e fluvial atuantes no ambiente estudado.

Dessa forma, uma função foi estabelecida em relação às características da área estudada, que possibilitasse diferenciar processos marinho-rasos de fluviais. Sendo reconhecida e proposta por Sahu (1964) como:

$$Y = 0,2852 Mz - 8,7604 \sigma^2 - 4,8932 Sk_1 + 0,004 Kg$$

Tendo como limite padrão os seguintes valores:

$$Y < -7,4190 = \text{depósito fluvial (F)}$$

$$Y > -7,4190 = \text{depósito marinho-raso (M)}$$

Onde:

Mz = Média Aritmética

$\sigma^2$  = Variância, que é a raiz quadrada do desvio padrão

Sk<sub>1</sub> = Assimetria

Kg = Curtose

## 2.5. Matéria orgânica

Para determinar o teor de matéria orgânica presente em cada amostra de sedimento utilizou-se a seguinte fórmula:

$$M.O.(\%) = \frac{(P1 - P2) \times 100}{P1}$$

Onde:

P1 = Peso inicial das amostras

P2 = Peso final das amostras aquecidas a 550° C.

Neste trabalho, as concentrações de matéria orgânica foram determinadas pelo método de Dean-Junior (1974), que consiste nos seguintes procedimentos: (i) primeira secagem em estufa a uma temperatura de 100° C; (ii) quarteamento manual da amostra; (iii) lavagem da amostra com água destilada; (iv) segunda secagem do material restante a uma temperatura de 60° C; (v) 5g do material obtido após a segunda secagem é colocado em uma mufla de forno do Modelo. MS. F – com dimensões de 30 x 15 x 15 cm - a uma temperatura de 550° C, por um período de 5h; (vi) a amostra é colocada em um dessecador por 1 hora; (vii) realizar a pesagem final da amostra para verificar a quantidade de perda ao fogo (Figura 10).

## **2.6. Profundidade**

A obtenção dos valores de profundidade foi feita com base na correção de maré, utilizando o zero hidrográfico da estação maregráfica do porto da cidade do Recife. Os valores de profundidades obtidos foram utilizados para a construção de um mapa de profundidade em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), através de *software* específico da ESRI (*Environmental System Research Institute*), denominado Arcgis - *Arcmap Version 9.3*.

## **2.7. Confecção dos mapas e diagramas**

Os valores obtidos dos parâmetros estatísticos foram utilizados para a confecção de mapas de fácies texturais, de diâmetro médio, desvio padrão, assimetria, e curtose (Folk & Ward, 1957), distribuição granulométrica fundamentada em Shepard (1954) (Fig. 10), de análise discriminatória multivariada (Sahu, 1964), matéria orgânica, hidrodinâmica baseado em Pejrup (1988) (Fig. 11).

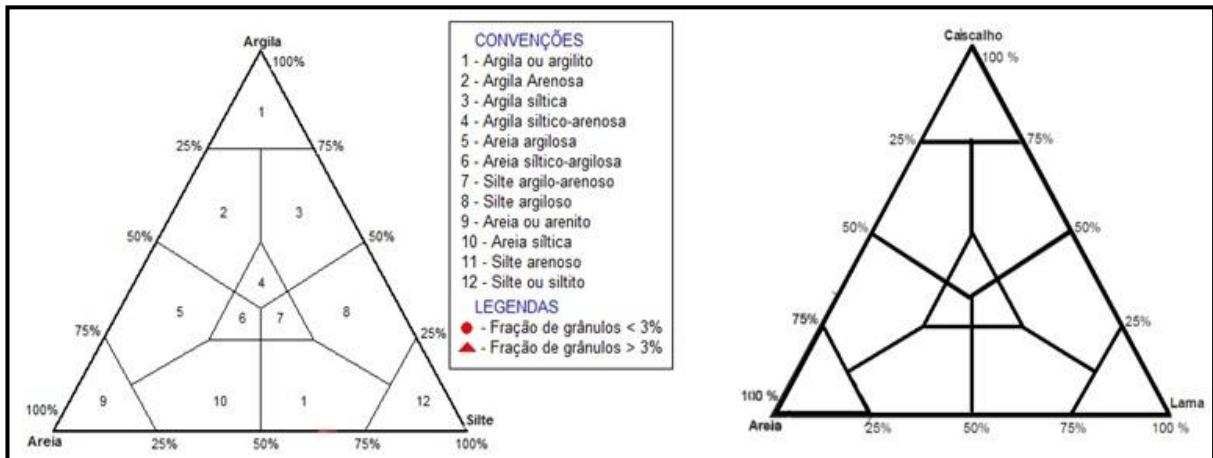


Figura 10. Representação do Diagrama de Francis P. Shepard (1954) e à direita o diagrama modificado de Shepard (1954).

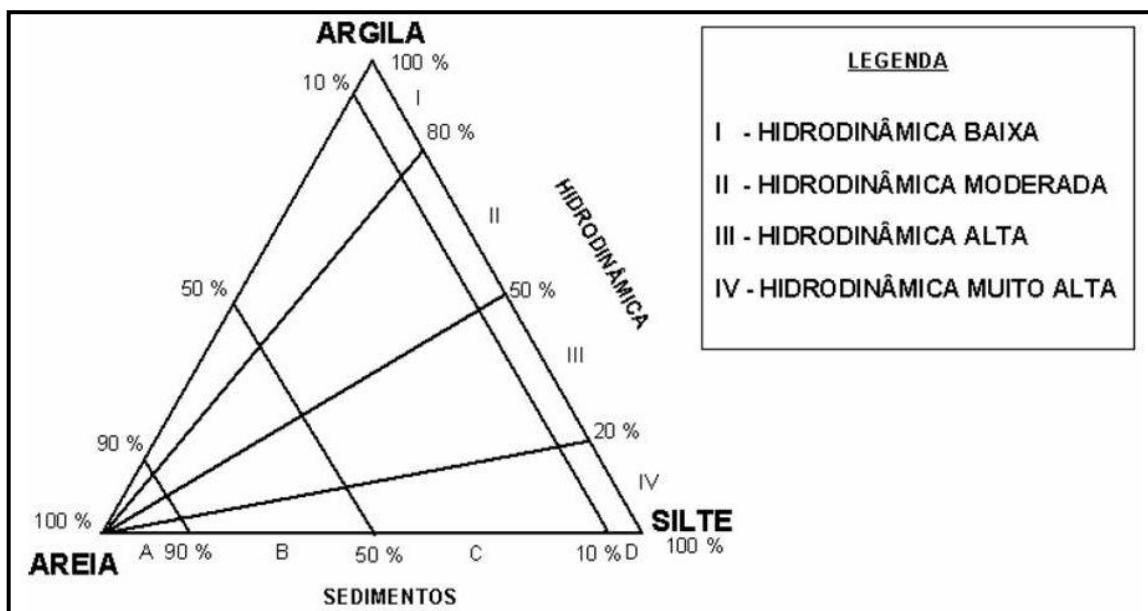


Figura 11. Esquema classificativo proposto pelo sedimentólogo dinamarquês Morten Pejrup (1988), é um diagrama baseado em considerações de índole hidrodinâmica.

---

### 3 – CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DA ÁREA

---

#### 3.1. Clima

A região apresenta clima tropical quente e úmido (As'), segundo a classificação de *Köppen*, com chuvas de outono-inverno, durante um período definido entre os meses de março a agosto. A temperatura média anual é de aproximadamente 26°C, com uma amplitude térmica anual em torno de 3°C. O período de seca varia de setembro a fevereiro, apresentando temperaturas elevadas com máximas em torno de 34°C (Sudene, 1978). Os índices pluviométricos mensais são superiores a 100 mm, sendo a média anual de aproximadamente 1500 mm. (Nimer, 1979). As marés que atuam na costa de Pernambuco são do tipo mesomaré, dominada por ondas e sob ação constante dos ventos alísios.

#### 3.2. Vegetação

A predominância da vegetação de Mata Atlântica é um reflexo das características do clima e do solo. Apesar de sua importância ambiental, a vegetação ali encontrada foi parcialmente substituída pela monocultura canavieira, restando apenas pequenas manchas sobre as rochas intemperizadas da formação Barreiras e do embasamento (Sudene, 1978). Subordinadamente, vegetações pioneiras do tipo mangue, comuns em áreas tropicais, são encontradas na área de estudo (Manso *et al.* 1992). As margens do Canal de Santa Cruz são ocupadas por espécies de *Rhizophora* (Mangue Vermelho), *Conocarpus* (mangue de botão) *Laguncularia* (mangue sereíba, seriba, ou siriuba) e *Avicenia* (mangue canoé) (Condepe, 1982).

### **3.3. Hidrografia**

A desembocadura norte do Canal de Santa Cruz está inserida na região litorânea norte do estado de Pernambuco. Essa região é marcada por um grupo de bacias hidrográficas constituídas de pequenos rios litorâneos influenciados por diversos fatores, quais sejam: condições climáticas, topografia, aspectos geológicos, natureza dos solos e tipos de vegetação, onde se encontram um grupo de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos, que são influenciados por fatores como as condições climáticas, a topografia, as características petrográficas, a natureza dos solos e os tipos de vegetação.

A principal feição hidrográfica da região é o Canal de Santa Cruz, que possui forma de “U” alongado, com extensão de 22 km aproximadamente e 1,5 km de largura, que cobrem toda a ilha de Itamaracá, separando-a do continente, possibilitando a entrada de águas oceânicas, que penetra nas duas entradas do canal (norte e sul) e através das fozes dos cursos d’água que deságuam nele. O canal de Santa Cruz recebe a contribuição de processos marinhos e fluviais. A penetração de água oceânica ocorre ao norte pela Barra de Catuama e ao sul pela Barra Sul, onde se encontra a Coroa do avião. (Condepe, 1982).

No Canal de Santa Cruz desembocam um conjunto de rios e riachos. Dentre eles estão os rios Carrapicho, Catuama, Itapessoca, Itapirema, Arataca, Riacho jardim, Palmeira, Botafogo, Cumbe, Tabatinga, Bonança, Utinga e Igarassu. Os afluentes do Canal nas porções norte e sul são os rios Botafogo e Igarassu, respectivamente. Estes rios sofrem interferência antrópica, levando para o Canal todo o aporte de poluição.

Segundo Medeiros & Kejerfeve (2005), a descarga de água doce vem dos rios, riachos e da precipitação pluviométrica que é de  $1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  para o período seco, e de  $56 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , no período chuvoso. As marés são semi-diurnas com amplitude de até 2,2 m na preamar e de 1,1 m na baixamar. A sua propagação dentro do estuário se dá pelas aberturas do norte (Barra de Catuama) com velocidade em torno de 8,9 m/s e ao sul (Barra Orange) com velocidade de 6,3 m/s.

### **3.4. Condições Oceanográficas**

#### **3.4.1. Regime de Marés**

De acordo com Morais (1996), as marés são causadas por efeitos gravitacionais exercidos sobre o oceano do sistema terra-lua-sol, com uma variação na periodicidade ou em função da latitude, estação do ano, tamanho e profundidade das bacias oceânicas, forma da linha de costa, fase lunar e outros. Segundo o mesmo autor, a influência do sol, apesar de seu tamanho, representa a metade da influência da lua, em virtude de sua distância em relação à Terra.

Segundo Hayes (1979), as marés podem ser classificadas da seguinte forma:

- Micromaré (0-1m);
- Fraca Mesomaré (1-2m);
- Forte Mesomaré (2-4m);
- Fraca Macromaré (4-5m);
- Macromaré (>5m).

As correntes de maré têm um papel importante na modificação dos ambientes praial e marinho raso, os quais estão diretamente relacionados com o transporte e distribuição dos sedimentos, associado com as ondas que modificam sua topografia.

No litoral pernambucano predominam as marés do tipo mesomaré, dominadas por ondas e sob a ação constante dos ventos alísios. Esses tipos de marés são semidiurnas, alcançando uma variação máxima na amplitude de 1,8m, com um ciclo de preamar e baixamar que se repete duas vezes ao dia, com pequenas alterações de altura.

### 3.4.2. Regime de Ondas

O regime de ondas é responsável pela variação dos processos costeiros de curto e médio prazo, além de influenciar o transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. Devido ao sistema de ondas, a seleção natural do material em função do tamanho das partículas e dos agentes hidrodinâmicos é responsável pelas constantes modificações dos perfis praiais.

O maior sistema meteorológico encontrado no Brasil é o anticiclônico do Atlântico Sul. O sistema é responsável pela formação das frentes frias que se deslocam para o norte, proporcionando uma redução da frequência e energia das tormentas da costa sul para a região nordeste.

Na região metropolitana do Recife, a caracterização das ondas está baseada nos registros e informes das medições realizadas no Porto de Suape pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH).

Segundo Souza (1997), as ondas incidentes que chegam a costa pernambucana sofrem efeito de refração no fundo marinho, devido à diminuição de profundidade e difração ao redor de recifes e barras, por exemplo. São situações que geram perturbações na direção e propagação das ondas ortogonais. Nos momentos que esses tipos de onda concentram energia em um mesmo local, origina-se a erosão.

### 3.4.3. Salinidade e Temperatura

De acordo com Manso *et al.*,(1992), a temperatura das águas no período de verão é mais elevada, atingindo seu valor máximo de 30,8°C, enquanto que durante o período de inverno é mais baixa, uma média de 25,7°C. As temperaturas mais baixas são observadas próximo à costa, devido principalmente à influência das águas continentais.

A salinidade também apresenta um ciclo sazonal semelhante à temperatura. Valores mais elevados foram observados em períodos secos, com valor máximo de 37,16% e valores mais baixos no período chuvoso, em torno de 28,88%. Estes valores de salinidade apresentam flutuações próximas à linha de costa, devido à influência do aporte dos rios costeiros (Manso *et al.*, 1992).

---

## CAPÍTULO 4 - CONTEXTO GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO REGIONAL

---

### 4.1. Introdução

No contexto geológico, a área está inserida no âmbito das bacias sedimentares de Pernambuco e da Paraíba. De acordo com as características geológicas, geofísicas e geodinâmicas, o limite entre as bacias é coincidente com o Lineamento Pernambuco. Dessa forma, a Bacia de Pernambuco está localizada ao sul do lineamento, com a sua porção setentrional delimitada pelo Alto de Maragogi, enquanto que a Bacia da Paraíba está posicionada ao norte do lineamento, com o seu limite meridional marcado pela Falha de Mamanguape (CPRH, 2003). Na concepção de Barbosa (2007), a Bacia da Paraíba pode ser dividida em duas sub-bacias, assim denominada: Sub-bacia Alhandra-Miriri e Sub-bacia Olinda. Segundo o autor, a Sub-bacia Olinda é marcada pelo predomínio de planícies costeiras e superfície de tabuleiros, cujo Canal de Santa Cruz está inserido.

Nos estados de Pernambuco e da Paraíba – estão localizadas a Bacia Pernambuco e Bacia Paraíba – situadas na região Nordeste do Brasil. O Lineamento Pernambuco (Fig. 12), separa o estado em duas bacias diferenciadas por critérios geofísicos e geotectônicos; a primeira é a Bacia Pernambuco ao sul, marcado pelo domínio colinoso no alto do Maragogi, e a segunda é a Bacia Paraíba ao norte (CPRH, 2003).

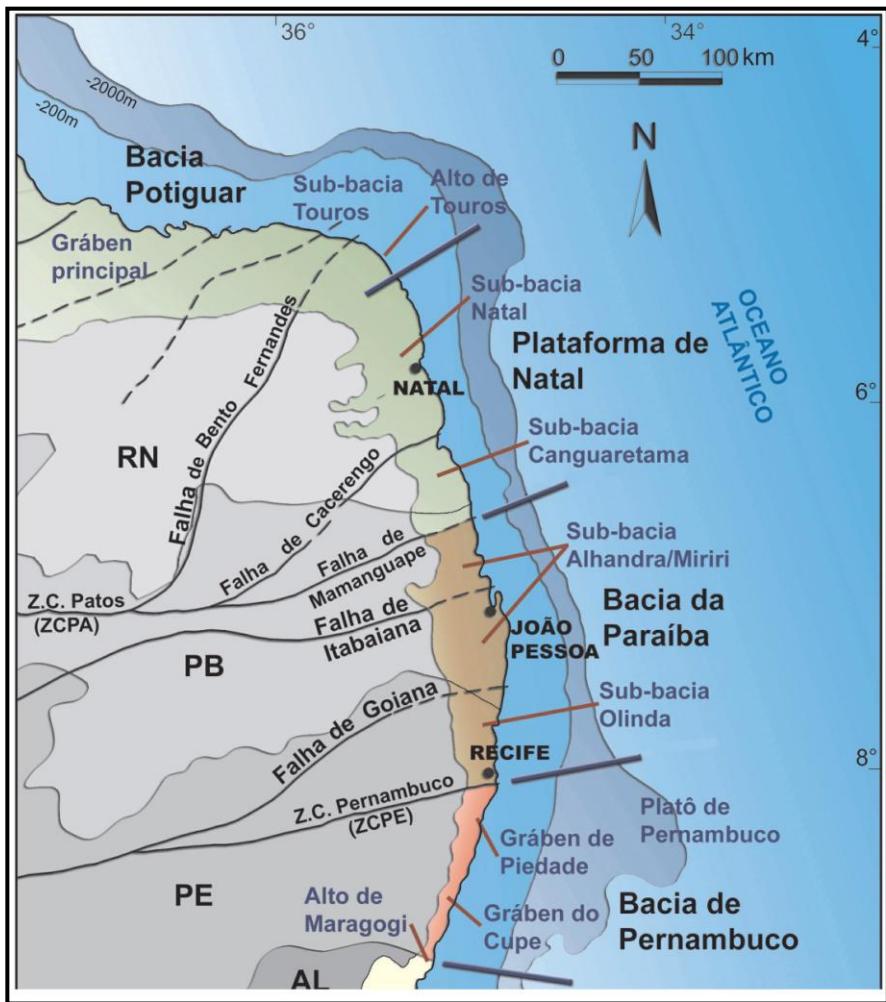


Figura 12. Mapa mostrando as Bacias PE – PB, ainda as sub-bacias Olinda, Alhandra/Miriri da Bacia Paraíba e seus limites estruturais (Barbosa & Lima Filho, 2006).

De acordo com Barbosa *et al.*, (2003), a separação das bacias Paraíba e Pernambuco tornou-se mais evidente a partir do trabalho de Mabesoone & Alheiros (1988). Outros autores já haviam apontado diferenças estruturais (Rand, 1967) e geomorfológicas (Neumann, 1991) entre as duas bacias. No entanto, Lima Filho (1998) abordou de maneira detalhada as diferenças entre a faixa costeira que ocorre ao sul e ao norte do Lineamento Pernambuco, separando as duas bacias e determinando a antiga Sub Bacia do Cabo como uma bacia individualizada da Bacia Paraíba, denominando-a então de Bacia Pernambuco.

Os fenômenos tectônicos ocorridos na Bacia da Paraíba ao longo de sua história geológica foram diferenciados das demais bacias adjacentes por dois motivos: (Barbosa *et al.*, 2007). O trecho correspondente a então bacia PE-PB se diferencia da maior parte da plataforma continental brasileira por ter pouca espessura sedimentar e pela interpretação de que as rochas desta faixa corresponderiam ao empilhamento de sistemas carbonáticos diferentemente das demais bacias que apresentam empilhamento de sistemas clásticos.

Segundo Barbosa (2004), a Bacia Paraíba se comporta como uma rampa estrutural e exibem mergulho para leste com presença de blocos afetados por falhas de rejeito baixo. No entanto, Barbosa & Lima Filho (2006) afirmam que a plataforma da Bacia da Paraíba não corresponde exatamente a uma rampa homoclinal, como proposto anteriormente, mas sim, a uma rampa distalmente inclinada com talude.

Segundo Asmus & Carvalho (1978), a evolução tectono-sedimentar das Bacias de Pernambuco e da Paraíba está diretamente associada à ruptura dos continentes Sul-americanos e Africanos.

Essa bacia é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas, reunidos em uma única unidade litoestratigráfica denominada de Grupo Paraíba, sobrepostas à rochas pré-cambrianas. A largura média da faixa sedimentar é de aproximadamente 25 km, enquanto que sua espessura máxima pode atingir até 400 m, com os sedimentos sendo dispostos em camadas sub-horizontais (Mabesoone & Alheiros 1991 *apud* CPRM, 2001).

#### **4.2. Sequência Estratigráfica**

Na área de estudo, as rochas do período Cretáceo são agrupadas em três formações distintas, assim discriminadas: Formação Beberibe, Formação Itamaracá e Formação Gramame. Adicionalmente, depósitos sedimentares do Paleógeno e do Neógeno são identificados nas Formações Maria Farinha e Barreiras, respectivamente (Figuras 13 e 14). Segundo Manso *et al.* (1997), o embasamento cristalino é constituído por rochas de origem ígnea ou metamórfica, geralmente representadas por litotipos graníticos e gnáissicos de protólito ígneo e/ou sedimentar.

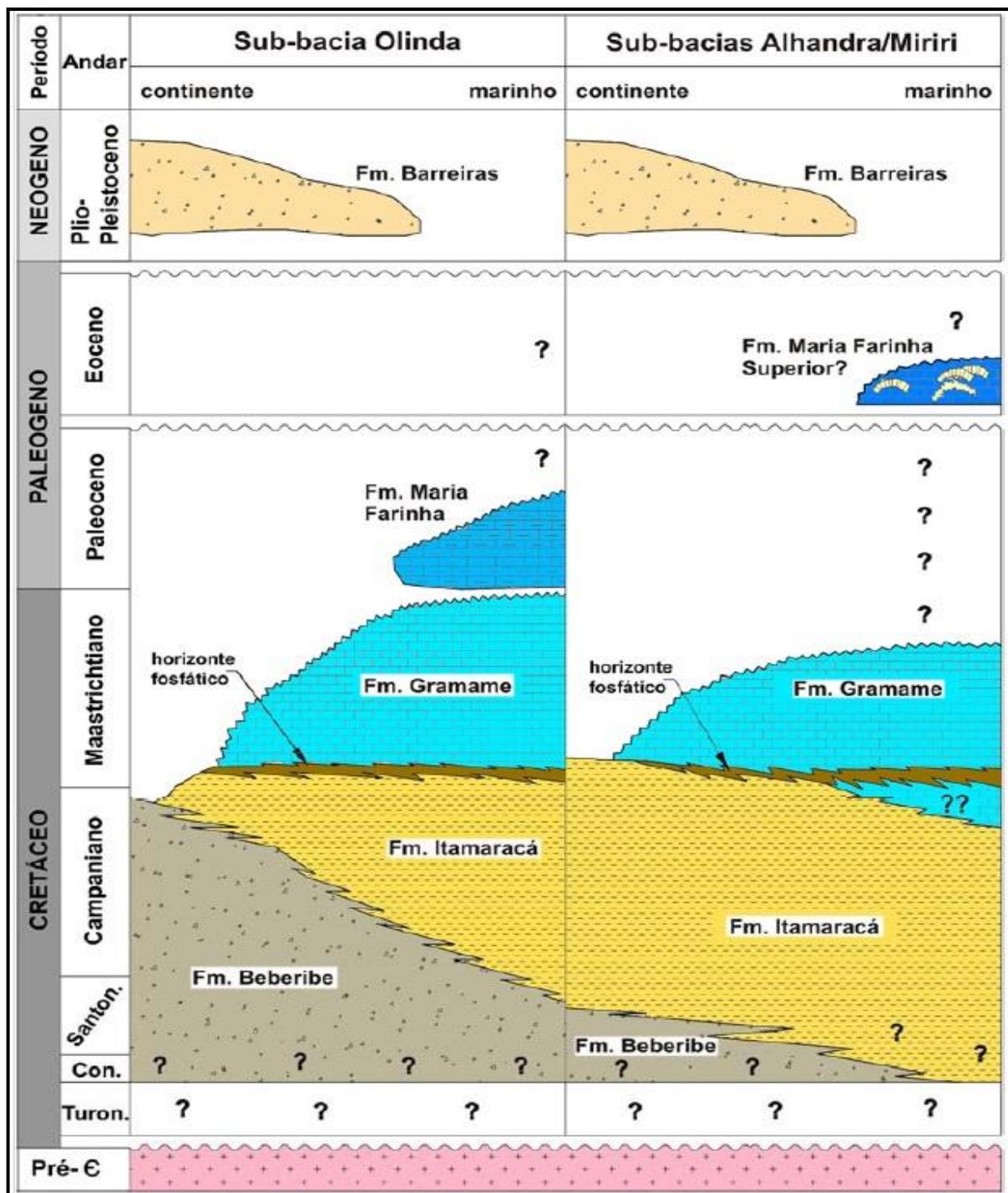


Figura 13. Carta Estratigráfica proposta para a faixa costeira da bacia da Paraíba (Modificado de Barbosa, 2004, apud Barbosa, 2007).

#### 4.2.1. Formação Beberibe

A sequência cretácea da Formação Beberibe foi descrita inicialmente por Kegel, em 1957, nomeando o afloramento fossilífero das camadas microclásticas que ocorrem no vale do rio Beberibe que atualmente engloba toda a sequência clástica basal da Bacia Paraíba. Trata-se de uma sequência essencialmente arenosa, com uma espessura média de 200 m, em geral, sem fósseis, constituída de arenitos friáveis, cinzentos a cremes, mal selecionados, com componente argiloso. Na base podem aparecer leitos conglomeráticos e intercalações de níveis argilosos, enquanto que no topo predominam os arenitos médios a finos, nos quais se intercalam camadas siltico-argilosas com restos fossilíferos (Mabesoone & Alheiros 1991, *Apud* CPRM, 2001).

#### 4.2.2. Formação Itamaracá

A Formação Itamaracá proposta por Kegel (1955), corresponde à deposição de sedimentos de ambientes transicionais de idade campaniana. Ocorre sobre a Formação Beberibe e é constituída por folhelhos, arenitos calcíferos creme ou acinzentados, com granulação média a grossa com abundantes moldes de moluscos marinhos e níveis de fosfato no topo (CPRM, 2001). Lima Filho & Souza (2001 *apud* CPRM 2001) propuseram a retomada da Formação Itamaracá como unidade independente, pois a camada de fosfato pode ser considerada como um marco estratigráfico que ocorre em toda a bacia. Este marco representaria uma seção condensada marcando o topo de uma sequência transgressiva, uma superfície de inundação máxima

#### 4.2.3. Formação Gramame

Segundo CPRM (2001), a Formação Gramame ocorre dividida em três fácies, definidas por calcarenitos e calcários arenosos, muito fossilíferos na base, intercalados com fosforitos, com calcários biomicríticos argilosos no topo, provenientes de uma fácie supramesolitoral, uma fosfática e uma marinha plena. Seu pacote sedimentar, que pode atingir 55m de espessura, apresenta dois terços de calcários argilosos da fácie marinha plena com coloração acinzentada, levemente argilosa em finas camadas, geralmente bioturbadas, com intercalações de margas e argilas mais puras. A Formação Gramame, que tem idade determinada como Maastrichtiano, mostra um caráter transgressivo sobre os arenitos Beberibe e, no topo, passa sem interrupção para os calcários da Formação Maria Farinha (CPRM, *op cit*).

#### 4.2.4. Formação Maria Farinha

Segundo CPRM (2001), trata-se de uma unidade constituída por calcários detríticos cinzentos a cremes, intercalados com níveis de argila, com uma graduação de calcário sublitográfico na base para calcários arenosos e/ou dolomíticos no topo. Na escala microscópica, esses calcários são classificados como biomicrítos ricos em foraminíferos.

#### 4.2.5. Formação Barreiras

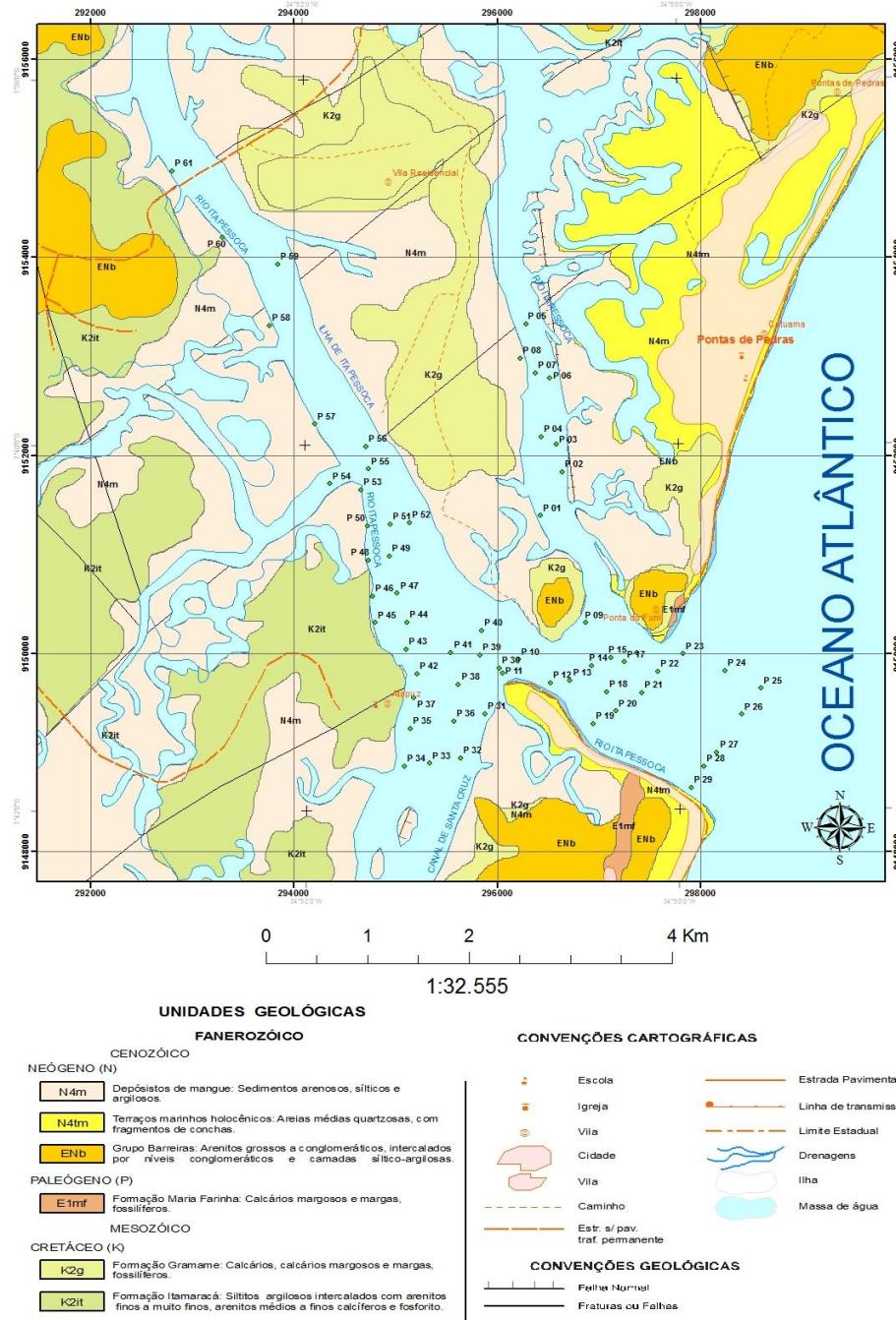
Essa formação faz parte da Sequência estratigráfica Térlio-Quaternária e estende-se pela faixa costeira, paralelamente ao litoral, comumente recobrindo os sedimentos recentes - a Leste, e os terrenos Pré-Cambrianos - a Oeste. Apresenta estratificações quase horizontais, constituídas por sedimentos de várias naturezas, desde areias até argilas de coloração variada, incluindo por vezes leitos de seixos rolados. Em camadas inferiores são encontradas argilas de coloração arroxeadas e cinzenta, e sob as camadas superiores, algumas vezes, verifica-se presença de concreções de ferro (CPRM, 2001).

### 4.3. Geologia do Quaternário

Os depósitos sedimentares do Quaternário estão sobrepostos às formações Beberibe, Itamaracá e Gramame da sequência cretácea, bem como as formações Maria Farinha e Barreiras da sequência estratigráfica Térlio - Quaternária (Fig. 14).

Os depósitos quaternários são constituídos por sedimentos terrígenos (areias, argilas e conglomerados), correspondendo à sequência aluvionares ou elúvio-coluvionares. Nas bacias costeiras, Rocha (1990, *apud* CPRM 2001) identificou coberturas eluviais em cotas de 150m a 200m, formadas por sedimentos arenosos de granulometria média a grossa, mal selecionadas e por vezes, laterizados. Sedimentos aluvionares arenosos e areno-argilosos ocupam o baixo curso dos principais rios que drenam as bacias sedimentares, apresentando granulometria fina a grosseira, com intercalações de siltes e argilas (CPRM, 2001).

Ainda de acordo com CPRM (2001), Nas planícies flúvio-lacustre predominam areias finas, siltos, argilas, massas diatomáceas, sedimentos turfáceos e depósitos de mangue. As turfas ocupam antigas lagoas e formam depósitos argilosos, enquanto que os mangues são constituídos por areia fina, silte, argila e restos orgânicos. Por fim, os cordões litorâneos atuais ocorrem numa faixa de até 4 km para oeste, a partir da linha de costa atual, sendo formados por depósitos detriticos inconsolidados, de granulometria variada, formando ilhas nas planícies flúvio-lacustres. Os cordões litorâneos atuais são constituídos por areias finas e médias bem classificadas e com restos de conchas calcárias.

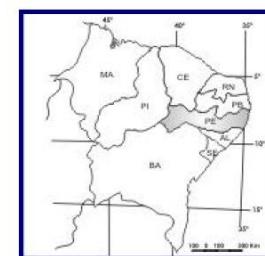


UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

### MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE

### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



### ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



Figura 14. Mapa Geológico da área de estudo.

#### 4.3.1. Terraços Marinhos (Qm)

Segundo Dominguez *et al.* (1990), os terraços marinhos aparecem em toda a costa pernambucana em dois níveis específicos: os mais altos ocupam altitudes de 7 a 11 metros acima da preamar atual e os terraços mais baixos encontram-se em altitudes que variam entre 1 e 5 metros acima da preamar atual, são mais externos que os terraços mais altos, dispondo-se continuamente ao longo da costa.

#### 4.3.2. Terraços Marinhos Pleistocênicos

Os terraços marinhos pleistocênicos (120.000 anos A. P.) ocorrem na porção mais interna da planície costeira da área.

#### 4.3.3. Terraços Marinhos Holocênicos

Os terraços marinhos Holocênicos (5.100 anos A.P.) são constituídos essencialmente por areias quartzosas, preenchem a porção externa da planície costeira, em forma de corpos alongados, paralelos à linha de costa, de largura variável, em torno de 0,5 a 1 km e altitudes médias de 1 a 3 m.

De acordo com Barros (2003), as características destes depósitos é a presença de antigos cordões litorâneos. Podem ser diferenciados dos terraços pleistocênicos através de mudança de textura desses depósitos e/ou por uma mudança na altitude. Atualmente, estes depósitos encontram-se desfigurados em virtude da ocupação imobiliária, descaracterizando a sua forma de ocorrência original.

#### 4.3.4. Depósitos de Manguezais

De acordo com Costa & Alcântara filho (1987), os manguezais são definidos como um sistema ecológico tropical costeiro, com substrato lamacento, distribuição geográfica pantropical ou subtropical, fauna e flora típicas. Estes depósitos são ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre, marinho e fluvial, que comportam um grande número de espécies animais flúvio-marinhos. Dessa forma, manguezal é um terreno lamacento à beira dos rios e lagos, nos quais chega à água do mar. Por outro lado, mangue é o nome comum de numerosas plantas arbustivas e arbóreas do Brasil.

Em termos morfológicos, os manguezais estão limitados às planícies costeiras inferiores que representam áreas de transição entre o oceano e os níveis elevados que se situam mais para o interior do continente. Em geral, estes ecossistemas são constituídos de depósitos sedimentares recentes, argilosos, de coloração cinza-escuro a preto, devido à presença de decomposição de matéria orgânica. (VARELA, 2010).

Segundo Silva (2008), o manguezal é uma zona ecológica e economicamente importante, por apresentar condições favoráveis para o abrigo e desenvolvimento da biota flúvio-marinha, que se adapta às suas condições, e que passa nele pelo menos um ciclo de sua vida. O manguezal serve como área de alimentação e procriação de várias espécies aquáticas, além de contribuir para a sobrevivência das aves, répteis e mamíferos.

De acordo com as características climáticas, geográficas e de fauna e flora observadas na área de estudo, a região ao redor do Complexo estuarino do Canal de Santa Cruz é compatível com depósitos típicos de manguezais, exceto na sua porção leste, que é área de mar aberto.

#### 4.3.5. Depósitos Flúvio-Lagunares

Esses depósitos são comuns em áreas rebaixadas, sendo constituídos de sedimentos de areia fina ou siltítico-argilosa, com expressiva quantidade de matéria orgânica. Na concepção de Lima Filho *et al.* (1991), os depósitos flúvio-lagunares podem ser encontrados em todo o litoral de Pernambuco, em área protegidas da ação frontal das ondas, sendo comum em toda área do Canal de Santa Cruz, assim como em seu entorno.

#### 4.3.6. Depósitos Atuais de Praia

Estes depósitos são representados por sedimentos mais recentes e ocorrem diretamente ao longo da linha de costa, estendendo-se como uma faixa estreita fundamental na proteção de toda a região costeira. Os depósitos são formados por areias quartzosas, bem selecionadas, sofrendo retrabalhamento contínuo pelo mar.

Segundo Manso *et al.*, 1992, as características principais observadas nestes depósitos praiais (faixas contínuas e alongadas, além da granulometria geralmente fina de seus sedimentos) devem-se, em grande parte, aos corpos recifais localizados ao longos de vários trechos da costa, os quais servem de barreira natural às investidas marinhas sobre o continente.

#### 4.3.7. Recifes de Arenito ou *Beachrocks*

São estruturas marinhas que podem servir como proteção da zona costeira adjacente, impedindo ou mitigando os efeitos energéticos que ocorrem na costa. Podem ser formados por estruturas bióticas, no caso, recifes coralíneos ou de algas em geral, do gênero *Lithothamnium*, da família Coralinácea que, ao morrerem, originam bancos calcários, ou abióticos conhecidos como beachrocks ou arenitos de praia. (VARELA, 2010).

De acordo com Barros (2003), as partes expostas à beira-mar apresentam uma superfície aplainada muito pobre em vida, principalmente com revestimento de algas moles e pouco desenvolvidas. Os recifes submersos apresentam uma densa cobertura algal com predominância de *Chlorophyceae* e de *Pheophyceae*.

Estes corpos apresentam-se, em geral, como linha recifal composta, orientada por linhas sucessivas de corpos alongados, com embasamento de arenito, interrompido nas vizinhanças das desembocaduras dos rios ou barras.

Na Desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz, essas estruturas não são encontradas, no entanto próximo à praia de Catuama, as estruturas visíveis são as de recifes algálicos (Fig. 15).

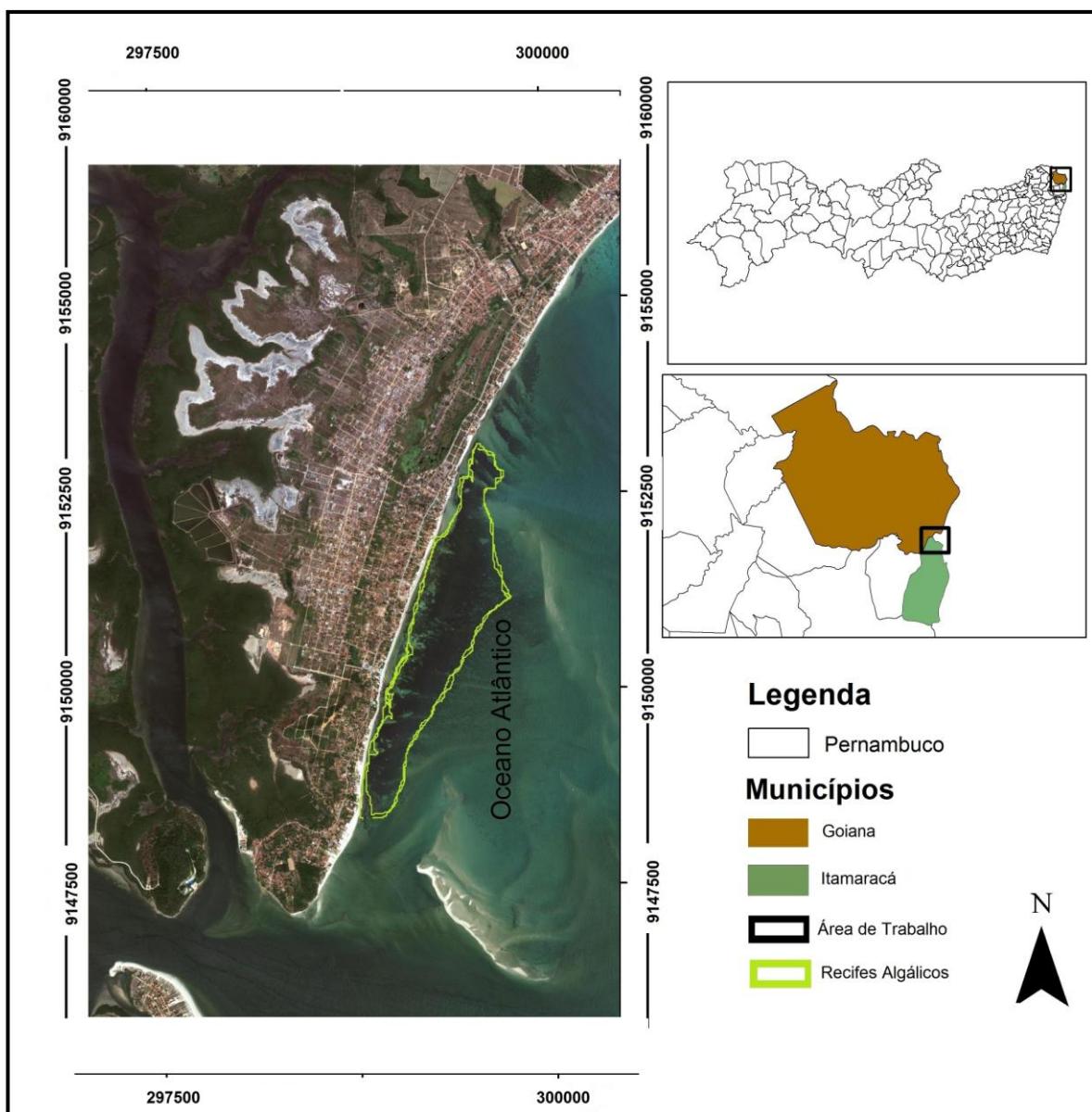


Figura 15. Recifes Algálicos próximos à praia de Catuama em Pernambuco. Fonte: Google Earth.

#### **4.4. Compartimentação geomorfológica**

A faixa costeira de Pernambuco é recoberta por três unidades geomorfológicas: relevo de colinas (ao sul de Pernambuco), superfície de tabuleiros e planície costeira essas duas últimas situadas ao norte do Estado que é foco do estudo deste trabalho. A morfogênese e a evolução destas unidades estão condicionadas a litologia, tectônica e fatores climáticos.

##### **4.4.1. Domínio Colinoso**

No Domínio Colinoso predomina a ocorrência das formações geológicas cretácicas e paleocênicas da Formação Beberibe, Gramame e Maria Farinha. Esse domínio se estende para o norte e para o sul, na forma de pequenos morros isolados, margeando o compartimento geomorfológico dos tabuleiros (Barros, 1999).

##### **4.4.2. Superfície de Tabuleiros**

Os tabuleiros costeiros estão litologicamente associados aos sedimentos das formações Beberibe e Barreiras. Atingem de 40 a 50 metros próximos à planície costeira, e até 160 metros na porção oeste do litoral norte do estado de Pernambuco. Seu topo é plano entrecortado por vales estreitos e profundos (CPRH, 2003).

##### **4.4.3. Planície Costeira**

As planícies costeiras elaboradas durante o Quaternário constituem-se uma unidade geológico-geomorfológica de grande complexidade, tendo em vista serem ambientes de transição entre fenômenos continentais e marinhos, onde podem ser inseridos vários compartimentos (Manso *et al.*, 1992).

---

## CAPÍTULO 5 – ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS E HIDRODINÂMICAS

---

A composição dos depósitos dos fundos estuarinos é constituída por sedimentos de diferentes origens. Nesses ambientes ocorrem diversos depósitos terrígenos, biodetríticos e principalmente, aqueles transportados pelos rios. Os depósitos de origem marinha são carreados pelas correntes de maré e pela produção interna dos organismos e reações químicas existentes nesse ambiente.

Os sedimentos encontrados nos estuários apresentam diferentes granulações devido às diversas fontes dos depósitos dos próprios estuários.

Dessa forma, os parâmetros granulométricos e hidrodinâmicos obtidos para a desembocadura norte do canal de santa cruz serão apresentados nos próximos itens.

### 5.1. Distribuição Granulométrica

As análises de proporções de distribuição granulométrica para as amostras estudadas revelaram frações de cascalho, areia e lama (Tabela 10 – vide anexo I). No entanto, a fração cascalho foi encontrada em menor proporção que as outras frações (Fig. 16), em virtude da área de coleta de amostras estarem inserida em um complexo estuarino.

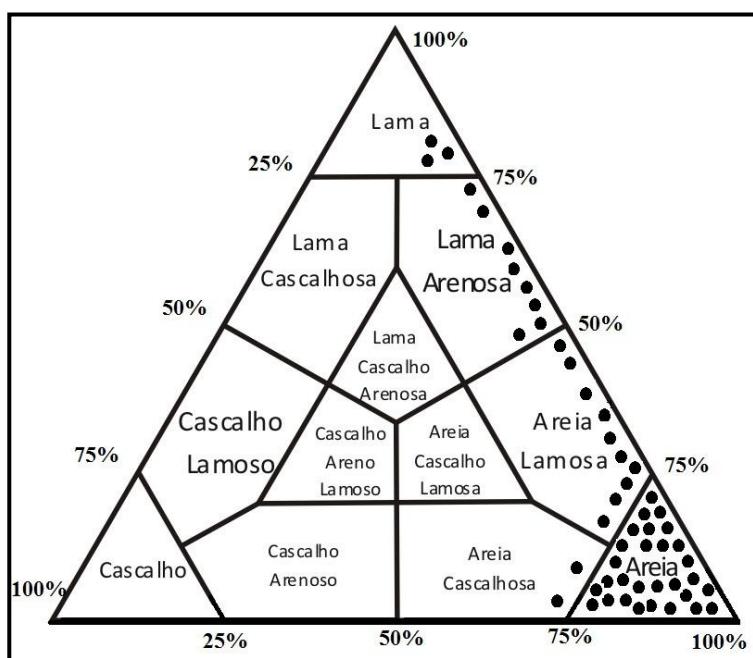


Figura 16. Diagrama de Francis P. Shepard (1954) localizando as amostras com maior evidência de areia, areia lamosa e lama arenosa na área de estudo.

### 5.1.1. Fração Cascalho

A fração cascalho ( $> 2 \text{ mm}$ ) ocorre em parte da área estudada em quantidades inferiores a 9%. Apenas em 4 das 63 amostras analisadas essa proporção foi superior a 10%. A área de ocorrência destas 04 amostras é coincidente com regiões de índice energético elevado nas proximidades da desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz (Fig. 17).

### 5.1.2. Fração Areia

Esta fração (1 mm a 0,062 mm) é predominante em 43 das 61 amostras analisadas, com valores superiores a 30%. Os valores mais expressivos foram encontrados, principalmente, na desembocadura da Barra de Catuama e em partes das amostras coletadas nas proximidades da foz do rio Botafogo (Fig. 17).

### 5.1.3. Fração Lama (Silte + Argila)

A fração lama, correspondente as frações silte + argila ( $< 0,062 \text{ mm}$ ), foi encontrada em 14 amostras, apresentando valores superiores a 60%. Basicamente, esta fração está distribuída em toda a área de estudo (Fig. 17), com concentrações mais significativas nos meandros dos rios Catuama, Carrapicho e em alguns locais mais abrigados da ação das ondas e de correntes próximos à desembocadura do canal de Santa Cruz.

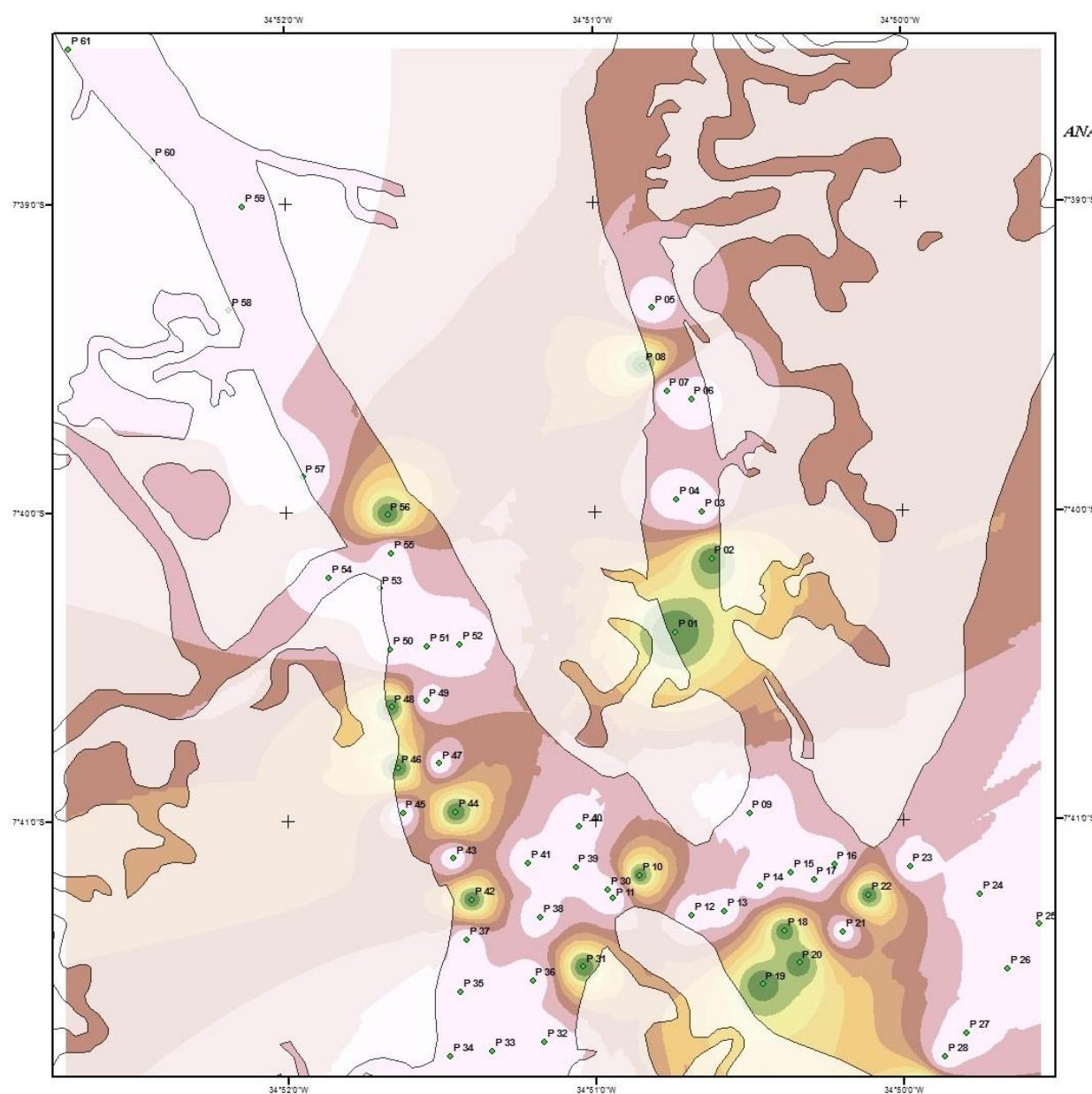


Fig.17. Mapa de distribuição granulométrica.

## 5.2. Distribuição de Fácies Texturais

Segundo a classificação da distribuição de fácies texturais de Shepard (1954), as análises das amostras coletadas na desembocadura norte do canal de Santa Cruz indicam a existência de cinco classes texturais (Fig. 18). Os valores obtidos para a distribuição das classes texturais apontam para 50% da classe areia, 20% de areia lamosa, 18% de lama arenosa, 8% de lama e 4% de areia cascalhosa. Essa distribuição de classes é compatível com a influência do complexo estuarino nos dados obtidos, uma vez que 96% das análises correspondem às classes areia e lama (Fig.19).

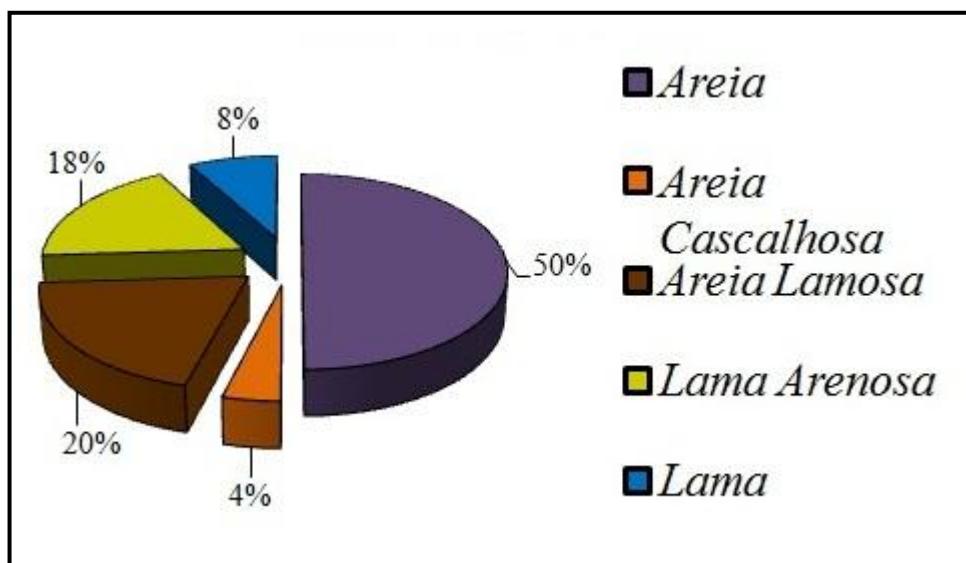
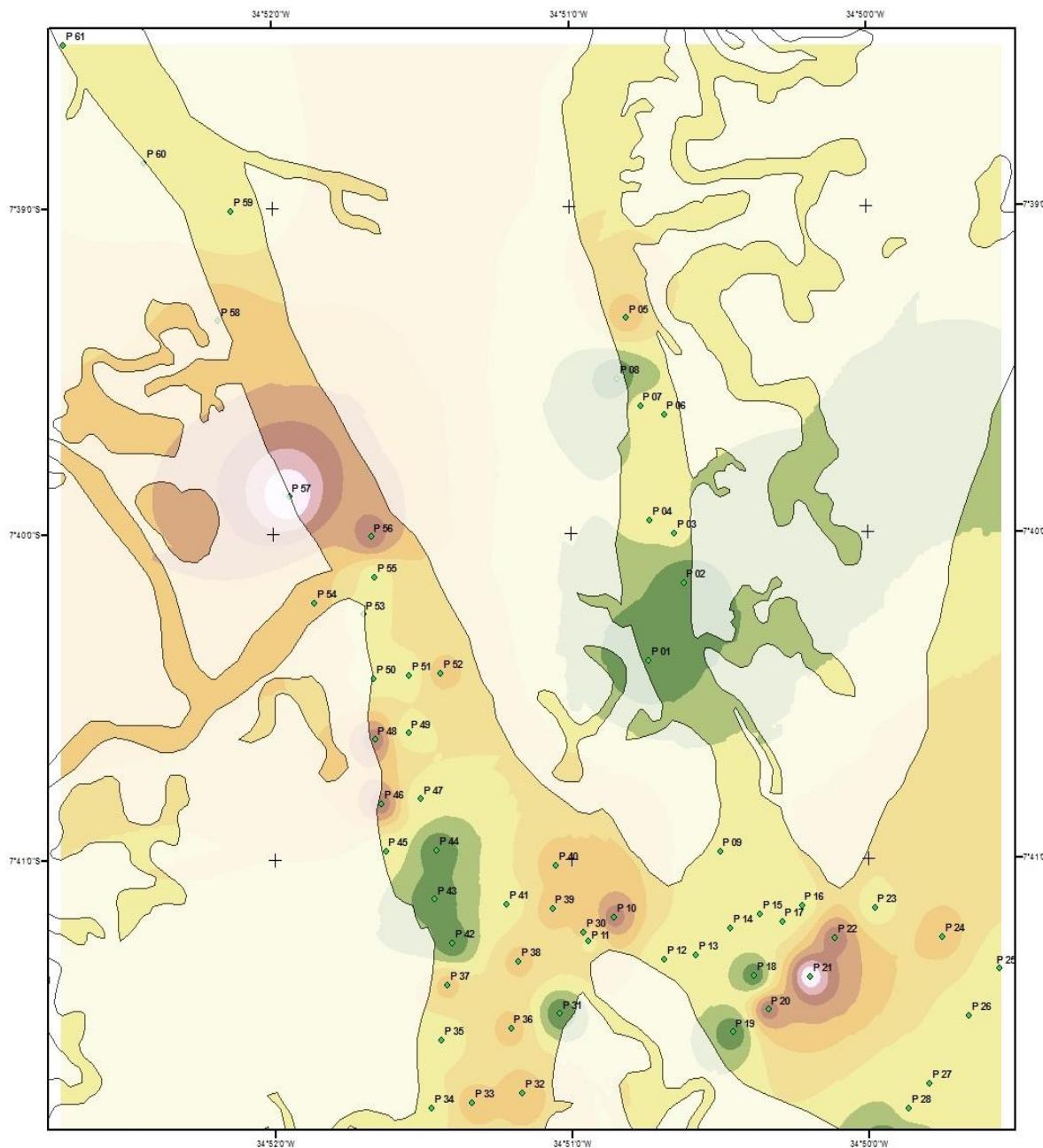


Figura 18. Distribuição em porcentagem das cinco classes texturais encontradas nas amostras analisadas.

**MAPA DE FÁCIES TEXTURAIS**  
**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO**  
**DA DESEMBOLCADAURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE**



### Legenda

- Pontos
- Areia Cascalhosa
- Areia
- Areia Lamosa
- Lama Arenosa
- Lama

### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



### ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



0 0,5 1  
 2 Km

1:24.010

Figura 19. Mapa de Fácies Texturais.

### 5.3. Variações nos Parâmetros Estatísticos

Analizar as variações dos parâmetros estatísticos (Tabela 11 – vide anexo I) é importante no estudo da geologia sedimentar, visando aperfeiçoar o entendimento e o dinamismo dos mecanismos que atuam dentro das etapas de deposição, transporte e classificação dos depósitos sedimentares.

#### 5.3.1. Variações do Diâmetro Médio (Mz)

O diâmetro médio geralmente é utilizado para inferir a direção da dispersão sedimentar, bem como para verificar o sentido de transporte dos sedimentos onde os pontos foram coletados, através da interpretação dos valores obtidos.

Os parâmetros de diâmetro médio obtidos nas amostras analisadas sugerem uma influência significativa da fonte de suprimento de material na desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz, uma vez que a média geral do tamanho dos grãos é compatível com esta interpretação.

A distribuição espacial do diâmetro médio dos grãos nas 61 amostras coletadas indicou a existência de cinco populações distintas na área (Fig. 20), representadas da seguinte forma: frações de areia grossa, média, fina, muito fina e silte grosso.

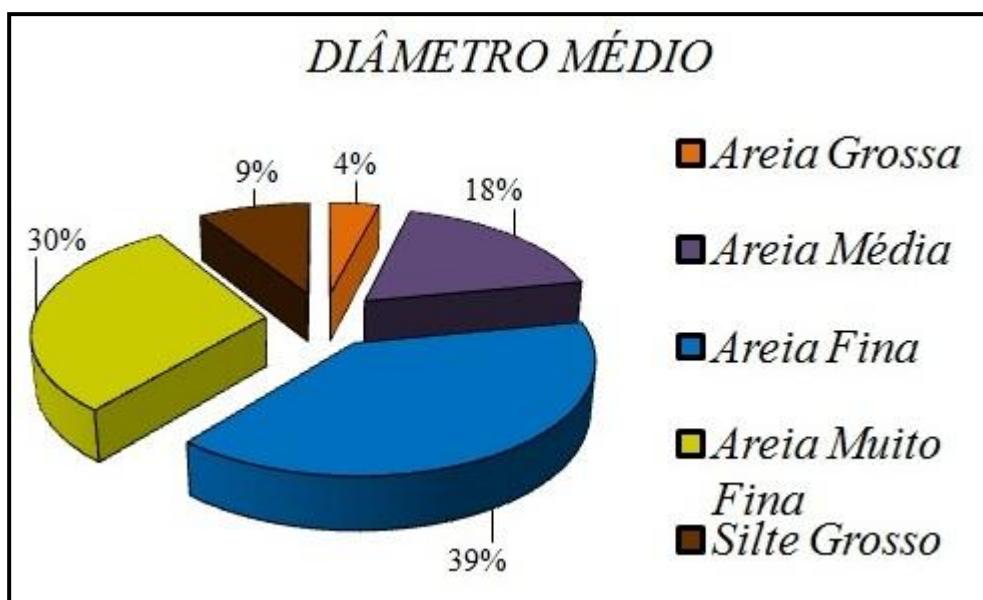


Figura 20. Percentual do diâmetro médio das areias.

A distribuição de diâmetro médio (Mz) na desembocadura Norte do canal de Santa Cruz (Fig. 20 e tabela 4) indicou o predomínio de areia média a muito fina (1 a 4  $\phi$ ) e silte grosso a fino (4 a 8  $\phi$ ), enquanto que a classe argila ( $>8 \phi$ ) está distribuída em pequenas áreas, com valores inferiores a 2% do total de amostras analisadas neste trabalho (Fig. 21).

A classe areia média sugere a presença de um banco arenoso nas proximidades da desembocadura do canal, cuja energia das ondas, correntes de maré e baixa profundidade não permitem a deposição de sedimentos finos.

Observa-se que a distribuição da classe areia, em relação ao diâmetro médio (Mz), está distribuída preferencialmente no lado oeste do estuário do rio Goiana/Megaó e na foz do rio Carrapicho, variando entre areia média a fina e em alguns locais até a areia muito fina (Fig. 21).

A fração areia fina a muito fina ocorre em pontos localizados nos meandros dos rios Catuama e Carrapicho (Fig. 21). Provavelmente, o abrigo dessas frações nestes meandros está relacionado às dinâmicas fluviais e/ou marinhas de menor energia.

A presença da classe de silte grosso a muito fino deve ser um reflexo da presença de um canal de maré com profundidade de até - 12,3 m, pois, com tal profundidade a dinâmica é menos intensa e dessa forma ocorre a concentração desses tipos de sedimentos.

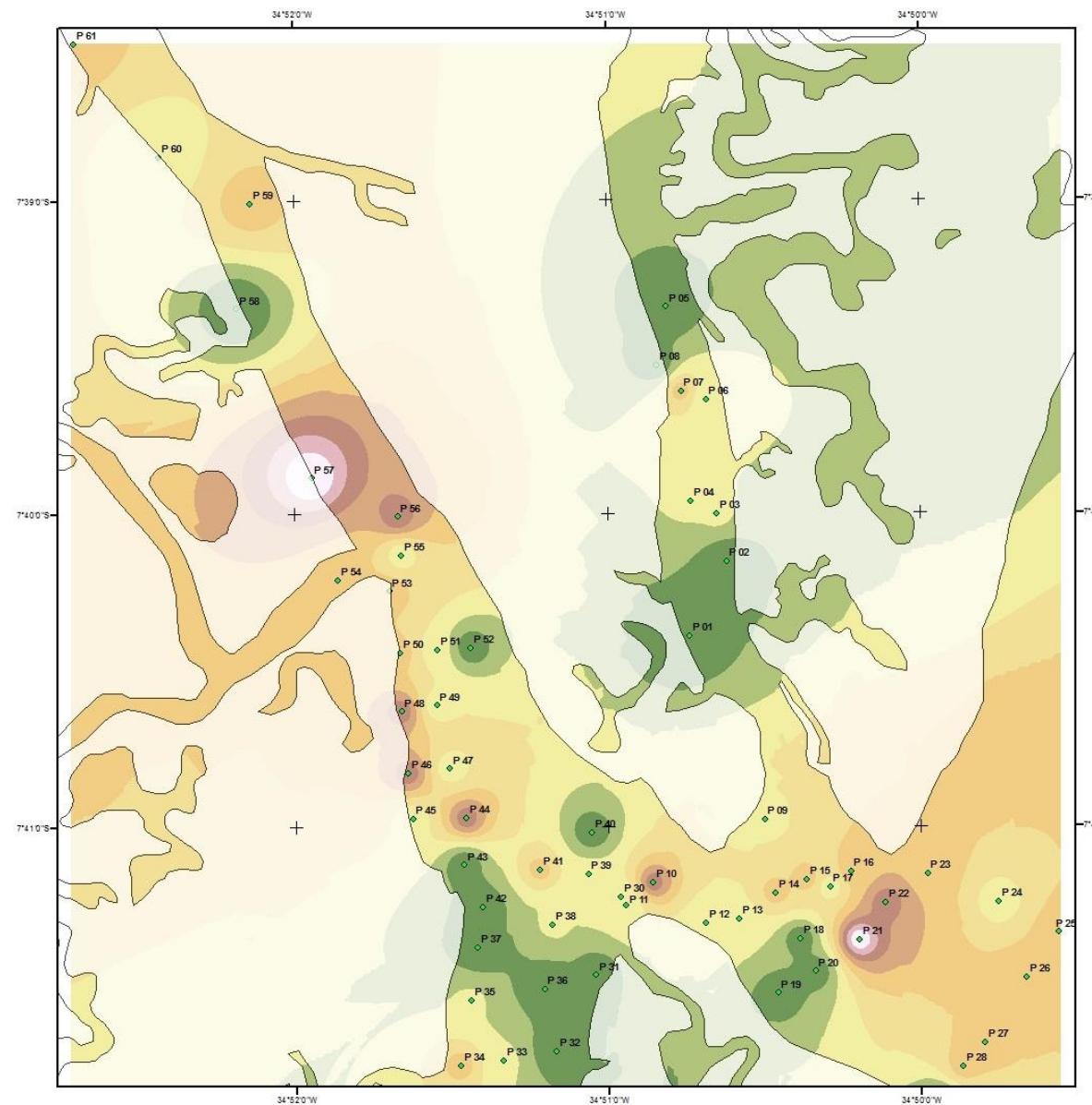
As classes silte e argila (< de 2% das amostras) estão presentes em porções intermediárias na desembocadura dos rios Botafogo e Carrapicho.

Os resultados de distribuição granulométrica obtidos neste trabalho estão de acordo com o que se espera de uma área pertencente a um complexo estuarino influenciado por atividades de maré, como no caso específico do Canal de Santa Cruz. Haja vista o efeito que a diferenciação dos grãos tem para o comportamento hidrodinâmico de cada fração. Os materiais finos ocuparam locais de maior profundidade e com baixa energia e os materiais mais grossos com menor profundidade e maior energia o que não permitiu a deposição dos sedimentos mais finos nesta porção.

Tabela 04: Amostras analisadas com os respectivos valores de diâmetro médio e classificação específica.

<b>Amostras</b>	<b>Valores de Mz</b>	<b>Classificação</b>
P – 01	3,844	Areia muito fina
P – 02	3,869	Areia muito fina
P – 03	2,516	Areia fina
P – 04	2,395	Areia fina
P – 05	3,411	Areia muito fina
P – 06	2,697	Areia fina
P – 07	1,503	Areia média
P – 08	3,822	Areia muito fina
P – 09	2,128	Areia fina
P – 10	4,430	Silte grosso
P – 11	2,539	Areia fina
P – 12	2,419	Areia fina
P – 13	2,042	Areia fina
P – 14	1,459	Areia média
P – 15	1,894	Areia média
P – 16	1,841	Areia média
P – 17	2,463	Areia fina
P – 18	3,101	Areia muito fina
P – 19	3,787	Areia muito fina
P – 20	3,529	Areia muito fina
P – 21	0,077	Areia grossa
P – 22	4,476	Silte grosso
P – 23	1,095	Areia média
P – 24	2,462	Areia fina
P – 25	1,407	Areia média
P – 26	1,035	Areia média
P – 27	1,334	Areia média
P – 28	1,147	Areia média
P – 29	3,130	Areia muito fina
P – 30	2,657	Areia fina
P – 31	3,850	Areia muito fina
P – 32	3,285	Areia muito fina
P – 33	2,596	Areia fina
P – 34	1,768	Areia média
P – 35	2,560	Areia fina
P – 36	3,588	Areia muito fina

P – 37	3,406	Areia muito fina
P – 38	2,939	Areia fina
P – 39	2,908	Areia fina
P – 40	3,217	Areia muito fina
P – 41	1,844	Areia média
P – 42	3,763	Areia muito fina
P – 43	3,50	Areia muito fina
P – 44	4,133	Silte grosso
P – 45	2,061	Areia fina
P – 46	4,44	Silte grosso
P – 47	2,073	Areia fina
P – 48	4,48	Silte grosso
P – 49	2,369	Areia fina
P – 50	1,871	Areia média
P – 51	2,313	Areia fina
P – 52	3,28	Areia muito fina
P – 53	1,341	Areia média
P – 54	1,701	Areia média
P – 55	2,421	Areia fina
P – 56	4,367	Silte grosso
P – 57	0,857	Areia grossa
P – 58	3,701	Areia muito fina
P – 59	1,749	Areia média
P – 60	2,487	Areia fina
P – 61	1,796	Areia média



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

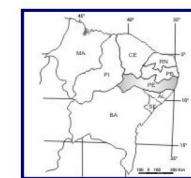
### MAPA DE DIÂMETRO MÉDIO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE

### Legenda

- Pontos
- Areia grossa
- Areia média
- Areia fina
- Areia muito fina
- Silte grosso

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES

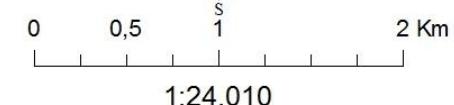
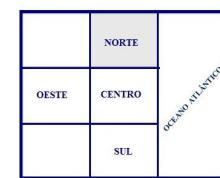


Figura 21. Mapa de diâmetro médio.

### 5.3.2. Variações do Desvio Padrão ( $\sigma_1$ )

A distribuição do desvio padrão (Fig. 22) é compatível com uma seleção de boa a moderada (valores de desvio padrão – tabela 05) para os sedimentos de granulometria areia, englobando um total de 62% do total das amostras analisadas e indicando um índice de selecionamento. Por outro lado, os sedimentos de granulação silte e argila (em torno de 38%) são classificados com selecionamento pobre a muito pobre (valores de desvio padrão – tabela 5).

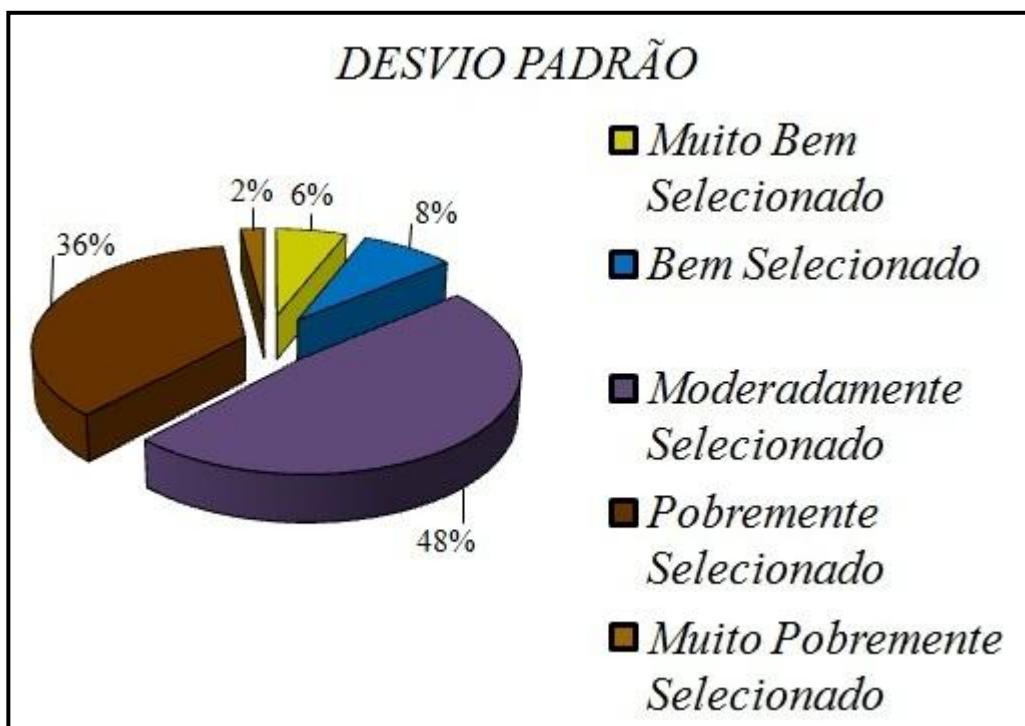


Figura 22. Percentual do grau de seleção das amostras.

Tabela 05: Amostras analisadas com os respectivos valores de desvio padrão e classificação específica.

<b>Amostras</b>	<b>Valores de desvio padrão (<math>\sigma_1</math>)</b>	<b>Classificação</b>
P – 01	1,0180	Pobremente selecionado
P – 02	1,1510	Pobremente selecionado
P – 03	0,568	Moderadamente selecionado
P – 04	0,762	Moderadamente selecionado
P – 05	0,974	Moderadamente selecionado
P – 06	1,0660	Pobremente selecionado
P – 07	0,605	Moderadamente selecionado
P – 08	1,2000	Pobremente selecionado
P – 09	0,771	Moderadamente selecionado
P – 10	0,409	Bem selecionado
P – 11	0,452	Bem selecionado
P – 12	0,775	Moderadamente selecionado
P – 13	0,688	Moderadamente selecionado
P – 14	0,507	Moderadamente selecionado
P – 15	0,917	Moderadamente selecionado
P – 16	0,835	Moderadamente selecionado
P – 17	0,853	Moderadamente selecionado
P – 18	1,8250	Pobremente selecionado
P – 19	0,96	Moderadamente selecionado
P – 20	1,5890	Pobremente selecionado
P – 21	1,2070	Pobremente selecionado
P – 22	0,321	Muito bem selecionado
P – 23	0,786	Moderadamente selecionado
P – 24	1,6240	Pobremente selecionado
P – 25	0,825	Moderadamente selecionado
P – 26	0,678	Moderadamente selecionado
P – 27	0,824	Moderadamente selecionado
P – 28	0,826	Moderadamente selecionado
P – 29	1,9330	Pobremente selecionado
P – 30	1,1720	Pobremente selecionado
P – 31	1,1830	Pobremente selecionado
P – 32	1,7020	Pobremente selecionado
P – 33	1,7790	Pobremente selecionado
P – 34	1,8170	Pobremente selecionado

P – 35	1,2060	Pobremente selecionado
P – 36	0,816	Moderadamente selecionado
P – 37	1,3260	Pobremente selecionado
P – 38	1,1810	Pobremente selecionado
P – 39	0,994	Moderadamente selecionado
P – 40	0,9	Moderadamente selecionado
P – 41	1,7220	Pobremente selecionado
P – 42	1,05	Pobremente selecionado
P – 43	1,342	Pobremente selecionado
P – 44	0,815	Moderadamente selecionado
P – 45	0,682	Moderadamente selecionado
P – 46	0,647	Moderadamente selecionado
P – 47	0,65	Moderadamente selecionado
P – 48	0,319	Muito bem selecionado
P – 49	0,517	Moderadamente selecionado
P – 50	1,011	Pobremente selecionado
P – 51	0,696	Moderadamente selecionado
P – 52	1,069	Pobremente selecionado
P – 53	0,842	Moderadamente selecionado
P – 54	2,273	Muito pobemente selecionado
P – 55	0,515	Moderadamente selecionado
P – 56	0,57	Moderadamente selecionado
P – 57	1,771	Pobremente selecionado
P – 58	0,974	Moderadamente selecionado
P – 59	1,139	Pobremente selecionado
P – 60	0,78	Moderadamente selecionado
P – 61	1,185	Pobremente selecionado

De acordo com Suguio (1973), alguns agentes geológicos são mais efetivos como agentes selecionadores. Nos sedimentos, isto pode interferir na maior ou menor seleção das partículas de acordo com a função das suas granulações. Na natureza ocorrem variados graus de dispersão derivados das flutuações na velocidade das correntes, na forma dos grãos e na densidade dos grãos.

Os sedimentos com uma seleção de pobre a muito pobemente selecionados estão localizados na margem oeste da foz do rio Botafogo, em pequenas porções dos meandros do rio Carrapicho e em parte do Rio Catuama e em alguns pontos próximos a desembocadura norte do Canal de Santa Cruz (Fig. 23). Provavelmente, estes locais são marcados pela presença de mais de um processo deposicional, com variações nos períodos de cheia, amplitude de marés e correntes. Toda essa configuração pode ser observada no mapa de distribuição de desvio padrão (Fig. 23). Os sedimentos moderados a muito bem selecionados são encontrados em quase toda a desembocadura do canal de Santa Cruz cuja dinâmica marinha é mais efetiva, dificultando a deposição do material mais fino.



*UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOLÓGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL*

## ***MAPA DE DESVIO PADRÃO***

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOLCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE**

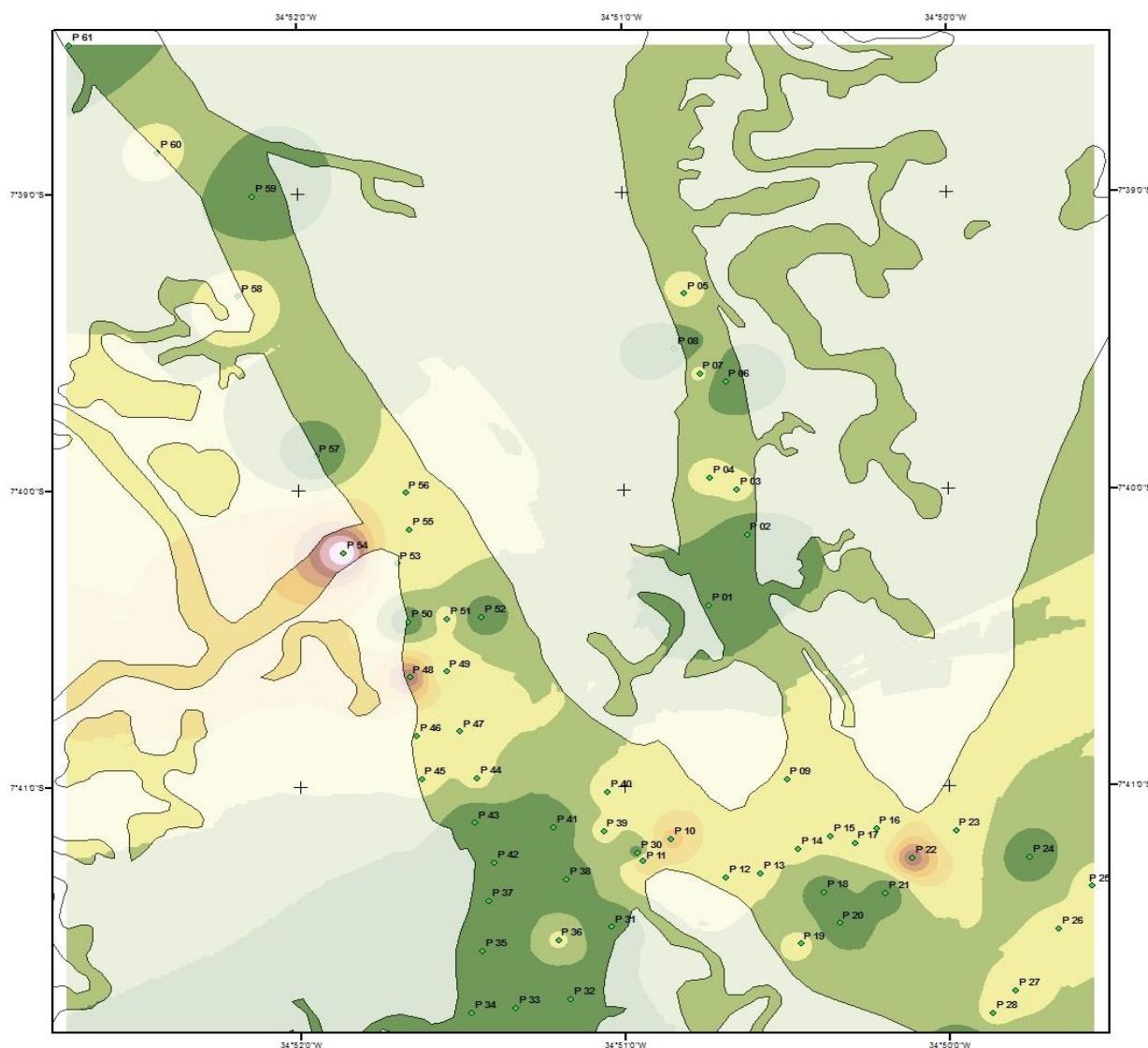
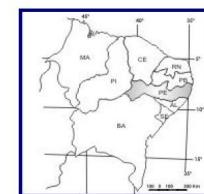


Figura 23. Mapa de distribuição de desvio padrão.

## Legenda

- Muito pobremente selecionado
  - Pobremente selecionado
  - Moderadamente selecionado
  - Bem selecionado
  - Muito bem selecionado

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**



ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



A scale bar at the bottom left of the map, consisting of a horizontal line with tick marks and numerical labels. The labels are 0, 0,5, 1, and 2 Km. The distance between 0 and 0,5 is divided into four equal segments by three tick marks. The distance between 0,5 and 1 is also divided into four equal segments by three tick marks. The distance between 1 and 2 Km is divided into four equal segments by three tick marks.

### 5.3.3. Variações de Assimetria

Os valores de assimetria obtidos possuem ampla variação nos parâmetros de classificação (tabela 06), com amostras classificadas de muito negativa até muito positiva (Fig. 24). No entanto, amostras classificadas com assimetria muito negativa representam 36% do total analisado (Fig. 24).

Segundo Santos (1998), os valores assimétricos são representados como negativos quando se verifica uma tendência ao material mais grosso, e positivo quando há tendência de valores mais finos. Este parâmetro é utilizado para caracterizar ambientes de sedimentação relacionados ao nível energético atuante no meio.

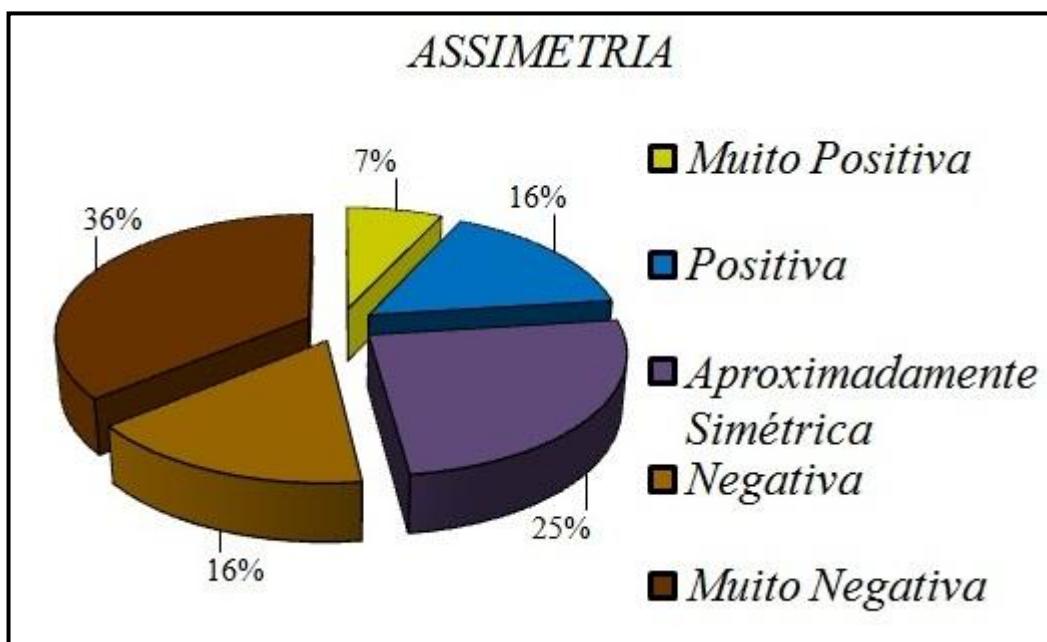


Figura 24. Percentual dos valores assimétricos.

A distribuição dos parâmetros de assimetria referentes à desembocadura norte do canal de Santa Cruz revelaram valores assimétricos negativos a muito negativos sugestivos de uma associação com ambientes costeiros. Estes dados de assimetria também foram observados em ampla proporção em quase toda a área do Rio Catuama, Carrapicho e foz do Rio Botafogo (Fig. 25).

A assimetria negativa a muito negativa sugere um tipo de ambiente de sedimentação relacionado à intensa dinâmica das correntes de fundo onde o material mais fino é retirado e depositado em ambientes mais calmos.

Os valores aproximadamente simétricos correspondem a 25% das amostras analisadas. Elas são encontradas em quase todas as extremidades da área em estudo, indicando uma hidrodinâmica relativamente alta.

As amostras com valores de assimetria positiva a muito positiva (tabela 6) representam 23% das análises realizadas. Isto implica em ambiente com uma dinâmica de energia menor, provavelmente associado a algum tipo de influência fluvial.

Tabela 06: Amostras analisadas com os respectivos valores de assimetria e classificação específica:

<b>Amostras</b>	<b>Valores de assimetria</b>	<b>Classificação</b>
P – 01	-0,5004	Muito negativa
P – 02	-0,5822	Muito negativa
P – 03	-0,3667	Muito negativa
P – 04	-0,2872	Negativa
P – 05	-0,2983	Negativa
P – 06	-0,0544	Aproximadamente simétrica
P – 07	-0,2854	Negativa
P – 08	-0,5793	Muito negativa
P – 09	0,2796	Positiva
P – 10	-0,1378	Negativa
P – 11	-0,5759	Muito negativa
P – 12	-0,4441	Muito negativa
P – 13	0,1851	Positiva
P – 14	-0,5651	Muito negativa
P – 15	0,0792	Aproximadamente simétrica
P – 16	-0,0125	Aproximadamente simétrica
P – 17	-0,3187	Muito negativa
P – 18	-0,6678	Muito negativa
P – 19	-0,3799	Muito negativa
P – 20	-0,7292	Muito negativa
P – 21	0,1965	Positiva
P – 22	0	Aproximadamente simétrica

P – 23	0,3394	Muito positiva
P – 24	0,3618	Muito positiva
P – 25	-0,4046	Muito negativa
P – 26	0,2301	Positiva
P – 27	-0,4237	Muito negativa
P – 28	0,2391	Positiva
P – 29	-0,7040	Muito negativa
P – 30	0,0313	Aproximadamente simétrica
P – 31	-0,5652	Muito negativa
P – 32	-0,5260	Muito negativa
P – 33	-0,2293	Negativa
P – 34	-0,0783	Aproximadamente simétrica
P – 35	-0,0463	Aproximadamente simétrica
P – 36	0,0328	Aproximadamente simétrica
P – 37	-0,4542	Muito negativa
P – 38	-0,0087	Aproximadamente simétrica
P – 39	0,0298	Aproximadamente simétrica
P – 40	0,3060	Muito positiva
P – 41	-0,1198	Negativa
P – 42	-0,4572	Muito negativa
P – 43	-0,521	Muito negativa
P – 44	-0,2972	Negativa
P – 45	0,2172	Positiva
P – 46	-0,3326	Muito negativa
P – 47	0,2248	Positiva
P – 48	0	Aproximadamente simétrica
P – 49	-0,472	Muito negativa
P – 50	0,1188	Positiva
P – 51	-0,5773	Muito negativa
P – 52	0,2914	Positiva
P – 53	-0,3317	Muito negativa
P – 54	-0,0533	Aproximadamente simétrica
P – 55	-0,5384	Muito negativa
P – 56	-0,299	Negativa
P – 57	0,0391	Aproximadamente simétrica
P – 58	-0,2659	Negativa
P – 59	-0,0663	Aproximadamente simétrica
P – 60	-0,3859	Muito negativa
P – 61	0,0555	Aproximadamente simétrica

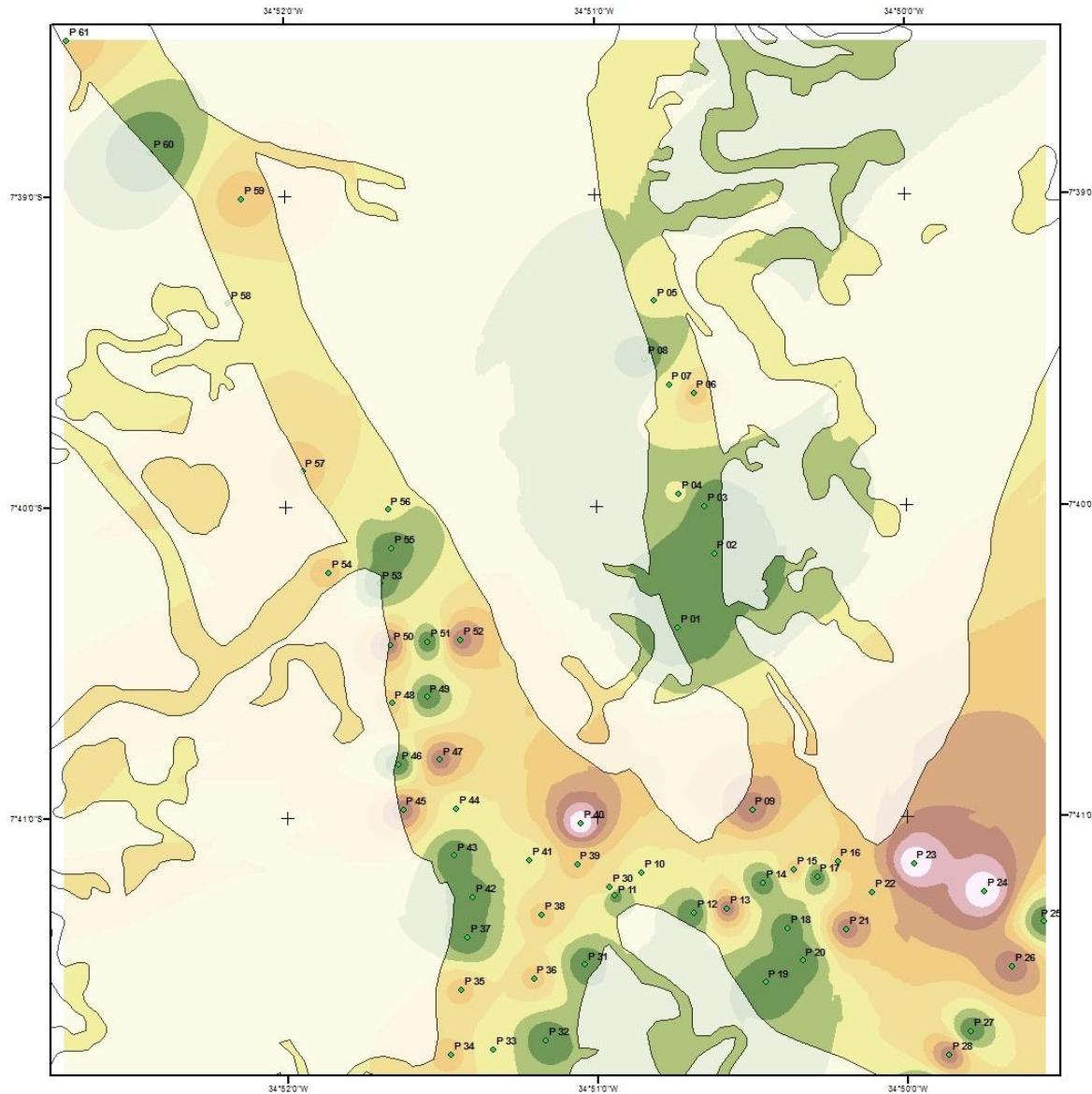


Figura 25. Mapa de Assimetria da área estudada.



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

### MAPA DE ASSIMETRIA

*ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOLCADAURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE*

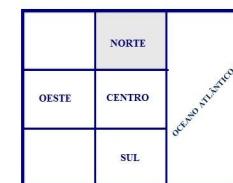
#### Legenda

- Pontos
- Muito negativa
- Negativa
- Aproximadamente simétrica
- Positiva
- Muito positiva

#### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



#### ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



0 0,5 1 2 Km  
1:24.010

### 5.3.4. Variações da Curtose (Kg)

De acordo com as amostras analisadas (tabela 07), as distribuições leptocúrticas a muito leptocúrticas correspondem a um total de 38%. Padrões de curtose mesocúrtica platicúrtica, muito platicúrtica e extremamente leptocúrtica correspondem aos valores de 28%, 17%, 13% e 4%, respectivamente (Fig. 26).

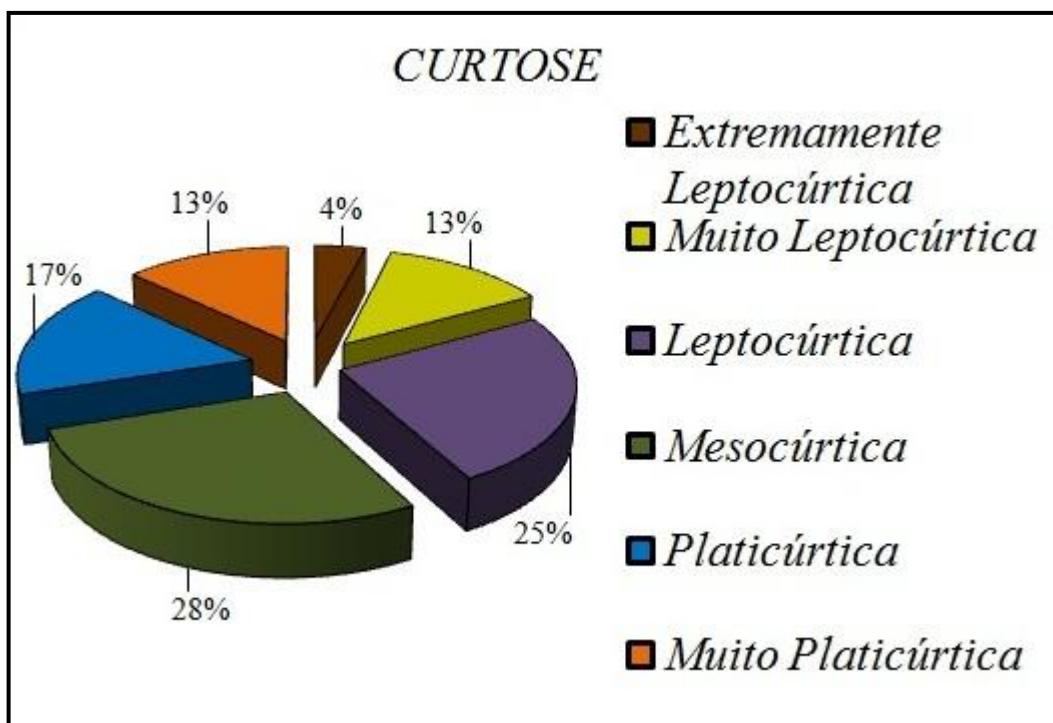


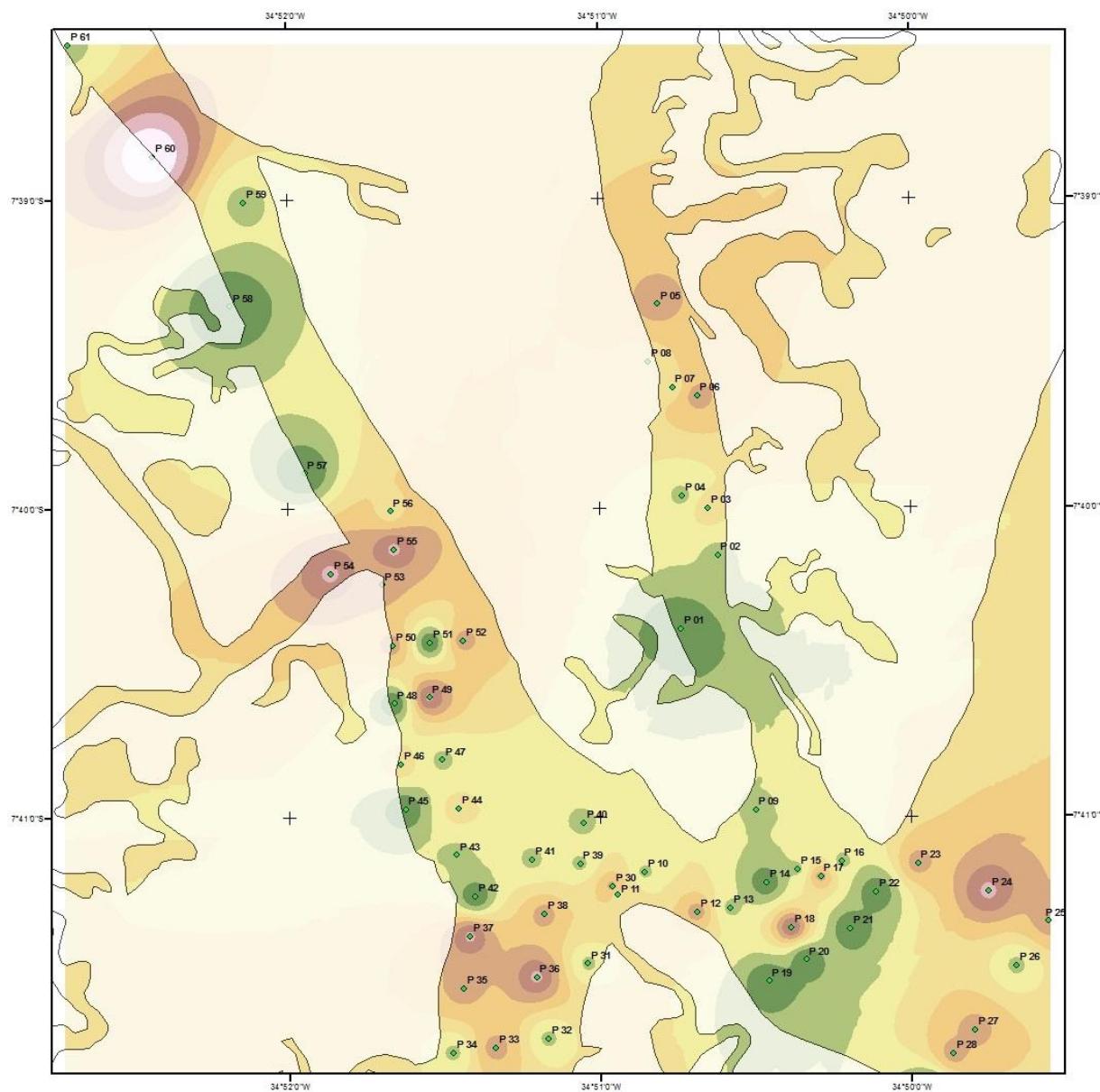
Figura 26. Percentual do grau de Curtose.

O grau de curtose geralmente é utilizado como parâmetro para diferenciação de ambientes, indicando a existência de um processo responsável pela alteração das camadas de distribuição. Distribuições leptocúrticas apresentam um sedimento do tipo bem selecionado em um ambiente de maior movimento. De maneira oposta, as distribuições platicúrticas representam baixa movimentação no ambiente.

Dessa forma, o estudo sobre o grau de curtose revelou que as distribuições leptocúrticas a muito leptocúrticas e mesocúrticas se distribuem em quase toda a área estudada, sugerindo elevada energia no ambiente. As distribuições platicúrticas a muito platicúrticas estão localizadas nas margens dos rios Carrapicho, Catuama e na desembocadura norte do Canal de Santa Cruz. Isto implica em elevada mistura entre as populações de diferentes fluxos atuantes na área de estudo (Fig. 27).

### MAPA DE CURTOSE

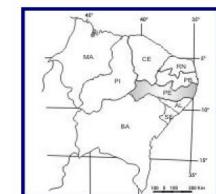
**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
 DA DESEMBOCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE**



### Legenda

- Pontos
- Muito platicúrtica
- Platicúrtica
- Mesocúrtica
- Leptocúrtica
- Muito leptocúrtica
- Extremamente leptocúrtica

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES

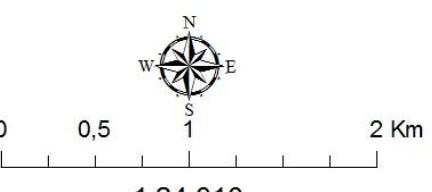
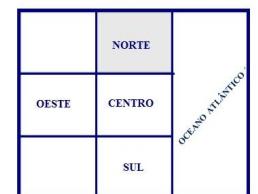


Figura 27. Mapa de Curtose.

#### 5.4. Análise Discriminatória Multivariada (Y)

A partir dos valores obtidos (Tabela 03 – vide anexo I), proposto por Sahu (1964) verificou-se que a maior parte dos sedimentos amostrados na desembocadura norte do canal de Santa Cruz são predominantemente influenciados por ambiente marinho raso, com 55% do total de pontos coletados (Fig. 28).

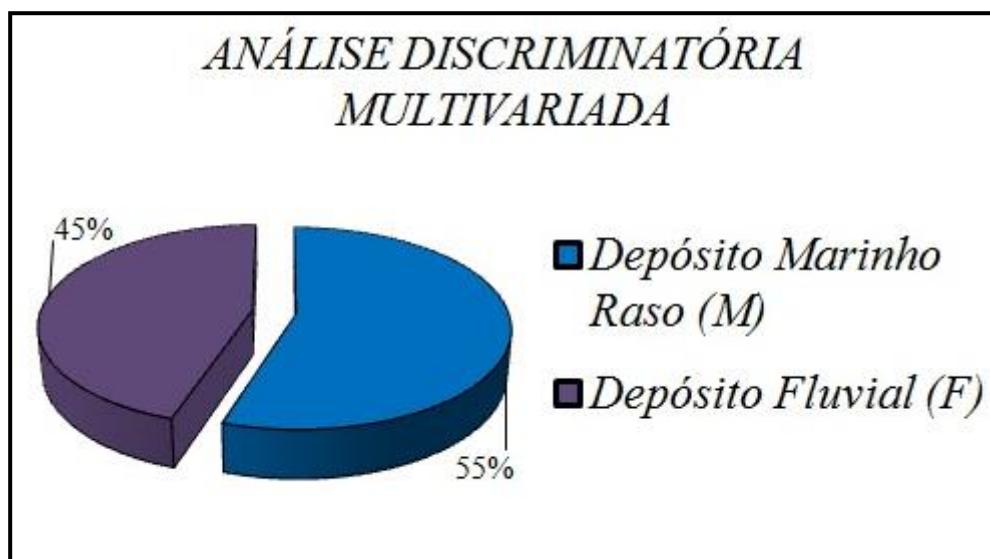


Figura 28. Porcentagem dos índices de deposição marinha e fluvial.

De acordo com a fórmula  $Y = 0, 2852 \text{ Mz}$  (média aritmética) –  $8, 7604 \sigma^2$  (desvio padrão) –  $4, 8932 \text{ Sk1(Assimetria)}$  +  $0, 004 \text{ Kg}$  (Curtose) onde quando o valor de  $Y$  for menor que  $(-7, 4190)$  o resultante será descrito como depósito fluvial (F) e quando o valor de  $Y$  for maior que  $(-7, 4190)$  denominar-se-á de depósito marinho-raso (M) (Tabela 07).

Em contrapartida, a influência de um ambiente fluvial é representada em 45% das análises realizadas. Isto revela que a atuação marinha na porção próxima aos rios Carrapicho e Catuama é pequena (Fig. 29).

Tabela 07: Valores dos Parâmetros estatísticos, segundo Folk & Ward (1957), e o valor do parâmetro "Y", segundo Sahu (1964), para os sedimentos que fazem confluência com a área em estudo.

<b>Amostras</b>	<b>Mz</b>	<b>Sk1</b>	<b><math>\sigma^2</math></b>	<b>Kg</b>	<b>Y</b>	<b>Interpretação</b>
P – 01	3,84	1,01	-0,50	0,76	-5,39	Marinho-raso
P – 02	3,86	1,15	-0,58	0,96	-7,64	Fluvial
P – 03	2,51	0,56	-0,36	2,56	-0,25	Marinho-raso
P – 04	2,39	0,76	-0,28	1,09	-3,00	Marinho-raso
P – 05	3,41	0,97	-0,29	1,29	-5,84	Marinho-raso
P – 06	2,69	1,06	-0,05	1,34	-8,82	Fluvial
P – 07	1,50	0,60	-0,28	2,47	-20,61	Fluvial
P – 08	3,82	1,20	-0,57	1,64	-8,72	Fluvial
P – 09	2,12	0,77	0,27	1,08	-5,90	Marinho-raso
P – 10	4,43	0,40	-0,13	1,01	0,50	Marinho-raso
P – 11	2,53	0,45	-0,57	1,86	1,70	Marinho-raso
P – 12	2,41	0,77	-0,44	1,26	-2,34	Marinho-raso
P – 13	2,04	0,68	0,18	0,94	-4,34	Marinho-raso
P – 14	1,45	0,50	-0,56	0,69	0,96	Marinho-raso
P – 15	1,89	0,91	0,07	1,07	-7,05	Marinho-raso
P – 16	1,84	0,83	-0,01	0,92	-5,45	Marinho-raso
P – 17	2,46	0,85	-0,31	1,47	-4,13	Marinho-raso
P – 18	3,10	1,82	-0,66	0,59	-24,90	Fluvial
P – 19	3,78	0,95	-0,37	0,69	-5,01	Marinho-raso
P – 20	3,52	1,58	-0,72	0,78	-17,33	Fluvial
P – 21	0,07	1,20	0,19	0,69	-13,52	Fluvial
P – 22	4,47	0,32	0	0,73	0,38	Marinho-raso
P – 23	1,09	0,78	0,33	1,13	-6,62	Marinho-raso
P – 24	2,46	1,62	0,36	0,51	-24,04	Fluvial
P – 25	1,40	0,82	-0,40	1,22	-3,52	Marinho-raso
P – 26	1,03	0,67	0,23	0,96	-4,76	Marinho-raso
P – 27	1,33	0,82	-0,42	1,12	-3,45	Marinho-raso
P – 28	1,14	0,82	-0,23	1,16	-6,68	Marinho-raso
P – 29	3,13	1,93	-0,70	0,67	-28,31	Fluvial
P – 30	2,65	1,17	0,03	1,41	-11,37	Fluvial
P – 31	3,85	1,18	-0,56	1,04	-8,35	Fluvial
P – 32	3,28	1,70	-0,52	1,03	-21,83	Fluvial
P – 33	2,59	1,77	-0,22	1,18	-25,62	Fluvial

P - 34	1,76	1,81	-0,07	1,07	-27,85	Fluvial
P - 35	2,56	1,20	-0,04	1,44	-11,68	Fluvial
P - 36	3,58	0,81	0,03	0,64	-4,87	Marinho-raso
P - 37	3,40	1,32	-0,45	0,65	-11,85	Fluvial
P - 38	2,93	1,18	0	1,32	-11,35	Fluvial
P - 39	2,90	0,99	0,02	0,98	-7,85	Fluvial
P - 40	3,21	0,89	0,30	1,00	-7,48	Fluvial
P - 41	1,84	1,72	-0,11	1,01	24,84	Marinho-raso
P - 42	3,76	1,05	-0,45	0,77	-6,38	Marinho-raso
P - 43	3,50	1,34	-0,52	1,10	-12,18	Fluvial
P - 44	4,13	0,81	-0,29	1,56	-3,14	Marinho-raso
P - 45	2,06	0,68	0,21	0,89	-4,48	Marinho-raso
P - 46	4,44	0,64	-0,33	2,20	-0,69	Marinho-raso
P - 47	2,07	0,64	0,22	0,92	-4,07	Marinho-raso
P - 48	4,48	0,31	0	0,73	0,43	Marinho-raso
P - 49	2,36	0,51	-0,47	0,58	0,69	Marinho-raso
P - 50	1,87	1,01	0,11	1,15	-8,93	Fluvial
P - 51	2,31	0,69	-0,57	0,89	-0,71	Marinho-raso
P - 52	3,28	1,06	0,29	1,16	-10,32	Fluvial
P - 53	1,34	0,84	-0,33	1,15	-4,17	Marinho-raso
P - 54	1,70	2,27	-0,05	0,62	-44,4	Fluvial
P - 55	2,42	0,51	-0,53	0,62	1,00	Marinho-raso
P - 56	4,36	0,57	-0,29	1,53	-0,17	Marinho-raso
P - 57	0,85	1,77	0,03	0,75	-27,34	Fluvial
P - 58	3,70	0,97	-0,26	0,79	-5,91	Marinho-raso
P - 59	1,74	1,13	-0,06	0,91	-10,39	Fluvial
P - 60	2,48	0,78	-0,38	3,15	-2,75	Marinho-raso
P - 61	1,79	1,18	0,05	0,97	-11,92	Fluvial

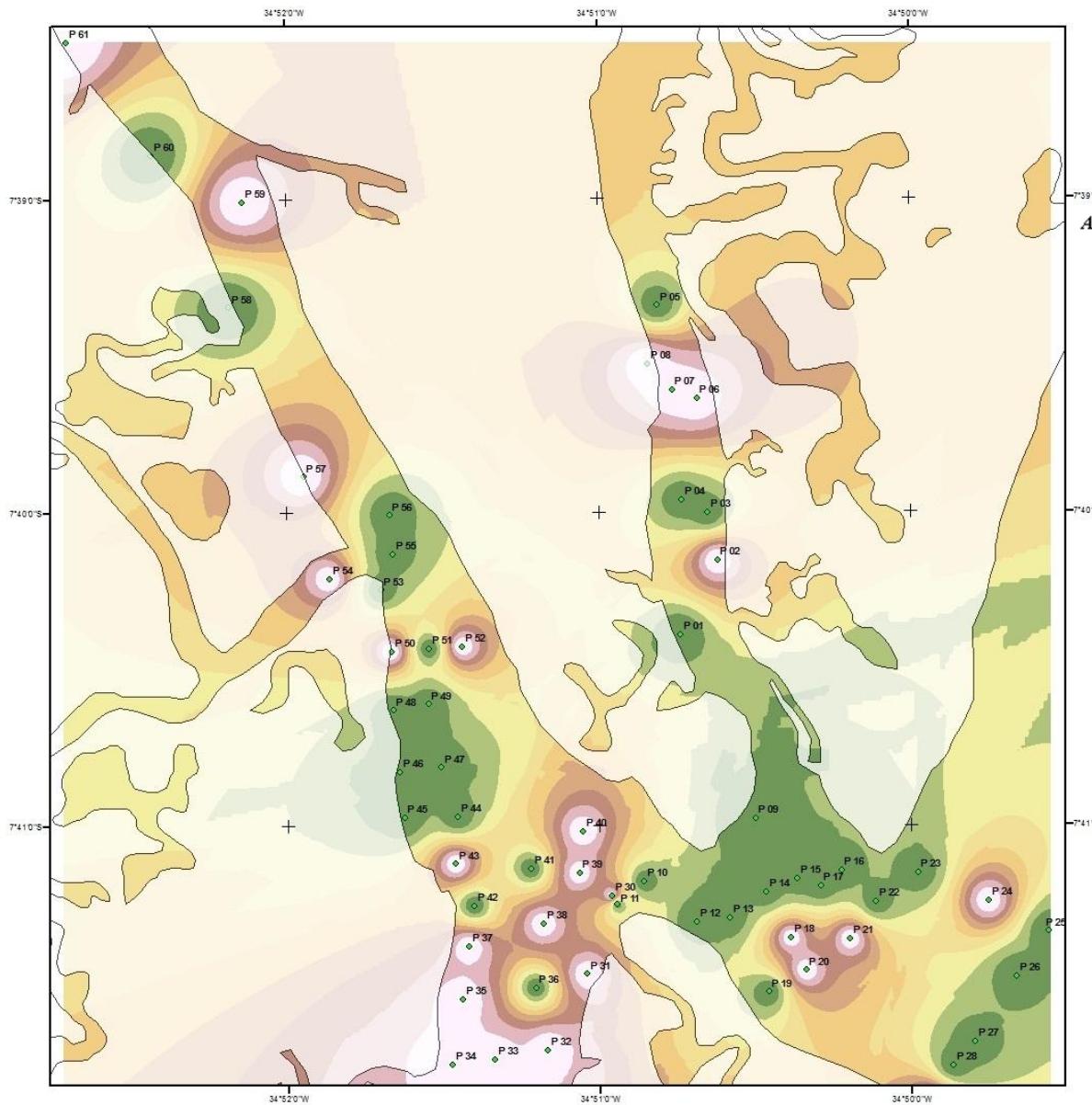
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOLOGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

### MAPA DE ANÁLISE DISCRIMINATÓRIA MULTIVARIADA

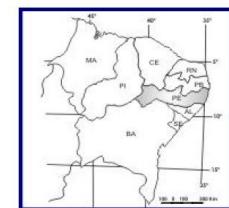
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOLCADURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE

#### Legenda

- Pontos
- Depósito Marinho-raso (M)
- Depósito Fluvial (F)



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



ARTICULAÇÃO DOS MAPAS DE NUCLEAÇÕES



0 0,5 1 2 Km

1:24.010

Figura 29. Mapa de Análise Discriminatória Multivariada.

## 5.5. Determinação de Matéria Orgânica (MO)

A análise da matéria orgânica em sedimentos que recobrem a Desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz, no município de Goiana no estado de Pernambuco, foi realizada com o objetivo de contribuir para o monitoramento ambiental, devido à presença de fábricas existentes nas proximidades da área em estudo e que podem emitir metais pesados, estes, podem ficar aprisionados na lama. Traçar os indicativos geológicos resultantes das interpretações sedimentológicas presentes neste trabalho evidenciando a existência da maior ou menor proporção da matéria orgânica na região costeira. Entre as 61 amostras coletadas para fins de classificação sedimentar foram selecionadas 40 (Tabela 08) para análise de matéria orgânica por meio de método convencional descrito no capítulo II (materiais e métodos).

Os dados revelaram ampla variação no percentual de matéria orgânica, com intervalos menores entre 3,2% a 5,3% e maiores entre 58% a 88%. Esta variação está relacionada à profundidade do canal e, consequentemente, aos diferentes aspectos hidrodinâmicos existentes no local. As frações granulométricas inseridas na Multi - análise do método de Folk e Ward (1957) resultante das análises na classificação sedimentar mostrou que, de um total de 40 análises, encontrou-se uma classificação de 5% de areia muito grossa, 15% de areia média, 20% de areia fina, 17% de areia muito fina e 6% de silte grosso a muito fino. A escala da classificação granulométrica para este tipo de sedimento evidenciou a variação de grãos pobremente selecionados a muito bem selecionados.

Tabela 08 – Valores dos percentuais de Matéria Orgânica (M.O) para as amostras localizadas na desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE.

Nº dos pontos amostrados	Valores em Porcentagem
P – 03	11,4%
P – 05	36,1%
P – 06	20%
P – 08	71%
P – 09	6,7%
P – 12	48,8%
P – 13	8,1%
P – 14	12,1%
P – 15	10%
P – 16	8,3%
P – 17	5,3%

P – 18	3,2%
P – 19	9,6%
P – 20	11%
P – 21	17%
P – 22	19,7%
P – 23	11,9%
P – 27	7,1%
P – 28	7,4%
P – 29	7,3%
P – 35	23,6%
P – 36	33%
P – 37	14,5%
P – 38	45%
P – 39	34%
P – 42	12%
P – 43	18%
P – 47	4,3%
P – 48	76%
P – 49	3,8%
P – 51	4,4%
P – 52	9,5%
P – 53	3,6%
P – 54	55%
P – 55	5,2%
P – 58	5,2%
P – 59	13%
P – 61	51%
P – 62	58%
P – 63	21%

Em todos os tipos de sedimentos da área em estudo podem ser encontrados matéria orgânica. Embora a quantidade específica dependa da granulometria predominante em cada amostra (Fig. 30). A distribuição dos percentuais de matéria orgânica alcançou os seguintes valores: 7%, 11% e 19%. Em quase toda a parte leste da Barra de Catuama estão concentradas as maiores porcentagens entre areia grossa e média. No encontro das desembocaduras dos rios Catuama e Carrapicho encontram-se os valores percentuais de matéria orgânica de 8%, 12%, 10%, 8,4%, 5,3% e 3,2%, enquanto que a classificação das partículas se concentra entre areia média e fina. Nessas áreas, a hidrodinâmica é moderada a baixa, devido ao tamanho dos grãos.

Ao longo do percurso do rio Carrapicho e desembocadura do rio Botafogo, os valores de matéria orgânica são os seguintes: 76%, 71%, 88%, 81% e 83%. Provavelmente, esses valores foram mais significativos porque as partículas se encontram nas escalas  $> 5$  em *phi*, cujos sedimentos vão desde silte grosso (*phi* = 5) a fino até argilosos (*phi* > 9), podendo conter até duas vezes mais proporções de matéria orgânica que os arenosos. No material que é depositado e transportado na área estudada, a matéria orgânica foi um importante indicador do fator da hidrodinâmica local. Haja vista a possibilidade de identificar que os sedimentos que recobrem a morfologia de fundo ocorrem em situações de hidrodinâmica moderada a forte.

Todos esses dados resultantes das análises de matéria orgânica na desembocadura norte do Canal de Santa Cruz em Pernambuco refletem a presença do manguezal ali existente.

## Teor de Matéria Orgânica (Porcentagem)

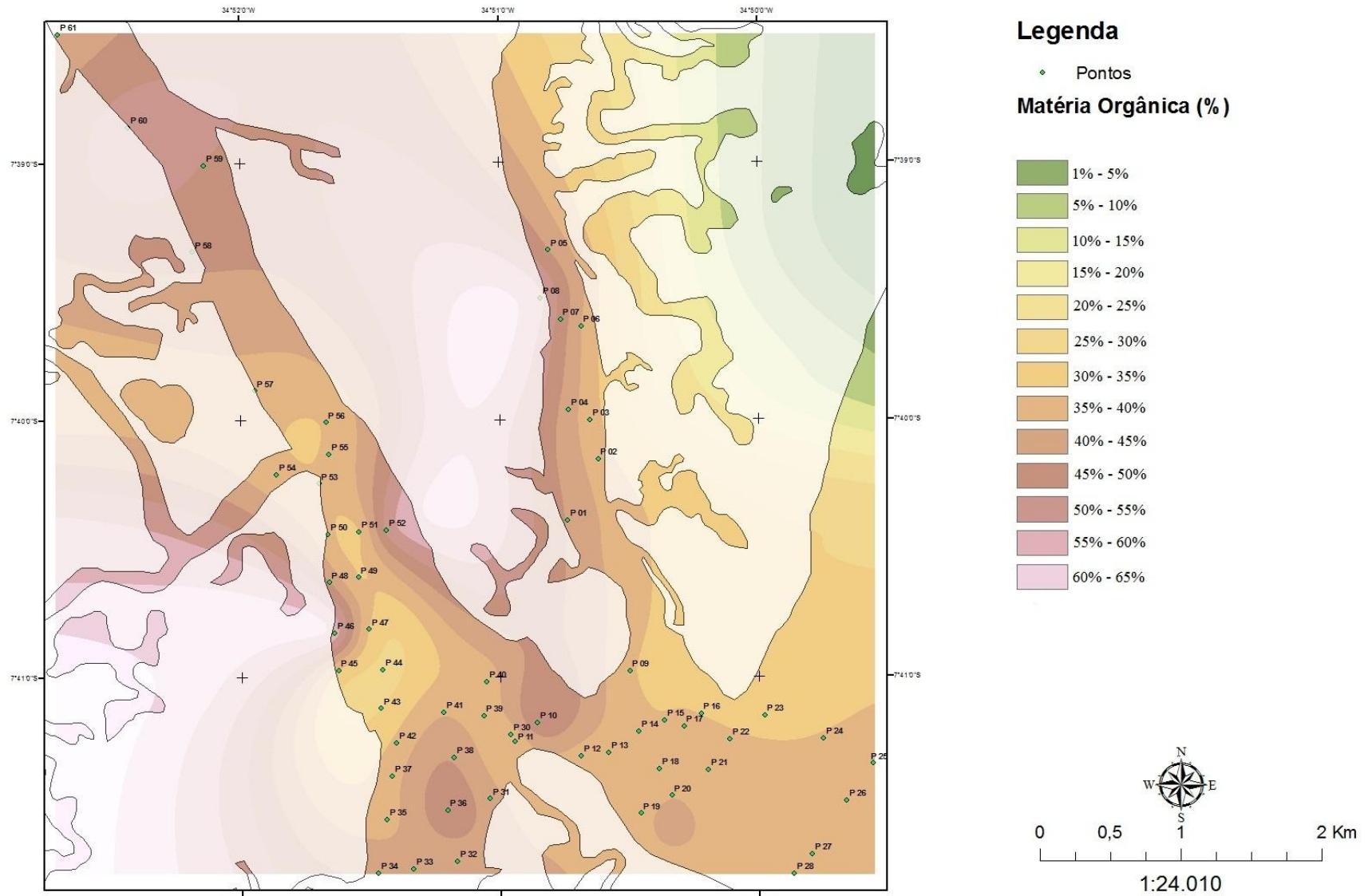


Figura 30. Mapa com teor de Matéria Orgânica com os valores percentuais.

## 5.6. Análise Batimétrica da área

A morfologia de fundo da porção Norte do canal de santa cruz é caracterizada por um assoalho totalmente irregular. Para as amostras coletadas no rio Catuama, a menor e a maior profundidade registraram os valores de 1,5m e 7,2m, respectivamente. Essas amostras foram coletadas no período de junho de 2010, quando a tábua de maré registrou um intervalo de 1.9m a 0.6m de altitude. As amostras localizadas no rio Carrapicho atingiram valores de profundidade máxima de até 5.1m. As amostras da desembocadura Norte do canal alcançaram valores de profundidade que oscilavam de 1m a 12.4m, confirmando a total irregularidade da morfologia de fundo. Essas amostras foram coletadas no mês de abril de 2010 cuja tábua de maré variou de 0.2 a 2.3m de altitude ao longo do dia.

Esses dados foram utilizados para confeccionar um mapa batimétrico registrando todos os valores para cada amostra coletada (Fig.31).

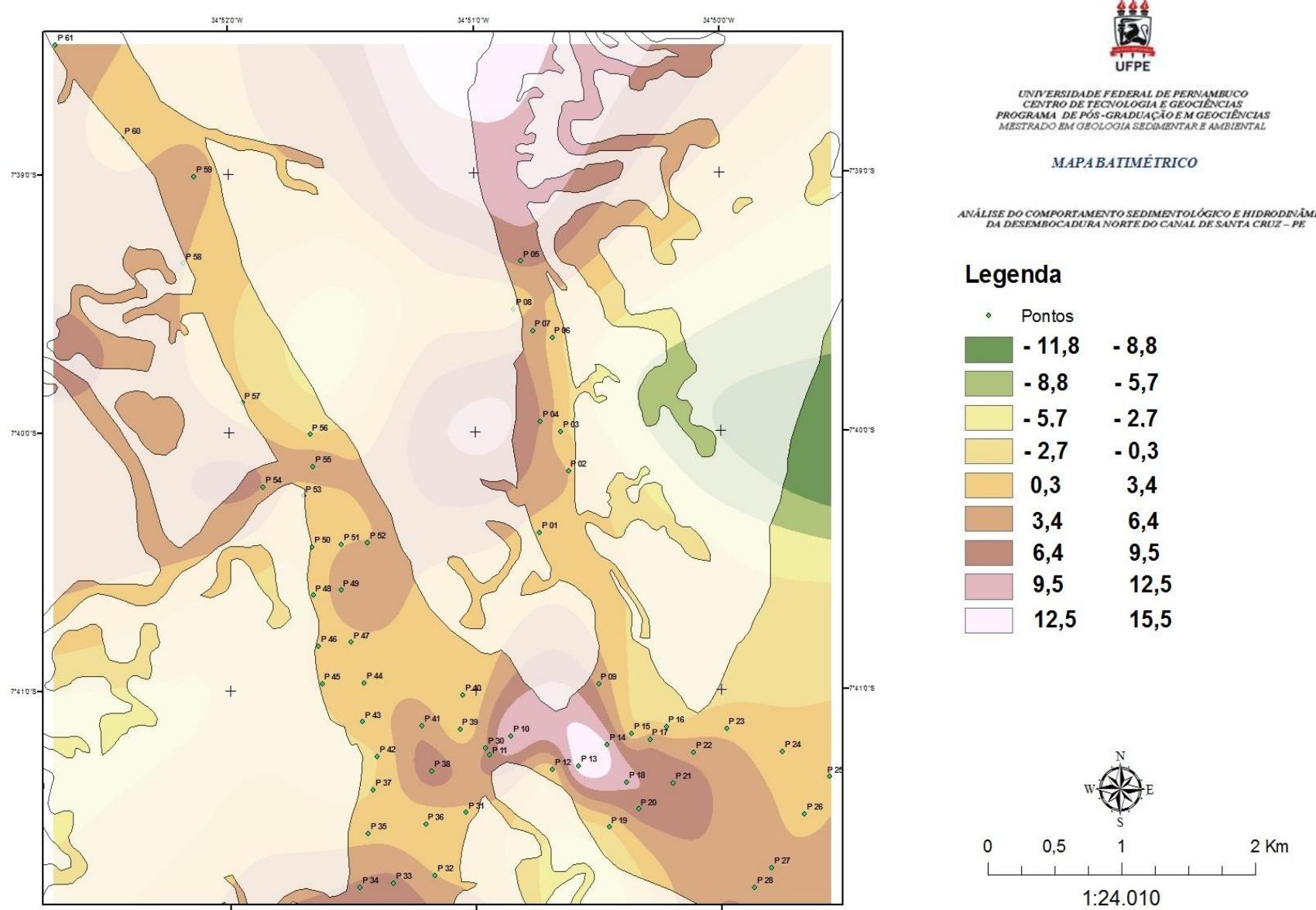


Figura 31. Mapa de profundidade da área de estudo.

## 5.7. Hidrodinâmica Inferida a partir do diagrama de Pejrup

Para efeito de comparação, os resultados das análises granulométricas dos sedimentos da desembocadura norte do Canal de Santa Cruz foram plotados no diagrama de Shepard (1954). Dessa forma, todas as variações dos parâmetros sedimentológicos foram diagnosticadas e explicadas. A análise do tipo de dinâmica existente na porção norte do Canal foi realizada com base na inserção do resultado das amostras no diagrama de Pejrup (1988), a figura 32 exemplifica como as amostras caem dentro do diagrama, tendo como base o segundo ponto coletado na área de estudo, onde a amostra se encontra na seção IV – C, onde IV revela uma hidrodinâmica muito alta e C representa sedimentos que tem entre 10% e 50% de areia.

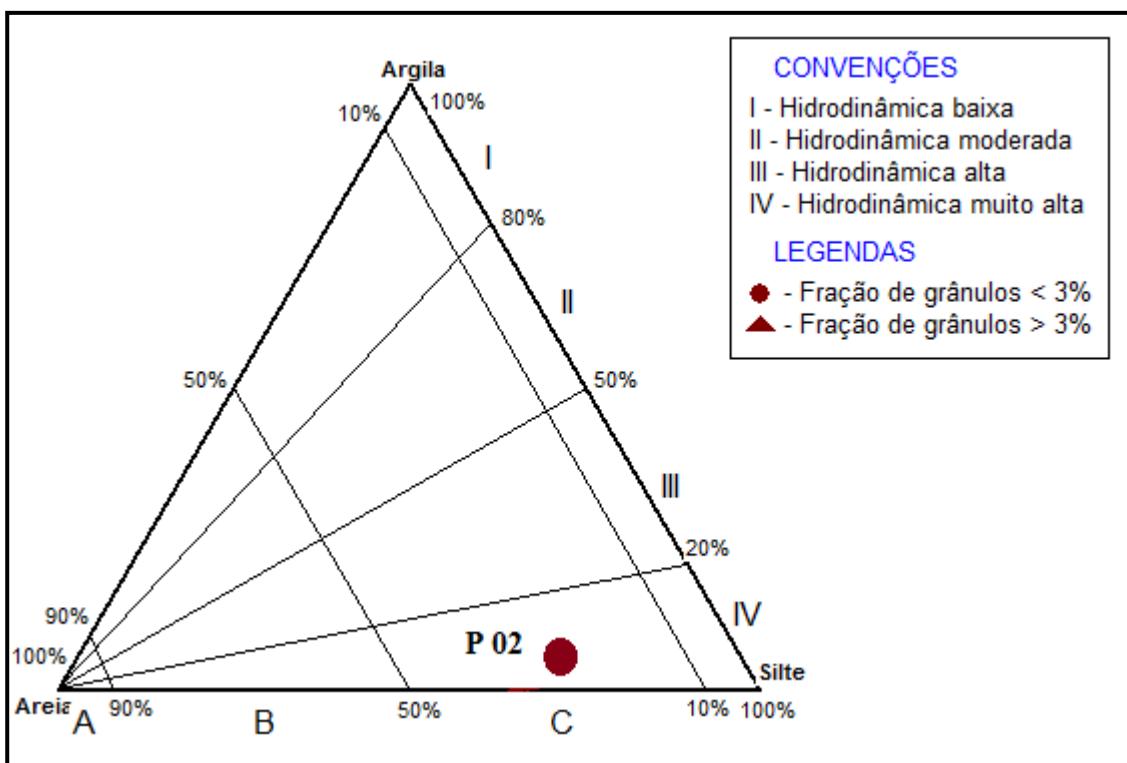


Figura 32. Representação do diagrama de Pejrup (1988) para exemplificar como as áreas são evidenciadas dentro desse diagrama.

Estes resultados foram posicionados em um mapa na (Fig. 33), visando a delimitação de áreas representativas da hidrodinâmica existente na desembocadura norte do canal de Santa Cruz. A análise hidrodinâmica revela um decréscimo de energia em alguns pontos próximos aos rios Catuama e Carrapicho que fazem confluência com o canal de Santa Cruz.

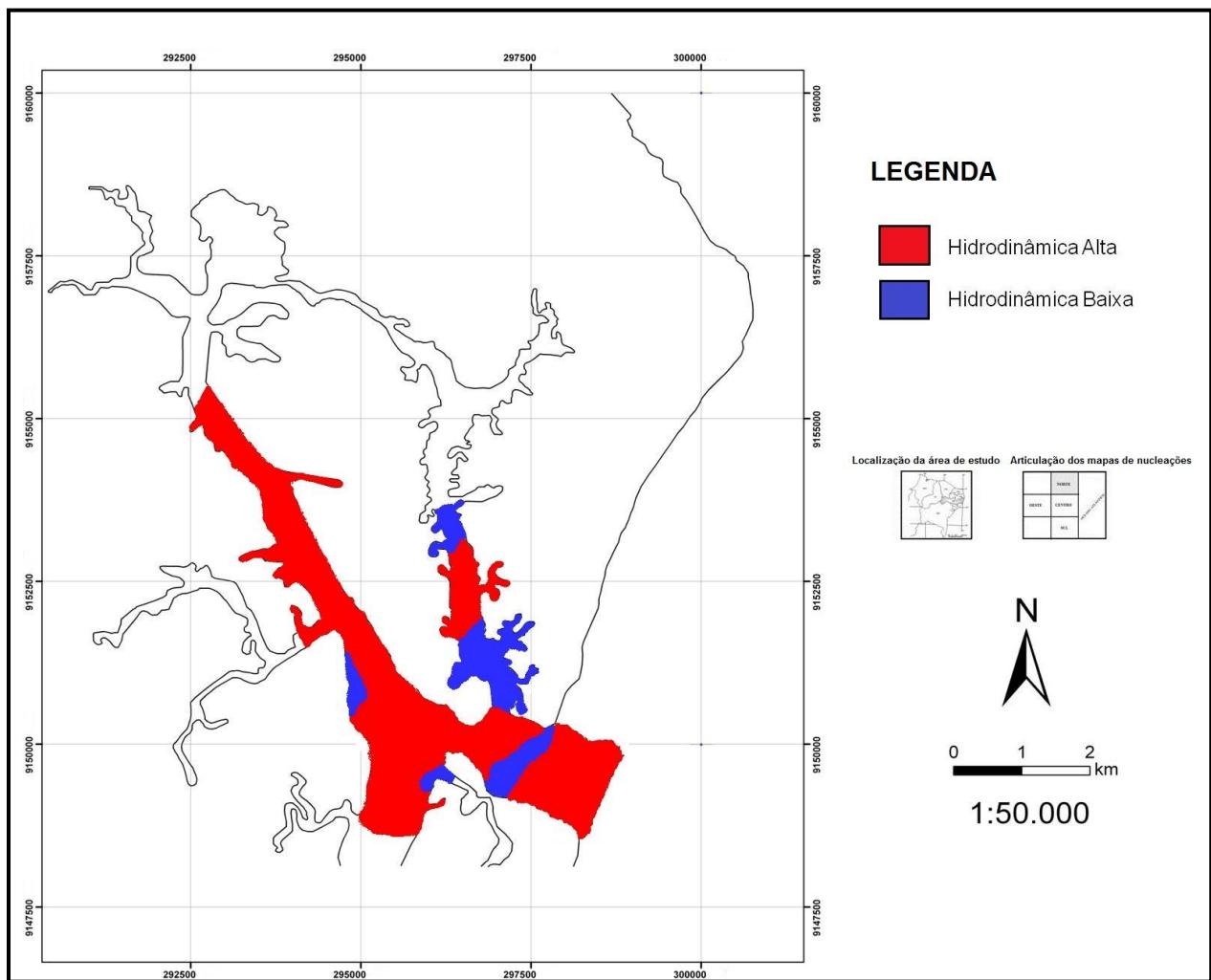


Figura 33. Mapa de distribuição das áreas representativas com hidrodinâmica alta e baixa no rio Catuama, Carrapicho e desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE. Fonte: A autora.

De acordo com Corrêa (2005), as áreas do diagrama de Pejrup (1988) foram delimitadas com base no teor de argila. Desta maneira, o diagrama é dividido em quatro seções básicas, assim denominadas: seções I, II, III e IV. A seção I caracteriza ambientes com condições hidrodinâmicas muito baixas, enquanto que as seções II, III e IV, caracterizam ambientes com aumento gradativo de energia.

De maneira semelhante, a partir do conteúdo de areia presente nos sedimentos é possível dividir o diagrama nas seções A, B, C e D. Dessa forma, o diagrama de Pejrup (1988) é divido em 16 grupos, nomeados por letras que indicam o tipo de sedimento e por números que indicam as condições hidrodinâmicas atuantes durante a deposição desses sedimentos.

A análise do diagrama de Pejrup (1988) revelou uma ampla distribuição das amostras no referido diagrama. Entre as 61 amostras analisadas (Tabela 09), vinte e nove amostras correspondem ao campo (III – A) que apresentam sedimentos com conteúdo de areia entre 90% e 100% depositados em condições de hidrodinâmica forte, localizada principalmente na foz do rio Catuama. Enquanto que dezesseis amostras plotaram no campo (III – B), onde os sedimentos com 50% a 90% de areia. Eventualmente, quatro amostras posicionam-se no campo (III – C), o qual corresponde a sedimentos com conteúdo de areia entre 10% e 50% o que caracteriza área sob influência de uma hidrodinâmica de menor intensidade que o da área abrangida pelo grupo (III – A).

Tabela 09: Hidrodinâmica inferida a partir do diagrama proposto por Pejrup (1988) para as amostras localizadas na Desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz – PE.

PONTOS	Lat.(S)	Long. (E)	HIDRODINÂMICA
P 01	296424	9151393	II – C
P 02	296641	9151833	II – C
P 03	296584	9152111	III – A
P 04	296431	9152187	III – A
P 05	296286	9153330	III – B
P 06	296519	9152782	III – A
P 07	296373	9152833	III – A
P 08	296229	9152985	II – C
P 09	296867	9150312	III – A
P 10	296212	9149940	III – C
P 11	296053	9149806	III – A
P 12	296521	9149704	III – A
P 13	296717	9149728	III – A
P 14	296930	9149880	III – A
P 15	297114	9149960	III – A
P 16	297373	9150008	III – A
P 17	297251	9149916	III – A
P 18	297078	9149612	II – C
P 19	296946	9149292	II – C
P 20	297166	9149420	II – C
P 21	297426	9149608	IV – B
P 22	297579	9149824	II – D
P 23	297825	9149998	III – A
P 24	298241	9149830	III – B
P 25	298597	9149652	III – A
P 26	298408	9149388	III – A
P 27	298162	9149002	III – A
P 28	298037	9148862	III – A
P 29	297907	9148650	III – C
P 30	296021	9149854	III – B
P 31	295878	9149395	II – C
P 32	295643	9148948	III – B
P 33	295332	9148892	III – B
P 34	295084	9148864	III – B
P 35	295142	9149244	III – B
P 36	295574	9149315	III – B
P 37	295182	9149555	III – B

P 38	295619	9149689	III – B
P 39	295830	9149988	III – B
P 40	295850	9150232	III – B
P 41	295545	9150014	III – A
P 42	295212	9149796	III – C
P 43	295103	9150042	III – B
P 44	295115	9150318	III – C
P 45	294799	9150313	III – A
P 46	294772	9150581	II – D
P 47	295017	9150610	III – A
P 48	294732	9150945	II – D
P 49	294940	9150982	III – A
P 50	294721	9151290	III – A
P 51	294944	9151308	III – A
P 52	295138	9151321	III – B
P 53	294659	9151652	III – A
P 54	294356	9151716	III – B
P 55	294729	9151863	III – A
P 56	294708	9152091	III – C
P 57	294202	9152317	III – B
P 58	293761	9153311	III – B
P 59	293838	9153930	III – A
P 60	293300	9154205	III – A
P 61	292801	9154870	III – A

A partir desses resultados foi confeccionado um mapa de hidrodinâmica baseado na teoria de Pejrup (1988) (Fig. 34). Assim, as amostras analisadas foram delimitadas dentro do mapa da área de estudo, representando a desembocadura norte do canal de Santa Cruz e os campos de confluência com o canal que são o rio Catuama, Carrapicho e a foz do rio Botafogo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO EM GEOLÓGIA SEDIMENTAR E AMBIENTAL

#### MAPA DE HIDRODINÂMICA

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO E HIDRODINÂMICO  
DA DESEMBOLCADAURA NORTE DO CANAL DE SANTA CRUZ – PE

### Legenda

#### Hidrodinâmica

- II - C
- II - D
- III - A
- III - B
- III - C
- IV - B

Localização da área de estudo Articulação dos mapas de nucleações



0 0,5 1 2 Km  
1:24.010

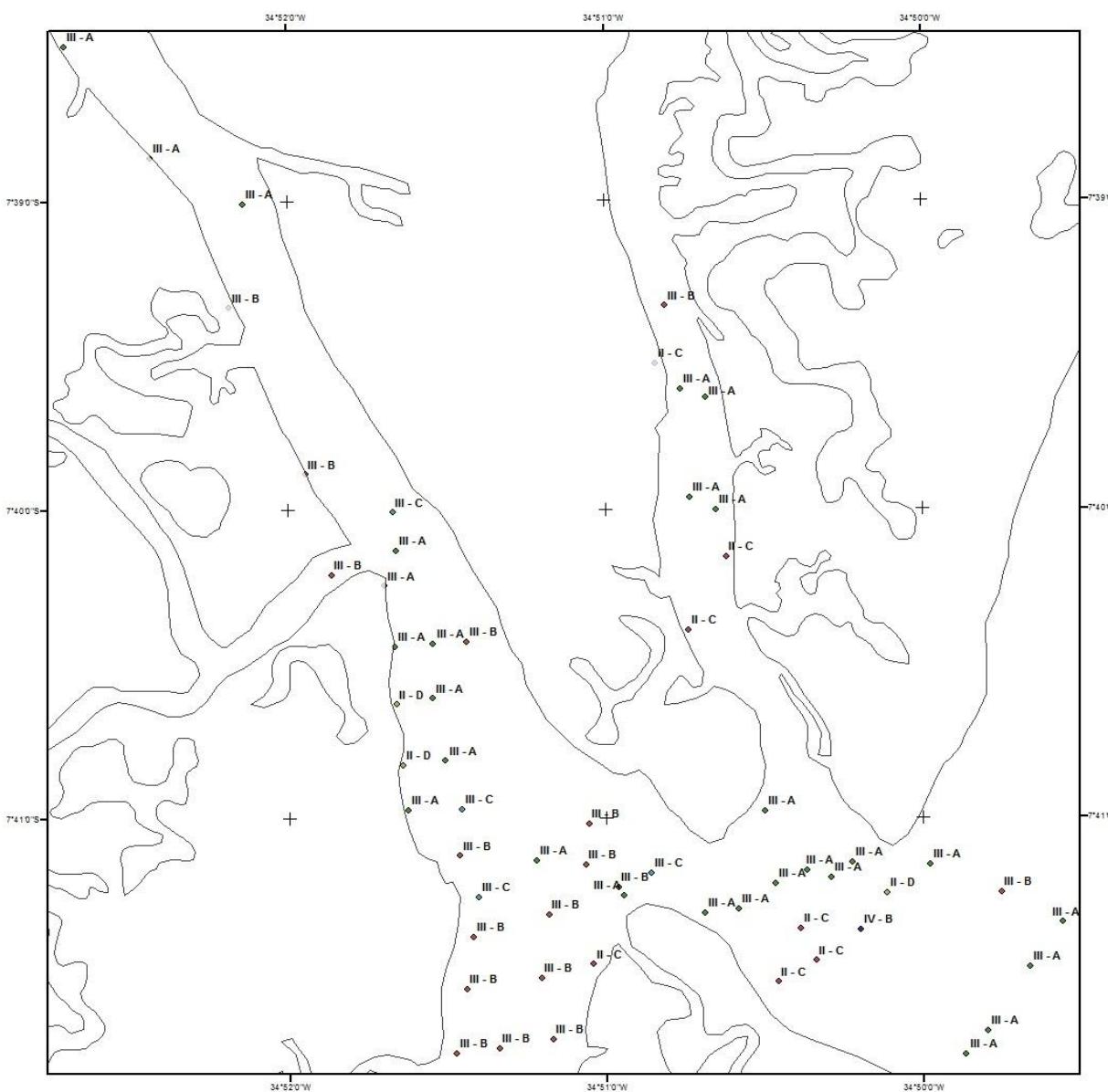


Figura 34. Mapa de distribuição das áreas representativas da hidrodinâmica segundo diagrama de Pejrup (1988).

Na figura 34, observa-se que a zona de maior hidrodinâmica está localizada principalmente na margem direita do rio Catuama, uma vez que as amostras caem dentro do grupo (III – A). Esse grupo corresponde a sedimentos que contém entre 90 e 100% de areia, depositados em condições de hidrodinâmica forte. Na foz do rio Catuama podem ser encontrados bancos e canais arenosos que sofrem ação das correntes de maré, das correntes fluviais e das ondas.

Apenas uma das 61 amostras analisadas, localizada na foz norte do canal de Santa Cruz, foi compatível com o grupo (IV – B). Isto representa uma hidrodinâmica muito alta com sedimentos contendo 50 a 90% de areia. Na foz do rio Botafogo que faz confluência com a desembocadura norte do Canal, ainda na margem direita do mapa (Fig. 34) foram encontrados sedimentos do tipo (II – C), os quais apresentam sedimentos com 10 a 50% de areia e caracterizam um ambiente com baixa hidrodinâmica, quando comparados com as amostras correspondentes ao grupo (III – A), que apresentaram uma dinâmica superior.

Os sedimentos que caíram dentro do grupo (III – B) e (III – C) estão localizados na confluência da foz do rio Carrapicho com a parte norte do canal de Santa Cruz. Estes sedimentos apresentam conteúdo de areia entre 10 e 50%, o que caracterizam um ambiente de baixa hidrodinâmica.

Nas áreas que compreendem os meandros dos rios Carrapicho (margem esquerda do mapa) e Catuama (margem direita do mapa) predominam as amostras dos grupos (II – C) e (II – D), os quais representam sedimentos com 10 a 50 % e com 0 a 10% de areia, respectivamente. Esses dados apontam para um ambiente de menor energia na confluência dos rios que formam o complexo estuarino do Canal de Santa Cruz.

Para utilizar o diagrama de Pejrup (1988) em áreas de ambientes estuarinos é necessário conhecer a morfologia de fundo através de um mapa batimétrico, a sedimentologia e a correntometria do local a ser estudado. Devido ao fato de que se for encontrado fragmentos de conchas nas amostras analisadas, eles podem ser confundidos com cascalho. Assim uma área que teria uma dinâmica moderada a baixa passaria a ter uma dinâmica elevada. Isso se fez presente na porção norte do canal de Santa Cruz, onde se realizou outro mapa (Fig. 35) evidenciando a real configuração hidrodinâmica da área, ainda baseado no diagrama de Pejrup, mas acrescentando a correntometria estudada por SILVA (2008) onde foi observada uma vazão de 1441,0m<sup>3</sup>/s com velocidade média de 0,38 m/s próxima à Barra de Catuama, revelando uma dinâmica elevada, o que faz jus a imagem da figura 34.

Contudo os rios que fazem confluência com o canal de Santa Cruz (Catuama, Carrapicho e foz do Botafogo) possuem uma dinâmica baixa por serem áreas abrigadas da ação das correntes de ondas e marés, mas como foram encontrados alguns fragmentos de conchas, no resultado final a dinâmica se mostrou elevada nesse local.

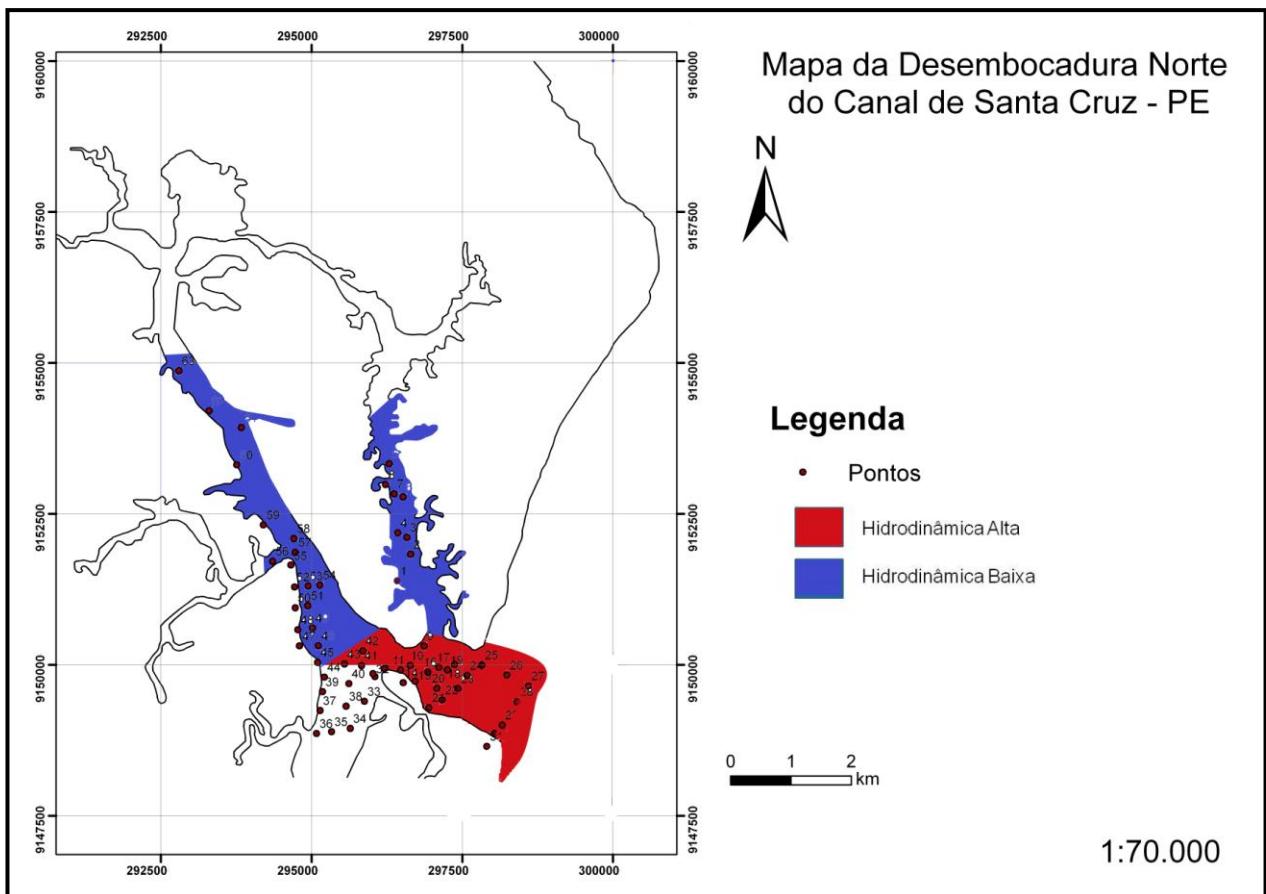


Figura 35. Mapa modificado de Pejrup (1988) com a distribuição das áreas representativas com hidrodinâmica alta e baixa no rio Catuama, Carrapicho e desembocadura Norte do canal de Santa Cruz – PE. Fonte: A autora.

---

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

As características texturais e sedimentológicas do canal de Santa Cruz mostraram ampla variedade em função de sua localização no canal de escoamento. Os resultados das análises caracterizaram como fácies principais a areia fina e muita fina, com uma expressiva representação da areia média.

A dinâmica de deposição da fácies areia é controlada pelo ambiente fluvial, assim como pelo ambiente marinho.

O diâmetro médio indicou uma tendência central de granulação fina para os sedimentos analisados.

De um modo geral, a foz do Canal de Santa Cruz é caracterizada por uma energia hidrodinâmica elevada, devido ao predomínio de frações areia grossa e média no canal. Por outro lado, as frações mais finas encontradas nas amostras próximas aos rios Catuama, Carrapicho e em alguns pontos da foz do Rio Botafogo refletem uma diminuição da atividade das ondas naquele local.

As análises de desvio padrão e assimetria classificaram os sedimentos como moderadamente selecionados com assimetria muito negativa. Esses parâmetros são sugestivos de um ambiente de sedimentação ligado a uma dinâmica elevada, devido à ação das ondas, correntes de maré, derivas litorâneas e fluviais. Esses processos são responsáveis pela retirada de material mais fino para a posterior deposição em áreas mais calmas.

As estimativas de profundidade indicam a presença de bancos de areia, embora a área estudada seja relativamente rasa, chegando a menos de 1 metro de profundidade na maré baixa. Os dados ainda mostraram que apenas na desembocadura norte do canal, a profundidade pode atingir 12 metros.

Os dados de curtose apresentaram a dominância de distribuição mesocúrticas e leptocúrticas, revelando à unimodalidade das amostras. Isto implica em uma predominância da população de sedimentos bem selecionados.

Os percentuais encontrados de matéria orgânica estão relacionados à profundidade do canal e a forte energia hidrodinâmica. A matéria orgânica, quando carreadas pelos rios ou alocadas em sedimentos estuarinos, é fundamental para a manutenção para a cadeia alimentar. A disposição de retenção de matéria orgânica aumentou à medida que os valores das dimensões dos sedimentos em *Phi* aumentaram. Nesse sentido, quanto menor a granulometria das amostras maior foi a capacidade de reter material orgânico na área estudada.

As análises da interpretação da hidrodinâmica existente na desembocadura norte do Canal de Santa Cruz revelaram que a área é dominada pelas correntes fluviais e de marés, com uma contribuição significativa da ação dos ventos, controlando parcialmente a circulação destas correntes. Observou-se que os dados plotados no diagrama de Pejrup (1988) podem ser mascarados pela granulometria (fragmentos de conchas são confundidos com cascalhos), então é importante conhecer a sedimentologia, morfologia de fundo e correntometria da área para confeccionar um mapa que seja a real configuração da dinâmica do ambiente estudado.

Verificou-se a formação de um banco de areia na parte norte o que pode se configurar uma nova feição parecida com a da coroa do avião na parte sul do canal de Santa Cruz.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ASMUS, H. E. & CARVALHO, J. C. 1978. Condicionamento tectônico da sedimentação nas bacias marginais do Nordeste do Brasil (Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba). PROJETO REMAC – Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES. 4:1-24.
- BARBOSA, J. A., 2004. Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Dissertação de mestrado, 219 p.
- BARBOSA, J. A. 2007. *A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos*. Recife: Univ. Federal de Pernambuco - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências - CTG.
- BARBOSA, J. A, SOUZA, E. M., LIMA FILHO, M. F., Neumann, V. H. 2003. A estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma reconstituição. Estudos Geológicos, Universidade Federal de Pernambuco. 13: 89-108.
- BARROS, L. C., 2003. Estudos Sedimentológicos na Plataforma Continental Interna Adjacente às Desembocaduras Sul do Canal de Santa Cruz e do Rio Timbó, Norte do Estado de Pernambuco. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. Dissertação de Mestrado, 107p.
- BURCHARD & BAUMERT, 1998. The Formation of Estuarine Turbidity Maxima due to Density Effects in the Salt Wedge. A Hydrodynamic Process Study. *Ame. Met. Soc.*, 25: 309-321.
- CHAVES, M. S. 1999. *Variação do nível relativo do mar e sua relação com a formação das planícies costeiras no nordeste do Brasil*. Dissertação (mestrado em geociências. Recife: Univ. Federal de Pernambuco-UFPE, Dept.. de Geociências.

Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de; Administração dos Recursos Hídricos.; Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco. *Estudo para controle ambiental nas áreas estuarinas de Pernambuco.* Canal de Santa Cruz. Recife: CONDEPE, 1982. 118p.

Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. *Diagnóstico Socioambiental do litoral norte de Pernambuco.* Recife, 2003. 214p.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere. *Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da Baía de Marajó – PA.* Pesquisa em Geociências, 32 (2): 109-118, 2005.

COSTA. R. S. & ALCÂNTARA FILHO, P. 1987. *Contribuição ao conhecimento dos manguezais do nordeste do Brasil.* Coleção ESAM. v.5. 1-51p.

CPRH, 2003. *Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco: Perfis ambientais, áreas estuarinas.* Acesso em: 01/11/2010. <http://www.cprh.pe.gov.br>.

CPRM, 2001. Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco, *Relatório Técnico,* Recife, 215 p.

CRONIN, L. E. 1967. "The Role of Man in Estuarine Processes". In: Lauff, G.H. (ed). *Estuaries.* American Association for the Advancement of Science, Washington, D. C., pp. 667-689. (Publication, 83).

DALRYMPLE, R.W., ZAITLIN, B. A., BOYD, R. 1992. Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications. *Journal. Sedim. Petrol.*, 62 (6): 1130-1146.

DEAN-JUNIOR, W. E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignitions: comparison with other methods. *Journal of sedimentary petrology*, n. 44(1), p. 242–248.

- DOMINGUEZ, J. M. L. et al. 1990. Geologia do quaternário costeiro do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, n. 20, p. 208–215.
- DYER, K. R. & MANNING, A. J. 1999. Observation of the Size, Settling Velocity and Effective Density of Flocs, and Their Fractal Dimensions. *JCR*. 41: 87-95.
- ELLIOTT, M. & MCLUSKY, D. S. 2002. The Need for Definitions in Understanding Estuaries. *Estuarine. Coast. Shelf Sci.*, 55: 815-827.
- FERNANDES, L. D. F. 2001. *Transporte de Poluentes em Estuários*. Trabalho Final de Curso da Licenciatura em Engenharia do Ambiente. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 40p.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1): 3-26. Tulsa. USA.
- GUERRA, A. T., 1993. *Dicionário geológico geomorfológico*. Rio de Janeiro, IBGE, 446p.
- HAYES, M. O. 1979. *Barries island morphology as a function of tidal and waves regime*. Leatherman, S. P. ed., Barrier Island from the Gulf of Mexico. Academic Press. N. Y. pp. 1-27.
- KEGEL, W. 1955. Geologia do fosfato de Pernambuco. Dep. Nac. de Prod. Min. 54 p. (Boletim 157).
- KEGEL, W. 1957 a. Novo membro fossilífero da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior) de Pernambuco. Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 29(3): 373-375.
- KETCHUN, B. H. 1983. *Estuaries and Enclosed Seas*. Amsterdam, Elsevier. 500 p. (Ecosystems of the World).
- KÖPPEN, W. Climatología. México: Fundo da Cultura Venezulana, 1948.

- KOWSMANN, R. O.; COSTA, M. P. A.; VICALVI, M. A.; COUTINHO, M. G. N. & GÂMBOA, L. A. P. 1977. *Modelo de Sedimentação Holocênica na plataforma continental Sul Brasileira*. Rio de Janeiro. Projeto REMAC. PETROBRÁS, CENPES, DINTEP, PP. 8-26.
- LIMA FILHO, M. F. et al. 1991. Origem da planície do recife. *Estudos de Pesquisas*, Recife, n. 19, p.157–176.
- LIMA FILHO, M. F. 1998. Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. IG-USP. Tese de Doutoramento, 180 p.
- LIRA, L. 1975. *Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente a Ilha de Itamaracá – PE*. Porto Alegre. UFRGS/IG. Dissertação de Mestrado, 102p.
- MABESSONE, J. M. & ALHEIROS, M. M. 1988. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. *Rev. Bras. Geociências*. 18(4):476-482.
- MAGALHÃES, A. 1979. *Enciclopédia brasileira globo*. 17. ed. Porto Alegre: Globo.
- MANTOVANELLI, A. 1999. *Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem*. Dissertação de Mestrado. UFPR, Dept. Geologia. 152p.
- MANSO, V. A. V., Lima Filho, M. F., A. T .O., Medeiros, A. B., Pedrosa, F. J., Martins, M. H. A., Menezes, M. O. B., Chaves, N. S., Kater, K., Coutinho, P. N., Lira, A. R. A. & Oliveira, L. A., 1992. *Macrozoneamento costeiro do litoral de Pernambuco – Folha Itamaracá (SB-25-Y-C-VII)*. Convênio LGGM-DEMI-UFPE/CPRH. Relatório Técnico. 45p + 4 mapas em anexo.
- MANSO, V. A. V.; Lima-Filho, M. F.; OLIVEIRA, A. T. 1997. Sedimentologia da plataforma continental entre Aracajú (Se) e Maceió (Al). *Na. Academia Brasileira de Ciências*, n. 69, p. 506–520.

- MCANALY, W.H. & MEHTA, A. J. 2001. Collisional Aggregation in Fine Estuarial Sediment. In: *Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes*. Elsevier, Amsterdam, pp. 19-37.
- MEDEIROS, C., KJERFVE, B., 1993. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 36, 495-515.
- MEDEIROS, C., KJERFVE, B., 2005. Longitudinal salt and sediment fluxes in a tropical estuary: Itamaracá, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 21 (4), 751-758.
- MIRANDA, Luiz Bruner de; Castro, Belmiro Mendes de; KJERFVE, Björn. *Princípio de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- MORAIS, J. O, 1970. *Contribuição ao estudo dos “beachrocks” do Nordeste do Brasil*. Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal, Recife, 9/11 (1967-69): 79-94.
- MORAIS, M. Z. C. 2000. *Utilização do grau de desenvolvimento urbano (GDU) como instrumento de gestão ambiental: uso e ocupação da zona costeira da Ilha de Itamaracá*. Dissertação (mestrado em geociências. Recife: UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências.
- NEUMANN, V. H. M. L. 1991. Problemas Geomorfológicos do litoral pernambucano. in: Simp. de Geol. do Nord. 14, Recife. *Boletim* 12: 363-366.
- NIMER, E. 1979. *Pluviometria e Recursos Hídricos dos Estados de Pernambuco e Paraíba*. IBGE, Rio de Janeiro, 128p.
- PEJRUP, M. 1988. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: Boer, P.L.; van Gelder, A. & Nio, S. D. (Ed). *Tide-influenced Sedimentary Environments and Facies*. D. Reidel, Dordrecht. p. 289-300.

- PERILLO, G. M. E. 1995. Definitions and Geomorphologic Classification of Estuaries. In: *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Chapter 2. Developments in Sedimentology, 53, Elsevier Science.
- PICKARD, G. L., 1956. *Physical features of British Columbia inlets*. Toronto: Trans. Roy. Soc., 50:47-58.
- PRITCHARD, D.W. 1952. Estuarine Hydrography. In: *Advances in Geophysics*, Vol 1, Academic press, New York, pp.: 243-280.
- RAND, H. M. 1967. Estudos geofísicos na faixa sedimentar costeira Recife – João Pessoa. Soc. Bras. Geol., (Boletim, 16). 16(1): 87 – 99.
- SANTOS, R.C.A.L. 1998. *Estudo sedimentológico e geoambiental no sistema lagunar Mundaú – Alagoas*. UFPE, Recife. Centro de Tecnologia e Geociências. Dissertação de Mestrado, 127p.
- SAHU, B.K., (1964). Depositional mechanisms from the analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*. Tulsa, Okla.,34: 73-83.
- SCHOELHAMER, D.H. 2002. Variability of Suspended Sediment Concentration at Tidal to Annual Time Scales in San Francisco Bay, USA. *Cont. Shelf Res.*, 22:1857-1866.
- SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay rations. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24:151-158.
- SILVA, Lucimary Albuquerque da. *Estudo sedimentológico, morfológico e hidrodinâmico do canal de Santa Cruz - PE*. Recife, 2008. 104 folhas: Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Geociências, 2008.
- SOUZA, C. R. G. 1997. *A note on the controls of beach type and change, with S. E. Australian examples*. Journal of Coastal Research. Charlottesville, v.3, p. 387-395.

SUDENE, 1978. *Inventário Hidrogeológico básico do Nordeste: Folha nº21, Recife – NO.* Recife, 183p.

SUGUIO, Kenitiro., 1973. *Introdução à sedimentologia*. Edgar Blucher, São Paulo, 317p.

SUGUIO, Kenitiro. *Geologia sedimentar*. São Paulo: Edgard Blucher, 2003 ix, 400 p. ISBN 8521203179 (broch.).

THILL, A., MOUSTIER, S., GARNIER, J.M., ESTOURNEL, C., NAUDIN, J.J., BOTTERO, J.Y. 2001. Evolution of particle size and concentration in the Rhone river mixing zone: influence of salt flocculation. *Cont. Shelf Res.*, 21:2127-2140.

UNCLES, R. J., Barton M.L., Stephens J.A. 1994. Seasonal Variability of Fine-sediment Concentrations in the Turbidity Maximum Region of the Tamar Estuary. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 38: 19-39.

VARELA, Geraldo José de Aquino Cabral. *Influência dos recifes na evolução da linha de costa na Ilha de Itamaracá-PE*. Recife, 2010. 125 f.: Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Geociências, 2010.

WOLANSKI, E., Huan N.N., Dao L.T., Nhan N.H., Thuy N.N. 1996. Fine-sediment Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 43: 565-582.

**ANEXO**

**ANEXO I**

**Tabela 10 – Valores de distribuição granulométrica na área estudada, segundo Shepard (1954)**

<b>AMOSTRAS</b>	<b>Latitude (UTM)</b>	<b>Longitude (UTM)</b>	<b>%Cascalho</b>	<b>%Areia</b>	<b>%Lama</b>
<b>P - 01</b>	296424	9151393	0,411	39,53	60,06
<b>P - 02</b>	296641	9151833	3,996	31,39	64,62
<b>P - 03</b>	296584	9152111	1,369	97,39	1,245
<b>P - 04</b>	296431	9152187	0,211	97,37	2,423
<b>P - 05</b>	296286	9153330	1,416	80,06	18,53
<b>P - 06</b>	296519	9152782	1,406	90,94	7,656
<b>P - 07</b>	296373	9152833	0,252	98,61	1,136
<b>P - 08</b>	296229	9152985	0,619	37,75	61,63
<b>P - 09</b>	296867	9150312	0,17	98,37	1,464
<b>P - 10</b>	296212	9149940	0,02	12,33	87,65
<b>P - 11</b>	296053	9149806	0,731	98,75	0,518
<b>P - 12</b>	296521	9149704	1,192	98,22	0,589
<b>P - 13</b>	296717	9149728	1,403	98,17	0,423
<b>P - 14</b>	296930	9149880	0,585	98,6	0,812
<b>P - 15</b>	297114	9149960	0,344	98,79	0,863
<b>P - 16</b>	297373	9150008	0,293	98,9	0,807
<b>P - 17</b>	297251	9149916	0,796	92,25	6,958
<b>P - 18</b>	297078	9149612	3,679	45,75	50,57
<b>P - 19</b>	296946	9149292	0,05	48,62	51,33
<b>P - 20</b>	297166	9149420	1,46	27,5	71,04
<b>P - 21</b>	297426	9149608	30,95	67,85	1,195
<b>P - 22</b>	297579	9149824	0,212	4,381	95,41
<b>P - 23</b>	297825	9149998	1,239	98,32	0,445
<b>P - 24</b>	298241	9149830	1,836	54	44,16
<b>P - 25</b>	298597	9149652	3	96,45	0,548
<b>P - 26</b>	298408	9149388	2,987	96,43	0,58
<b>P - 27</b>	298162	9149002	4,873	94,54	0,589
<b>P - 28</b>	298037	9148862	4	94,69	1,314
<b>P - 29</b>	297907	9148650	6,657	39,94	53,4
<b>P - 30</b>	296021	9149854	1,75	83,66	14,59
<b>P - 31</b>	295878	9149395	3,565	35,43	61,01

<b>P - 32</b>	295643	9148948	9,655	48,94	41,4
<b>P - 33</b>	295332	9148892	8,27	69,92	21,81
<b>P - 34</b>	295084	9148864	10,95	79,83	9,221
<b>P - 35</b>	295142	9149244	2,421	89,36	8,22
<b>P - 36</b>	295574	9149315	0,126	67	32,88
<b>P - 37</b>	295182	9149555	1,241	54,11	44,65
<b>P - 38</b>	295619	9149689	1,62	80,74	17,64
<b>P - 39</b>	295830	9149988	1,327	85,66	13,02
<b>P - 40</b>	295850	9150232	0,416	79,67	19,92
<b>P - 41</b>	295545	9150014	8,342	85,96	5,695
<b>P - 42</b>	295212	9149796	0,598	45,82	53,58
<b>P - 43</b>	295103	9150042	2,909	49,78	47,31
<b>P - 44</b>	295115	9150318	2,613	38,48	58,9
<b>P - 45</b>	294799	9150313	0,383	98	1,618
<b>P - 46</b>	294772	9150581	1,106	9,68	89,21
<b>P - 47</b>	295017	9150610	1,85	97,3	0,847
<b>P - 48</b>	294732	9150945	0	3,897	96,1
<b>P - 49</b>	294940	9150982	0,119	99,15	0,728
<b>P - 50</b>	294721	9151290	0,953	96,57	2,481
<b>P - 51</b>	294944	9151308	1,397	97,86	0,746
<b>P - 52</b>	295138	9151321	2,213	71,37	26,42
<b>P - 53</b>	294659	9151652	3,598	95,08	1,322
<b>P - 54</b>	294356	9151716	17,61	58,75	23,63
<b>P - 55</b>	294729	9151863	0,21	97,62	2,175
<b>P - 56</b>	294708	9152091	0,087	17,85	82,06
<b>P - 57</b>	294202	9152317	21,4	75,23	3,365
<b>P - 58</b>	293761	9153311	0,455	56,44	43,1
<b>P - 59</b>	293838	9153930	3,65	93,57	2,783
<b>P - 60</b>	293300	9154205	1,697	95	3,304
<b>P - 61</b>	292801	9154870	1,103	93,22	5,676

**Tabela 11 – Valores dos parâmetros estatísticos dos sedimentos da desembocadura Norte do Canal de Santa Cruz – PE.**

<b>Amostras</b>	<b>Latitude (UTM)</b>	<b>Longitude (UTM)</b>	<b>Md</b>	<b>Mz</b>	<b>Dp</b>	<b>SK1</b>	<b>Kg</b>
<b>P – 01</b>	296424	9151393	4,168	3,844	1,0180	-0,5004	0,7618
<b>P – 02</b>	296641	9151833	4,226	3,869	1,1510	-0,5822	0,9663
<b>P – 03</b>	296584	9152111	2,707	2,516	0,568	-0,3667	2,5670
<b>P – 04</b>	296431	9152187	2,59	2,395	0,762	-0,2872	1,0930
<b>P – 05</b>	296286	9153330	3,528	3,411	0,974	-0,2983	1,2980
<b>P – 06</b>	296519	9152782	2,705	2,697	1,0660	-0,0544	1,3440
<b>P – 07</b>	296373	9152833	1,703	1,503	0,605	-0,2854	2,4710
<b>P – 08</b>	296229	9152985	4,189	3,822	1,2000	-0,5793	1,6470
<b>P – 09</b>	296867	9150312	1,949	2,128	0,771	0,2796	1,0890
<b>P – 10</b>	296212	9149940	4,43	4,430	0,409	-0,1378	1,0180
<b>P – 11</b>	296053	9149806	2,71	2,539	0,452	-0,5759	1,8660
<b>P – 12</b>	296521	9149704	2,658	2,419	0,775	-0,4441	1,2610
<b>P – 13</b>	296717	9149728	1,844	2,042	0,688	0,1851	0,9454
<b>P – 14</b>	296930	9149880	1,675	1,459	0,507	-0,5651	0,6924
<b>P – 15</b>	297114	9149960	1,877	1,894	0,917	0,0792	1,0770
<b>P – 16</b>	297373	9150008	1,825	1,841	0,835	-0,0125	0,9222
<b>P – 17</b>	297251	9149916	2,695	2,463	0,853	-0,3187	1,4760
<b>P – 18</b>	297078	9149612	4,011	3,101	1,8250	-0,6678	0,5971
<b>P – 19</b>	296946	9149292	4,026	3,787	0,96	-0,3799	0,6987
<b>P – 20</b>	297166	9149420	4,296	3,529	1,5890	-0,7292	0,7851
<b>P – 21</b>	297426	9149608	-0,099	0,077	1,2070	0,1965	0,6905
<b>P – 22</b>	297579	9149824	4,476	4,476	0,321	0	0,7377
<b>P – 23</b>	297825	9149998	0,884	1,095	0,786	0,3394	1,1390
<b>P – 24</b>	298241	9149830	1,969	2,462	1,6240	0,3618	0,5166
<b>P – 25</b>	298597	9149652	1,652	1,407	0,825	-0,4046	1,2240
<b>P – 26</b>	298408	9149388	0,825	1,035	0,678	0,2301	0,9608
<b>P – 27</b>	298162	9149002	1,578	1,334	0,824	-0,4237	1,1280
<b>P – 28</b>	298037	9148862	0,982	1,147	0,826	0,2391	1,1620
<b>P – 29</b>	297907	9148650	4,064	3,130	1,9330	-0,7040	0,6719
<b>P – 30</b>	296021	9149854	2,611	2,657	1,1720	0,0313	1,4150
<b>P – 31</b>	295878	9149395	4,18	3,850	1,1830	-0,5652	1,0460
<b>P – 32</b>	295643	9148948	3,728	3,285	1,7020	-0,5260	1,0350
<b>P – 33</b>	295332	9148892	2,753	2,596	1,7790	-0,2293	1,1840
<b>P – 34</b>	295084	9148864	1,8520	1,768	1,8170	-0,0783	1,0710
<b>P – 35</b>	295142	9149244	2,515	2,56	1,206	-0,0463	1,441

<b>P – 36</b>	295574	9149315	3,596	3,588	0,816	0,0328	0,6421
<b>P – 37</b>	295182	9149555	3,832	3,406	1,326	-0,4542	0,6546
<b>P – 38</b>	295619	9149689	2,877	2,939	1,181	-0,0087	1,326
<b>P – 39</b>	295830	9149988	2,935	2,908	0,994	0,0298	0,9834
<b>P – 40</b>	295850	9150232	2,952	3,217	0,9	0,306	1,003
<b>P – 41</b>	295545	9150014	1,924	1,844	1,722	-0,1198	1,016
<b>P – 42</b>	295212	9149796	4,067	3,763	1,05	-0,4572	0,7773
<b>P – 43</b>	295103	9150042	3,947	3,5	1,342	-0,521	1,103
<b>P – 44</b>	295115	9150318	4,151	4,133	0,815	-0,2972	1,567
<b>P – 45</b>	294799	9150313	1,857	2,061	0,682	0,2172	0,8999
<b>P – 46</b>	294772	9150581	4,44	4,44	0,647	-0,3326	2,203
<b>P – 47</b>	295017	9150610	1,868	2,073	0,65	0,2248	0,9285
<b>P – 48</b>	294732	9150945	4,48	4,48	0,319	0	0,7377
<b>P – 49</b>	294940	9150982	2,568	2,369	0,517	-0,472	0,5839
<b>P – 50</b>	294721	9151290	1,849	1,871	1,011	0,1188	1,156
<b>P – 51</b>	294944	9151308	2,539	2,313	0,696	-0,5773	0,8957
<b>P – 52</b>	295138	9151321	2,894	3,28	1,069	0,2914	1,167
<b>P – 53</b>	294659	9151652	1,549	1,341	0,842	-0,3317	1,15
<b>P – 54</b>	294356	9151716	1,827	1,701	2,273	-0,0533	0,6281
<b>P – 55</b>	294729	9151863	2,639	2,421	0,515	-0,5384	0,6247
<b>P – 56</b>	294708	9152091	4,391	4,367	0,57	-0,299	1,533
<b>P – 57</b>	294202	9152317	0,915	0,857	1,771	0,0391	0,7501
<b>P – 58</b>	293761	9153311	3,833	3,701	0,974	-0,2659	0,7974
<b>P – 59</b>	293838	9153930	1,777	1,749	1,139	-0,0663	0,9109
<b>P – 60</b>	293300	9154205	2,71	2,487	0,78	-0,3859	3,15
<b>P – 61</b>	292801	9154870	1,787	1,796	1,185	0,0555	0,9796